

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

Plaza: 6070 Catedrático de Universidad  
Área de conocimiento Ingeniería Agroforestal

Perfil: Maquinaria y Mecanización Agraria  
Bioenergía forestal

Diciembre 2018

# PROYECTO DOCENTE E INVESTIGADOR



Borja Velázquez Martí





# **PROYECTO DOCENTE E INVESTIGADOR**

Plaza: 6070 Catedrático de Universidad

Área de conocimiento Ingeniería Agroforestal

Perfil: Maquinaria y Mecanización Agraria

Bioenergía forestal

Borja Velázquez Martí

Diciembre 2018



# PROYECTO DOCENTE E INVESTIGADOR

Borja Velázquez Martí

Diciembre 2018

## Índice general

	Pag.
<b>A) PROYECTO DOCENTE</b>	1
1. Introducción y objetivos del proyecto docente	1
2. Marco institucional y contexto académico	2
2.1. Fundamento del área de conocimiento	2
2.2. Marco institucional y contexto académico	3
3. Experiencia e investigación en docencia universitaria del candidato afinidad con las asignaturas del proyecto docente	6
3.1 Afinidad a la asignatura de Maquinaria y Mecanización	6
3.2 Afinidad a la asignatura de Bioenergía forestal	8
3.3 Investigación docente	11
4. Fuentes de información: investigación y publicaciones	17
4.1 Publicaciones no periódicas. Libros y monografías	17
4.2 Publicaciones periódicas. Revistas indexadas y de divulgación	28
4.3 Sociedades científicas y congresos	27
4.4 Otras fuentes documentales	39
5. Metodología docente propuesta	43
5.1 Principales teorías y enfoques del aprendizaje	43
5.2. Contexto curricular: el Ingeniero Agrónomo del S. XXI	47
5.3. Planes de estudios de grado y postgrado en la convergencia europea	56
5.4. Metodología: tipo de clases y sistemas de evaluación	57
5.4.1. Las clases teóricas y los ejercicios de seminario	58
5.4.2. Las prácticas de laboratorio	60
5.4.3. Sistema de evaluación de los alumnos	61
5.4.4. Evaluación de la enseñanza y opiniones de los alumnos	65
6. Desarrollo del programa de las asignaturas	67
6.1. Mecanización y Maquinaria	67
6.2. Bioenergía forestal	90
7. Bibliografía del proyecto docente	115
8. Anexos del proyecto docente	117

	Pag.
<b>B) PROYECTO INVESTIGADOR</b>	131
1. Introducción y objeto del proyecto investigador	131
2. Antecedentes del candidato en la línea de investigación propuesta. Adecuación del proyecto de investigación al perfil de la plaza objeto de concurso	131
3. Mirando al futuro	138
3.1 Trabajos de cuantificación y caracterización	139
3.1.1 Proyecto de biomasa arbustiva de especies de ribera	140
3.1.2 Análisis del aprovechamiento termoquímico de la biomasa residual de la poda del cultivos andinos	145
3.2 Análisis de la implantación de cadenas aprovechamiento de biomasa	149
3.3 Análisis de los impactos de la globalización de los biocombustibles en el mercado agroalimentario.	151
3.4 Red IBEROMASA CYTED	152
3.5 Análisis de los procesos de fermentación anaerobia	160
3.6 Estudio de modelos logísticos eficientes.	161
3.7 Proceso de unificación de los protocolos y de normas de caracterización de biocombustibles sólidos	163
3.8 Estudio de la captura de CO2 con dispositivos artificiales	163
4. Referencias Proyecto Investigador	176

# A) PROYECTO DOCENTE

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO DOCENTE

La resolución de 17 de octubre de 2018 de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) convoca un concurso de acceso a plazas de Cuerpos Docentes Universitarios. Este concurso se rige por lo dispuesto en la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades, modificada por Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril; en el RD 1313/2007, de 5 de octubre, por el que se regula el régimen de los concursos de acceso a cuerpos docentes universitarios; en los Estatutos de la Universidad Politécnica de Valencia, en la normativa para la regulación de los Concursos para el Acceso a Cuerpos Docentes Universitarios en la Universidad Politécnica de Valencia, aprobada por acuerdo del Consejo de Gobierno de fecha 25 de septiembre de 2008; y por la legislación general de funcionarios que le sea de aplicación. Según las bases del citado concurso, los candidatos entregarán al Presidente de la comisión, en el acto público de presentación, un Proyecto Docente e Investigador. El presente documento tiene como fin cumplir tal requerimiento.

La finalidad de este Proyecto Docente es presentar y transmitir las ideas sobre docencia universitaria que posee el candidato así como su aplicación a dos asignaturas concretas pertenecientes al área de conocimiento de Ingeniería Agroforestal. Las conclusiones a las que se llega son fruto de la experiencia del autor como profesor universitario, de la observación y meditación, y de proyectos de investigación docentes con otras universidades. En consecuencia, se establece como objetivo prioritario en la redacción de este documento el aporte original de material basado en reflexiones y vivencias del candidato en docencia universitaria, reduciendo a un mínimo ineludible la inclusión de secciones estándar propias de la formalidad de este tipo de documentos, para facilitar la evaluación de la originalidad de la propuesta docente planteada.

Las dos asignaturas sobre las cuales se centra este Proyecto Docente pertenecen a los nuevos planes de estudios desarrollados de acuerdo al Espacio Europeo de la Educación Superior (EEES), aprobados en la UPV en el 2010:

- **Maquinaria y Mecanización Agraria**, asignatura de 6 créditos ECTS de la titulación de Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural, de la Escuela

Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural (ETSIAMN) de la Universidad Politécnica de Valencia

- **Bioenergía forestal.** asignatura de 6 créditos ECTS de la titulación de Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural, de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural de la Universidad Politécnica de Valencia.

## **2. MARCO INSTITUCIONAL Y CONTEXTO ACADÉMICO**

### **2.1 Fundamento del área de conocimiento**

Tanto la asignatura de Maquinaria y Mecanización Agraria como Bioenergía Forestal, pertenecen al área de conocimiento de Ingeniería Agroforestal. El área de conocimiento de Ingeniería Agroforestal constituye un entramado multidisciplinar que concurre en el desarrollo de soluciones a problemáticas agrícolas y forestales desde la ingeniería. Posee el código 3102 en la nomenclatura para los campos de las ciencias y las tecnologías de la UNESCO. Las disciplinas que se conjugan básicamente en este área de conocimiento son: hidráulica agrícola, construcciones rurales y agroindustriales, mecanización y tecnología agraria, electrotécnica y electrificación rural, energías renovables, automática agrícola, tecnología de invernaderos, alojamientos ganaderos, entre otras. El estudio, aplicación e investigación de las disciplinas de la ingeniería agroforestal son propios históricamente en España de las titulaciones superiores de ingeniero agrónomo e ingeniero de montes. Estas titulaciones se imparten en la Universidad Politécnica de Valencia, la titulación de ingeniero agrónomo desde 1971, y la titulación de ingeniero de montes desde 2000. Actualmente, estas titulaciones se han adaptado al Espacio Europeo de la Educación Superior, denominándose respectivamente Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural, y Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural. Actualmente la impartición de la docencia de las asignaturas del área de conocimiento de Ingeniería Agroforestal en la Universidad Politécnica de Valencia está asignada al Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural.

## 2.2 Marco institucional

La Universidad Politécnica de Valencia (UPV) se constituyó en 1971 a partir del Instituto Politécnico Superior de Valencia, creado en 1968. En la actualidad está formada por trece Escuelas Técnicas Superiores y Facultades, y una Escuela de doctorado. Estas estructuras docentes están ubicadas en tres campus universitarios diferentes, Campus del Camino de Vera en Valencia, Campus de Gandía y Campus de Alcoy. La UPV está además constituida por 42 Departamentos, 18 Institutos Universitarios de Investigación y 26 Estructuras propias de Investigación. En el curso 2016-2017 se matricularon 21355 alumnos de grado, 3777 de máster y 2344 de doctorado. Además, 2841 alumnos cursaron otros estudios de formación específica o permanente. En total hacen 30317 alumnos, de los cuales 7421 fueron de nuevo ingreso. El presupuesto inicial de la UPV para 2018 fue aproximadamente de 381,4 millones de euros. La UPV se acogió al Plan Nacional de Evaluación de la Calidad de las Universidades (PNECU) desde su primera convocatoria iniciada en 1996.

La Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural (ETSIAMN) procede de la fusión de dos escuelas de la Universidad Politécnica de Valencia en 2010: La Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (ETSIA) que impartía las titulaciones de ingeniero agrónomo, ingeniero de montes, licenciado en ciencia y tecnología de los alimentos y licenciado en biotecnología; y la Escuela Técnica Superior del Medio Rural y Enología (ETSMRE) que impartía las titulaciones de ingeniero técnico agrícola (en todas sus especialidades) y licenciado en enología. La nueva escuela ETSIAMN, tiene asignada la docencia de cuatro titulaciones de grado a adaptadas a EEES y los másteres que de estos grados se derivan:

- Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural
- Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural
- Grado en Biotecnología
- Grado en Tecnología de los Alimentos
  
- Máster en Ingeniería Agronómica
- Máster en Ingeniería de Montes
- Máster en Enología
- Máster en Paisajismo en Ingeniería Bioambiental

- Doble Máster Universitario en Ingeniería Agronómica +Economía Agroalimentaria y del Medio Ambiente
- Doble Máster Universitario en Ingeniería Agronómica + Gestión de la Seguridad y Calidad Alimentaria
- Doble Máster Universitario en Ingeniería Agronómica + Producción Animal
- Doble Máster Universitario en Ingeniería Agronómica + Sanidad y Producción Vegetal

Además de estos títulos, se imparten los másteres de Institutos y Departamentos

- Máster Universitario en Sanidad y Producción Vegetal
- Máster Universitario en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos
- Máster Universitario en Gestión de la Seguridad y Calidad Alimentaria
- Máster Universitario en Biotecnología Molecular y Celular de Plantas
- Máster Universitario en Biotecnología Biomédica
- Máster Universitario en Economía Agroalimentaria y del Medio Ambiente

Como puede ser percibido en los últimos años se han producido cambios importantes desde el punto de vista organizacional y estructural, que pretenden adaptar las instituciones y titulaciones a las necesidades sociales.

Recientemente el Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural ha recibido la acreditación de ABET, asociación sin ánimo de lucro, formada por más de 35 asociaciones profesionales y técnicas, que acredita estudios universitarios en el ámbito de las ciencias aplicadas, la informática, la ingeniería y la tecnología. Está considerada en todo el mundo como la más importante en ingenierías y supone la garantía de que los estudios en cuestión cumplen ampliamente con lo requerido por las respectivas profesiones.

El Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria (DIRA), es la unidad de docencia e investigación encargada de coordinar enseñanzas de los ámbitos de conocimiento de la Ingeniería Agroforestal en los nuevos grados y másteres derivados de las antiguas titulaciones de Ingeniero Agrónomo, Ingeniero de Montes, Ingeniero Técnico Agrícola, Ingeniero Técnico Forestal:

- Construcción
- Hidráulica Agrícola
- Electrotecnia y Electrificación rural

- Proyectos
- Mecanización y Tecnología agrícola y forestal
- Paisajismo
- Ingeniería Forestal
- Industrias Forestales

El departamento constituye además una estructura de investigación, con un grupo de Mecanización y Tecnología Agraria.

Los contratos programa de las asignaturas de **Maquinaria y Mecanización Agraria** de la titulación de Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural; y **Bioenergía forestal** de la titulación de Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural, de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural de la Universidad Politécnica de Valencia fueron realizadas por el grupo de Mecanización y Tecnología Agraria. Este grupo tiene su origen en el Departamento de Mecanización y Tecnología Agraria (DMTA) que fue creado en 1991 bajo el nombre de Departamento de Mecanización Agraria. En el año 2010 fue incluido como unidad docente del DIRA. Las áreas que tradicionalmente han sido cultivadas tanto en docencia como en investigación incluyen termodinámica, motores agrícolas, fundamentos de máquinas y de taller, maquinaria agrícola y ganadera, maquinaria forestal, maquinaria para movimientos de tierra, diseño de máquinas, termotecnia y climatización agrícola, instalaciones frigoríficas, economía de la mecanización, seguridad en el sector agroalimentario y forestal, industrias forestales, aprovechamiento de la biomasa agrícola y forestal, electrónica y automática orientada a las aplicaciones en máquinas agrícolas.

Los profesores del Grupo de Investigación "Mecanización y Tecnología Agraria" desarrollan su actividad en las siguientes líneas de investigación:

- 1) Diseño y ensayo de maquinaria para la mecanización de cultivos hortofrutícolas;
- 2) Desarrollo de equipos y técnicas de pulverización de productos fitosanitarios;
- 3) Propiedades físicas de productos hortofrutícolas;
- 4) Evaluación de la sostenibilidad de sistemas de producción intensiva hortícola
- 5) Robótica agrícola; y
- 6) Aprovechamiento de biomasa agrícola y forestal para uso energético

El candidato es el responsable de la línea de investigación dedicada al aprovechamiento de la biomasa agrícola y forestal, que presenta una afinidad absoluta con la asignatura de Bioenergía forestal, que es una de las que se presenta en este proyecto docente.

Además de potenciar la investigación a través de las seis líneas mencionadas anteriormente, el Grupo de Investigación ha promovido la creación de dos asociaciones, ambas con su domicilio social en el antiguo DMTA y actualmente DIRA: la Asociación de Fabricantes de Maquinaria Agrícola de la Comunidad Valenciana (ASMAVA) y la Sociedad Española de Agroingeniería (SEA). El Departamento de Mecanización y Tecnología Agraria participó en la tercera convocatoria del Plan Nacional de Evaluación de la calidad de las Universidades (PNECU). Como consecuencia, emprendió en 1999 su proceso de evaluación como medio para la mejora continua en el desarrollo de sus actividades.

### **3. EXPERIENCIA E INVESTIGACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA Y AFINIDAD DEL CANDIDATO CON LAS ASIGNATURAS DEL PROYECTO DOCENTE**

#### **3.1 Afinidad a la asignatura de Maquinaria y Mecanización Agraria**

El autor del presente proyecto docente es Ingeniero Agrónomo desde septiembre del año 2000 por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Valencia, cursó la especialidad de ingeniería rural. Tras la experiencia de un año en el ejercicio libre de la profesión en una consultoría de proyectos, obtuvo en octubre de 2001 una plaza de Profesor Ayudante (Cantera) en el Departamento de Mecanización y Tecnología Agraria de la UPV. Desde ese momento, durante los 17 años que lleva como profesor universitario ha impartido docencia en asignaturas relacionadas con la mecanización y maquinaria agrícola, mostradas en la Tabla 1.

Tabla 1. Asignaturas impartidas por el candidato

<u>Asignaturas en Universidad Politécnica de Valencia</u>	<u>Créditos* impartidos</u>	<u>Cursos</u>	<u>Año</u>
Biocarburantes y Bioenergía (2º curso Máster Universitario en Paisaje e Ingeniería Bioambiental)	1.5	1	Curso 2018-2019
Biocombustibles (4º curso Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural)	1.5	1	Curso 2018-2019
Taller de Proyectos de Ingeniería Bioambiental 2 (2º curso Máster Universitario en Paisaje e Ingeniería Bioambiental)	4	1	Curso 2018-2019
Tecnología para el desarrollo (2º curso de la titulación de Master de Ingeniería Agrónomica)	3	1	Curso 2017-2018
Optimización de la Mecanización y Logística de Productos Forestales (2º curso de la titulación de Master de Ingeniería de Montes)	1.5	2	Cursos 2015-2017
Energías Renovables (1º curso de la titulación de Master en Ingeniería de Montes)	1	3	Cursos 2016-2019
Bioenergía Forestal (3º curso de la titulación de Grado de Ingeniería Forestal)	6	4	Curso 2013-2017
Aprovechamiento energético de la Biomasa (4º curso de la titulación de Grado de Ingeniería Agronómica)	4,5	3	Curso 2014-2017
Maquinaria agrícola y forestal (2º curso de la titulación de Ingeniero Agrónomo e Ingeniero de Montes)	10 5.76	2	Curso 2001-2002 Curso 2006-2007
Diseño de Máquinas (5º curso de la titulación de Ingeniero Agrónomo, especialidad: Ingeniería rural)	1 3x3	4	Desde: curso 2002-2003 Hasta: curso 2004-2005
Maquinaria forestal (4º curso de la titulación de Ingeniero de Montes, especialidad: Ingeniería del Medio Natural)	2 2x4 2x5 5x6	11	Desde: curso 2002-2003 Hasta: curso 2012-2013
Maquinaria para movimientos de tierras (5º curso de la titulación de Ingeniero Agrónomo, especialidad: Ingeniería Rural)	2	1	Curso 2002-2003
Mecánica de suelos y Maquinaria para movimientos de tierras (5º curso de la titulación de Ingeniero de Montes, especialidad: Ingeniería del Medio Natural)	9x3	9	Desde: curso 2003-2004 Hasta: curso 2012-2013
Motores y Maquinaria Agrícola (2º curso de la titulación de Ingeniero Técnico Agrícola, especialidad: Explotaciones Agropecuarias)	3 7 3x7,5	5	Desde: curso 2004-2005 Hasta curso 2010-2011
Motores y Maquinaria Agrícola (2º curso de la titulación de Ingeniero Técnico Agrícola, especialidad: Hortofruticultura y Jardinería)	4 4.5	2	Curso 2009-2010 Curso 2010-2011
Sistemas de Valoración, extracción y logística de biomasa agrícola y forestal para su aprovechamiento energético (Tercer ciclo, programa de Agroingeniería)	2x3	2	Curso 2007-2008 Curso 2008-2009

\*Créditos impartidos= nº de cursos x nº de créditos en el curso

La actividad investigadora del candidato se ha centrado en distintos aspectos de la maquinaria agrícola y forestal. Se doctoró en 2003 en el Departamento de Mecanización y Tecnología Agraria de la UPV, desarrollando su tesis doctoral en la temática de maquinaria de desinfección de suelos agrícolas, concretamente en equipos microondas, cuyo principio de desinfección es el calentamiento. Posteriormente, participó en el desarrollo de un dispositivo de mantenimiento en frío y liberación aérea de machos estériles de *Ceratitidis capitata*, para ser equipado en aeronaves y destinado a la lucha biológica de esta plaga. También ha colaborado en proyectos de evaluación de la sostenibilidad de sistemas de producción intensiva hortícola. Tras una estancia posdoctoral en la Universidad de Freiburg (Alemania), el candidato ha sido líder en la apertura de una nueva línea de investigación en el grupo, centrada en el análisis y evaluación de maquinaria de recogida de residuos agrícolas y forestales (biomasa) junto la logística para el abastecimiento de los mismos a industrias de valorización. El objetivo último de esta investigación es poder gestionar y comercializar éstos como subproductos de la actividad agrícola y de esta forma conseguir un ingreso adicional a los agricultores aumentando su renta. En esta temática es en la que ahora centra su actividad investigadora.

Dentro de esta línea de cuantificación de biomasa y análisis de maquinaria para su recogida se han desarrollado 17 proyectos competitivos financiados por distintas administraciones públicas, y además algunos convenios o contratos con empresas privadas. De las investigaciones han surgido 53 publicaciones indexadas en el JCR, junto 18 publicaciones de divulgación, 32 comunicaciones en congresos internacionales y 10 congresos nacionales, todas ellas relacionadas con la maquinaria o tecnología agrícola.

También el autor del proyecto docente ha publicado libros docentes relacionados con la asignatura de mecanización y maquinaria agrícola: *Diseño de piezas de maquinaria agrícola* (ISBN: 84-9705-485-7), *Prácticas de laboratorio taller de diseño de piezas de maquinaria agrícola* (SUPV Ref. 2003.812). *Desinfección de suelos y sustratos en la agricultura. Métodos y equipos* (Ed. Universidad de Chapingo).

### **3.2 Afinidad a la asignatura de Bioenergía forestal**

Tras el doctorado, el candidato disfrutó de una beca Postdoctoral de 13 meses en el Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft de la Universidad Albert Ludwigs de Freiburg (Alemania). En esta estancia el candidato empezó a trabajar en la línea de investigación de aprovechamiento de biomasa forestal para bioenergía y desde ese

momento ha sido su línea principal de investigación. En esta universidad fue partícipe del "International Summer School: Forest Markets and Society". La experiencia adquirida en esta temática hizo que en 2006 se empezara a trabajar en este campo en el Grupo de Mecanización y Tecnología Agraria en la UPV, primero como socio de otros equipos de la universidad, y después con proyectos competitivos del Programa Nacional de I+D+i, y programas propios de la UPV liderados por el grupo.

En 2007 el candidato realiza una estancia de 3 meses en el Agrotechnology and Food Science Group, AFSG Biobased Products, de la Universidad de Wageningen (Países Bajos) donde participa en el análisis de las cadenas de abastecimiento de biomasa y el modelo logístico *bioloco* (*Biomass Logistics Computer*) basado en teoría de grafos y programación lineal múltiple. El candidato desarrolla un complemento a dicho modelo llamado *borvemar model* publicado en la revista *Transactions of ASABE*. Este modelo construye la estructura de red de entrada a *bioloco* a partir de inventarios de biomasa representados en mapas digitales (shape files).

El reconocimiento adquirido en los trabajos de investigación realizados en el aprovechamiento energético de la biomasa hizo que desde 2010 comenzara trabajos en colaboración con diferentes universidades de Latinoamérica, principalmente Ecuador, Argentina y México.

De especial importancia ha sido la colaboración con la Universidad Estatal de Bolívar en Ecuador, donde se ha conformado una estructura de colaboración permanente. En esta universidad el candidato ha impulsado la construcción de un laboratorio de caracterización de biomasa equipado con tecnología de alto valor para la investigación. Equipos como una balanza termogravimétrica acoplada en serie a un cromatógrafo de gases, seguido de un espectrómetro de absorción atómica han permitido el estudio de los gases producidos en distintas condiciones de combustión parcial de biomasa y fenómenos de gasificación y pirolisis. Esto es complementado con analizadores elementales para C, H, N, S, y Cl, equipos para análisis proximal y estructural. La adquisición de fermentadores de laboratorio y la construcción de una planta piloto de digestión han permitido estudios de fermentabilidad de mezclas, análisis de las condiciones ideales de cada materia prima en cuanto a ciclos térmicos en la digestión.

Resultado de los trabajos de investigación, además de publicaciones en revistas relevantes, ha propiciado la asociación con otras universidades de este país, como la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Universidad Técnica del Norte, Universidad Técnica de Ambato, Universidad de Guayaquil (UG), Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas (UTELVT), Universidad Estatal Amazónica (UEA), Universidad Regional Amazónica (IKIAM).

Estas universidades han constituido, aunadas por el candidato, la red llamada ECUMASA (Red Ecuatoriana para la investigación de la biomasa para uso energético) ([www.ecumasa.org](http://www.ecumasa.org)) con sede en la Universidad Estatal de Bolívar.

La experiencia adquirida en estos proyectos ha permitido al candidato realizar numerosos seminarios y cursos de difusión para técnicos y estudiantes en la UPV y otras universidades:

Seminario "**Aprovechamiento de biomasa agrícola y forestal para uso energético**" de 30 h entre los días 5 y 27 de noviembre de 2009 en la Escuela Politécnica Superior, Dpto. Ingeniería Rural de la Universidad de Almería

11 ediciones del curso de formación de postgrado en la UPV orientado a ingenieros del sector de la biomasa "**Curso de procesos de producción de biomasa agrícola y forestal para uso energético y sus implicaciones logísticas**". A estas ediciones en la UPV, habría que añadir las ediciones que se han realizado en universidades de otros países, con las que sumarían más de 20 ediciones del curso.

Seminario "**Proyecto de instalaciones de aprovechamiento térmico de biomasa**" de 30 h de duración en la Escuela Politécnica Superior, Dpto. Ingeniería Rural de la Universidad de Almería entre el 22 y 26 de marzo de 2010

"**Curso de diseño de biorreactores**" con 5 ediciones en la UPV a las que habría que añadir las ediciones realizadas en otras universidades o institutos de investigación de España como el Centro Tecnológico de la Energía y Medio Ambiente. Cartagena (España) y otras universidades extranjeras.

El candidato fue invitado con motivo de la Celebración del XXVI aniversario de creación institucional de la Facultad de Ciencia e Ingeniería de Alimentos de la Universidad Técnica de

Ambato (Ecuador) a impartir el seminario de 30 h de duración con título "**Procesos de producción de biomasa agrícola y forestal para uso energético y sus implicaciones logísticas**" el 18, 19 y 20 de Marzo de 2010

En virtud de los resultados obtenidos el autor de este proyecto fue invitado a celebrar una presentación de su línea de investigación en biomasa para bioenergía en la sesión "Industrial Processes and Renewable Energies" de la IV Conference of Chilean Scientists in Europe (Encuentros 2010), que se celebró en la Universidad Cambridge entre el 4 y 6 de agosto de 2010.

Mi actividad investigadora actual se centra en la temática de la bioenergía en la cual ya he desarrollado 5 proyectos de investigación, que permitieron publicar la mayoría de los artículos científicos anteriormente numerados.

El candidato impartió la asignatura de "Maquinaria forestal" de la titulación de Ingeniero de Montes (plan 2000) desde 2006 hasta 2015. En 2007 y 2008 el solicitante impartió la asignatura "Sistemas de valoración, extracción y logística de biomasa agrícola y forestal para su aprovechamiento energético" dentro del programa de doctorado de Agroingeniería de la UPV. También ha impartido las asignaturas de Bioenergía forestal de la titulación de Grado en Ingeniería Forestal, y Aprovechamiento Energético de la Biomasa del Grado de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural. Para las cuales escribe dos libros: *Aprovechamiento de los residuos forestales para uso energético* editado por la UPV en 2006; y *Aprovechamiento de la biomasa para uso energético* (ISBN: 978-84-9048-675-7) ed. Reverté (2017)

### **3.3 Investigación docente**

Tras la entrada en la universidad como docente en 2001 participé del Programa de acogida Universitaria (PAU) y del Programa de Formación Inicial para Profesores Universitarios (FIPU) organizados por el Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Politécnica de Valencia. A raíz de la motivación recibida y el impulso que el Espacio Europeo de la Educación Superior daba a las metodologías activas en la enseñanza universitaria impulsé diversas investigaciones docentes.

En la primera investigación fue la aplicación de metodologías activas a las asignaturas que impartía en la titulación de Ingeniero de Montes, y cuyos resultados fueron publicados en el V Congreso Iberoamericano de Docencia Universitaria celebrado en Valencia entre 29 y 31 octubre de 2008, bajo el título: "**Experiencia de adaptación de la metodología al sistema de créditos ECTS en la enseñanza de asignaturas tecnológicas de elevada dificultad en grupos pequeños**". Esta variación metodológica fue aplicada durante dos cursos a los alumnos de las asignaturas: *Maquinaria Forestal* y *Maquinaria para Movimientos de Tierras*. Estas asignaturas eran obligatorias de especialidad donde la tasa de aprobados hasta ese momento había sido bastante reducida, notándose un progresivo descenso de matriculados a causa de la dificultad que entrañan, y un bajo interés suscitado por esta situación. Este trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la aplicación de metodologías activas para mejorar los índices de satisfacción de los alumnos y el número de matriculados. Tras clases magistrales de cada tema, que duraban aproximadamente dos sesiones de 1,5 h, problemas prácticos particularizados para cada alumno debían ser resueltos de forma personal fuera del tiempo de clase durante la semana siguiente. Algunos de estos ejercicios eran expuestos por los propios alumnos, a modo de clase inversa para el resto del grupo. Los no expuestos eran entregados al profesor para ser evaluados. Una vez los ejercicios eran corregidos, la calificación obtenida adquiría carácter temporal. Los ejercicios resueltos incorrectamente debían ser repetidos de forma sucesiva hasta que eran presentados correctamente para que la nota fuera efectiva. La nota final del curso se establecía haciendo media geométrica de las notas semanales obtenidas. Esta metodología permitía una evaluación continua del trabajo personal del alumno. Los resultados observados fueron los siguientes: El nivel de aprobados fue del 100% con calificaciones sensiblemente superiores al de los cursos anteriores, el nivel de satisfacción percibido por el profesor fue alto, también esto se reflejó en las encuestas oficiales realizadas por los alumnos. No obstante se detectaron varios inconvenientes: Hubieron quejas a mediados de curso por parte de algunos alumnos por el exceso de trabajo que les suponía semanalmente realizar los ejercicios. Sin embargo, manifestaron bastante satisfacción cuando no tuvieron que preparar la asignatura en la época de exámenes finales. Por otra parte, esta metodología obliga al profesor a corregir semanalmente un número elevado de ejercicios. Por tanto, sólo puede ser aplicada en grupos con un número reducido de alumnos. La picaresca de los estudiantes hace que algunos se vean tentados a copiar las soluciones de trabajos realizados por otros compañeros. Esa deslealtad, recae en la falta de responsabilidad personal por parte del que copia y la complicidad de la persona que se deja utilizar por ser copiado. Cuando el profesor detectó tal suceso estableció medidas de penalización para ambos. El trabajo regularmente exigido a los

alumnos puede no ser bien aceptado por los mismos, dado que se aleja de su vicio adquirido del sistema tradicional de enseñanza basado en clases magistrales con evaluación a través de examen final. No obstante, se ve de forma muy positiva transmitir a los alumnos sistemas de obligaciones periódicas similares a las que van a tener que sufrir en su vida laboral.

Los inconvenientes observados llevaron a desarrollar un proyecto de investigación docente, realizado por tres universidades españolas, que pretendió aplicar los análisis de ergonomía y psicología organizacional a los alumnos universitarios sometidos a metodologías activas en las materias relacionadas con la mecanización y tecnología agraria. El título del proyecto fue "**Evaluación interuniversitaria de la carga mental de alumnos en experiencias piloto (EEES) frente a otros que no lo están, en asignaturas de Motores y Mecanización Agraria**". El proyecto fue financiado por la Universidad de Almería y participaron el Departamento de Ingeniería Rural de la Universidad de Almería, Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria de la Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Motores Térmicos de la Universidad de Castilla la Mancha. Las variables psicosociales analizadas fueron las siguientes:

- a) **Ritmo** de trabajo al que está sometido el alumno y el grupo/equipo de trabajo en su conjunto. Tiene relación directa con las exigencias psicológicas del trabajo (demandas), el volumen de trabajo, la presión del tiempo, y las interrupciones en el trabajo.
- b) Ausencia o presencia de elementos conductuales que puedan llevar a situaciones de **Mobbing** o de acoso hacia las personas que forma la unidad o el grupo. Presión social por realizar eficientemente el trabajo, bien por el profesor o por los compañeros.
- c) **Relaciones humanas** y laborales entre los grupos y personas que integran la unidad, la comunicación de las mismas; e incluyen en este concepto las derivadas del trato con el profesor.
- d) Percepción individual-colectiva de del **estado de salud** física y mental
- e) El **Reconocimiento** que se hace de las tareas realizadas y de los logros, por parte del profesor, organización, sistema educativo y laboral

f) El **Grado de autonomía** para la gestión de las demandas de trabajo que se percibe por parte del alumno. Es la capacidad de planificar su propio trabajo y la capacidad de decisión en cuanto planteamiento, enfoque etc.

g) **Grado de implicación emocional** del grupo en el desempeño de tareas y proyectos derivados del trabajo con los requerimientos y habilidades derivadas de las relaciones humanas en el trabajo, relaciones con el equipo, relación con el profesor. Determinados trabajos asistenciales orientados hacia los servicios y resolución de problemas contextualizados tienen tendencia a la alta implicación emocional. Esto favorece un cierto grado de entrenamiento en habilidades sociales. También es de considerar que los nuevos proyectos laborales suponen implicación elevada, especialmente en etapas iniciales.

h) **Nivel de apoyo en el trabajo**, tanto de los compañeros como del profesor en aspectos básicos de armonía y respeto, así como organizacionales en el sentido de conseguir y fomentar el trabajo en equipo, y en ayudar a resolver los problemas de trabajo, y/o dudas técnicas que se presente en el desempeño del mismo.

i) **Compensación** del trabajo. Es la percepción de la valoración o estima tanto de compañeros de trabajo como del profesor del estatus respecto a otras asignaturas o titulaciones, el reconocimiento moral y económico, así como la valoración del esfuerzo y competencias recibidas.

j) **Grado de control** sobre el trabajo. Hace referencia a la posibilidad de desarrollo de habilidades, aprendizaje y niveles de capacitación que permitan asegurar respuestas adecuadas y eficaces a las demandas de trabajo presentes

k) **Demandas**. Son el conjunto de exigencias psicológicas del trabajo, es decir, los factores intervinientes de las mismas: la cantidad de trabajo (volumen de trabajo); el tiempo disponible para gestionar las tareas; disponibilidad, falta u ocupación de medios técnicos para realizar el trabajo; dependencias de terceros sujetos tales como organizaciones y productos; y las interferencias en la resolución de las mismas, interrupciones.

l) **Carga Mental**. Es el grado de requerimientos, el esfuerzo intelectual que debe realizar el trabajador (alumno) para hacer frente al conjunto de demandas que recibe en el curso de la realización de su trabajo. Intervienen en este factor: el número de demandas, la cantidad de

informaciones, el esfuerzo de atención, su tiempo asignado de respuesta, el nivel de complejidad y minuciosidad, así como la percepción subjetiva de la dificultad. Este factor de riesgo tiene correlación directa con los factores de demandas, control, compensación y apoyo.

Para la valoración de estos 12 parámetros fue aplicado el test Mini Psychosocial Factors (MPF), desarrollado por Ruíz y Idoate (2005), a alumnos sometidos a metodología activa como la anteriormente descrita y a alumnos en los que se empleaba el método tradicional de enseñanza y evaluación (lección magistral combinada con prácticas y prueba única final de evaluación).

Para la presentación de resultados los participantes del proyecto fueron organizadores del "**Simposio aplicaciones de la ergonomía organizacional en el aula**" celebrado en el **VII Foro sobre la evaluación de la calidad de la educación superior y de la investigación** patrocinado por la ANECA, celebrado en Murcia entre el 15 y 18 junio de 2010. En este mismo Foro fueron presentadas las comunicaciones: "Contraste de los resultados docentes tras la aplicación de distintas variantes de metodologías activas en asignaturas técnicas de grupos pequeños"; "Evaluación de metodologías activas mediante el método Mini Psychosocial Factors (MPF) en la enseñanza de asignaturas tecnológicas de elevada dificultad en grupos pequeños".

Los resultados obtenidos también fueron presentados en las **IV jornadas de información sobre el EEES** en la Universidad de Almería en junio de 2010.

Los resultados indicaron que alrededor del 85% de los alumnos sometidos a la metodología ensayada presentan grados aceptables en cada uno de los parámetros evaluados. Un 10 % dan resultados excelentes, pero existe un porcentaje de un 5% que presentan diversos problemas psicosociales asociados a las exigencias de evaluación aplicadas en la materia. Se ha probado que la aplicación del método de MPF permite detectar estos problemas y es posible establecer medidas correctoras en este caso. No existen diferencias significativas entre los parámetros psicosociales de los alumnos con metodologías activas y los alumnos bajo una docencia tradicional.

Tras este periodo, el impulso que la UPV ha realizado a las nuevas tecnologías en la docencia, me motivó a obtener el título de **Experto Universitario en Formación Online (EUFOL)** expedido como título propio de la Universidad Politécnica de Valencia. Esto propició la creación de una buena cantidad de material docente digital, como videos didácticos, screencast, blog de la asignatura en abierto, que ahora forman parte de los instrumentos

docentes complementarios a la docencia presencial que actualmente imparto. Parte de estos materiales se pueden encontrar en la página: <http://bioenergia.blogs.upv.es/>

Simultáneamente he desarrollado nuevas investigaciones docentes en este campo, abriendo un Equipos de Innovación y Calidad Educativa (EICE) entre 2009 y 2018 de Coordinación interdepartamental a través del aprendizaje colaborativo (CIAC). El objetivo del grupo ha sido mejorar la orientación de la docencia universitaria al desarrollo de competencias. Alcanzar una competencia en la formación universitaria, principalmente en los últimos cursos, implica la adquisición de destrezas laborales. En el caso de las ingenierías, supone la ejecución de proyectos donde se manejan datos de entrada que se tratan bajo restricciones tanto de tipo técnico, como de tipo administrativo o económico. Este grupo ha probado un sistema de aprendizaje basado en la elaboración de árboles de decisión en dos asignaturas del grado de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural: *Cultivos Leñosos* y *Aprovechamiento Energético de la Biomasa*. En ambas asignaturas se plantea un trabajo colaborativo para la elaboración de un proyecto. En el caso de la asignatura de Cultivos Leñosos, la planificación del manejo de un cultivo, desde la plantación hasta finalizar su vida útil; en el caso del Aprovechamiento Energético de la Biomasa, el diseño de una instalación térmica en industria alimentaria. Se plantea una situación de entrada mediante acceso a una plataforma wiki on-line, donde cada alumno debe ir aportando las distintas operaciones condicionadas a las restricciones. Se deben presentar las opciones, construir el árbol de decisión condicionado y justificarlo. La calificación de cada alumno se realizaba de acuerdo varios criterios: Grado de intervención en la construcción del árbol, tanto en la propuesta como en la revisión del trabajo de los compañeros, calidad de las propuestas, fundamento teórico de lo propuesto. Resultados iniciales han apuntado a un nivel de satisfacción por parte de los alumnos extraordinariamente alto. No obstante, se detecta la participación desigual entre alumnos. Existen alumnos "líderes" con un alto grado de implicación, y otros, con una actitud menos activa. El sistema se desvela como un instrumento precoz para detectar deficiencias en el aprendizaje.

Los resultados de estas experiencias se han publicado en dos comunicaciones en el congreso ATIDES2016 "Avances en Tecnologías, Innovación y Desafíos de la Educación Superior"; otras tres en el congreso INNODOCT2017 "V International Conference on Innovation".

En global el candidato a participado 7 proyectos de innovación docente con 26 comunicaciones en congresos.

#### **4. FUENTES DE INFORMACIÓN: INVESTIGACIÓN Y PUBLICACIONES**

El conjunto de conocimientos necesarios para impartir una docencia de calidad los podemos agrupar en dos clases, por un lado, en conocimientos sobre la materia específica a enseñar (qué transmitir), por otro lado, formación pedagógica que se centra en las formas metodológicas docentes (cómo transmitir). Estos conocimientos necesarios para los docentes universitarios deben ser adquiridos a través dos tipos de fuentes: de la propia experiencia, estudio e investigación, tanto docente como técnica, o a través de fuentes documentales o bibliográficas.

El candidato considera que la formación obtenida a través de la experiencia personal, profesional, docente e investigadora es significativa para las asignaturas propuestas, de acuerdo a lo expuesto en el apartado anterior. La información procedente de fuentes documentales utilizadas personalmente en la docencia de las materias del presente proyecto se detallan en los párrafos que a continuación de desarrollan.

Las fuentes documentales las podemos clasificar en tres categorías:

- 1) Publicaciones no periódicas, como libros y monografías;
- 2) Publicaciones periódicas a través de revistas tanto de divulgación como puramente científicas; y
- 3) Recursos informáticos como bases de datos de revistas electrónicas y páginas de Internet.

A continuación se desarrolla cada uno de estos recursos desde una perspectiva particular, es decir, exponiendo las fuentes documentales y el uso concreto que de ellas hace el candidato.

##### **4.1 Publicaciones no periódicas. Libros y monografías**

Los libros y monografías son las fuentes primarias de información debido a que el proceso de edición por medio de los Comités Editoriales asegura una fiabilidad mayor que la encontrada en publicaciones periódicas o informáticas. Normalmente, la información que se aparece en libros ha sido contrastada y su exposición sigue una metodología más didáctica, ideal para los alumnos en fases de iniciación.

Los manuales de apuntes realizados por el profesor son desestimados en principio por el candidato para una adecuada docencia universitaria porque suelen ser el resultado de una mezcla de monografías originales que implican una esquematización y ordenamiento de la información que debe ser realizada por los propios alumnos, fabricándose sus propios materiales que ayuda a la construcción sólida de su conocimiento. Por otra parte resulta una injusticia manifiesta con los autores originales de las obras que no ven reconocidos sus esfuerzos, siendo el mérito erróneamente atribuido al responsable de montar los apuntes. Al universitario se le supone madurez suficiente para extraer la información que necesita para sus estudios de múltiples fuentes primarias, incluso si éstas sólo existen en su idioma original. Las mezclas, además de incurrir en cuestionamientos morales, ralentizan la madurez intelectual de los alumnos, cada vez con más problemas para utilizar documentos escritos como consecuencia del auge de la informática. En la metodología docente propuesta se recomiendan varias fuentes bibliográficas para cada una de las asignaturas. De las distintas fuentes los alumnos deberán aprovechar aquellas que les resulten más completas o adecuadas para el aprendizaje de cada tema concreto.

Las monografías más ampliamente utilizadas por el candidato en las asignaturas objeto de este Proyecto Docente, y recomendadas a los alumnos para el estudio personal, son las siguientes:

a) Para la asignatura de Mecanización y Maquinaria Agrícola del grado de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural:

1. Márquez Delgado L. Tractores agrícolas: tecnología y utilización. Ed. Blake y Helsey SL (B&H) (España) 2012.

Esta es una publicación muy completa que abarca algunos de los campos más importantes de la asignatura. Tales como: tipología de los tractores, sus funciones, evolución histórica, fabricación, elementos que lo conforman, funcionamiento, principios de funcionamiento del motor y sus sistemas complementarios, potencia de tracción, transmisiones, sistema hidráulico, dirección, la suspensión primaria y los frenos, normalización-homologación, el control de las emisiones contaminantes, ergonomía y seguridad y costes de utilización. También trata elementos para la propulsión y el guiado: Las ruedas neumáticas y cadenas

y bandas de goma, electrónica y ayudas a la conducción, lubricación y los carburantes (gasóleos y biocarburantes).

2. Arnal Atarés P.V., Laguna Blanca A. Tractores y Motores Agrícolas. Ed. Mundi-Prensa (España). 2000

Este libro destinado fundamentalmente a la docencia, se caracteriza por efectuar una descripción detallada y rigurosa de todos los componentes del motor y tractores agrícolas, describiendo su funcionamiento. Presenta excelentes esquemas e ilustraciones para la fácil comprensión de todos los dispositivos y mecanismos. Presenta el inconveniente de no recurrir a la modelización matemática de los mecanismos, por lo que en ocasiones debe ser complementado con otras monografías como la de Jaime Ortiz-Cañavate Tractores. Técnica y Seguridad, u otros de ingeniería mecánica.

3. Gil Sierra J. Elementos hidráulicos en los tractores y máquinas agrícolas. Ed. Mundi Prensa. España. 1998

Este libro está dividido en dos partes, en la primera se describen los principales elementos utilizados en los circuitos oleohidráulicos, explicando su estructura y su funcionamiento, así como algunos conceptos básicos para el cálculo y dimensionado de los mismos. La segunda parte describe los circuitos más significativos instalados en las principales máquinas agrícolas, dirección, elevador hidráulico, y servicios externos en los aperos de labranza y en las cosechadoras.

4. Márquez L. Maquinaria Agrícola. Ed. Blake y Helsey SL (B&H) (España) 2004

Excelente libro, que con un enfoque descriptivo y práctico, trata de la aplicación de las máquinas agrícolas, su constitución, funcionamiento, calibración, regulación junto implicaciones agronómicas y económicas. Está complementado con buenas ilustraciones que ayudan a una buena comprensión de los temas. Presenta una valiosísima colección de anejos y apéndices que se dedican a la seguridad del diseño y construcción de las máquinas agrícolas y a la previsión de los costes de utilización. Muestra una completísima selección de fichas técnicas de las distintas máquinas de indudable interés práctico. Presenta el inconveniente de no tratar la maquinaria de recolección por lo que debe ser complementado con otras publicaciones para trabajar este grupo de máquinas.

5. Ortiz-Cañavate J. Las máquinas agrícolas y su aplicación. Ed. Mundi-Prensa (España). 2003.

Este libro es recomendado por su calidad descriptiva de la constitución y funcionamiento, así como regulaciones de las máquinas agrícolas. Éste libro junto con el de Luís Márquez son los más utilizados por los alumnos de maquinaria agrícola, dado que se intercalan en los capítulos ejemplos prácticos de cálculo de parámetros de regulación y dispone de buenas ilustraciones que ayudan a una buena comprensión de los temas.

6. Márquez Delgado L. Maquinaria agrícola para la recolección. Ed. Ministerior de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente Blake y Helsey SL (B&H) (España) 2014.

Esta obra describe los sistemas mecánicos de las máquinas de recolección, así como las recomendaciones para su utilización en función de las características productivas de los diferentes cultivos, de manera que pueda servir como libro de consulta para técnicos especializados y agricultores profesionales en el ámbito mundial. Incluye: Máquinas para la recolección de los forrajes, que realizan las operaciones de siega, acondicionado, acordonado, recogida, empacado, picado, transporte y distribución al ganado. Máquinas para la recolección de granos y semillas, con el análisis de los diferentes componentes, su ensayo en campo y las regulaciones para los diferentes cultivos. Máquinas para la recolección de cosechas enterradas, como la remolacha azucarera y la patata, y los procedimientos normalizados para el ensayo de estas máquinas en campo. Máquinas para la recolección de cosechas en la parte aérea de las plantas, como algodón y lino textil, caña de azúcar, tabaco, madera y otra biomasa vegetal. Máquinas para la recolección de frutas y hortalizas, entre las que se encuentran la viña, el olivar y el cafeto. Como anexo, los modelos de cálculo para analizar el coste de operación de las máquinas agrícolas con referencia a la "Plataforma del Conocimiento" del MAGRAMA, las normas de seguridad para el diseño y la fabricación de este tipo de maquinaria.

7. Laguna Blanca, A. Maquinaria agrícola: constitución, funcionamiento, regulaciones y cuidados. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España. 1996.

Es un libro meramente descriptivo de los constituyentes y de las regulaciones de las máquinas agrícolas. Es recomendable por su grado de esquematización y concisión, junto a las imágenes presentadas de las mismas.

8. Linares P., Vázquez J. Maquinaria de recolección de forrajes. Ed. Mundi Prensa; MAPA. España. 1996

Este libro posee un excelente valor didáctico en la tecnología existente en la recolección y tratamiento de forrajes, más aun cuando no existe una bibliografía extensa especializada en este tema. Esta publicación no se limita a exponer una clasificación, descripción y función de cada tipo de máquina en cada una de las operaciones de trabajo, sino que proporciona las bases técnicas para poder realizar una planificación de las mismas. Ofrece para ello los datos necesarios de cada una de las máquinas de tal manera que permite la optimización de su trabajo y del conjunto de la cadena de utilización para el aprovechamiento de los forrajes. La diversidad de opciones tecnológicas existentes para realizar las distintas fases de recogida de forrajes hace que los técnicos puedan encontrarse desorientados en su elección, lo que se complica por el hecho de que, normalmente no es una sola máquina la que se debe adquirir sino un conjunto de ellas, con las consecuencias técnicas y económicas que ello supone. Este libro introduce a los alumnos en los procedimientos de cálculo que permiten definir y optimizar las cadenas de recolección.

9. Nieto Ojeda R. Manual de la mecanización forestal. Ed. Rufino Nieto Ojeda. España. 2004.

Presenta una descripción del motor y de las máquinas que realizan labores forestales. Este tipo de maquinaria no es tratado en ninguna de las demás publicaciones.

10. Ortiz-Cañavate J. Tractores. Técnica y seguridad. Ed. Mundi-Prensa (España). 2005.

Este libro ofrece las bases físicas de los mecanismos de los distintos dispositivos del tractor, así como la estática y dinámica del tractor y su ensayo de potencia. Es recomendado a los alumnos para introducirse en los problemas de mecánica, de la asignatura.

11. Srivastava A.K., Goering. C.E., Rohrbach R.P., Buclmaster D.R. Engineering Principles of Agricultural Machines. Ed. ASABE. USA. 2006

Se recomienda por la modelización física y matemática de mecanismos propios de las máquinas agrícolas. De modo que puede satisfacer la curiosidad o necesidad de los alumnos que aborden cuestiones de diseño.

12. Witney B. Choosing and Using Farm Machines. Ed. Land Technology Ltd. United Kindom. 1988

En este libro se tratan métodos de planificación y gestión del parque de maquinaria de las explotaciones agrarias. Se suministran los modelos teóricos para la toma de decisiones en la selección óptima de la maquinaria de una explotación. En esta obra se indica el estudio de los patrones de las explotaciones (eficiencia de la producción, gestión de la maquinaria...) para pasar después al estudio de la productividad de los operarios y máquinas como referencia para establecer los trabajos, el diseño y la ergonomía de las máquinas y su confort. Se describen los métodos de evaluar los costes de utilización y flujos de caja. También se estudian el comportamiento de las máquinas, los parámetros del suelo, los costes indirectos y los requerimientos de potencia, así como la elección de tractores.

13. Gracia C., Palau E. Mecanización de los cultivos hortícolas. Ed. Mundi-Prensa. España 1983.

Ésta es una publicación monográfica, de las pocas existentes dedicadas al estudio de la maquinaria empleada en horticultura. El libro está estructurado en dos partes: Una primera parte o "parte general" recoge los aspectos generales y comunes relativos a la mecanización de estos cultivos, tanto en los aspectos de labores preparatorias, de siembra, o plantación, de abonado y tratamientos, como de descripción de los métodos operacionales empleados en la recolección mecánica; La segunda parte, o "parte especial" hace referencia a la mecanización de los diversos cultivos, manteniendo prácticamente la siguiente estructura en casi todos los capítulos: referencia a condiciones agrotécnicas y varietales del cultivo, y un análisis de los sistemas y medios mecánicos que pueden intervenir en su mecanización, centrandó la atención sobre todo en el proceso de la

recolección. Los cultivos tratados son: judías, guisantes, habas, tomate, pimiento, cacahuete, zanahoria, patata, chufa, espinaca, lechuga, coles y cebolla.

A pesar de que existen otros libros de indudable valor científico y docente, no es recomendable, en mi opinión, ser excesivamente extensos en la bibliografía recomendada dado que se hace inabordable por parte de los alumnos la consulta de todas ellas para elaborar sus materiales de estudio, esquemas y consulta para la resolución de ejercicios. Es preferible que los alumnos puedan acceder a todas las publicaciones recomendadas y seleccionar los aspectos mejor expuestos en cada una de ellas. En caso de necesitar en el futuro otros materiales existe una amplia bibliografía entre la que podemos citar:

Arias-Paz M. Tractores. Ed. Dossat CIE de Inversiones Editoriales (15º Edición) 2010.

Bedosti A. Il tractore agricola. Ed. Edagricole Bologna. 1994

Bodria L., Pellizzi G., Piccarolo P. Meccanica agraria volume I. Edagricole. Bologna (Italia). 2006.

Boto-Fidalgo, J.A. (Coord.) La Mecanización Agraria: principios y aplicaciones. Universidad de León. España. 2006.

Goering Carrol E. Engine&Tractor Power. Ed. ASABE. 1994.

Goering Carrol E., Stone Marvin L. Off road vehicle engineering priciples. Ed. ASABE. 2003.

John Deere. Fundamentos de funcionamiento de maquinaria (FMO) Ed. John Deree Training Service 1981. Catálogos:

- Tractores
- Cultivo
- Cosecha de heno y forraje
- Manejo de maquinaria
- Mantenimiento preventivo
- Recolección con cosechadora
- Siembra
- Seguridad de la maquinaria agrícola

John Deere. Fundamentos de servicio (FOS) Ed. Deree and Company Service Training 1980.

- Cadenas y correas
- Cojinetes y sellos
- Combustibles, lubricantes y refrigerantes
- Equipos de soldar y rociar
- Herramientas de taller
- Hidráulico
- Identificación de fallas de piezas
- Neumáticos y carriles
- Sistema de acondicionamiento de aire
- Sistemas eléctricos
- Soldadura
- Sujetadores
- Transmisiones de fuerza
- Vidrio fibroso/plásticos

McKyes E. Agricultural Engineering Soil Mechanics. Elsevier. 1989.

Meier H.M.E. Tecnología agropecuaria y forestal. Ed. Aedos. 1980.

Liljedahl J.B. Tractores diseño y funcionamiento. Ed. Limusa 1985.

b) Para la asignatura de Bioenergía forestal del grado de Ingeniería Forestal

La bibliografía existente acerca del aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía es muy amplia y variada. Los libros siguientes han sido seleccionados por su calidad expositiva y carácter didáctico para seguir la asignatura. Posteriormente se expone bibliografía que el alumno puede consultar en caso de querer ampliar alguno de los contenidos tratados en la asignatura.

1. Velázquez Martí B. Aprovechamiento de la biomasa para uso energético. Ed Reverté. 2017

Este es un libro, cuyo autor es el candidato, redactor del presente proyecto docente, fue escrito con el objetivo de ser un referente en esta materia. Esta obra recoge toda la cadena de aprovechamiento de los materiales biomásicos con destino energético, desde la cuantificación de las materias primas en los distintos sistemas productivos, caracterización de los materiales, sistemas de recogida y logística para su transporte y distribución, junto las bases de ingeniería para proyectos de instalaciones térmicas, sistemas de cogeneración, diseño de biorreactores para su transformación en biocarburantes. Es una obra completa, que además de ajustarse al temario planteado en la asignatura, es de gran utilidad como guía para futuros proyectistas, por lo que se recomienda poseer como libro de consulta en la biblioteca personal de los alumnos que cursan la materia.

2. Elias Castells X. Tratamiento y valorización energética de residuos. Ed. Diaz de los Santos, Fundación Universitaria Iberoamericana. España. 2005

Es un libro de enorme valor técnico y didáctico. Esta publicación se estructura en tres partes: la primera comienza con una revisión de las posibilidades de los residuos como combustibles, ya sean residuos urbanos, industriales, agrícolas o forestales. La segunda parte y más extensa está dedicada al estudio detallado de las posibilidades de cada una de las tecnologías de conversión energética: incineración, gasificación, pirólisis, secado

térmico, digestión anaerobia, compostaje. Finalmente los últimos tres capítulos se dedican a los aspectos que más peso tendrán en un futuro en relación a la evolución de estas tecnologías: los impactos ambientales derivados de estas actividades, el hidrógeno como combustible de futuro, y el estado de la tecnología mundial sobre el tratamiento térmico de residuos, así como sus previsibles tendencias.

3. Damien A. La biomasa: Fundamentos, tecnologías y aplicaciones. Ed. Antonio Madrid Vicente. España 2009

Es un libro técnico muy actualizado sobre los fundamentos, tecnologías y aplicaciones energéticas de la biomasa. Los capítulos tratan los siguientes temas: las materias primas utilizadas como biomasa energéticas, la legislación y normativa aplicable, los modos de transformación de la biomasa en energía (combustión, gasificación, pirólisis, torrefacción, metanización, fermentación alcohólica, síntesis, transesterificación, producción de biohidrógeno, etc.), los biocombustibles y los biocarburantes (gas, biogás, etanol, bioetanol, etc.), aspectos positivos y negativos de los distintos tipos de biomasa energética, etc. Este libro es de gran utilidad para los alumnos, futuros profesionales del sector energético, agrícola, forestal, ingenierías, estudios de consultoría, empresas de construcción, electricidad, madereras, instaladores, fabricantes de equipos, etc. También es muy apropiado para cursos de formación de esta nueva especialidad en las nuevas energías renovables.

4. Marcos F., Camps M. Los biocombustibles. Ed. Mundi-Prensa. España. 2001

Este libro va dirigido a estudiantes de ingenierías, biología, química y física, como realizadores de estudios y proyectos e investigadores que desean adentrarse en los aspectos técnicos relacionados con la producción de biocombustible, especialmente, los alumnos de las Escuelas de Ingeniería Agronómica y Forestal, de las que los autores son profesores. Por ello presenta un tipo de exposición didáctica muy apropiado para esta asignatura.

5. Marcos F. El carbón vegetal, propiedades y obtención. Ed. Mundi Prensa. España. 1989.

La obtención de carbón vegetal, a pesar de ser una técnica ancestral, es un aspecto poco tratado en monografías especializadas. Por ello se convierte en una valiosa aportación para trabajar las técnicas de su producción en la asignatura.

6. Moran M.J., Shapiro H.N. Fundamentos de termodinámica técnica. Editorial Reverte. Barcelona. 2004.

Este libro ofrece los principios básicos de termodinámica que el alumno necesita para abordar los temas centrados en los sistemas de aprovechamiento energético de la biomasa. Es de destacar la progresión de los conceptos empezando por definición de energía y variables de estado, hasta llegar al análisis termodinámico de ciclos complejos de generación de potencia o de instalaciones térmicas.

7. Tolosana E. Manual técnico para el aprovechamiento y elaboración de biomasa forestal. Ed. Mundi Prensa. España. 2009

Este libro se centra en los fundamentos de los sistemas de aprovechamiento de biomasa forestal primaria, la maquinaria empleada para el aprovechamiento y elaboración de biomasa forestal, impactos negativos potenciales de la extracción de biomasa forestal, prácticas recomendables por razones de seguridad y salud. Por tanto, ofrece una visión global de la cadena de producción de la biomasa, desde la producción de materia prima hasta la planta de transformación. Presenta casos de gestión de diversas especies forestales, además de la situación de aprovechamiento de biomasa forestal en tres países cercanos con distintas políticas de fomento: Portugal, Francia e Italia. Presenta conclusiones sobre políticas de incentivación a las energías renovables de origen forestal.

8. Velázquez Martí B. Aprovechamiento de los residuos forestales para uso energético. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. España. 2006.

Esta publicación pretende divulgar los métodos de valoración, extracción y logística de los residuos forestales con destino energético más comúnmente utilizados en Centroeuropa. En ella se define lo que se entiende como residuo forestal, se describen los sistemas de extracción de biomasa forestal residual derivadas de las operaciones convencionales realizadas en la gestión del monte, y se plantea la metodología empleada para su

valoración. Se expone cómo se pueden estimar parámetros que permiten predecir la biomasa potencial que se puede obtener de un determinado monte en las operaciones habituales de su gestión: aprovechamiento maderero, limpieza de monte bajo, creación de cortafuegos, construcción caminos o pistas forestales. Atendiendo a la necesidad de planificar las operaciones forestales para la obtención de biomasa energética, se trata de dar una visión general de las características técnicas de las diferentes máquinas, organización del trabajo, análisis de costes e impacto ambiental en base a los cuales el ingeniero que está al cargo de la dirección una explotación forestal debe seleccionar máquinas desde el punto de vista técnico, económico y ambiental.

Como bibliografía de ampliación se recomienda

- IDAE. Biomasa: Edificios. Ed. Instituto para la Divesificación y Ahorro de Energía. España. 2007
- IDAE. Biomasa. Empresas de servicios energéticos. Ed. Instituto para la Divesificación y Ahorro de Energía. España. 2008
- IDAE. Biomasa: Experiencias con biomasa agrícola y forestal para uso energético. 2008
- IDAE. Biomasa: Gasificación. Ed. Instituto para la Divesificación y Ahorro de Energía. España. 2007
- IDAE. Biomasa. Producción eléctrica y cogeneración. Ed. Instituto para la Divesificación y Ahorro de Energía. España. 2007
- Navarro González M., Bustillo Nuñez J.M. Tecnologías aplicables a la reutilización de residuos orgánicos, agrícolas y alimentarios. Ed. Universidad de Burgos. España. 2005
- Sebastian Nogues F. Energía de la biomasa. Energías Renovables (Volumen I). Ed. Prensas Universitarias de Zaragoza. España 2010
- Sebastian Nogues F. Energía de la biomasa (Volumen II). Energías Renovables. Ed. Prensas Universitarias de Zaragoza. España 2010
- Scarpellini S., Aranda Usón A. Analisis de viabilidad economico-financiero de un proyecto de energias renovables. Ed. Prensas Universitarias de Zaragoza. 2010
- Scarpellini S. Introduccion a los mercados energeticos. Ed Universidad de Zaragoza. España. 2008
- Tolosana E. Instalaciones de biomasa térmica en edificios: guía técnica. Ed IDEA. España. 2009
- Tolosana E. Manual de buenas prácticas para el aprovechamiento de biomasa forestal en las cortas de regeneración de pinares *Pinus sylvestris* L. y *Pinus pinaster* Ait. Ed. CEFESOR. España. 2009.

## **4.2 Publicaciones periódicas. Revistas indexadas y de divulgación**

La necesidad de mantenerse al día en las materias a impartir obliga a la constante revisión de artículos en revistas especializadas del sector. El hecho de mantenerse activo en el proceso de revisión y publicación de artículos, así como en la participación en congresos internacionales, facilita enormemente la tarea de permanecer actualizado y consciente del estado del arte. Las publicaciones periódicas pueden clasificarse como publicaciones que siguen el proceso de revisión científica a cargo de evaluadores expertos en la materia seleccionados por el Editor de la revista (peer-reviewed process), y artículos que forman parte de actas de congresos y simposios, con una validez inferior a los artículos revisados por expertos, ya que la mayoría de los congresos, aunque no todos, prescinden de comités de revisión científica. A continuación se incluye una relación de las revistas utilizadas, tanto para consulta como publicación, así como de las conferencias más importantes a la hora de extraer información.

En la actualidad las aportaciones científicas en todas las áreas vienen siendo divulgadas por revistas especializadas de ámbito internacional. Para que estas publicaciones sean accesibles en todo el mundo se han creado unas bases de datos que es necesario conocer para estar a la vanguardia de la ciencia actual y orientar nuestros trabajos de investigación y docencia adecuadamente. La categorización como revista de alto impacto está condicionada a su aparición en los listados realizados por instituciones de reconocido prestigio que catalogan las revistas según temática y su repercusión en el mundo científico. La base de datos de revistas científicas mejor valorada actualmente en España y a nivel internacional es la Journal Citation Report, realizada por el Thomson Reuters de Filadelfia (EE.UU).

Para conocer qué revistas están incluidas en SCI se puede consultar la página web: <http://www.isinet.com> desde el acceso que tiene el Ministerio de Educación, Ciencia y Deporte: <http://www.accesowok.fecyt.es/jcr/> y <http://www.accesowok.fecyt.es/wos/>

El conjunto de revistas se clasifican por categorías. Las áreas más próximas a los temas que trabaja en la ingeniería agroforestal serían las mostradas en la Tabla 2.

Tabla 2. Categorías del JCR próximas a la ingeniería agroforestal

Agricultural Economics & Policy	Environmental Science
Agricultural Engineering	Food Science & Technology
Agriculture, Dairy & Animal Science	Forestry
Agriculture Multidisciplinary	Horticulture
Agriculture, Soil Science	Plant Sciences
Agronomy	Water Resources
Engineering Environmental	Energy & Fuels

El ISI proporciona una valoración de cada una de las revistas a través un índice llamado factor de impacto. Este indicador numérico, que se asigna a cada revista, pretende medir el grado de prestigio que han adquirido cada año sus publicaciones dentro de la comunidad científica. Su cálculo se realiza dividiendo el número de citas que se han realizado de artículos publicados en esa revista durante los dos años anteriores por el número total de artículos publicados durante ese mismo periodo.

Para la consulta de los artículos publicados en las revistas indexadas Thomson Reuters produce tres bases de datos denominadas

*Science Citation Index (SCI)*, para el campo de las Ciencias Experimentales e Ingeniería

*Social Sciences Citation Index (SSCI)*, para el campo de las Ciencias Sociales

*Arts & Humanities Citation Index (ARHCI)* para el campo de las Humanidades

Las revistas, evaluadas por revisores expertos, utilizadas con mayor frecuencia como fuente de información para el desarrollo de la labor docente del candidato son:

Relacionadas con la maquinaria agrícola

- Transactions of the ASABE (Ed. American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE) en USA)
- Bioystems engineering (Ed. Elsevier en Países Bajos)
- Applied Engineering in Agriculture. (Ed. ASABE en USA)
- Spanish Journal of Agricultural Research. (Ed. INIA en España)
- Agrociencia (Ed. Colegio de Postgraduados en México)
- Agricultural Systems (Ed. Elsevier en Países Bajos)
- NJAS Wageningen Journal of Life Sciences (Ed. Wageningen University en Países Bajos)
- Scientia Agrícola (Ed. Universidad de São Paulo en Brasil)

- Renewable Agriculture and Food Systems (Ed. Cambridge Journals, en Reino Unido)

Relacionadas con el aprovechamiento de biomasa forestal

- Biomass and Bioenergy (Ed. Elsevier en Países Bajos)
- Bioresource technology (Ed. Elsevier en Países Bajos)
- Renewable energy (Ed. Elsevier en Países Bajos)
- Renewable and sustainable energy reviews (Ed. Elsevier en Países Bajos)
- Forest ecology and management (Ed. Elsevier en Países Bajos)
- Forest science (Ed. Society of American Foresters en USA)

También resulta interesante consultar revistas de divulgación, ya que nos proporcionan información complementaria a la puramente técnica encontrada en revistas indexadas. Las publicaciones periódicas con carácter divulgador consultadas con mayor frecuencia por el candidato son:

1. Vida Rural, publicada por Eumedia S.A.
2. Resource, publicada por ASABE.
3. AgroTécnica, publicada por B&H Editores.
4. The Bioenergy International, publicada por AVEBIOM

### **4.3 Sociedades científicas y congresos**

Por otra parte, las instituciones de investigación se agrupan en sociedades no gubernamentales y sin ánimo de lucro que suelen tener como finalidad principal contribuir a la promoción de la investigación en determinadas áreas de conocimiento científico. Para la consecución de sus objetivos estas sociedades promocionan actos de intercambio de resultados entre los diferentes grupos de investigación, o entre éstos y las empresas. Sirven en ocasiones de interlocutores entre los investigadores, las diferentes administraciones y la sociedad. Las actividades patrocinadas por las sociedades científicas suelen ser; congresos de ámbito nacional o internacional, jornadas temáticas, workshops y actividades de transferencia o divulgación social.

Este tipo de sociedades tienen *Socios de número*; cualquier persona física, interesada en los fines de la Sociedad que solicite su ingreso y sea aceptado por la Junta Directiva; y *Socios Institucionales*, cualquier institución de investigación y docencia, organismo público, empresa o entidades similares. Los beneficios que reporta pertenecer a este tipo de sociedades suelen ser:

- La recepción de publicaciones periódicas relacionadas con la actividad: documentación científica, legislativa o de interés para la Sociedad.
- Asistir a cualquier actividad de la Sociedad con los beneficios que explícitamente se le otorguen, principalmente congresos, jornadas, asambleas etc.
- Mayor facilidad de contacto entre instituciones de investigación, empresas y administraciones

A continuación se facilita un listado de los congresos de las sociedades en los cuales el candidato ha participado como ponente, en algunos casos de manera reiterada. En el área de la Ingeniería Agroforestal caben destacar las siguientes sociedades científicas:

- *Sociedad Española de Agroingeniería* (SEAgIng)



Esta sociedad tiene carácter nacional, con interés en los sectores agrícola, ganadero, forestal y alimentario. La Agroingeniería es considerada como aplicación de conocimientos multidisciplinares, con referencia a la mecánica, hidráulica, electricidad, electrónica, construcción, informática, automática..., y en general a todas las áreas derivadas de la física que desarrollan tecnología para los sectores agrícola, ganadero, forestal y alimentario. Los fines de la Sociedad es la de apoyar, conducir y enriquecer el papel actual de la ingeniería, y promover su avance, en las actividades de investigación, desarrollo, innovación, enseñanza, transferencia, producción y comercio, propias de los sectores agrícola, ganadero, forestal y alimentario. Esta sociedad tiene congresos nacionales bianuales, en los años impares en alternancia con los congresos de la Sociedad Europea "European Society of Agricultural Engineering" (EurAgEng).

La Sociedad Española de Agroingeniería posee una revista científica oficial catalogada recientemente como de alto impacto en la JCR, y por tanto muy valorada en los criterios de evaluación de la actividad investigadora: Spanish Journal of Agricultural Research. (Web: <http://www.agroingenieria.es> )

- Sociedad Española de Ciencias Hortícolas (SECH)



Esta sociedad también tiene carácter nacional. Fue creada en noviembre de 1981 con la finalidad de promover y alentar el interés nacional e internacional en la investigación científica, en la divulgación y en la formación en todas las ramas de la Horticultura. En la actualidad (2010) la SECH cuenta con 510 socios, entre los que se encuentran la mayoría de los científicos y técnicos más destacados en el campo de las Ciencias Hortícolas de nuestro país, integrados en los 12 grupos de trabajo.

La SECH ha tratado, igualmente integrar el mundo de la ciencia hortícola española en la comunidad internacional, iniciando desde 1987 una estrecha colaboración con la *International Society for Horticultural Science (ISHS)* que integra a las sociedades científicas del sector a escala mundial. De hecho, algunos de nuestros científicos han presidido y presiden varias comisiones o secciones científicas de la ISHS.

Esta sociedad pretende establecer puentes entre el sector profesional y los científicos y técnicos, que aseguren una comunicación fluida y permanente, de manera que el flujo de información entre investigación y sector acabe convirtiéndose en hábito de comportamiento usual en nuestra sociedad. Para conseguir sus objetivos, la SECH utiliza como medios los siguientes:

- Fomento del desarrollo de las personas e instituciones dedicadas a la Horticultura así como su relación con el sector, tanto en el ámbito nacional como internacional.
- Organización de congresos y jornadas científicas periódicas que permitan la difusión de los trabajos de investigación en Horticultura. A cada uno de estos eventos va

vinculada la divulgación de los trabajos presentados en una publicación llamada "*Actas de Horticultura*"

- Difusión de las aplicaciones prácticas de los trabajos de investigación mediante publicaciones y trabajos de transferencia
- La Sociedad también trata de fomentar la producción científica de calidad mediante la convocatoria de premios anuales para jóvenes investigadores.

(Web: <http://www.sech.info>)

- *Sociedad Española de Ciencias Forestales*



La Sociedad Española de Ciencias Forestales fue creada en el año 1991 para fomentar el estudio y progreso de las ciencias y técnicas forestales en España, promover el perfeccionamiento científico y técnico de sus miembros, estimular la cooperación entre ellos e impulsar el intercambio nacional e internacional entre entidades y especialistas en sus campos de actuación. El colectivo de la Sociedad está integrado tanto por investigadores y profesionales forestales o de campos afines, como por empresas y entidades que tengan entre sus objetivos la realización de trabajos y actividades forestales en los sectores privado o público. Las titulaciones más representadas en la Sociedad son los ingenieros de montes, ingenieros técnicos forestales, ingenieros agrónomos, ingenieros técnicos agrícolas, biólogos, químicos, abogados, economistas, geólogos, farmacéuticos y otras. Esta sociedad promociona los trabajos de investigación forestales a través de la revista: *Investigación agraria: Sistemas y recursos forestales*, editada por el INIA.

(Web: <http://www.secforestales.org>)

- European Society of Agricultural Engineering (EurAgEng)



La European Society of Agricultural Engineers (EurAgEng) es una asociación de diferentes sociedades nacionales de ingeniería agroforestal, biosistemas e ingeniería ambiental. Tiene como finalidad promover este área de conocimiento y las personas involucradas en él. La Sociedad es especialmente activa en congresos, redes internacionales de cooperación, comunicación científica y transferencia, actuando también en muchas ocasiones como lobby ante diferentes administraciones.

EurAgEng es el miembro europeo de CIGR, la organización mundial de la ingeniería rural. En la actualidad dieciocho países toman parte en EurAgEng como miembros de pleno derecho y cuatro países participan como miembros afiliados. Alemania (VDI), Austria, Bélgica, Croacia, Dinamarca, España (CEIR) España (SEAgIng), Estonia, Finlandia, Francia- (AFEID), Francia (SitmAFGR), Grecia, Hungría, Israel, Italia, Lituania, Países Bajos, Noruega, Polonia, Portugal, Reino Unido, Suecia, Suiza.

Esta sociedad celebra congresos internacionales bianuales, en los años pares. Además posee una revista científica oficial catalogada como de alto impacto en la JCR: *Biosystems Engineering*

(Web: <http://www.eurageng.net>)

- Comisión Internacinal de l'Oganisation Scientifique du Travail en Agriculture (CIOSTA)



La Comisión Internacional de la Organización Científica del Trabajo en Agricultura fue fundada en París en 1950 con los objetivos de desarrollar la economía agrícola, con miras a

aumentar la producción agrícola, el rendimiento y la calidad, la seguridad y la ergonomía en la agricultura.

Áreas principales de investigación:

- Ciencia del trabajo en la agricultura
- Logística agrícola y agroalimentaria
- Elaboración y almacenamiento de alimentos
- Seguridad y la ergonomía en la agricultura
- Jardinería
- Agricultura ecológica
- Agricultura de precisión
- Sistemas de apoyo a las decisiones de los agricultores
- Trazabilidad agroalimentaria
- Maquinaria y robótica en agricultura

Esta organización celebra congresos anuales conjuntamente con la Sección V de la CIGR, celebrando una asamblea general cada 2 años.

Actualmente está integrada por socios de 40 países:

África: Nigeria, Sudáfrica, Uganda, Zimbabwe.  
América: Brasil, Canadá, Colombia, Cuba, USA.  
Asia: China, Japón, India, Indonesia, Israel, Irán, República de Corea.  
Europa: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Rep Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Hungría, Irlanda, Italia, Países Bajos, Noruega, Polonia, Portugal, Rusia, República Eslovaca, Eslovenia, España, Suecia, Suiza, Turquía, Reino Unido, Yugoslavia.

- *European Forest Institute* (EFI)



EFI es una asociación internacional establecida por estados europeos cuya finalidad es la de actuar de interlocutor social e institucional en el ámbito forestal. Esta asociación promueve la investigación y conocimiento forestal y medioambiental, junto su transferencia al sector selvícola e industria forestal. El EFI tiene una red extensa de 130 sociedades afiliadas, poniendo en contacto investigadores de distintos países. El propósito de la asociación es emprender investigación en el nivel paneuropeo en la política forestal, inclusive sus aspectos ambientales, en ecología, uso múltiple del monte, recursos y la salud de bosques europeos, análisis de la oferta y demanda de madera y otros productos del monte, y servicios para promover la conservación y gestión sostenible de los montes en Europa.

Cada año EFI emplea unos cuarenta investigadores, docentes, estudiantes, técnicos procedentes de administraciones públicas y de empresas para el apoyo a la investigación que representan unas 15 nacionalidades.

(Web: <http://www.efi.int>)

- *American Society of Agricultural and Biological Engineering (ASABE)*



La American Society of Agricultural and Biological Engineering es una organización norteamericana educativa y científica dedicada a la promoción de la ingeniería aplicables a los sistemas agrícolas, alimentarios y biológicos. Fundada en 1907 y con sede en Michigan, ASABE está compuesta por 9000 miembros en más de 100 países, generalmente ingenieros agrícolas, agroalimentarios y biológicos que trabajan en métodos de producción de alimentos, fibra, madera, y las fuentes de energía renovables para una creciente población mundial.

ASABE está compuesta por diferentes secciones:

- Ingeniería biológica
- Educación
- Ingeniería de procesos y de alimentación

- Tecnologías electrónicas y de información
- Maquinaria agrícola
- Suelos y aguas
- Estructuras y medio Ambiente
- Ergonomía, seguridad y la salud
- Ingeniería forestal
- Ingeniería acuícola

ASABE es una organización abierta a todos los que están interesados en el conocimiento y la aplicación de la ingeniería en la agricultura, los alimentos y los sistemas biológicos (ingenieros, así como no ingenieros) con una sección de "Preprofessionals", estudiantes de las carreras de Ingeniería agrícola, agronomía, alimentación y ingeniería biológica.

Esta organización celebra periódicamente congresos, jornadas o seminarios de divulgación y comunicación. Y posee dos revistas científicas oficiales, incluidas en la base JCR:

- *Applied Engineering in Agriculture*
- *Transactions of the ASABE*

Otras publicaciones de la sociedad son:

- *Journal of Agricultural Safety and Health*
- *Biological Engineering*

(Web <http://www.asabe.org/> )

- *International Society for Horticultural Science* (ISHS)



El objetivo del ISHS es promover y favorecer investigación en todas ramas de la horticultura y para facilitar la cooperación y la transferencia del conocimiento científico a escala mundial por medio de sus publicaciones, acontecimientos (congresos y jornadas) y la

estructura científica. La Sociedad Internacional de Ciencias Hortícolas (ISHS) tiene a más de 7.000 miembros individuales de todo el mundo, con socios institucionales de 53 países. ISHS se propone promover investigación en todas ramas de la horticultura. Favorece el desarrollo de la cooperación internacional, reuniendo a profesionales científicos y técnicos para estimular, facilitar y coordinar la investigación y actividades científicas a escala mundial.

Celebra un congreso bianual, con la publicación de los trabajos presentados en la llamada *Actas Horticulturae* de elevado prestigio en la ciencia agronómica.

(Web: <http://www.ishs.org>)

- Comisión Internacional Genie Rural (CIGR)



La CIGR es una organización mundial que recoge las diferentes sociedades científicas nacionales de diferentes países en ingeniería agrícola y forestal. Los principales objetivos de CIGR son:

- Estimular el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el campo de la Ingeniería Agrícola,
- Favorecer la educación, capacitación y la movilidad de jóvenes profesionales,
- Facilitar el intercambio de resultados de investigación y tecnología,
- Representar la profesión de la ingeniería agrícola y de biosistemas a un nivel mundial
- Estimular el establecimiento de nuevas asociaciones, en nivel nacional y regional, y el refuerzo de las ya existentes, y para realizar cualquier otra actividad que ayudará a desarrollar Agrícola Ingeniería y ciencias asociadas.

Este organismo mundial tiene un congreso cada 4 años. (Web: <http://www.cigr.org>)

- Asociación Latinoamericana y del Caribe de Ingeniería Agrícola (ALIA)



La Asociación Latinoamericana y del Caribe de Ingenieros Agrícolas (ALIA) se fundó en la ciudad de Chillán, Chile en noviembre de 1994. Surgió con el objetivo de unir a todas las Asociaciones de Ingenieros Agrícolas de Latinoamérica y del Caribe a través de seminarios y congresos latinoamericanos en los cuales se divulgan los resultados de las investigaciones y experiencias en las diferentes áreas de la Ingeniería Agrícola. Los congresos son realizados cada dos años en diferentes países a través de las Asociaciones de Ingenieros Agrícolas del país sede del evento. Los objetivos de la Asociación Latinoamericana y del Caribe de Ingeniería Agrícola son:

- Promover la ciencia y el arte de Ingeniería aplicada a la Agricultura; Contribuir en la mejoría de la enseñanza de la Ingeniería Agrícola,
- Divulgar los conocimientos y técnicas desarrolladas por los profesionales de Ingeniería Agrícola,
- Promover el intercambio de informaciones técnico – científicas,
- Estimular el desarrollo de la agricultura de América Latina y del Caribe

Desde su fundación ALIA realiza congresos cada dos años, en los años pares.

La revista oficial de ALIA desde el año 2002 es la revista Agriambi de Brasil. Durante la Asamblea General celebrada en ocasión del VII CLIA 2006 en Chillán, se designaron también otras revistas oficiales de la siguiente manera:

Tabla 3. Revistas de Alia

REVISTA	PAÍS	WEB
Agriambi	Brasil	<a href="http://www.agriambi.com">www.agriambi.com</a>
Ciencias Técnicas Agropecuarias	Cuba	<a href="mailto:udcema@infomed.sld.cu">udcema@infomed.sld.cu</a>
Agrociencia	Chile	
Agricultura Técnica	Chile	<a href="http://www.inia.cl/at/agritec.htm">www.inia.cl/at/agritec.htm</a>
Productos Agroindustriales, U. de Campinas	Brasil	

Actualmente la componen 12 asociaciones nacionales de: Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Chile, Costa Rica, Panamá, Perú, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, México, Paraguay y Uruguay

(Web: <http://www.aliaweb.org/>)

- *European Biomass Conference and Exhibition (EU BC&E)*



La Conferencia Europea de la Biomasa y Exposiciones (UE BC & E) es una plataforma de especialistas de la biomasa de todo el mundo, que realiza congresos anuales coordinados por la Comisión Europea y organizados por las empresas WIP-Renewable Energies y ETA-Florence Renewable Energies.

Estos congresos son los más prestigiosos a nivel mundial en la temática del aprovechamiento de la biomasa. Participan investigadores de más de 80 países. Las comunicaciones y posters se publican en un libro de proceedings, también en formato CD, disponible en

(Web: <http://www.eubce.com/>)

- *Expobioenergía*

Expobioenergía es una feria que reúne empresas y científicos del sector de la bioenergía, celebrada anualmente en Valladolid (España) alrededor del mes de octubre, realizada junto con el Congreso Internacional de Bioenergía organizado por AVEBIOM y CEFESOR.



AVEBIOM es la Asociación española de valorización energética de la biomasa que está formada por personas o empresas de los diferentes agentes involucrados en el desarrollo del sector del aprovechamiento de la biomasa con fines energéticos: agricultores, forestalistas, empresas de primera y segunda transformación de los productos agrícolas y forestales, promotores, generadores eléctricos, industrias de transformación, comunidades, particulares, tecnólogos, fabricantes de bienes de equipo, fabricantes de calderas y equipos de combustión y manipulación, fabricantes de maquinaria para cosecha, manipulación, transporte y transformación, universidades, centros tecnológicos, financiadores o juristas, pequeños consumidores, etc. Entre sus objetivos se encuentran:

- Impulsar la creación y desarrollo del sector de la Bioenergía en España.
- Implicar a las administraciones con competencias como son Agricultura, Medio Ambiente, Industria y Economía.
- Promover la creación de Empresas de acondicionamiento, comercialización y suministro de biocombustibles sólidos, así como las que trabajan en su valorización energética; las de producción de biocarburantes y biogás, así como los equipos necesarios para su producción, transporte y valorización.

CEFESOR, es una fundación formada por diferentes entes públicos y privados: La Diputación Provincial de Soria, La Universidad de Valladolid, Tableros Losán, S. A., Puertas Norma, S. A. Su misión consiste en apoyar el desarrollo del sector forestal y de su industria para que contribuyan en mayor medida al desarrollo sostenible, mediante la realización de proyectos y prestación de servicios.

(Web: <http://www.expobioenergia.com/>)

- European Biomass association



La Asociación Europea de Biomasa es una organización internacional sin fines de lucro con sede en Bruselas cuya misión es promover el desarrollo sostenible del sector de la bioenergía en la UE. Reúne a 30 asociaciones nacionales y más de 80 empresas de toda Europa. AEBIOM tiene fuerte representación de todos los sectores de la bioenergía y tiene una posibilidad única para influir en las directivas europeas, las comunicaciones y diversos documentos de la UE. Además de eso, AEBIOM es miembro del Consejo Europeo de Energía Renovable (EREC)

Los objetivos de AEBIOM se centran en

- Ser interlocutor del sector de la biomasa con las instituciones europeas
- Creación de redes entre sus miembros
- Gestión de proyectos de la UE
- Actividades de comunicación incluido un boletín bimensual y la revista anual "Biomasa Noticias" de difusión técnica
- Organización de eventos tales como conferencias Europea de Bioenergía y talleres sobre temas específicos de la bioenergía

(Web: <http://www.aebiom.org/>)

#### **4.4 Otras fuentes documentales**

Finalmente, dentro de las fuentes documentales utilizadas, cabe citar los recursos en formato electrónico. Bajo este epígrafe incluimos tanto las revistas electrónicas como las páginas de Internet, tal como muestra la siguiente relación nominal:

1. The CIGR EJournal. Revista electrónica publicada por la CIGR.
2. International Journal of Vehicular Technology, publicada por Hindawi Publishing Corporation.

3. [www.howstuffworks.com](http://www.howstuffworks.com)
4. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
5. <http://ieeexplore.ieee.org>
6. [www.accesowok.fecyt.es/](http://www.accesowok.fecyt.es/)
7. [www.mecanicavirtual.org/indice\\_cursos.html](http://www.mecanicavirtual.org/indice_cursos.html)
8. [www.fieldrobotics.org/casc/Welcome.html](http://www.fieldrobotics.org/casc/Welcome.html)

## **5. METODOLOGÍA DOCENTE PROPUESTA**

### **5.1 Principales teorías y enfoques del aprendizaje**

Han sido dos las grandes corrientes que han predominado en el último siglo sobre la teoría del aprendizaje: el conductismo y el constructivismo. La teoría conductista parte de la hipótesis de que el aprendizaje se produce a través del condicionamiento o asociación entre las conductas y sus consecuencias. Grandes psicólogos como Pavlov, Thorndike y Skinner estudiaron esta forma de aprendizaje, y a partir de ellos se han desarrollado procedimientos docentes, considerando la enseñanza esencialmente como una organización de condiciones que permitiera formar asociaciones en base a respuestas de retroalimentación inmediata. De modo que, las respuestas correctas se refuerzan y las respuestas incorrectas se penalizan. En este sentido la repetición de conceptos de forma memorística o la reproducción de algoritmos para resolución de problemas han sido ampliamente utilizadas como metodología docente. Cuando la reproducción o repetición era correcta se recibía un estímulo positivo, cuando la reproducción era incorrecta se recibía estímulo negativo. Aunque las formas de aprendizaje explicadas por los conductistas se adaptan bien a etapas iniciales del desarrollo humano, más tierna infancia, en la que no existen referencias ni conocimientos previos, ni capacidad de razonamiento lógico o deductivo, en etapas superiores y especialmente en el ámbito universitario deben tenerse en cuenta aspectos más complejos del proceso del aprendizaje de los alumnos. Las teorías y procedimientos conductistas fueron superados por las teorías constructivistas. Estas teorías se basan en considerar que el factor más influyente en el aprendizaje es la asociación de lo aprendido con el conocimiento ya previamente adquirido que sirve de organizador de los conceptos, destrezas y actitudes nuevas. Este concepto del proceso de aprendizaje parte de la suposición de que el conocimiento está organizado en estructuras jerárquicas en la que los saberes básicos estructuran los saberes más complejos. Ausubel, uno de los principales constructivistas aportó el concepto de *aprendizaje significativo*, considerado como aquel proceso en que el aprendiz es capaz de dotar de significado a la

información nueva que recibe, en base a sus conocimientos previos. Así, son los conocimientos previos del sujeto los que permiten organizar la información nueva que se incorpora, que a su vez modifica esa estructura conceptual inicial.

Vinculado con la propuesta de Ausubel, cabe destacar la aportación de Bruner. Este autor recomienda el aprendizaje por descubrimiento guiado y la resolución de problemas de cada una de las disciplinas académicas (García, 2005). De esta forma se propone un aprendizaje contextualizado y aplicado sobre problemas reales frente a abstracciones conceptuales genéricas y artificiales. Aquí la enseñanza se concibe como una labor de andamiaje que consistiría en buscar los contextos adecuados para que el aprendiz desarrollara nuevos conocimientos a partir de los tenidos previamente. En este sentido la labor docente del profesor en enseñanzas técnicas se reflejaría básicamente en tres aspectos:

- Presentación de las bases de cálculo fundamentadas en conocimientos previos
- Establecer modelos de aplicación de habilidades y estrategias para resolución de problemas prácticos (contextualización del aprendizaje)
- Proveer de experiencias y oportunidades de poner en práctica esas habilidades y estrategias

El nivel más elevado de la enseñanza es llegar a que los alumnos alcanzaran la metacognición propuesta por Nisbert. Ésta es la capacidad de conocerse como conocedor, es decir, tomar conciencia del estilo personal de aprendizaje, dirigirlo y evaluar dicho estilo. Esto significa aprender a aprender, saber seleccionar los procedimientos más efectivos en función de las metas y tareas a desarrollar.

En base a estas teorías está ampliamente aceptado que el aprendizaje por parte de los alumnos se obtiene exclusivamente de su trabajo personal, construyéndose su propio conocimiento a partir de lecturas, reflexiones y tareas personales. En términos generales, y contrario a la manera histórica de organizar la docencia en la universidad, el énfasis debe ponerse en lo que el alumno aprende de manera eficaz y duradera a través de su trabajo, y no en lo que el profesor transmite. En consecuencia, no hay cabida para esos programas donde se presenta y transmite información de longitud inabordable, que han formado parte de la enseñanza universitaria española. El programa de las asignaturas debe adaptarse a las necesidades de la sociedad actual, al tiempo y medios disponibles para que los alumnos trabajen, según la naturaleza de la materia a impartir, y a la capacidad y formación que posean los alumnos. Poco sentido tiene imponer un ritmo intenso que pocos estudiantes pueden seguir, y los que lo hacen a duras penas pueden retener más del 25 % de la materia impartida.

Por tanto, una primera directriz en cuanto a método docente se centra en el diseño apropiado y dinámico del programa a impartir. En la práctica ha significado un recorte del temario y un aumento de las sesiones prácticas y trabajos personales.

Las actividades de trabajo personal dirigido así como prácticas han sido típicamente minusvaloradas y no se les ha dado el peso que merecen en enseñanzas de naturaleza tecnológica como las que forman parte de los programas de ingeniería. Según la metodología que aquí se propone, las clases prácticas son fundamentales e insustituibles. Los alumnos deben saber aplicar las enseñanzas teóricas a casos reales. En el caso de las materias abordadas, Maquinaria y Mecanización Agraria o Bioenergía forestal, resulta improbable que el alumno alcance el grado de profundidad deseable sin sesiones prácticas. Pero no es suficiente incluir un apartado para los ejercicios, para laboratorio o campo, sino que las prácticas deben ir debidamente integradas en el programa, deben ser adecuadamente diseñadas, preparadas, y, obviamente, evaluadas en la calificación final. Es indispensable que el profesor provea a los alumnos con sus correcciones y sugerencias sobre los informes de prácticas.

Las materias de corte tecnológico y científico requieren mucha práctica y entrenamiento. Es muy difícil, por no decir imposible, que los alumnos aprendan sus contenidos con soltura, entendiendo los fundamentos y sus aplicaciones, si no practican y se ejercitan de una manera intensa. La mayor dificultad que esto supone es que el profesor se ve obligado a dedicar ingentes cantidades de tiempo a la corrección de los ejercicios propuestos en clase o prácticas, sobre todo con materias troncales de gran afluencia de alumnado. Para solventar este problema existe la posibilidad de aplicar la estrategia llevada a cabo en otras universidades en que los estudiantes de posgrado, principalmente doctorandos, reciben becas por las cuales se comprometen a colaborar en la corrección de ejercicios e informes de prácticas.

Las dos asignaturas objeto de este Proyecto Docente, dada su naturaleza técnica y práctica, requieren que los alumnos se ejerciten en la aplicación de la teoría a la práctica. La experiencia al impartirlas ha demostrado una correspondencia directa entre los alumnos que siguen las asignaturas asistiendo a todas las clases y efectuando las tareas asignadas y los resultados favorables a final del cuatrimestre. De la misma manera, el absentismo frecuente y la dejadez en las tareas asignadas suele llevar al más triste fracaso en los exámenes. Tal como viene reflejado en los epígrafes 5.4.2 y 5.4.3, las asignaturas propuestas incluyen la realización de tareas por parte del alumno fuera del horario de clases. Esta forma de enfocar la

organización de las clases coincide plenamente con la filosofía desarrollada en los acuerdos de Bolonia, donde el profesor tiene en cuenta para la planificación de las asignaturas el trabajo personal del alumno que el estudio de la materia requiere.

Uno de los aspectos fundamentales, y seguramente el que más preocupa a los alumnos, es la evaluación de las asignaturas. El candidato cree, rotundamente, que un examen único al final del semestre es injusto y contraproducente porque no refleja realmente el trabajo efectuado durante la extensión del semestre, máxime si se incluyen en el programa de la asignatura a evaluar tareas periódicas y ejercicios de prácticas tal como se ha sugerido en los párrafos anteriores. El proceder más ecuánime es la combinación de todas las actividades solicitadas al alumno de manera que, sin necesidad de prescindir de exámenes, también se valoren el resto de actividades formativas propuestas por el instructor. La fórmula adecuada para combinar el porcentaje de la nota asignado a cada actividad dependerá de la manera de articular el programa de la asignatura y la importancia y dedicación de cada parte. No obstante, la experiencia adquirida por el candidato en este tipo de planteamientos, tanto siendo instructor como estudiante, aconseja no asignar a los exámenes más del 60 % de la calificación final. Los resultados obtenidos cuando se utiliza este planteamiento suelen ser mucho mejores, pero lo más importante es que los alumnos, como muchas veces han declarado abiertamente, aprenden más y de manera más distendida.

Una ventaja de esta filosofía sobre el método convencional de examen final único es la posibilidad que tienen los alumnos de percibir cómo van asimilando la materia y cómo van ganando paulatinamente los puntos que necesitan para superar la asignatura.

La docencia, al igual que cualquier actividad profesional, está sujeta a cambios constantes motivados por el avance tecnológico. No obstante, la introducción de nuevas tecnologías en educación universitaria no significa que la metodología tradicional sea inferior y por tanto desechable. Muy frecuentemente es, precisamente, la combinación de lo nuevo con lo convencional la mejor opción. Cuando se introdujo el proyector de ordenador en el aula, mucha gente vaticinó el fin de la pizarra. Con la proliferación de las plataformas digitales de interacción profesor-alumno se planteó la posibilidad de reducir las clases presenciales a favor de las virtuales. La realidad es bien distinta: un buen profesor es un recurso insustituible, y desde que Google™ hizo su aparición los alumnos tienen dificultades graves para utilizar los recursos tradicionales de bibliotecas y hemerotecas. El planteamiento para las asignaturas aquí tratadas es una combinación, donde los principios fundamentales de la asignatura se

transmiten a través de presentaciones en pantalla, cuidadosamente ensambladas y accesibles a los alumnos, pero cuyos correspondientes ejercicios prácticos de aplicación se desarrollan en la pizarra para así ajustar el ritmo de exposición a la dificultad del ejercicio y a la capacidad de seguimiento de los alumnos. Una manera efectiva de enseñar, utilizada con profusión por el candidato, es la utilización en el aula de maquetas y dispositivos para demostrar conceptos, realizar ejercicios y conseguir que los oyentes mantengan la atención durante la exposición. Antes de solicitar a los alumnos que realicen ejercicios fuera del aula, éste siempre debe realizar un conjunto de ejercicios de diversa dificultad y temática para que los estudiantes adquieran pericia en la manera de pensar y atacar los problemas, sin recurrir a la memorización de procedimientos que tan nociva ha resultado en el aprendizaje de enseñanzas técnicas. Las presentaciones de clase utilizan varias fuentes bibliográficas, y se anima al alumno a ampliar sus conocimientos recurriendo a las fuentes originales, en lugar de limitar sus posibilidades de aprendizaje a un libro de apuntes, muchas veces incompleto y sin la deseable contextualización. El hecho de exigir al alumno que se involucre en tareas periódicas favorece su crecimiento personal y madurez, a la vez que promueve una mejor relación con el profesor, que suele acabar desempeñando funciones de mentor y consejero.

En definitiva, y a modo de resumen, las dos asignaturas objeto de estudio así como posibles materias futuras, se organizan en base a los siguientes criterios: combinación de pizarra y proyector para las clases convencionales de teoría y problemas, requerimiento de trabajo autónomo periódico para el alumno con repercusión significativa en la nota final, obligatoriedad de prácticas de laboratorio, realización cuando sea factible de un proyecto de aplicación, y contribución cuantitativa de todas las actividades propuestas durante el curso en la calificación final.

## **5.2. Contexto curricular: el Ingeniero Agrónomo e Ingeniero de Montes del S. XXI**

Las experiencias acumuladas por el candidato como profesional, docente e investigador han forjado una imagen de las facultades y conocimientos atribuibles a los ingenieros agrónomos e ingenieros de montes en un contexto global y actual. Teniendo en cuenta la existencia generalizada de lo que se ha denominado "crisis de identidad" de estas ramas de la ingeniería, seguramente motivada por el amplio abanico de materias que abarcan, es importante reflexionar sobre el contenido de las áreas a impartir, así como el conjunto de habilidades que un ingeniero agrónomo o de montes debe dominar. Las confrontaciones entre agronomía e ingeniería para unos, o selvicultura e ingeniería para otros, muy acusadas en España por coexistir ambas áreas en las mismas titulaciones pero inexistente en otros países

donde constituyen programas diferenciados, ha agravado las dificultades de enfoque, empeoradas quizás por una realidad laboral adversa al ser el tejido industrial y tecnológico bastante débil en España.

Para clarificar el conjunto de atribuciones de estos profesionales, la Agencia Nacional de Evaluación, Certificación y Acreditación (ANECA) elaboró un ambicioso proyecto en 2002, centrado en la cooperación internacional, en el proceso de la integración europea, la cooperación con las agencias similares de ámbito regional. El resultado de este proyecto es llamado Libro Blanco de las Ingenierías Agrarias y Forestales del que se recomienda encarecidamente su consulta en el diseño y ejecución de cualquier proyecto docente en el ámbito de la Ingeniería Agroforestal.

A continuación se estructuran los objetivos a conseguir en la elaboración de los proyectos docentes del grado de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural según el libro blanco.

El ingeniero en posesión de este título debe ser un profesional que sea capaz de conocer, desarrollar y aplicar la ciencia y tecnología, para la producción agrícola y ganadera, la organización y gestión de empresas agrarias, la planificación y desarrollo rural, la implantación de infraestructuras agrarias, todo ello de forma respetuosa con el medio ambiente y económicamente rentable. Por ello los objetivos específicos de este título son los siguientes:

#### a) Fundamentos científicos y tecnológicos

- Estudiar las bases o fundamentos biológicos, químicos, físicos, matemáticos y de los sistemas de representación necesarios para el desarrollo de la actividad profesional.
- Adquirir capacidades para usar la metodología básica de trabajo referente a las disciplinas mencionadas.
- Conocer las características generales de un ecosistema agrícola y ganadero y sus componentes, en relación con los ecosistemas naturales no manipulados por el hombre.
- Conocer y saber utilizar los métodos de evaluación y corrección del impacto ambiental.
- Conocer las bases de la ordenación y gestión del territorio, de la política agraria y del desarrollo rural.
- Conocer las técnicas de tratamiento y gestión de residuos del sistema agropecuario.
- Conocer técnicas de auditoría y gestión ambiental.

## b) Materias Tecnológicas aplicadas

- Estudiar las funciones del suelo y del clima en el sistema agrario y su influencia en los procesos fisiológicos y productivos y enseñar a prever y evaluar sus efectos.
- Estudiar los sistemas de descripción morfológica y fisiológica de las plantas y animales, su clasificación, los principales grupos de cultivos y razas, sus características agronómicas y ganaderas y su aprovechamiento.
- Enseñar los fundamentos o las bases de la mejora vegetal y animal y las posibilidades de aplicación práctica de las mismas.
- Proporcionar conocimientos fundamentales de la jardinería y el paisajismo.
- Estudiar las leyes que explican el movimiento del agua en conducciones a presión y en lámina libre, en el suelo y las interacciones agua-suelo-planta.
- Estudiar los elementos estructurales, las situaciones de carga y el comportamiento resistente de los materiales estructurales de uso más frecuente.
- Enseñar a ejecutar las fases y técnicas del proceso productivo y la metodología de control más adecuadas
- Enseñar a diseñar e implementar el plan productivo de una explotación ganadera a determinar las necesidades alimenticias de los animales, a interpretar las fórmulas de racionamiento y a desarrollar y gestionar correctamente un programa de alimentación del ganado.
- Enseñar el funcionamiento de las instalaciones en las explotaciones agrícolas y ganaderas, del tractor y de las máquinas que realizan labores agrícolas.
- Enseñar las metodologías necesarias para abrir nuevas vías de investigación y desarrollo en el sector agrícola y ganadero.
- Estudiar las técnicas y herramientas para la medición y representación del medio y de las infraestructuras de explotaciones agrícolas y ganaderas y saber interpretarlas.
- Enseñar las estrategias necesarias para planificar, diseñar, dimensionar y dirigir la construcción y la infraestructura de una explotación agraria, así como la ejecución y mantenimiento de parques, jardines, campos deportivos y otros espacios verdes.
- Enseñar las estrategias necesarias para planificar, diseñar, dimensionar y dirigir la instalación de riego en una parcela o grupo de parcelas así como la gestión de recursos hídricos en la agricultura y jardinería
- Calcular los costes de utilización de la maquinaria e instalaciones y determinar el momento idóneo para reemplazarlas, así como saber gestionar un parque de maquinaria agrícola.

### c) Materias organizativas, de gestión y competencias relevantes para la actividad laboral

- Enseñar las técnicas de gestión y organización empresarial.
- Estudiar las características, la importancia y la problemática de los diferentes sectores y las disposiciones legislativas que les afectan
- Adquirir conocimientos de los fundamentos del marketing y comercialización de productos agrícolas y ganaderos.
- Adquirir los conocimientos para aplicar las técnicas de ordenación y planificación del territorio.
- Adquirir conocimientos para diseñar, dirigir, elaborar, implementar e interpretar un proyecto y planes de actuación integrales.
- Enseñar a redactar informes técnicos, memorias de reconocimiento, anteproyectos, proyectos y programas técnicos.
- Enseñar a desarrollar y transferir tecnología. Entender, interpretar y adoptar los avances científicos en el campo agrícola y ganadero.

A continuación se estructuran los objetivos a conseguir en la elaboración de los proyectos docentes de los grados de Ingeniero Forestal y del Medio Natural según el libro blanco.

El Ingeniero Forestal y del Medio Natural es un profesional capaz de conocer, desarrollar y aplicar las ciencias y tecnologías forestales en la ordenación y gestión de los montes, en la producción y aprovechamiento silvícola, piscícola, cinegético o piscícola, así como en las industrias forestales, todo ello de forma respetuosa con el medio ambiente y económicamente rentable. Por ello los objetivos específicos de este título son los siguientes:

#### a) Fundamentos científicos y tecnológicos

- Estudiar las bases o fundamentos biológicos, químicos, físicos, matemáticos y de los sistemas de representación necesarios para el desarrollo de la actividad profesional.
- Adquirir capacidades para usar la metodología básica de trabajo referente a las disciplinas mencionadas.
- Adquirir conocimientos que permitan identificar los diferentes elementos bióticos y físicos del medio natural y de sus interrelaciones.
- Adquirir conocimientos y enseñar a identificar los recursos renovables (fundamentalmente vegetación y fauna) susceptibles de gestión con la finalidad de protección, conservación y/o aprovechamiento.
- Estudiar la estructura y función ecológica de los sistemas naturales y forestales. Conocer las técnicas de análisis, tratamiento y diseño paisajístico.

- Conocer y saber utilizar los métodos de evaluación y corrección del impacto ambiental, así como las técnicas de auditoría y gestión ambiental.

#### b) Materias tecnológicas aplicadas

- Estudiar y saber identificar los recursos naturales renovables susceptibles de protección, conservación y aprovechamientos en el ámbito forestal.
- Conocer e interpretar las perturbaciones que puedan alterar las condiciones del medio natural.
- Estudiar los procesos de degradación que afecten a los recursos forestales (contaminación, plagas y enfermedades, incendios, etc.) y las técnicas de protección del medio forestal y natural.
- Estudiar las bases de la mejora forestal y las posibilidades de aplicación práctica de las mismas.
- Enseñar la metodología de medición, inventariación y evaluación de los recursos naturales susceptibles de gestión, así como las técnicas de experimentación, análisis e integración de los resultados obtenidos.
- Enseñar las técnicas de la silvicultura, del silvopastoralismo y de la gestión de los recursos forestales, parques y áreas recreativas.
- Estudiar las técnicas de gestión, conservación y protección de los espacios naturales y de la diversidad biológica en sus aspectos cinegéticos, piscícola y de los ecosistemas terrestres y de las aguas continentales.
- Adquirir conocimientos de hidráulica, construcción, electrificación, caminos forestales, maquinaria y mecanización necesarios tanto para la gestión de los recursos forestales como para conservación y gestión de sistemas naturales.
- Adquirir conocimientos para aplicar y desarrollar las diferentes técnicas de defensa y rehabilitación de sistemas naturales: riesgos naturales, restauración hidrológico-forestal, recuperación de sistemas naturales y espacios degradados.
- Proporcionar conocimientos para caracterizar las propiedades de las materias primas forestales maderables y no maderables, así como de las tecnologías e industrias de estas materias primas.
- Adquirir los conocimientos para aplicar las técnicas de ordenación y planificación del territorio.
- Adquirir los conocimientos para aplicar los criterios e indicadores de la gestión forestal sostenible en el marco de los procedimientos de certificación forestal.

#### c) Materias organizativas, de gestión y competencias relevantes para la actividad laboral

- Enseñar las técnicas de gestión y organización empresarial.
- Estudiar las características, la importancia y la problemática de los diferentes sectores y las disposiciones legislativas que les afectan.
- Adquirir conocimientos de los fundamentos del marketing y comercialización de productos forestales.

- Adquirir conocimientos para diseñar, dirigir, elaborar, implementar e interpretar un proyecto y planes de actuación integrales.
- Enseñar a redactar informes técnicos, memorias de reconocimiento, anteproyectos, proyectos y programas técnicos.
- Enseñar a desarrollar y transferir tecnología. Entender, interpretar y adoptar los avances científicos en el campo forestal y del medio natural.

De cualquier modo, el estudiante actual de ingeniería, por el mero hecho de ser un ingeniero, debe poseer una base sólida en ciencias fundamentales como la matemática, la física, el dibujo técnico, o la química. Además debe conocer y entender con cierta profundidad aquellas materias técnicas propias de la especialidad elegida, como son por ejemplo las dos asignaturas a las que se dedica esta memoria. Este planteamiento ha sido válido durante mucho tiempo, pero es insuficiente hoy en día. El avance de la tecnología en las últimas dos décadas -principalmente la electrónica e informática-, las comunicaciones, y la globalización hacen que un estudiante actual deba poseer una formación complementaria a la clásica transmisión de conocimientos. Hoy en día, un ingeniero que puede formarse en España pero trabajar en cualquier estado europeo, o incluso en otro continente, necesita poseer cualidades adicionales como el conocimiento de idiomas, tener un espíritu crítico, saber aplicar los conceptos teóricos a casos reales, trabajar en equipo, saber redactar informes profesionales, manejar programas informáticos claves, tener fundamentos de electrónica y programación, y poseer cualidades de orador para saber transmitir ideas de manera eficiente a una comunidad global. Estas habilidades deben ser proporcionadas por las distintas asignaturas que estos titulados reciben para su formación.

En lo que respecta al futuro de la profesión, el crecimiento de la población, concentrada en grandes núcleos urbanos, y la necesidad de abastecer las necesidades alimentarias con productos de calidad, junto el despoblamiento de las zonas rurales, así como coordinar las interacciones de las actividades humanas con los recursos naturales y ambientales, presenta problemas técnicos que hace necesaria la existencia de especialistas. La organización de la producción agrícola y silvícola, la logística del abastecimiento, control de la calidad de los productos, y preservación del medio ambiente son actividades en las que el ingeniero agrónomo (en el caso de la producción alimentaria) y el ingeniero de montes (en caso de la producción forestal) son los más idóneos. Es por ello que la presencia de estos profesionales en todos los ámbitos de trabajo relacionados con las cadenas de producción y abastecimiento de productos naturales está asegurada. Otro tema es que el exceso de centros de formación y de especialistas titulados en el mercado laboral en nuestro país provoque la incapacidad de

absorción para todos ellos de forma inmediata a causa del escaso desarrollo empresarial e industrial.

Por otra parte la globalización de la economía y del mercado laboral requiere que la formación de los profesionales ya no corresponda con la transmisión de conocimientos particulares a su ámbito de trabajo o disciplina, sino que es necesario desarrollar capacidades transversales que permitan desenvolverse de forma autónoma en ámbitos diversos que probablemente requiera el autoaprendizaje de conocimientos de otras disciplinas. Así también es necesario considerar la gran importancia que tiene en la formación de profesionales en aspectos de ética profesional, moral y valores. Por tal necesidad la Universidad Politécnica de Valencia ha puesto en marcha un plan de formación integral de sus alumnos desarrollando 14 competencias transversales en todas las titulaciones que imparte.

Las competencias transversales UPV pretenden sintetizar un perfil competencial que adquieran todos los alumnos egresados de la UPV, garantizando que se cubran en todas las titulaciones. Para su definición se han tenido en cuenta las normativas y directrices más importantes nacionales e internacionales así como la numerosa literatura científica existente sobre las mismas. De este modo, se llega a la definición del siguiente listado de competencias transversales UPV:

#### CT-01. Comprensión e integración.

Comprender quiere decir tener una idea clara del hecho, es decir, de los contenido trabajado, siendo consciente de los elementos que están involucrados y de sus relaciones. Para demostrar que algo se ha comprendido, la persona identifica y recupera la información, y lo explica con sus palabras, interpretando e integrando las ideas desde su perspectiva.

#### CT-02. Aplicación y pensamiento práctico.

El estudiante en su vida profesional necesita estar preparado para hacer frente a situaciones en las que no basta aplicar recetas o fórmulas, sino que debe ser capaz de hacer un análisis de las situaciones tomando decisiones o soluciones fundamentadas. En este sentido, esta competencia desarrolla el modo de pensar dirigido a la acción, que permite adaptarse a nuevas situaciones, tomar decisiones y, consecuentemente, actuar.

#### CT-03. Análisis y resolución de problemas.

Los problemas son situaciones de evolución indeterminada, cuyo análisis y evaluación permiten predecir su resultado. Resolver un problema implica realizar relaciones entre las variables iniciales y sus condicionamientos mediante razonamiento lógico más o menos complejo. El objetivo de esta competencia es, pues, que el alumno sea capaz de aplicar procedimientos estructurados para resolver problemas, promoviendo así su capacidad de aprender, comprender y aplicar conocimientos de forma autónoma.

#### CT-04. Innovación, creatividad y emprendimiento.

La innovación se entiende como la capacidad de dar respuesta satisfactoria a las necesidades nuevas aplicando conocimientos existentes. El desarrollo de esta competencia requiere la capacidad de analizar, reflexionar y tener creatividad. Tener capacidad de emprendimiento significa materializar la idea sufriendo el riesgo de una inversión fallida. Por tanto, implica comprometer determinados recursos por iniciativa propia, con el fin de explorar una oportunidad, asumiendo el riesgo que esto comporta.

#### CT-05. Diseño y proyecto.

El proyecto comprende un conjunto de documentos que detallan las tareas, procedimientos y recursos empleados para abordar un problema o necesidad en un tiempo determinado. Cada necesidad requiere un diseño específico de producto o servicio. La adquisición de esta competencia requiere que el estudiante aprenda una manera de transmitir estandarizada para que cualquier otra persona pueda llevar a término lo planificado, haciendo e integrando conocimientos y habilidades de diferentes ámbitos disciplinares, desarrollando habilidades intelectuales de alto nivel, realizando una reflexión y evaluación.

#### CT-06. Trabajo en equipo y liderazgo.

El trabajo en equipo implica crear y desarrollar un clima de confianza mutua entre los componentes que permita trabajar de forma responsable y cooperativa. El término más apropiado para describir esta situación es COMPARTIR: compartir conocimientos, compromiso y responsabilidad. Supone el reparto de tareas y roles y el respeto a las normas y reglas de juego establecidas por y para el grupo.

#### CT-07. Responsabilidad ética, medioambiental y profesional.

Esta competencia se refiere a asumir el compromiso de actuar de acuerdo a unos principios sociales que procuren la igualdad y respeto de los derechos de todas las personas, y actuar de forma responsable y sostenible, en orden a evitar o disminuir los efectos negativos producidos por las prácticas inadecuadas en el ámbito medioambiental. La responsabilidad profesional implica el desempeño de la actividad laboral de forma honesta, procurando poner todo el conocimiento y habilidades al servicio social o particular pero respetando el conjunto de principios, leyes y reglas que regulan la vida en sociedad y que las personas deben obedecer.

#### CT-08. Comunicación efectiva.

Capacidad de transmitir conocimientos y expresar ideas y argumentos de manera clara, rigurosa y convincente, tanto de forma oral como escrita, utilizando adecuadamente los recursos apropiados y adaptándose a las circunstancias y al tipo de público.

Es importante diferenciar dos dimensiones dentro de esta competencia: la comunicación oral y la escrita.

#### CT-09. Pensamiento crítico.

El pensamiento crítico va más allá de las destrezas del análisis lógico, ya que, implica poner en cuestión los supuestos subyacentes que condicionan la sociedad y la resolución de problemas.

El pensamiento crítico se plantea interrogantes: ¿por qué las cosas son así?, ¿por qué las

cosas no pueden ser de otro modo?, ¿por qué tú crees que son así?, etc. En consecuencia, diremos que una persona lo ha desarrollado en la medida en que se interroga sobre las cosas y se interesa por los fundamentos en los que se asientan las ideas, las acciones, las valoraciones y juicios tanto propios como ajenos.

Esta competencia está muy relacionada con la idea de formar profesionales reflexivos, que no se conforman con reproducir de manera rutinaria soluciones ya conocidas, sino que buscan generar nuevas soluciones o soluciones adaptadas a nuevas situaciones. La práctica reflexiva se apoya en tres pilares: la acción o saber hacer; el conocimiento que desarrollamos sobre nuestro propio conocimiento y el control que tenemos sobre cómo usamos nuestro conocimiento en una actividad concreta.

#### CT-10. Conocimiento de problemas contemporáneos.

Esta competencia hace referencia a la necesidad de que los estudiantes comprendan las dificultades y contrariedades políticas, sociales, legales y medioambientales contemporáneos, así como los mecanismos de expansión y difusión del conocimiento. Se trata de que desarrollen la capacidad de "estar al día" de los eventos actuales en su campo de conocimiento y en la sociedad en general.

Para trabajar esta competencia se tienen que buscar escenarios formativos en los que los alumnos dialoguen en profundidad este tipo de cuestiones, siendo capaces de resumir los aspectos más relevantes y de defender una posición sobre ello. Del mismo modo, es muy importante que aprendan a evaluar situaciones complejas usando diferentes aproximaciones, como por ejemplo: los aspectos económicos, la calidad de vida, las repercusiones medioambientales, las políticas locales y nacionales...

#### CT-11. Aprendizaje permanente.

La aparición de nuevos retos involucrados con nuevos saberes requiere que los profesionales tengan la capacidad de aprender de forma autónoma basándose en los conocimientos y destrezas que ya poseen. De esta manera, podrán enfrentarse a problemas desconocidos.

#### CT-12. Planificación y gestión del tiempo.

Esta competencia implica ser capaz de organizar y distribuir correctamente el tiempo del que disponemos y distribuirlo en función de las actividades necesarias para alcanzar nuestros objetivos a corto, medio y largo plazo.

#### CT-13. Instrumental específica.

Esta competencia hace referencia al uso de las herramientas y tecnologías necesarias para el ejercicio profesional asociado a cada titulación. El estudiante será capaz de identificar las herramientas más adecuadas en cada caso, conociendo sus utilidades y siendo capaz de integrarlas y combinarlas para poder resolver un problema, realizar un proyecto o un experimento.

### **5.3 Planes de estudios de grado y postgrado en la convergencia europea**

Entre las medidas encaminadas a la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior se encuentra el establecimiento del Sistema Europeo de Transferencia de Créditos (ECTS) en las titulaciones oficiales de grado y de postgrado. La adopción de este sistema constituye una reformulación conceptual de la organización del currículo de la educación superior mediante su adaptación a los nuevos modelos de formación centrados en el trabajo del estudiante. Esta medida del haber académico comporta un nuevo modelo educativo que ha de orientar las programaciones y las metodologías docentes centrándolas en el aprendizaje de los estudiantes, no exclusivamente en las horas lectivas. Por tanto, se basa en el trabajo de aprendizaje que debe realizar un estudiante para alcanzar el nivel de conocimientos y competencias definidos en su plan de estudios y no en el tiempo que el profesorado u otro personal de apoyo dedica a que lo alcance.

El sistema europeo de transferencia y acumulación de créditos ofrece, asimismo, los instrumentos necesarios para comprender y comparar fácilmente los distintos sistemas educativos, facilitar el reconocimiento de las cualificaciones profesionales y la movilidad nacional e internacional, con reconocimiento completo de los estudios cursados, incrementar la colaboración entre universidades y la convergencia de las estructuras educativas y, en fin, fomentar el aprendizaje en cualquier momento de la vida y en cualquier país de la Unión Europea. En este sentido, el sistema europeo de transferencia y acumulación de créditos puede entenderse como una "unidad de cuenta" que sirve de base en el proceso en la armonización del EEES.

#### *Concepto de crédito*

El crédito europeo es la unidad de medida del haber académico que valora el tiempo de trabajo del estudiante para cumplir los objetivos del programa de estudios y que se obtiene por la superación de cada una de las materias que integran los planes de estudios de las diversas enseñanzas conducentes a la obtención de títulos universitarios de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. En esta unidad de medida se integran las enseñanzas teóricas y prácticas, así como otras actividades académicas dirigidas, con inclusión de las horas de estudio y de trabajo que el estudiante debe realizar de forma autónoma para alcanzar los objetivos formativos propios de cada una de las materias del correspondiente plan de estudios. El número mínimo de horas, por crédito, será de 25, y el número máximo, de 30.

El número total de créditos establecido en los planes de estudios para cada curso académico será de 60. En la asignación de créditos a cada una de las materias que configuren el plan de estudios se computará el número de horas de trabajo requeridas para la adquisición por los estudiantes de los conocimientos, capacidades y destrezas correspondientes. En esta asignación deberán estar comprendidas las horas correspondientes a las clases lectivas, teóricas o prácticas, las horas de estudio, las dedicadas a la realización de seminarios, trabajos, prácticas o proyectos, y las exigidas para la preparación y realización de los exámenes y pruebas de evaluación. Esta asignación de créditos, y la estimación de su correspondiente número de horas, referida a un estudiante dedicado a cursar a tiempo completo estudios universitarios durante un mínimo de 36 y un máximo de 40 semanas por curso académico.

### Estructuración de las enseñanzas universitarias

Las enseñanzas universitarias conducentes a la obtención de títulos de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, de acuerdo con la declaración de Bergen, comprenderán dos niveles nítidamente diferenciados, denominados, respectivamente, Grado y Postgrado, que, en su conjunto se estructuraran a su vez en tres ciclos. El primer nivel, o de Grado, tiene como objetivo lograr la capacitación de los estudiantes para integrarse directamente en el ámbito laboral europeo con una cualificación profesional apropiada. El segundo nivel, comprensivo de las enseñanzas de Postgrado, integra el segundo ciclo de estudios, dedicado a la formación avanzada y especialización, conducente a la obtención del título de Máster, y el tercer ciclo, conducente a la obtención del título de Doctor, que representa el nivel más elevado en la educación superior, por el que se adquiere reconocimiento académico a la actividad investigadora.

#### **5.4 Metodología: tipo de clases y sistemas de evaluación**

De acuerdo con sucesivas experiencias en el campo de la enseñanza se tiene el concepto de que el aprendizaje lo construye el propio alumno con experiencias propias. Las experiencias propias se adquieren mediante el trabajo personal de los materiales, ejercicios y tareas planificadas por el profesor, el cual establece las condiciones previas y las leyes científicas que se deben conjugar para la resolución de los mismos. La teoría del aprendizaje que contempla que el aprendizaje se desarrolla mediante trabajos personales de diferente índole se engloba dentro del concepto comúnmente empleado en el ámbito docente llamado *Metodologías Activas*.

Esta teoría conlleva varios roles. El profesor mediante sus explicaciones "magistrales" debe transmitir los conceptos, reglas, procedimientos necesarios para la resolución de problemas. Pero estos contenidos no son aprendidos si el alumno no trabaja personalmente realizando sus propias construcciones. Es decir, estos conocimientos deben ser asimilados por los alumnos, pero esta asimilación no es inmediata sino que deben ser reflexionados de forma personal, en el momento de la explicación o en otro momento (estudio personal en su casa, sala de estudio, biblioteca etc.). Por ello el segundo paso para el aprendizaje de los conocimientos será proceder a la resolución de problemas o cuestiones por parte del alumno.

La reflexión sobre los problemas, conocimientos etc. propios de una asignatura necesitan tiempo para su buena asimilación. El aprendizaje no se producirá adecuadamente si la presión temporal sobre la adquisición de conocimientos es grande, por lo que es preciso que el alumno pueda meditar sus propias reflexiones sobre las leyes y reglas que establece el campo científico un periodo suficiente. Cuando se garantice este proceso, podremos afirmar que se ha producido el aprendizaje.

Algunos de los aspectos metodológicos son plenamente coincidentes en las dos asignaturas tratadas en el proyecto docente, no obstante, habrán diferencias a causa de que la asignatura de Maquinaria y Mecanización Agraria es troncal para todos los alumnos de del Grado de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural y por ello supone numerosos alumnos por grupo, y la asignatura de Bioenergía forestal es una asignatura de especialidad del Grado de Ingeniería Forestal, lo que conlleva grupos más reducidos.

#### 5.4.1. Las clases teóricas y los ejercicios de seminario

La enseñanza de cualquier materia debe comenzar siempre por el establecimiento de una base sólida y suficientemente amplia para que los conceptos fundamentales queden bien asentados en la mente de los alumnos. Esto sólo puede conseguirse mediante la transmisión efectiva, por parte del profesor, de la teoría a la vez que se demuestra su aplicación mediante ejercicios. Los problemas que hace el profesor son indispensables para que el alumno se inicie en la materia, pero éste nunca la aprenderá si no se ejercita intensamente resolviendo problemas por su cuenta.

Una clase de este tipo requiere una buena preparación para conseguir el adecuado entendimiento y disposición de los alumnos para el inicio de su trabajo en la materia. Una buena presentación con animaciones de mecanismos complejos, permitiendo la interacción de los alumnos, e incluso haciendo alguna demostración en clase con un dispositivo preparado en el laboratorio puede ser, y de hecho suele ser, muy efectiva. El papel que desempeña el profesor en el aprendizaje en clase no puede ser subestimado. Hay que evitar que el alumno adopte una actitud totalmente pasiva, así la responsabilidad del instructor en la organización y dirección de las clases es ineludible.

En la clase teórica se proporcionará el guion de los contenidos a desarrollar en cada tema. Las estructuras o procesos sencillos se esquematizan mediante proyección de presentaciones. Las expresiones complejas y ejercicios de ejemplo se desarrollarán en la pizarra. Es obvio que los planteamientos resueltos en clase no son suficientes para adquirir destreza en la materia; el alumno debe enfrentarse, por sí solo, en la lectura de la bibliografía complementando las clases teóricas realizando sus propios esquemas, para la estructuración de su conocimiento. Es prácticamente imposible entender con profundidad una asignatura técnica de ingeniería sin hacer una cantidad apreciable de problemas. El comienzo es difícil, y es aquí cuando la guía del profesor es insustituible. El profesor debe elegir los problemas a realizar en clase de manera cuidadosa para que éstos cubran lo mejor posible la parte fundamental de la asignatura. Para que los alumnos aprendan bien cómo abordar los ejercicios planteados, el profesor debe realizarlos desde el principio hasta el final, justificando sin prisas cada paso dado. De esta manera, además de aprender a solucionar el problema en cuestión, también aprenden cómo razona el profesor, lo que les será de gran utilidad para resolver otros ejemplos.

Por lo tanto, el profesor debe proveer al estudiante de una colección de ejercicios con sus soluciones, de manera que éste puede ejercitarse a su ritmo. Para que esto sea posible, el instructor debe respetar, e incentivar, el uso de las tutorías. La colección debe incluir problemas avanzados, de mayor dificultad que los resueltos en clase, para que inspiren al alumno y le permitan expandir sus conocimientos.

Las dos asignaturas de estudio, "Maquinaria y Mecanización Agraria" y "Bioenergía forestal", utilizan de manera equivalente las clases teóricas y los ejercicios de aula, siguiendo la filosofía detallada en los párrafos anteriores. En las clases teóricas, el profesor desarrolla unas presentaciones creadas con el programa Microsoft PowerPoint®, e intercala ejercicios resueltos en la pizarra y demostraciones con pequeños artilugios que ayudan a comprender

conceptos básicos. Los problemas, tanto los resueltos en clase como los propuestos para trabajo personal, se han obtenido de las monografías recomendadas en clase, y de ejercicios prácticos ideados en el laboratorio o en prácticas de campo.

#### 5.4.2. Las prácticas de laboratorio y de campo

El planteamiento metodológico presentado en este Proyecto Docente, es que las prácticas de laboratorio y de campo son ineludibles en el proceso de enseñanza por la naturaleza de las dos asignaturas aquí tratadas. Su carácter práctico, tecnológico y experimental hace que las sesiones de laboratorio permitan a los alumnos aprender tanto los fundamentos de la asignatura, como para potenciar su habilidad en el manejo de instrumental técnico.

Las sesiones de prácticas forman parte de los contenidos evaluables dado que se aplican las bases teóricas a la realidad física. Tienen el inconveniente que su repetición suele ser inviable, por lo que se insiste al alumno de que su aprovechamiento y asistencia son importantes.

El procedimiento a seguir en cuanto a la gestión de las prácticas es idéntico para ambas asignaturas. Todas las prácticas tienen un guion que ha sido previamente elaborado por el profesor, donde se explican los fundamentos teóricos del ejercicio, el material requerido, el procedimiento paso a paso que deben seguir los alumnos, y los datos que hay que tomar en el laboratorio. Los guiones de las prácticas están disponibles con bastante antelación, en formato digital, a través de la plataforma informática de la Universidad (PoliformaT, UPV). Cada estudiante debe traer el guion impreso y leído a la sesión práctica. En el transcurso de la clase, los alumnos, normalmente separados en grupos, deben seguir el guion y rellenar los datos requeridos, contando para ello con la ayuda del profesor y la asistencia de algún técnico de laboratorio. Tras finalizar la práctica, los que han asistido tienen aproximadamente una semana para confeccionar el informe de la sesión, explicando lo que han hecho, los resultados a los que ha llegado, y las conclusiones que se derivan de esos resultados. Aunque la práctica se haya realizado mediante grupos, y por lo tanto los datos registrados serán idénticos para todos los componentes del mismo equipo, el informe siempre debe rellenarse de manera individual. El profesor corrige cada informe y lo devuelve a los alumnos para que aprendan de los errores cometidos. Todas las prácticas son evaluadas, y debidamente ponderadas, para poder calcular la calificación final de la asignatura, tal como se explicita en el epígrafe 5.4.3.

El material utilizado en las prácticas de Maquinaria y Mecanización suelen ser máquinas de campo reales que se llevan a la parcela de prácticas para observar sus componentes, funcionamiento y regulaciones. Por otra parte también se disponen de maquetas de elementos seccionados de máquinas para su aplicación didáctica, por ejemplo diferentes tipos de cuerpos de sembradoras con diferentes clases de dosificadores.

En la asignatura de Bioenergía forestal, el grupo de Mecanización y Tecnología Agraria ha sido dotado con elementos analíticos de última generación para estudiar la aptitud de distintos materiales como biocombustibles, como un analizador elemental CNHSO, que determina el porcentaje de carbono, nitrógeno, hidrógeno, azufre y oxígeno en cualquier muestra sólida y líquida; un analizador termogravimétrico, que permite la determinación de la pérdida de peso en una muestra por calentamiento en atmósfera oxidante o atmósfera inerte, obteniendo el porcentaje de ceniza, materia orgánica, humedad de la muestra y su aptitud para procesos de pirólisis; calorímetro adiabático, que permite determinar el poder calorífico superior e inferior de muestras sólidas y líquidas.

#### 5.4.3. Sistema de evaluación de los alumnos

El sistema tradicional de enseñanza y evaluación consiste en un examen final donde se evalúa si el alumno es capaz de resolver problemas con tiempo limitado. Este sistema de evaluación genera diferentes tipos de problemas: Al existir una prueba única el alumno tiende a prepararse exclusivamente para esa prueba, es decir, momentos antes (una o dos semanas antes de la misma). El tiempo de convivencia del alumno con los contenidos de la asignatura es reducido. Después de la prueba, los conocimientos rápidamente adquiridos se abandonan o no persisten. El amplio volumen de materia docente que generalmente existe en las diferentes asignaturas obliga a que la prueba a realizar se realice con un estilo invariante a lo largo de los diferentes cursos. Además de que el número de contenidos realmente evaluados es reducido (una selección del conjunto). El sistema de calificación establece que sólo es necesario resolver el 50% de los problemas planteados para considerar que el aprendizaje se produjo correctamente. Lo que en mi opinión es una presunción muy grande. La barrera entre el 45% y el 50% crea conflictos alumno-profesor cuando la prueba ha sido única. La realización de una sola prueba hace que el resultado de la misma esté condicionado a factores externos como posible falta de salud temporal del alumno, estados de ánimo, percances personales etc.

Estos problemas obligan a probar otras metodologías de enseñanza y evaluación de acuerdo al concepto de metodologías activas. Las dos asignaturas desarrolladas en el proyecto

docente, "Maquinaria y Mecanización Agraria" y "Bioenergía forestal", presentarán sistemas de evaluación diferente, motivados por la diferencia del número de alumnos matriculados. El principio fundamental que subyace en el sistema de evaluación previsto para las dos asignaturas es la participación, en la calificación final, de las actividades realizadas durante todo el cuatrimestre, según porcentajes proporcionales a la carga de trabajo e importancia conceptual. La premisa básica es que la única manera de aprender y retener los conocimientos impartidos es mediante la puesta en práctica de los mismos a través de ejercicios y sesiones prácticas.

La existencia de grupos numerosos en la asignatura de Maquinaria y Mecanización Agraria, por ser asignatura troncal de la carrera del Grado de Ingeniería Agroalimentaria, obliga a un sistema de evaluación basado en exámenes parcial y final, combinado con la evaluación de memorias de prácticas. La existencia de un examen parcial aproximadamente a mitad del cuatrimestre, y la resolución de las memorias de prácticas permiten y, al mismo tiempo, obligan al alumno a realizar un seguimiento continuado de la asignatura. Puesto que estas actividades requieren un esfuerzo significativo por parte del alumno, es justo que haya una compensación en forma de calificación. Con este proceder se consigue la evaluación continua de los alumnos, además de aumentar la motivación de la clase, se produce una mejora sustancial en la asistencia ya que el aprendizaje se produce de manera progresiva y baja el número de abandonos por desánimo al no poder seguir la asignatura. El único inconveniente que presenta este planteamiento es la sobrecarga que recae sobre el profesor, ya que éste debe evaluar todas las prácticas.

Las prácticas, evaluadas a través del informe, son fundamentales para que el alumno capte los conceptos elementales y el profesor sea consciente de posibles carencias y malentendidos en materia básica. Es muy difícil que el instructor esté al corriente de lo que cada alumno aprende si no se examina a cada persona de manera individual. Se requiere que las prácticas se realicen de forma individualizada. Cuando las prácticas se desarrollan por grupos siempre puede haber un número de alumnos rezagados y perezosos que se camuflan infantilmente en el anonimato del grupo. Hay que advertir que los informes de prácticas se entregan de manera individualizada, pero los datos se toman en grupo, y muchas veces, hecho confirmado por la experiencia, es que algunos alumnos plagian la resolución de los cálculos requeridos, pero sus explicaciones son pobres y poco fundamentadas. Así pues, la única manera de saber a ciencia cierta cuál es el nivel de cada alumno es mediante pruebas escritas e individuales.

Hay varias formas de ejecutar estas pruebas individuales. Siendo cada prueba de características diferentes según su fecha de realización. Para exámenes parciales, se suele efectuar en el aula y en horario ordinario de clase, una prueba tipo test, combinado con preguntas o ejercicios de cálculo cortos. La duración de la prueba suele durar 60 minutos a resolver de forma individual. En principio el examen parcial no elimina materia para el examen final. El examen final consiste en una prueba donde se plantean preguntas cortas de conceptos fundamentales, preguntas teórico-prácticas de desarrollo, y problemas de cálculo de los aspectos básicos trabajados durante el curso.

La Tabla 4 muestra los componentes del plan de evaluación, con sus respectivos pesos en la calificación final, propuestos para la asignatura "Maquinaria y Mecanización Agraria".

Tabla 4. Ponderación de los sistemas de evaluación propuestos para la asignatura de Maquinaria y Mecanización Agraria

<b>Sistema de evaluación</b>	<b>Ponderación</b>
Memorias de prácticas	20%
Examen parcial	20%
Examen final	60%

Dada la necesidad de efectuar exámenes de recuperación en convocatorias extraordinarias, aquellos alumnos que no optan por una evaluación continua de la asignatura tienen el derecho a ser examinados de toda la materia en un único examen. En estas circunstancias, se efectúa una prueba escrita de la misma naturaleza que las prueba final, es decir, una parte de conceptos fundamentales y la otra de problemas de aplicación. Lo que sí resulta diferente, obviamente, es el porcentaje atribuido a cada parte ya que al no realizar examen parcial y prácticas de laboratorio, la nota del examen debe ser la nota definitiva de la asignatura. Un caso intermedio, por el contrario, lo constituyen aquellos alumnos que han seguido la asignatura durante el curso pero que no han superado el 50% de la calificación máxima. Los alumnos que en la convocatoria ordinaria no hayan superado la asignatura pero sí hayan presentado el examen parcial y prácticas, mantendrán la calificación de estas actividades hasta la convocatoria extraordinaria, en cuyo caso el examen tendrá un peso en la calificación final según indicado en la Tabla 4. Bajo ningún concepto se mantendrán calificaciones de un año para otro. Aquellos que necesiten repetir la asignatura, deben hacerlo de manera íntegra, ya que las diferentes actividades pueden haber cambiado con respecto a la edición anterior, como es de esperar en un sistema continuo de mejora y actualización.

En la asignatura de Bioenergía forestal, el reducido de alumnos matriculados permite hacer un seguimiento más pormenorizado de los mismos. El concepto premiso que rige la planificación de esta asignatura se basa en que el aprendizaje se produce de forma eficaz dependiendo del tiempo que el alumno conviva con los problemas y conocimientos que en ella se desarrollan. De acuerdo con este concepto, la educación universitaria española y europea con los acuerdos de Bolonia ha establecido una valoración de cada asignatura de acuerdo al número de horas de clases presenciales, valoradas en créditos que equivalen a 10 h, y horas que el alumno debe emplear en trabajo personal, englobados en una nueva valoración llamada créditos ECTS. En la teoría una 1 h de clase presencial va vinculada a 1,5 – 2 h de trabajo personal. Por tanto, al ser esta asignatura de 6 créditos la evaluación que se llevará en la presente asignatura busca garantizar que el alumno conviva 160 horas con la asignatura (60 horas presenciales y 100 h de trabajo personal en casa) y que este tiempo se distribuya uniformemente durante el periodo en que transcurre la docencia. De acuerdo a este propósito las tareas a realizar se distribuirán del siguiente modo:

- En clases presenciales se establecen las explicaciones necesarias para la introducción de conceptos y procedimientos necesarios para la resolución de problemas. Esto se ilustra con ejemplos de resolución. También se establecen los problemas a realizar por los alumnos de forma personal. Los problemas a realizar se agruparán por temas que suelen tener una duración de una semana de docencia. A los alumnos se les da tiempo de una semana para su resolución.

- Los problemas de cada tema resueltos por los alumnos de forma personal serán evaluados por el profesor con calificación de 0 a 10. Sobre esta nota se le aplican ciertas penalizaciones: penalización de 1 punto por semana de retraso en la entrega de la tarea semanal (Esto se aplica con el objetivo de que los alumnos trabajen uniformemente los contenidos); penalización de 1,5 sobre la nota si no han asistido a las clases presenciales correspondientes (Esto se aplica con el objetivo de que los alumnos utilicen la metodología de aprendizaje adecuadamente, empleando el número de horas necesarias para el aprendizaje, establecidas a nivel teórico, y además, pudiendo ser el profesor auténtico orientador del aprendizaje).

- Una vez los ejercicios han sido corregidos por el profesor, la calificación obtenida adquiere carácter temporal. El profesor devuelve los ejercicios corregidos a los alumnos

quienes deben repetir los problemas resueltos incorrectamente para que la nota se haga efectiva.

- La nota final del curso se establece haciendo media geométrica de las notas semanales obtenidas. Es decir si el número de notas es  $n$ , la nota final es la raíz  $n$ -ésima del producto de las mismas. De este modo se garantiza que sea necesario realizar los ejercicios propuestos todas las semanas, de lo contrario la nota sería 0.

- En caso de que el alumno no supere con éxito la asignatura con la metodología planteada, existirá un examen global, al estilo tradicional.

Esta metodología obliga al profesor a corregir semanalmente un número elevado de ejercicios. Por tanto, sólo puede ser aplicada en grupos con un número reducido de alumnos. La picaresca de los estudiantes menos aplicados hace que algunos se vean tentados a copiar las soluciones de trabajos realizados por los compañeros más aplicados. Esa deslealtad es fruto de la falta de responsabilidad personal por parte del que copia y de la escasez de valor del trabajo para la persona que se deja utilizar por ser copiada. Si el profesor detecta tal suceso puede establecer medidas de penalización para ambos.

#### 5.4.4 Evaluación de la enseñanza y opiniones de los alumnos

Es primordial, según profundo convencimiento del candidato, conocer en todo momento la opinión de los alumnos con respecto a la actividad docente efectuada. De esta manera, es posible adaptar el ritmo de las clases a las necesidades de los alumnos, a la vez que se introducen, de manera continuada, mejoras en la docencia impartida. El candidato cuenta con, y constantemente hace uso de, tres maneras diferentes de recopilar información concerniente a la actividad docente:

1. Preguntando regularmente sobre la marcha de las clases, y tomando nota de las sugerencias y quejas suscitadas durante el curso.
2. Pasando una encuesta, elaborada por el profesor de la asignatura, para que los alumnos la rellenen, de forma anónima e individual, los últimos días del curso. Estas encuestas suelen ser bastante concretas y tratan temas específicos del temario para futuros reajustes de los contenidos.

3. Mediante las encuestas institucionales que sobre el profesor y la asignatura lleva a cabo cada escuela. En la UPV las encuestas oficiales corren a cargo del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) que hacia el final del semestre hace llegar las encuestas a cada centro, la ETSIAMN en este caso, para que sean internamente distribuidas a los profesores.

Gran parte de las sugerencias tienen por objeto la petición de más ejercicios de cálculo y la explicación más detallada de aquellos conceptos que no han quedado muy claros. En cuanto a las quejas más frecuentes suelen deberse a dificultades con las prácticas así como para entregarlas dentro del plazo establecido.

Las encuestas específicas elaboradas por el profesor para saber la opinión de los alumnos sobre cuestiones muy determinadas de la materia impartida, o sobre la organización concreta del curso, son complementarias a las encuestas institucionales, de carácter más general. Además de indagar sobre lo más positivo del cuatrimestre o por aquellos aspectos que menos han gustado, el instructor aprovecha para cuestionarse qué interés despierta cada uno de los temas abordados en la asignatura. Es obvio que los contenidos fundamentales, y aquí el criterio del profesor es fundamental, deben cubrirse, pero siempre es posible introducir mejoras en el enfoque o nuevos casos prácticos en clase.

Las encuestas estándar realizadas por la Universidad Politécnica de Valencia, evalúan, a través de 16 preguntas, la organización de la asignatura y la actuación del profesor en ella. Elaboradas por el ICE, son repartidas por todos los centros de la universidad encargados de impartir docencia. El profesor debe recogerlas en el centro donde imparte docencia y permitir que los alumnos la rellenen en el horario usual de clase. Para garantizar el anonimato de los alumnos, el delegado de la clase se encarga de recoger todas las encuestas y depositarlas en la secretaría de la escuela correspondiente. Las 16 preguntas que los alumnos evalúan se agrupan en cinco dimensiones. La Tabla 5 muestra las cinco dimensiones y su correspondiente evaluación para la asignatura "Bioenergía Forestal" impartida en el primer cuatrimestre de 2015-2016.

Tabla 5. Resultados de la encuesta de opinión de los alumnos para la asignatura "Bioenergía Forestal" durante el curso 2015-2016.

	Profesor-Asignatura	Departamento	Profesor
Conocimiento de la asignatura	9,38	7,52	8,36
Organización y Planificación	9,09	6,08	8,15
Desarrollo/Metodología Docente	7,92	7,44	6,69
Motivación/interacción/ayuda	7,08	6,62	6,02
Satisfacción general con la labor del profesor	9,58	7,27	8,04

## 6. DESARROLLO DEL PROGRAMA DE LAS ASIGNATURAS

### 6.1. Maquinaria y Mecanización Agraria

En el anexo I se muestra el plan de estudios del Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural implantado en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural de Valencia. El plan de estudios se estructura en cuatro cursos. Los dos primeros cursos son comunes a todos los alumnos. En el primer curso se concentran las asignaturas de materias básicas, y en segundo y parte del tercer curso se imparten asignaturas obligatorias de la parte común agrícola e ingeniería rural. En el tercer y cuarto curso los alumnos eligen un módulo de especialización de seis posibles:

- Módulo de especialización en Hortofruticultura y Jardinería
- Módulo de especialización en Explotaciones Agropecuarias
- Módulo de especialización en Industrias Agraria y Agroalimentarias
- Módulo de especialización de Economía Agraria
- Módulo de especialización en Biotecnología y Mejora
- Módulo de especialización en Recursos Naturales y Medio Ambiente

Como se puede observar en el plan de estudios, las enseñanzas relacionadas con la mecanización y maquinaria agrícola se reducen a una sola asignatura de 6 créditos en el segundo curso. Asignatura que es objeto del presente proyecto docente "Maquinaria y Mecanización (Cod. 10790)". El resto de formación en este ámbito debe ser seleccionado en las asignaturas dentro de las optativas en cada uno de los módulos de especialización. Esta circunstancia hace que puede ser común el caso que los titulados graduados en ingeniería agroalimentaria sólo reciban enseñanza de maquinaria agrícola de esta materia en la

asignatura que nos compete. Esto obliga a que el temario elegido sea lo suficientemente amplio para recoger las destrezas que del graduado en ingeniería agroalimentaria se requiere. Por ello a asignatura se estructura en dos bloques:

#### Bloque I: Motor y tractor

En este bloque se trabajan los principios generales del motor y tractor como suministrador esencial de energía a las máquinas agrícolas, que si bien en las explicaciones y trabajos se orienta hacia los mecanismos propios de la maquinaria agrícola, dichos fundamentos pueden aplicarse a cualquier sistema motorizado.

Los contenidos que en esta parte de la asignatura se imparten, tradicionalmente han formado parte de los planes de estudios de las ingenierías agrícola y forestal, teniendo un carácter intermedio entre enseñanza fundamental y práctica. Fundamental porque permiten desarrollar destrezas a partir del conocimiento de los principios físicos del motor y tractor. Práctico porque la aplicación de estos principios da solución a multitud de problemas en ingeniería, como la selección de equipos, regulaciones, mantenimiento, detección y solución de averías.

#### Bloque II: Maquinaria agrícola

En este bloque de la asignatura se estudian las máquinas que se utilizan específicamente en cada una de las operaciones que se realizan en el medio agrícola para la producción. Se aprende su selección, calibración, regulación y organización de su trabajo. Junto estos aspectos, en este bloque se enseña al alumno a evaluar aspectos de su seguridad laboral y también del impacto ambiental asociado a su uso.

##### a) Competencias desarrolladas por la asignatura

Tras haber cursado la asignatura de Maquinaria y Mecanización Agraria el alumno debe ser capaz de

1. Describir el funcionamiento del motor, analizar sus curvas características y saber realizar su mantenimiento
2. Conocer los elementos del tractor agrícola, selección y mantenimiento

3. Saber aplicar los criterios de potencia requerida, estabilidad, resbalamiento para la selección de máquinas automotrices
4. Comprender el funcionamiento del tractor y de las máquinas que realizan labores agrícolas y las metodologías necesarias para investigación y desarrollo en el sector
5. Selección y evaluación de las máquinas agrícolas
6. Planificar, diseñar, dimensionar, proyectar y dirigir un parque de maquinaria en una explotación agraria
7. Conocer la normalización y seguridad en máquinas agrícolas
8. Adquirir técnicas de análisis económico de un plan de mecanización en el ámbito agrícola. Tener la capacidad para la toma de decisiones eficientes en el ámbito profesional bajo criterios técnicos, sociales y empresariales

En la asignatura se trabajan todas las competencias transversales de la UPV en cierto grado, pero se pone especial atención en el desarrollo de dos en las que la asignatura actúa de punto de control:

9. CT-08. Comunicación efectiva.

Para la evaluación de esta competencia se valorarán tres aspectos en la redacción de los informes de prácticas y en los exámenes: Adecuación del texto, coherencia y cohesión.

- La adecuación hace referencia al tipo de registro utilizado, registro formal o informal, tipo de vocabulario. ¿Domina el alumno la terminología? ¿Expresa adecuadamente las ideas?
- La coherencia hace referencia a la ordenación de las ideas en el texto. Es decir, se puede redactar desde lo más general a lo particular, o desde lo particular a lo más general. Un texto poco coherente es aquel que presenta un desorden en la exposición de las ideas y conceptos.
- Cohesión hace referencia a la forma de enlazar las ideas, generalmente a través de conectores lingüísticos.

También se tendrá en cuenta las faltas de ortografía, realizándose una penalización en la nota de valoración de esta competencia por cada una de ellas.

## b) Conocimientos previos recomendados

Para poder abordar con éxito la asignatura se recomienda que el alumno tenga como conocimientos previos los contenidos de las asignaturas siguientes del plan de estudios:

Fundamentos físicos de la ingeniería (Cod. 10773 y 10774)

Fundamentos matemáticos (Cod. 10775 y 10776)

Química general (Cod. 10777)

## c) Contenidos

A continuación se detallan las unidades didácticas desarrolladas en la signatura.

### TEMA 1. INTRODUCCIÓN A LA MAQUINARIA AGRÍCOLA

- Concepto de máquina y rendimiento energético
- Papel de la maquinaria en las explotaciones agrícolas
- La maquinaria agrícola en el ámbito profesional del ingeniero agrónomo
- Clasificación de la maquinaria agrícola
- Características generales de la maquinaria agrícola
- El tractor como máquina principal del medio rural

### TEMA 2. MOTORES ENDOTÉRMICOS ALTERNATIVOS

- Fundamentos del motor
- Circuitos complementarios
- Curvas de potencia, par y consumo específico

### TEMA 3. EL TRACTOR AGRÍCOLA

- Bastidores
- Tipos de transmisión (mecánica, hidrostática, hidrodinámica)
- Cálculo de coeficientes de transmisión
- Tipos de accionamiento de la dirección
- Tipos de accionamiento del freno
- Trenes de rodaje (estructura de las ruedas neumáticas y de los trenes de cadenas)
- Lastres
- Toma de fuerza
- Tipos y estructuras de enganche de aperos

#### TEMA 4. SELECCIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS

- Criterio de la potencia mínima requerida
- Criterio de la estabilidad
- Criterio del resbalamiento máximo permitido

#### TEMA 5. MAQUINARIA DE PREPARACIÓN DEL SUELO

- Estados del suelo, objetivos del laboreo, acciones sobre el suelo
- Tipos der laboreo: Tradicional, Laboreo de conservación, Siembra directa/no laboreo
- Subsoladores
- Arados
- Aperos de labranza vertical: Cultivadores, Rastras, Gradas de discos
- Fresadoras y Cavadoras
- Rodillos compactadores
- Ahoyadores
- Excavadoras para plantación de árboles
- Caso especial de la retroaraña

#### TEMA 6. MAQUINARIA DE APLICACIÓN DE ABONOS Y ENMIENDAS

- Objetivos de la maquinaria de abonado
- Dosificación y uniformidad de la aplicación en abonadoras de superficie: calibración
  - a) Abonadoras de gravedad
  - b) Abonadoras centrífugas
  - c) Abonadoras neumáticas
- Abonadoras localizadoras
- Calibración y dosificación en distribuidores de abono líquido o gaseoso
- Remolques distribuidores de estiércol
- Principios generales de la fertirrigación

#### TEMA 7. MAQUINARIA DE SIEMBRA PLANTACIÓN Y TRANSPLANTE

- Objetivos de la siembra
- Dosificación de semillas y calibración de sembradoras
  - a) Sembradoras a voleo
  - b) Sembradoras en línea
  - c) Sembradoras a golpes
  - d) Sembradoras de precisión (monograno)
- Hidrosiembra
- Transplantadoras de cepellones
- Transplantadoras de árboles

## TEMA 8. MAQUINARIA DE APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS

- Calibración y dosificación en equipos de tratamientos terrestres
  - a) Mochila aplicadora de herbicidas
  - b) Turbopulverizadores
  - c) Termonebulizadores
  - d) Espolvoreadores
- Calibración y dosificación en equipos de tratamientos aéreos

## TEMA 9. MAQUINARIA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE FORRAJES

- Principios de la henificación y del ensilado
- Segadoras
- Rastrillos hileradores
- Acondicionadoras
- Picadoras
- Empacadoras
- Instalaciones de henificación
- Instalaciones de ensilado

## TEMA 10. MAQUINARIA DE PODA Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS

- Objetivos y tipos de poda
- Maquinaria manual de poda: Utensilios y motosierra
- Maquinaria de poda mecánica
- Plataformas de asistencia a la poda
- Astilladoras
- Empacadoras de residuos de poda
- Sistemas de organización de recogida
- Valorización de los residuos de poda agrícolas y forestales como materia prima industrial o biocombustible

## TEMA 11. MAQUINARIA DE RECOLECCIÓN

- Cosechadora de cereales o de granos (trigo, cebada, avena, arroz, lentejas, judías, guisantes, habas, garbanzos)
- Cosechadora de mazorcas (maíz y sorgo)
- Recolección de frutos
  - a) Vibradoras: Olivo, almendra, nuez, fruta para industria (melocotones, albaricoques, ciruelas)
  - b) Maquinaria para asistencia a recolección manual de fruta para consumo en fresco
- Vendimiadoras
- Recolección de hortalizas (espárragos, melones, cebollas, patatas)

## TEMA 12. MAQUINARIA DE POSTCOSECHA PARA ACONDICIONADO DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN FRESCO

- Objetivos de la confección
- Proceso de maduración y conservación: implicaciones industriales
- Línea de confección de fruta

## TEMA 13. MAQUINARIA DE ORDEÑO

- Elementos de una sala de ordeño y regulación
- Tipos de organización

## TEMA 14. ECONOMÍA DE LA MECANIZACIÓN

- Análisis de costes de la maquinaria
- Análisis de inversión

## TEMA 15. AGRICULTURA DE PRECISIÓN

- Toma de datos por teledetección
- Toma de datos Lidar
- Sistema tridimensional 3D con estación total robotizada.
- Sistema 3D-GPS diferencial
- Sistema 3D-GPS milimétrico
- Sistema 3D-GPS inercial
- Sensores

Se realizarán ocho prácticas

### PRÁCTICA 1: PARTES DEL MOTOR

Los objetivos de la presente práctica son:

- Conocer los principios de funcionamiento del motor dentro del tractor.
- Identificar los elementos de un motor.
- Conocer el ciclo de un motor de cuatro tiempos y de uno de 2 tiempos.
- Entender el funcionamiento del movimiento biela-manivela.
- Entender el funcionamiento del sistema de distribución.

La práctica se desarrollará en el taller de prácticas. El material necesario para su realización es el siguiente:

- Maqueta seccionada del motor de 4 tiempos
- Piezas sueltas:
  - o Culatas
  - o Pistón y segmentos

- Bielas
- Cigüeñal
- Árbol de levas
- Correa de distribución
- Varillas empujadoras
- Árbol de balancines
- Bastidores de motor diesel y gasolina
- Maqueta motor de dos tiempos
- Maqueta motor de arranque
- Inyectores y bujías
- Tractor seccionado

### Procedimiento

Primeramente se situará el motor en el tractor (tractor seccionado). A continuación se identificarán los diferentes elementos de un motor de cuatro tiempos (piezas) Posteriormente se identificarán los elementos en el motor seccionado y se procederá a reconocer en éste el ciclo del motor de cuatro tiempos, el funcionamiento biela-manivela y la distribución. Con las piezas y la maqueta del motor de dos tiempos se identificarán los elementos y se observará el ciclo del motor.

### PRÁCTICA 2: CIRCUITOS COMPLEMENTARIOS

El motor de combustión interna utiliza la energía química del combustible para mover el cigüeñal. En la práctica 1 hemos visto los elementos del motor. Para su buen funcionamiento se necesitan otros sistemas complementarios. En esta práctica se estudia el sistema de admisión de aire que se encarga de introducir la cantidad de aire limpio necesaria; el sistema de alimentación que se encarga de dirigir el combustible (gasóleo) hasta los inyectores, para su inyección en la cámara de combustión; el sistema de refrigeración que se encarga de reducir las altas temperaturas producidas que dañarían el motor; el sistema de lubricación que se encarga de distribuir una fina película de aceite entre las piezas que están en rozamiento; finalmente el alternador que transforma la energía mecánica en energía eléctrica que acumula en la batería y el motor de arranque transforma la energía eléctrica de la batería en energía mecánica para empezar a girar el cigüeñal antes de la primera combustión en el arranque.

Los objetivos de la presente práctica son identificar los elementos y describir el funcionamiento del:

- Sistema de admisión de aire
- Sistema de alimentación
- Sistema de refrigeración
- Sistema de lubricación
- Sistema eléctrico, junto sistema de encendido de un motor de encendido provocado.

El material necesario para desarrollar la práctica es el siguiente

General:

- Maqueta seccionada del motor de 4 tiempos
  - Bastidores de motor diesel y gasolina
  - Tractor seccionado
  - Maqueta motor de dos tiempos
- 
- Sistema de admisión de aire
    - Filtros de aire seco
    - Filtros de aires en baño de aceite
    - Carburador
    - Turbo
    - Colectores
  
  - Sistema de alimentación
    - Inyectores y bujías
    - Maqueta de sistema de alimentación por inyección
    - Filtros de combustible
  
  - Sistema de refrigeración
    - Radiador (si puede ser seccionado)
    - Bomba de agua despiezada
    - Termostato en vaso de precipitados en estufa
  
  - Sistema de lubricación
    - Latas de diferentes tipos de aceite
    - Bomba de aceite despiezada

- Sistema eléctrico
  - Maqueta de circuito de encendido de bujías
  - Maqueta Alternador
  - Maqueta Dinamo
  - Cajas de regulador de intensidad-voltaje-disyuntor
  
- Motor de arranque
  - Maqueta motor de arranque

#### Procedimiento

Primeramente se situarán los distintos sistemas en el motor del tractor (tractor seccionado). A continuación se identificarán los diferentes elementos del sistema de admisión de aire, estableciendo la relación existente entre ellos durante el funcionamiento. Seguidamente se describirá el circuito de los elementos del sistema de alimentación mediante la maqueta del sistema de alimentación de un motor diesel y sobre el propio tractor. Después se identificarán los elementos del sistema de refrigeración y se realizará el ensayo con el termostato. Se identificarán los elementos del sistema de lubricación. Finalmente se mostrarán los elementos del sistema eléctrico y se explicará con su función.

#### PRÁCTICA 3: ENSAYO DE POTENCIA

Esta práctica va orientada a la determinación de las curvas características del motor. Estas curvas de potencia, par motor y consumo específico en función de la velocidad de giro, permiten conocer las prestaciones de los motores, su selección y comparación. Éstas se obtienen mediante un freno dinamométrico que permite aplicar un par resistente al giro del motor de forma regulable. Junto con el par se mide la velocidad de giro y por tanto la potencia. Mediante un caudalímetro se conoce en cada instante el consumo horario de combustible.

Los objetivos de la presente práctica son:

- Conocer la metodología de ensayo de motores y determinación de sus curvas características
- Interpretar la información de dichas curvas en relación con las prestaciones y el rendimiento del motor del tractor.
- Presentar ensayos complementarios: nivel de ruidos y nivel de humos.

El material a utilizar para la práctica será:

- Freno dinamométrico
- Caudalímetro
- Sonda termométrica
- Tacómetro digital
- Barómetro
- Sonómetro digital
- Higrómetro
- Termómetro
- Medidor de humos (colorímetro u opacímetro)

#### Procedimiento

Primeramente se utilizará el caudalímetro para medir consumo de combustible (l/h) en vacío. Seguidamente, en aceleración máxima se pondrá en funcionamiento el freno dinamométrico para medir la potencia y las revoluciones de la toma de fuerza (tdf). Mediante el tacómetro se tomará la medida de velocidad de giro del cigüeñal para una velocidad determinada de la tdf medida directamente por el freno dinamométrico. A partir de los valores tomados se determinará la relación de velocidades entre el motor y la tdf. Se irán accionando los mandos del freno dinamométrico, aumentando progresivamente la potencia y bajando la velocidad de giro de la tdf. A su vez se irá midiendo el consumo de combustible. Esta operación se repetirá para aceleración media y baja. Con los datos registrados se calcularán las curvas características de potencia (N), par motor (Nm) y consumo específico (g/kW.h), en función de la velocidad de giro del motor.

#### PRÁCTICA 4: MAQUINARIA PARA PREPARACIÓN DEL SUELO

Los objetivos de esta práctica son los siguientes

- Conocer los elementos el enganche tripuntal de los tractores agrícolas
- Cálculo del radio de la rueda del tractor a partir de la nomenclatura del neumático.
- Identificar los elementos que constituyen los arados de vertedera
- Realizar las regulaciones de nivelación transversal y longitudinal de estos aperos
- Medir la anchura de trabajo de los arados de vertedera y de disco

- Identificar los componentes de los subsoladores
- Conocer los componentes constitutivos de las fresadoras, elementos de corte y transmisión
- Aplicar la metodología para medir el resbalamiento del tren de rodaje
- Conocer las implicaciones de las posiciones de control de carga y control de profundidad en el enganche tripuntal

Los materiales necesarios para la ejecución de la práctica son los siguientes

#### Máquinas:

- 3 Tractores
- Subsolador
- Arado de vertedera
- Arado de disco
- Grada excéntrica
- Fresadora

#### Instrumentos:

- Cinta métrica de 50 metros
- Flexómetro
- Cronómetro
- Jalones
- Tiza
- Pizarra *Vileda* transportable, rotulador y borrador

#### Procedimiento

Se realiza la identificación de los elementos del enganche tripuntal del tractor. Posteriormente se realiza la demostración de una operación de enganche y desenganche de aperos suspendidos, con las operaciones de aplomo y nivelación transversal. Se calcula el radio de la rueda a partir de la nomenclatura del neumático y se comprueba con la medición realizada con flexómetro. Se identifican los elementos del subsolador, arado de vertedera y fresadora. Se realiza medición de la anchura de trabajo de estos tres aperos. Se realiza una demostración del pase con cada uno de ellos, analizando la operación que se realiza sobre el suelo. Para la medición del resbalamiento se fijan dos jalones separados una distancia determinada. Se

realizan tres pases de tractor con el subsolador entre los jalones a una marcha fija y al mismo número de revoluciones. El primer pase con el apero levantado, el segundo pase con el apero trabajando con el enganche en control de profundidad, un tercer pase con el apero trabajando con el enganche en control de carga. La distancia real recorrida por el tractor es la existente entre los jalones ( $L_{real}$ ), la distancia teórica se calcula a partir de la medición del radio de la rueda ( $R$ ) y contando el número de vueltas de la rueda ( $n_{vueltas}$ ) realizado en cada uno de los pases ( $L_{teórica}$ ). Se calcula el resbalamiento a partir de la ecuación:

$$r = \frac{L_{teórica} - L_{real}}{L_{teórica}} \cdot 100$$

$$L_{teórica} = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot n_{vueltas}$$

Se analizan las diferencias de resbalamiento cuando no se trabaja, cuando se trabaja con control de carga y con control de profundidad.

Finalmente se describen los elementos constituyentes del arado de discos y de la grada excéntrica

## PRÁCTICA 5: MAQUINARIA PARA APLICACIÓN DE ABONOS

Los objetivos de esta práctica son los siguientes:

- Identificar los elementos de una abonadora centrífuga
- Determinar el gasto producido para distintas posiciones de trampilla de salida de la tolva (kg de abono emitido/min)
- Determinación de la distribución transversal de abono emitido, del ancho óptimo de trabajo.
- Realizar una tabla de dosificación para distintas velocidades de trabajo y posiciones de trampilla

Los equipos necesarios para la práctica son los siguientes

Máquinas:

- Abonadora pendular
- Abonadora centrífuga

Instrumentos:

- Flexómetro
- Cronómetro
- Cubeta grande para descarga de abono
- Lona cubre abonadora para recogida de abono en la cubeta
- Dinamómetro
- Capazos para pesar el abono
- 4 Jalones
- Bandejas
- Cubetas pequeñas para recogida del abono de las bandejas
- Balanza
- Pizarra *Vileda* transportable, rotulador y borrador

#### Materiales

- Abono granulado

#### Procedimiento

Se identifican los elementos de las abonadoras centrífugas, regulación y transmisión. Se llena la tolva de la abonadora de un abono granulado con granulometría y densidad conocida. Para realizar la tabla de calibración de la máquina se realizan dos ensayos. Primero la determinación del gasto para cada una de las posiciones de trampilla de salida de abono de la tolva. Se coloca una lona alrededor de la máquina y una cubeta grande abarcando el diámetro de la lona, se cronometran 20 segundos de emisión de abono para cada una de las posiciones de la trampilla. Con ello se determina el gasto, kg de abono que se emite de la abonadora por unidad de tiempo. Posteriormente se realiza un segundo ensayo para la determinación de la distribución transversal de emisión y anchura de trabajo óptima. Se colocan dos filas de cubetas transversalmente a la dirección de avance del tractor. Se realizan dos pases de abonadora, de forma que el abono emitido cae sobre las cubetas. Con ello se obtiene la distribución transversal de un pase. Para distintas anchuras de trabajo se determina la distribución transversal teniendo en cuenta el solapamiento y se calcula el coeficiente de variación. Se calcula la anchura con coeficiente de variación mínimo. No obstante, se considera una anchura de trabajo aceptable aquella cuyo coeficiente de variación sea menor al 15%. Habiendo determinado el ancho de trabajo (A) se realiza una tabla de dosificación que indica los kg de abono emitido por hectárea para distintas posiciones de trampilla (Gasto, G) y velocidad de avance (V).

$$\text{Dosis (kg de abono/ha)} = \frac{G(\text{kg abono/min})}{V(\text{km/h}) \cdot A(\text{m})} \cdot \frac{60\text{min}}{1\text{h}} \cdot \frac{10000\text{m}^2}{1\text{ha}} \cdot \frac{1\text{km}}{1000\text{m}}$$

## PRÁCTICA 6: MAQUINARIA DE SIEMBRA

Los objetivos perseguidos en esta práctica son:

- Identificar los elementos constituyentes de las sembradoras de líneas y monograno
- Diferenciar los tipos de dosificador de las sembradoras monograno
- Regular la dosificación de las sembradoras en líneas y monograno
- Construir una tabla de dosificación a partir de las distintas posiciones de la trampilla de abertura de salida de las sembradoras en líneas.
- Determinar las semillas por metro lineal sembradas por sembradoras monograno

Esta práctica se realizará en laboratorio taller donde se disponen los siguientes equipos:

Máquinas:

- Sembradora en líneas
- Maqueta sembradora plato inclinado
- Maqueta sembradora de cucharillas
- Maquetas sembradora monograno
- Maqueta sembradora neumática

Instrumentos

- Flexómetro
- Peso
- Cubetas
- Balanza

Materiales

- Semillas

Las maquetas utilizadas están compuestas por cuerpos de sembradoras de precisión montados sobre bastidores de modo que la rueda de accionamiento toca una cinta móvil que se desplaza al girar una manivela. Accionando la manivela la rueda pone en funcionamiento el sistema de transmisión que termina en los discos dosificadores. Las tolvas y mecanismos de dosificación

están sobre elementos transparentes para visualizar el sistema recogida de semilla y su liberación de las semillas al suelo.

### Procedimiento

La práctica se desarrolla en varias fases. Inicialmente se trabaja con la sembradora en líneas. Se identifican sus elementos, radio de la rueda de accionamiento ( $R$ ) y se procede a la calibración. Estando la tolva llena de semillas y la sembradora levantada se gira la rueda de accionamiento un número de vueltas fijo para las distintas posiciones de trampilla de salida de la semilla. Se recogen las semillas liberadas detrás de cada reja abresurcos para cada grado de abertura, y se calcula la masa de semillas sembradas en cada línea por metro lineal avanzado por la máquina y por hectárea, realizando una tabla de dosificaciones.

$$\text{Dosis en cada línea} \left( \frac{\text{kg semillas}}{\text{m}} \right) = \frac{G(\text{kg semillas})}{2\pi R \cdot n^\circ \text{ vueltas}}$$

$$\text{Dosis} \left( \frac{\text{kg semillas}}{\text{ha}} \right) = \frac{\text{Dosis en cada línea (kg semillas/ m)} \cdot 10000 \text{ m}^2}{A \text{ (m)}} \cdot \frac{1}{1 \text{ ha}}$$

Posteriormente se trabaja con las maquetas de los cuerpos de los distintos tipos de sembradoras monograno. En todos ellos se identifican los componentes, su función y el tipo de elemento dosificador. Después se procede a la calibración identificando el coeficiente de transmisión entre la rueda de accionamiento y el giro del elemento dosificador para distintas combinaciones de engranajes o poleas. A partir del coeficiente de transmisión de cada una de las marchas se calcula el número de semillas emitido por el cuerpo en un metro de avance del mismo, y la distancia entre semillas, inversa del parámetro anterior.

$$i = \frac{n^\circ \text{ de vueltas rueda de accionamiento}}{n^\circ \text{ de vueltas dosificador}}$$

$$\text{Dosis} \left( \frac{\text{semillas}}{\text{m}} \right) = \frac{1}{i} \cdot \frac{n^\circ \text{ de aloamientos de semilla en el dosificador}}{2\pi R}$$

Donde  $R$  es el radio de la rueda de accionamiento.

## PRÁCTICA 7: APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS

Los objetivos de esta práctica son los siguientes:

- Identificar los elementos de la mochila herbicida, pulverizador hidráulico de barra, pulverizador hidroneumático
- Aplicar la metodología de calibración de un equipo de pulverización
- Conocer la metodología para conocer el recubrimiento y distribución del tamaño de gotas

Los equipos utilizados en la práctica serán los siguientes:

Máquinas:

- Pulverizador hidroneumático
- Pulverizador hidroneumático pulpo
- Mochila herbicida
- Mochila con pulverizador mecánico
- Maquetas seccionadas de los diferentes tipo de bomba
- Pistolas de pulverización
- Caja de diferentes tipos de boquillas
- Diferentes tipos de filtros: de aspiración, sectoriales etc.
- Pizarra *Vileda* transportable, rotulador y borrador

Instrumentos:

- Comparador de manómetros
- Mangueras con pezoneras para las boquillas
- Caudalímetros
- Manómetros adaptados para las boquillas
- Cronómetro
- Anemómetro
- Sonómetro

Materiales

- Papel hidrosensible

## Procedimiento

Se demuestra el funcionamiento de la mochila herbicida. Posteriormente se muestran los elementos del pulverizador hidráulico e hidroneumático: depósito con los tipos de indicadores de nivel, tipos de bombas, filtro e aspiración e impulsión, reguladores, filtros sectoriales, tipos de boquillas y ventiladores axiales y radiales (en caso de los equipos hidroneumáticos). Para la calibración del equipo hidráulico se coloca un manómetro en la salida de una de las boquillas, recogiendo el líquido desalojado por el resto de boquillas durante un determinado tiempo a presiones diferentes. De esta manera se calcula el caudal emitido en función de la presión. Y se realiza una tabla de calibración en función del caudal (Q), ancho de trabajo (A) y velocidad de avance (V).

$$\text{Dosis (l/ha)} = \frac{Q(\text{l/min})}{V(\text{km/h}) \cdot A(\text{m})} \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{10000 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}} \cdot \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}}$$

Para conocer la metodología a emplear para conocer el recubrimiento y distribución del tamaño de gotas en el pulverizador hidroneumático se colocan papeles hidrosensibles en distintas posiciones de los árboles, en el haz y en el envés de las hojas. Se realizan pases a distintas velocidades de ventilador y presión. Posteriormente se analizan las imágenes de las marcas dejadas en los papeles.

## PRACTICA 8: PROPIEDADES FÍSICAS DE PRODUCTOS HORTOFRUTÍCOLAS EN RELACIÓN CON SU MANEJO MECÁNICO

Para poder mecanizar los procesos de cosecha y poscosecha de los productos hortofrutícolas es necesario conocer su comportamiento basado en sus propiedades físicas. Dimensiones, propiedades mecánicas y otras propiedades condicionan la forma de trabajar de los equipos.

Objetivo de la práctica:

- Estudiar los parámetros que definen las propiedades físicas de distintos productos hortofrutícolas, para poder determinar su comportamiento en la mecanización de la cosecha y poscosecha.
- Observar el comportamiento de los productos tras su recolección según el tipo de almacenamiento. Establecer un protocolo para la observación de daños después del tratamiento en recolección y pos-recolección.

- Establecer un procedimiento para estimar la susceptibilidad a daños de los productos.

Los materiales utilizados en la práctica serán los siguientes

Material vegetal:

- Frutos: manzana, pera, plátano, uva
- Material de laboratorio:
- Dispositivo de medida de volumen
- Papel milimetrado
- Balanza
- Calibre

Equipos

- Penetrómetro manual
- Penetrómetro de punción
- Refractómetro de estimación de azúcares
- Sondas de temperatura/humedad
- Registrador de temperatura y humedad
- Cámara frigorífica
- "Fruto" electrónico
- Ordenador

Procedimiento

La práctica se desarrollará en tres fases

- Medida de los atributos físicos de la fruta

Tabla 6. Descripción de los atributos físicos a medir y el material necesario.

<b>Atributo</b>	<b>Producto</b>	<b>Método de medida</b>
Peso	todos los productos	balanza
Calibre	todos los productos	Pie de rey
Volumen	manzana, pera, plátano	agua desalojada secciones aproximación matemática
Superficie externa	manzana, pera	papel milimetrado aproximación matemática
Firmeza	manzana, pera	penetración Magness-Taylor
Azúcares	manzana, pera	refractómetro
Forma	plátano, lechuga,, pera	Índice de forma

- Estimación de la conservación y vida en estantería del producto

Se procederá a almacenar 50 piezas de fruta dentro de almacenamiento frigorífico y fuera a temperatura ambiente. A las 0 horas, 24 horas, 48 horas y 1 semana se observará la fruta y se estimaran los daños (en número total y porcentaje).

- Comportamiento frente a impactos de la fruta, susceptibilidad a daños

Dejar caer el "fruto" electrónico a 0,5 m y a 1m, 10 repeticiones, sobre 3 superficies diferentes (suelo con tierra, estructura máquina, superficie con material amortiguador de la máquina). Se observará la fruta y se estimaran los daños (en número total y porcentaje).

### c) Planificación de la asignatura

La distribución de horas de trabajo pensadas para el aprendizaje de los contenidos tratados en las unidades didácticas se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Distribución de horas de trabajo en la asignatura de Maquinaria y Mecanización Agraria

Unidad didáctica	Trab. Presencial	Trab. no presencial
TEMA 1. INTRODUCCIÓN A LA MAQUINARIA AGRÍCOLA	3,00	4,50
TEMA 2. MOTORES ENDOTÉRMICOS ALTERNATIVOS	9,00	15,00
TEMA 3. EL TRACTOR AGRÍCOLA	3,00	5,00
TEMA 4. SELECCIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS	5,00	8,00
TEMA 5. MAQUINARIA DE PREPARACIÓN DEL SUELO	4,00	6,00
TEMA 6. MAQUINARIA DE APLICACIÓN DE ABONOS Y ENMIENDAS	4,00	6,00
TEMA 7. MAQUINARIA DE SIEMBRA PLANTACIÓN Y TRANSPLANTE	4,00	6,00
TEMA 8. MAQUINARIA DE APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS	4,00	6,00
TEMA 9. MAQUINARIA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE FORRAJES	2,50	4,00
TEMA 10. MAQUINARIA DE PODA Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS	2,50	4,00
TEMA 11. MAQUINARIA DE RECOLECCIÓN	3,00	4,50
TEMA 12. MAQUINARIA DE POSTCOSECHA PARA ACCONDICIONADO DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN FRESCO	3,00	4,50
TEMA 13. MAQUINARIA DE ORDEÑO	3,00	4,50
TEMA 14. ECONOMÍA DE LA MECANIZACIÓN	4,00	6,00
TEMA 15. AGRICULTURA DE PRECISIÓN	4,00	6,00
Examen parcial	2,00	
<b>Total horas</b>	<b>60,00</b>	<b>90,00</b>

#### d) Metodología de enseñanza-aprendizaje

##### **Presenciales**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>horas</b>
Clase magistral	Exposición de contenidos mediante presentación o explicación por parte de un profesor (posiblemente incluyendo demostraciones).	20,00
Aprendizaje basado en problemas	Enfoque educativo en el que los alumnos partiendo de problemas reales, aprenden a buscar la información necesaria para comprender dichos problemas y obtener soluciones; todo ello bajo la supervisión de un tutor.	18,00
Resolución de ejercicios y problemas	Realización por parte de los estudiantes, de cualquier tipo de ejercicios y problemas.	10,00
Laboratorio	Actividades desarrolladas en espacios especiales con equipamiento especializado (laboratorio, aulas informáticas).	12,00
<b>Total horas</b>		<b>60,00</b>

##### **Autónomas**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>horas</b>
Trabajos prácticos	Preparación de actividades para exponer o entregar en las clases prácticas.	30,00
Estudio teórico	Estudio de contenidos relacionados con las "clases teóricas": Incluye cualquier actividad de estudio que no se haya computado en el apartado anterior (estudiar exámenes, trabajo en biblioteca, lecturas complementarias, hacer problemas y ejercicios, etc.).	60,00
<b>Total horas</b>		<b>90,00</b>

e) Cronograma

A continuación se presenta el cronograma ejemplo según horario establecido para la asignatura en el curso 2010-2011.

		<b>Día</b>	<b>Hora</b>	<b>Lugar</b>	<b>Tema</b>
Semana 1	15-sep	Miércoles	15:30-17:00	Aula	Presentación de la asignatura
	15-sep	Miércoles	17:30-19:00	Aula	Tema 1. Introducción a la maquinaria agrícola
Semana 2	22-sep	Miércoles	9:30-11:30	Taller	<b>Práctica 1. Partes del motor</b>
	22-sep	Miércoles	15:30-17:00	Aula	Tema 2. Motores endotérmicos alternativos
Semana 3	22-sep	Miércoles	17:30-19:00	Aula	Tema 2. Motores endotérmicos alternativos
	29-sep	Miércoles	9:30-11:30	Taller	<b>Práctica 2. Circuitos complementarios del motor</b>
	29-sep	Miércoles	15:30-17:00	Aula	Tema 2. Circuitos complementarios del motor
Semana 4	29-sep	Miércoles	17:30-19:00	Aula	Tema 2. Circuitos complementarios del motor
	06-oct	Miércoles	9:30-11:30	Taller	<b>Práctica 3. Ensayo de potencia</b>
	06-oct	Miércoles	15:30-17:00	Aula	Tema 3. El tractor agrícola
Semana 5	06-oct	Miércoles	17:30-19:00	Aula	Tema 3. El tractor agrícola
	13-oct	Miércoles	9:30-11:30	Taller	Tema 4. Selección de equipos (potencia, estabilidad y resb.)
	13-oct	Miércoles	15:30-17:00	Aula	Tema 4. Selección de equipos (potencia, estabilidad y resb.)
Semana 6	13-oct	Miércoles	17:30-19:00	Aula	<b>Problemas</b>
	20-oct	Miércoles	9:30-11:30	Aula	<b>EXAMEN PARCIAL</b>
	20-oct	Miércoles	15:30-17:00	Aula	Tema 5. Maquinaria de preparación del suelo
Semana 7	20-oct	Miércoles	17:30-19:00	Aula	Tema 5. Maquinaria de preparación del suelo
	27-oct	Miércoles	9:30-11:30	campo	<b>Práctica 4. Maquinaria para preparación del suelo</b>
	27-oct	Miércoles	15:30-17:00	Aula	Tema 6. Maquinaria de aplicación de abonos y enmiendas
Semana 8	27-oct	Miércoles	17:30-19:00	Aula	Tema 6. Maquinaria de aplicación de abonos y enmiendas
	03-nov	Miércoles	9:30-11:30	campo	<b>Práctica 5. Maquinaria para aplicación de abonos</b>
	03-nov	Miércoles	15:30-17:00	Aula	Tema 7. Maquinaria de siembra, plantación y trasplante
Semana 9	03-nov	Miércoles	17:30-19:00	Aula	Tema 7. Maquinaria de siembra, plantación y trasplante
	10-nov	Miércoles	9:30-11:30	Taller	<b>Práctica 6. Maquinaria de siembra y trasplante</b>
	10-nov	Miércoles	15:30-17:00	Aula	Tema 8. Maquinaria de aplicación de productos fitosanitarios
Semana 10	10-nov	Miércoles	17:30-19:00	Aula	Tema 8. Maquinaria de aplicación de productos fitosanitarios
	17-nov	Miércoles	9:30-11:30	Taller/campo	<b>Práctica 7. Aplicación de productos fitosanitarios</b>
	17-nov	Miércoles	15:30-17:00	Aula	Tema 9. Maquinaria de recolección y tratamiento de forrajes
Semana 11	17-nov	Miércoles	17:30-19:00	Aula	Tema 10. Maquinaria de poda y eliminación de residuos agrícolas
	25-nov	Miércoles	9:30-11:30	Aula	<b>Problemas</b>
	25-nov	Miércoles	15:30-17:00	Aula	Tema 11. Maquinaria de recolección
Semana 12	25-nov	Miércoles	17:30-19:00	Aula	Tema 11. Maquinaria de recolección
	01-dic	Miércoles	9:30-11:30	Aula	Tema 12. Maquinaria post cosecha
	01-dic	Miércoles	15:30-17:00	Aula	Tema 12. Maquinaria post cosecha
Semana 13	01-dic	Miércoles	17:30-19:00	Aula	Tema 13. Maquinaria de ordeño
	15-dic	Miércoles	9:30-11:30	Aula	Tema 13. Maquinaria de ordeño
	15-dic	Miércoles	15:30-17:00	Aula	Tema 14. Economía de la mecanización
Semana 14	15-dic	Miércoles	17:30-19:00	Aula	Tema 14. Economía de la mecanización
	22-dic	Miércoles	9:30-11:30	Aula	Tema 15. Agricultura de precisión
	22-dic	Miércoles	15:30-17:00	Aula	Tema 15. Agricultura de precisión
					EXAMEN FINAL

## f) Evaluación

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
Pruebas escrita de respuesta abierta	Prueba cronometrada, efectuada bajo control, en la que el alumno construye su respuesta. Se le puede conceder o no el derecho a consultar material de apoyo. Examen parcial y final. En los exámenes se preguntarán cuestiones cortas, preguntas de desarrollo y problemas. Las pruebas incidirán especialmente en la comprensión y el razonamiento sobre los contenidos trabajados en las asignaturas.
Trabajo académico	Desarrollo de memorias de prácticas.

## g) Recursos

En el taller laboratorio se dispone de los siguientes elementos didácticos:

- Maquetas de elementos mecánicos
- Maquinaria agrícola para prácticas
- Máquinas seccionadas

Otros recursos utilizados son la pizarra, problemas resueltos, hojas técnicas, catálogos comerciales, diapositivas, transparencias y videos

## g) Bibliografía recomendada para el seguimiento de la asignatura

1. Márquez Delgado L. Tractores agrícolas: tecnología y utilización. Ed. Blake y Helsey SL (B&H) (España) 2012.
2. Arnal Atarés P.V., Laguna Blanca A. Tractores y Motores Agrícolas. Ed. Mundi-Prensa (España). 2000.
3. Gil Sierra J. Elementos hidráulicos en los tractores y máquinas agrícolas. Ed. Mundi Prensa. España. 1998.
4. Márquez L. Maquinaria Agrícola. Ed. Blake y Helsey SL (B&H) (España) 2004
5. Ortiz-Cañavate J. Las máquinas agrícolas y su aplicación. Ed. Mundi-Prensa (España). 2003.
6. Márquez Delgado L. Maquinaria agrícola para la recolección. Ed. Ministerior de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente Blake y Helsey SL (B&H) (España) 2014.
7. Laguna Blanca, A. Maquinaria agrícola: constitución, funcionamiento, regulaciones y cuidados. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España. 1996.
8. Linares P., Vázquez J. Maquinaria de recolección de forrajes. Ed. Mundi Prensa; MAPA. España. 1996

9. Nieto Ojeda R. Manual de la mecanización forestal. Ed. Rufino Nieto Ojeda. España. 2004.
10. Ortiz-Cañavate J. Tractores. Técnica y seguridad. Ed. Mundi-Prensa (España). 2005.
11. Srivastava A.K., Goering. C.E., Rohrbach R.P., Buclmaster D.R. Engineering Principles of Agricultural Machines. Ed. ASABE. USA. 2006
12. Witney B. Choosing and Using Farm Machines. Ed. Land Technology Ltd. United Kindom. 1988
13. Gracia C., Palau E. Mecanización de los cultivos hortícolas. Ed. Mundi-Prensa. España 1983.

## 6.2. Bioenergía forestal

En el anexo I se muestra el plan de estudios del Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural. El plan de estudios se estructura en cuatro cursos. Los dos primeros cursos son comunes a todos los alumnos. En el tercer y cuarto curso los alumnos eligen un módulo de especialización de dos posibles:

- Modulo de especialización en Gestión Forestal Sostenible
- Modulo de especialización en Industrias Forestales

La asignatura de Bioenergía Forestal (Cod. 11034) está situada en el plan de estudios en el tercer curso del módulo de especialización en Industrias Forestales. Por tanto, la presente asignatura está orientada a estudiantes, futuros profesionales, que deseen especializarse en toda la cadena productiva de biomasa y su aprovechamiento como fuente de energía.

Una gran cantidad de biomasa puede ser extraída de la gestión de los montes y de la agricultura, especialmente de cultivos energéticos o residuos procedentes de operaciones de poda, renovación de plantaciones o restos de cosecha. La cadena del aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía comprende tres escalones:



La formación del Ingeniero Forestal e Ingeniero Agrónomo, hace que sea un profesional capaz de ser líder en cualquiera de estas etapas, pero son los especialistas idóneos en las dos primeras.

El objetivo de esta asignatura será enseñar qué tipos de biomasa pueden ser destinados a usos energéticos; donde se originan; mostrar la tecnología y sistemas de cosecha, transformación y transporte; establecer parámetros de predicción que posteriormente pueden ser aplicados a los inventarios de biomasa con destino energético o sistemas de información geográfica; definir las características de la biomasa obtenida en base a su potencial energético o industrial; análisis de la logística para el abastecimiento; definición de la tecnología que permite mejorar la calidad energética de estos materiales, analizar los procesos y realizar proyectos de sistemas de transformación de biomasa en biocombustibles. Esto permitirá orientar mejor a los profesionales en vistas a la promoción del uso energético de la biomasa; evaluar cuales son los potenciales de biomasa en el ámbito forestal y agrícola; definir la tecnología apropiada para la extracción de biomasa potencial que todavía no ha sido utilizada.

a) Competencias desarrolladas en la asignatura

Tras el curso de bioenergía los alumnos deben ser capaces de:

1. Planificar la producción de materias primas para la obtención de biocombustibles
2. Planificar la cosecha o recogida de biomasa como materia prima de biocombustibles
3. Organizar el abastecimiento y logística de la biomasa
4. Evaluar rendimientos energéticos de una instalación de generación de potencia a partir de la combustión de biomasa
5. Introducirse en la producción de cultivos energéticos oleaginosos o azucareros
6. Conocimiento de las bases para la realización de proyectos de instalaciones de transformación de biomasa en biocombustibles

En la asignatura se trabajan todas las competencias transversales de la UPV en cierto grado, pero se pone especial atención en el desarrollo de dos en las que la asignatura actúa de punto de control:

## 7. CT-03. Análisis y resolución de problemas.

Los problemas vinculados a esta asignatura requiere el dominio de distintas disciplinas, tales como agronomía, selvicultura, maquinaria, economía, estadística, termodinámica, mecánica, química y física. Por tanto, esta asignatura es ideal para el desarrollo de esta competencia. La evaluación de la misma va vinculada a la capacidad de resolución de ejercicios semanales y en el examen final.

### b) Conocimientos previos recomendados

Para poder abordar con éxito la asignatura se recomienda que el alumno tenga como conocimientos previos los contenidos de las asignaturas siguientes del plan de estudios:

Fundamentos físicos de la ingeniería (Cod. 10773 y 10774)

Fundamentos matemáticos (Cod. 10775 y 10776)

Química general (Cod. 10777)

### c) Contenidos

#### TEMA 1: INTRODUCCIÓN A LA BIOMASA Y TIPOS DE BIOCOMBUSTIBLES

- Definición de biomasa, biocombustible y biocarburante
- Análisis de las fuentes de biomasa para uso energético
- Problemas contemporáneos relacionados con la bioenergía
- Tipos de transformación de biomasa para obtención de biocombustibles

#### TEMA 2: CARACTERIZACIÓN DE BIOMASA SÓLIDA

- Análisis físico
- Análisis elemental
- Análisis proximal
- Análisis estructural
- Análisis termogravimétrico
- Fermentabilidad

#### TEMA 3: SISTEMAS DE CUANTIFICACIÓN E INVENTARIACIÓN DE BIOMASA AGRÍCOLA Y FORESTAL

- Cuantificación de biomasa forestal
- Cuantificación de biomasa de árboles frutales
- Cuantificación de biomasa arbustiva
- Cuantificación de biomasa vinculada a la producción de otros recursos
- Métodos de cuantificación biomasa mediante teledetección

#### TEMA 4: SISTEMAS DE RECOLECCIÓN DE BIOMASA AGRÍCOLA Y FORESTAL Y PRETRATAMIENTO

- Astilladoras y Empacadoras
- Sistemas de organización de la maquinaria de recolección de biomasa
- Parámetros de evaluación de los sistemas de organización de la maquinaria de recolección de biomasa

#### TEMA 5: MODELADO DE SISTEMAS LOGÍSTICOS PARA ABASTECIMIENTO DE BIOMASA

- Técnicas de control y programación de proyectos -Pad Critical Method-
- Programación lineal en los sistemas logísticos
- Algoritmo de Ford para redes orientadas
- Algoritmo de Dijkstra
- Aplicación de mapas digitales SIG a la programación logística

#### TEMA 6: GENERACIÓN DE POTENCIA-CICLOS DE VAPOR

- Propiedades de las sustancias simples compresibles-Relación p-v-T
- Balances de materia y energía. Primer y segundo principio de la termodinámica
- Ciclo de Rankine
- Sobrecalentamiento y recalentamiento
- Ciclo regenerativo de potencia: Calentador abierto y cerrado
- Cogeneración

#### TEMA 7: INSTALACIONES TÉRMICAS

- Sistemas de funcionamiento de las calderas
- Tipología de calderas
- Cálculo de la eficiencia térmica de las calderas
- Intercambiadores de calor
- Determinación de la carga térmica necesaria en edificios
- Proyecto de instalación de calderas térmicas

#### TEMA 8: SISTEMAS DE GASIFICACIÓN

- Instalaciones de gasificación y carbonización
- Sistemas de cogeneración con gasificadores
- Turbinas de gas
- Sistemas Trof-Fisher

#### TEMA 9: TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL

- Cultivos energéticos oleaginosos
- Transformación de granos a aceite
- Refinado del Aceite
- Proceso de transesterificación
- Purificación de productos
- Proyecto de planta de producción de biodiésel

## TEMA 10. DISEÑO DE BIORREACTORES

- Cinética microbiana
- Balance de materia y energía
- Diseño sistema de aireación en procesos aerobios
- Dimensionado sistemas de agitación
- Cálculo mecánico del recipiente
- Diseño del sistema de control térmico del reactor
- Diseño del sistema control de pH
- Diseño de sistema de limpieza y esterilización

## TEMA 11: TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL

- Cultivos energéticos azucareros
- Pretratamiento para la eliminación de la lignina
- Hidrólisis de la celulosa
- Hidrólisis del almidón
- Fermentación de azúcares
- Proyecto de planta de producción de bioetanol

## TEMA 12: TECNOLOGÍA DEL BIOGÁS

- Descripción del proceso de la fermentación anaerobia: Etapas, materias primas, parámetros operativos (bacterias, temperatura, pH, tiempo de retención, productividad)
- Tecnología-instalaciones

Los temas vienen asociados a las siguientes prácticas

### PRÁCTICA 1. POTENCIALES CALORICOS POR OXIDACIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

Los biocombustibles son productos energéticos procedentes de la transformación de la biomasa. Éstos pueden ser sólidos (como las astillas, pélets o carbón vegetal), líquidos (como el etanol o biodiésel), o gaseosos (como el biogás, o el gas obtenido por gasificación). El aprovechamiento energético de los biocombustibles depende directamente del calor desprendido en su combustión (oxidación). El objetivo de esta práctica es determinar el poder calorífico de distintos biocombustibles, y la relación que tiene el poder calorífico con su composición.

Objetivo de la práctica:

- Saber aplicar los protocolos de determinación del poder calorífico superior e inferior de biocombustibles
- Estudiar la relación entre el poder calorífico y la composición de los biocombustibles

- Cálculo de la cantidad teórica de oxígeno necesaria para la combustión del biocombustible

Los instrumentos y materiales utilizados en la práctica serán los siguientes

#### Equipos

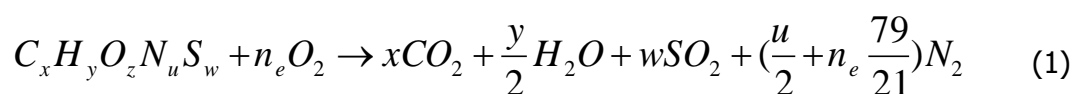
- Calorímetro adiabático
- Analizador elemental TRUNSPEC de la marca Leco
- Balanza de precisión
- Estufa de secado
- Triturador de muestras

#### Material

- Madera de naranjo
- Madera de vid
- Carbón vegetal
- Paja de cereal
- Pélets comerciales

#### Procedimiento

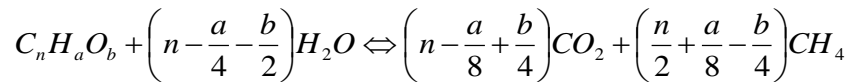
Mediante la estufa de secado se eliminará el agua de los distintos materiales, dejándolos a temperatura de 105°C hasta peso constante. Los materiales serán triturados mediante el triturador en partículas de pocos milímetros. Mediante la balanza de precisión se pesará dos muestras de cada uno de los materiales. Una de las dos muestras será introducida en el calorímetro y la otra en el analizador elemental. El calorímetro proporciona el poder calorífico superior e inferior de la muestra (J/kg). El analizador elemental proporciona el porcentaje de C, N, H, O y S de la muestra. Se estudia la correlación entre el poder calorífico y el porcentaje de estos elementos. Posteriormente se calcula la cantidad de oxígeno teórico necesaria para la combustión de los distintos biocombustibles. Este parámetro es básico en el diseño de los equipos de combustión de la biomasa. Si como resultado del análisis elemental se determina la composición de la biomasa y resulta la fórmula empírica  $C_xH_yO_zN_uS_w$ , la ecuación química que refleja la combustión teórica será según la ecuación 1:



Donde  $n_e$  es el número estequiométrico de moles de  $O_2$  y es igual a:

$$n_e = x + \frac{y}{2} + w - \frac{z}{2}$$

En caso de biomasa susceptible de fermentación anaerobia se calcula a partir de de la composición elemental, la cantidad de metano pontencial resultante de la fermentación, mediante:



Y en consecuencia puede predecirse el poder calorífico potencial del gas.

## PRÁCTICA 2. PRACTICA INFORMATICA. MÉTODOS DE CUANTIFICACIÓN DE BIOMASA CON DATOS LIDAR

Objetivo de la práctica:

Determinar distintos estadísticos de las alturas de los puntos LIDAR existentes en una parcela que se podrían relacionar con la cantidad de biomasa

Los estadísticos son la altura máxima, mínima, media, mediana, percentiles , desviación típica y coeficientes de asimetría y curtosis

Materiales:

- Software FUSION Version 3.30
- Software QGIS
- First\_Gandia\_ETRS89\_000008.las: datos LiDAR en formato LAS correspondiente al primer pulso de la zona de estudio 2
- Last\_Gandia\_ETRS89\_000008.las: datos LiDAR en formato LAS correspondiente al último pulso de la zona de estudio 2.
- Shapes: Parcela1, Parcela2, Parcela3, Parcela4, Parcela5 y Parcela 6.
- Imagen 0503.tif: ortofoto de la zona de estudio.
- Fichero polyclipadata\_parcelas.xls.
- Fichero procesos.doc: Contiene las órdenes a ejecutar en cada uno de los pasos seguidos en la presente práctica en el programa FUSION.

Tanto el programa FUSION como el QGIS son softwares gratuitos que se pueden descargar de internet. El programa FUSION nos permitirá hacer el tratamiento de datos LiDAR para obtener información diversa, tal como estadísticos de las alturas de los puntos. El programa QGIS nos permitirá la visualización de las distintas operaciones.

El programa FUSION ha sido desarrollado por el Forest Service del Department of Agriculture de los Estados Unidos. Para su descarga se realiza una búsqueda en cualquier explorador poniendo "FUSION LIDAR" accediendo a "FUSION Version Check", o a través del enlace:

<http://forsys.cfr.washington.edu/fusion/fusionlatest.html>

En esta página también está disponible el manual del programa y el archivo de instalación "Install File"

El programa QGIS es Un Sistema de Información Geográfica libre y de Código Abierto, también se puede buscar a través del explorador, y posteriormente acceder a "Welcome to the QGIS project!", o a través del enlace:

<http://www.qgis.org/es/site/>

## Procedimiento

Los datos LiDAR se almacenan en ficheros (.las). La obtención de los estadísticos de las alturas de los datos LiDAR existentes en una determinada parcela conlleva 5 pasos en el programa FUSION.

Paso 1. Selección de los puntos pertenecientes al suelo

Paso 2. Creación de un modelo digital del terreno DTM, donde también se calcula la altura de los puntos respecto al suelo.

Paso 3. Selección de los puntos de una zona de estudio

Paso 4. Selección de los puntos de las parcelas de estudio

Paso 5. Obtención de los estadísticos de las alturas de los puntos en cada parcela

## **Paso 1. Selección de los puntos pertenecientes al suelo**

El programa FUSION trabaja con una serie de órdenes ejecutadas desde ficheros (.bat) creados desde el Bloc de notas de Windows. La sintaxis de cada orden se puede consultar en el manual del programa. Para la creación del modelo digital del terreno, el primer paso será la selección de los puntos que pertenecen al suelo. Esto se denomina filtrado y se utilizará el comando **GroundFilter** de Fusion.

Se abre el bloc de notas de Windows y se introduce una expresión como la siguiente:

```
c:\fusion\groundfilter /gparam:-1 /wparam:1 /iterations:3 [Ruta destino de resultado] 1 [Ruta del archivo fuente]
```

La parte que está en negrita corresponde a la orden. Los parámetros "/gparam:-1 /wparam:1 /iterations:3" hacen referencia al algoritmo de filtrado a utilizar. Los corchetes hay que sustituirlos por la ruta a seguir para que el programa tome los datos Lidar origen y la ruta para que cree el archivo resultado. Es muy importante respetar los espacios entre los caracteres. El archivo fuente y el archivo resultado son ficheros (.las).

Si abrimos una carpeta en el escritorio de la computadora con nombre Practica2017, vemos el archivo fuente "Last\_Gandia\_ETRS89\_000008.las". La ruta de archivo fuente será la siguiente:

```
"C:\Users\portatil\Desktop\Practica2017\Last_Gandia_ETRS89_000008.las"
```

Lo que está en negrita es la ruta del archivo fuente: "C:\\" hace referencia al disco duro; "Users\portatil\Desktop\Practica2017\" hace referencia a las carpetas donde está ubicado el archivo; por último se coloca el nombre del archivo fuente "Last\_Gandia\_ETRS89\_000008.las"

¡Ojo! La palabra "portatil" puede ser distinta en cada computadora.

¡Ojo! El nombre de la carpeta del escritorio se ha escrito sin acentos ni espacios.

Si deseamos que el fichero resultado quede almacenado también en la carpeta del escritorio "Practica17" y que se llame Suelo, la ruta destino será la siguiente:

```
"C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Suelo.las"
```

Por tanto la orden a escribir en el Bloc de notas es la siguiente:

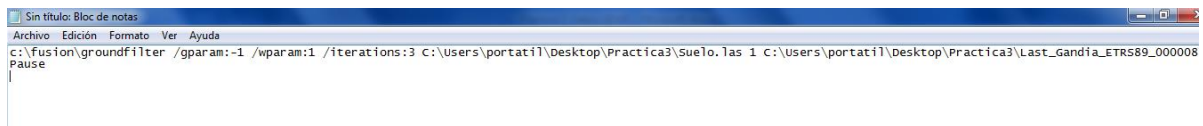
**c:\fusion\groundfilter /gparam:-1 /wparam:1 /iterations:3**

**C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Suelo.las 1**

C:\Users\portatil\Desktop\Practica2017>Last\_Gandia\_ETRS89\_000008.las

Pause

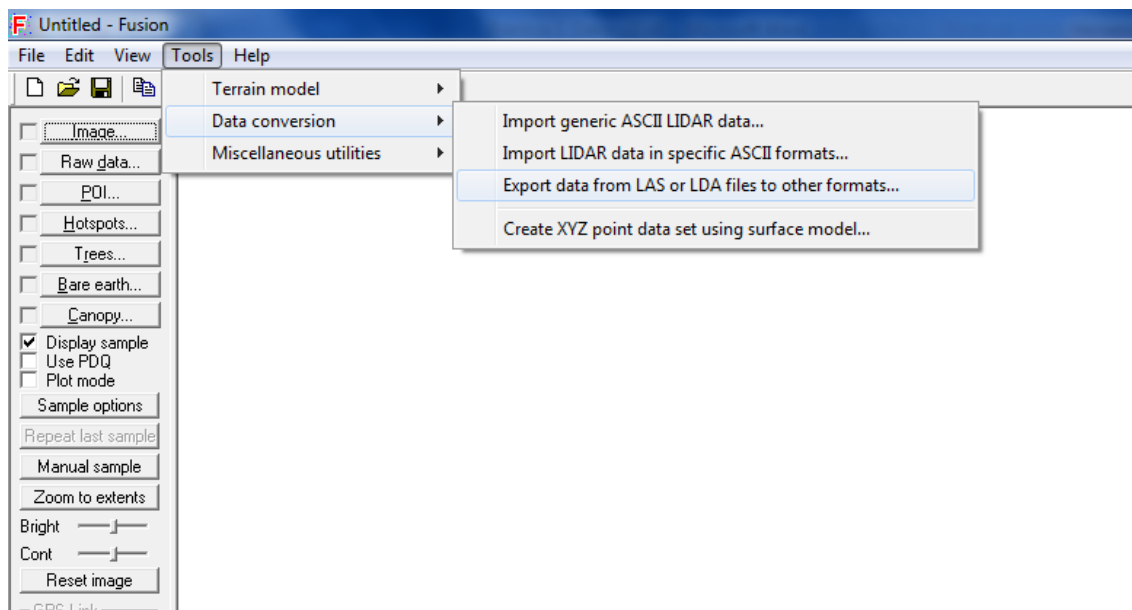
Tras la orden en el Bloc de notas, en línea separada se escribe la palabra "Pause". Para guardar como ejecutable (.bat) desde el Bloc de notas se selecciona "Guardar como", se coloca el nombre del archivo .bat, (en este caso Suelo.bat) y en tipo de documento se seleccione "Todos los archivos". Una vez creado el ejecutable se acciona para generar el archivo resultado previsto (Suelo.las).



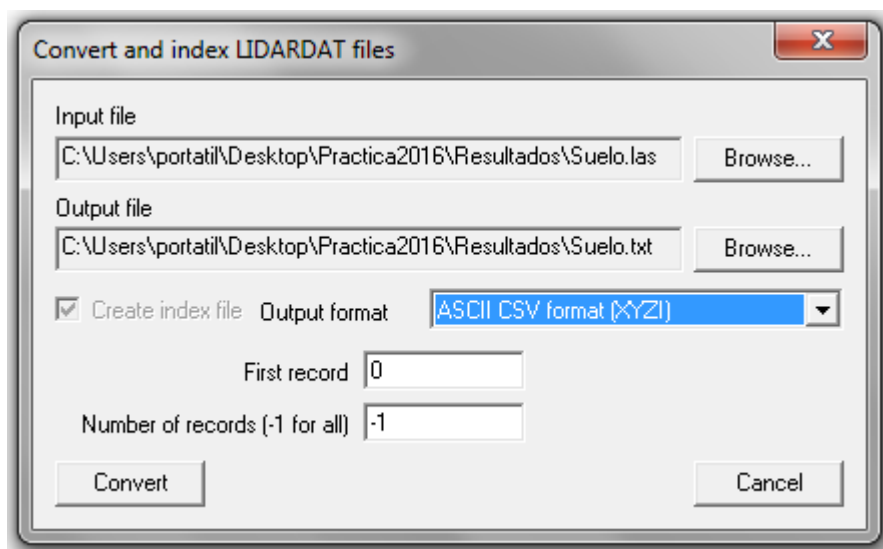
### Visualización de la operación

Con el programa QGIS se pueden visualizar los puntos LiDAR originales y los puntos LiDAR seleccionados como pertenecientes al suelo, encima de la ortofoto de la zona de estudio. Para cargar los datos LiDAR en el software de GIS hay que convertir el archivo correspondiente, originalmente con extensión (.las), a formato (.txt). Esta operación se puede hacer a través de la interface de FUSION. En la barra de herramientas se selecciona:

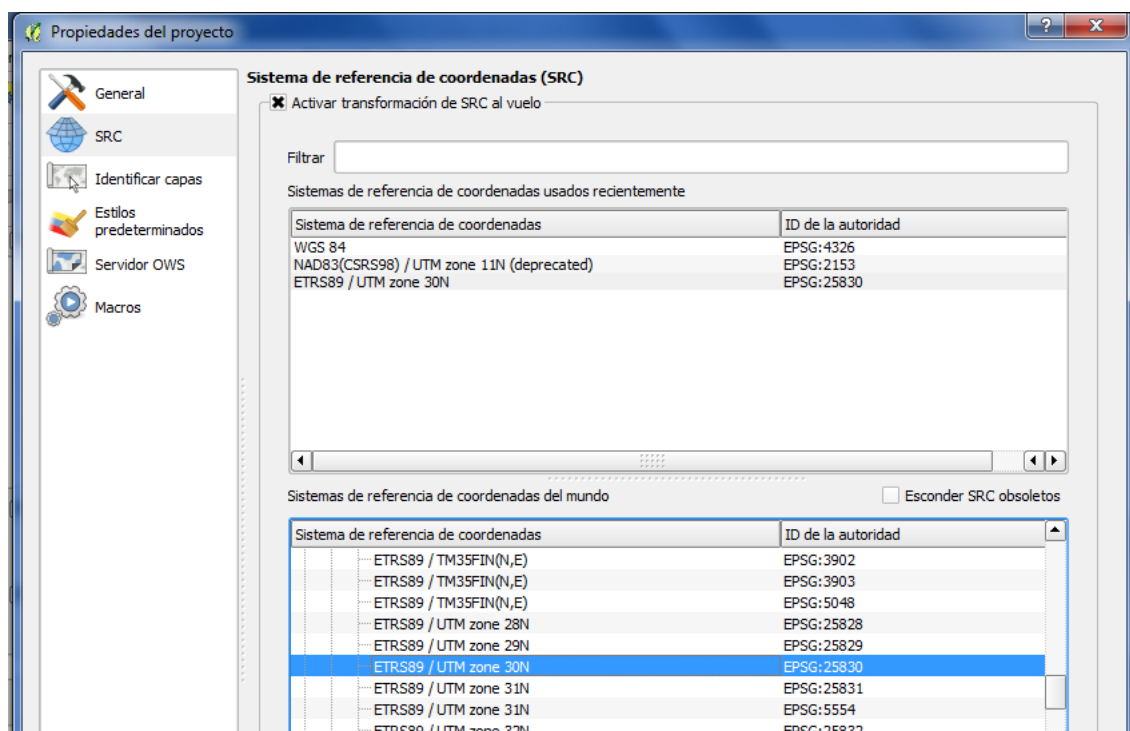
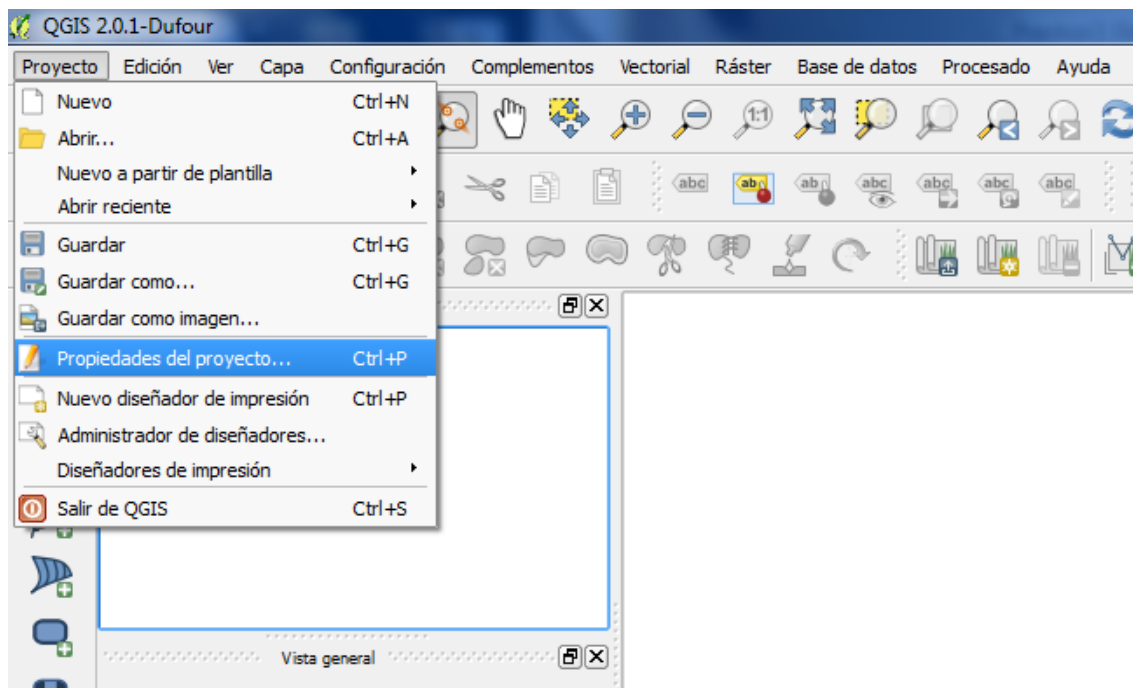
Tools> Data conversion>Export data from LAS or LDA files to other formats...



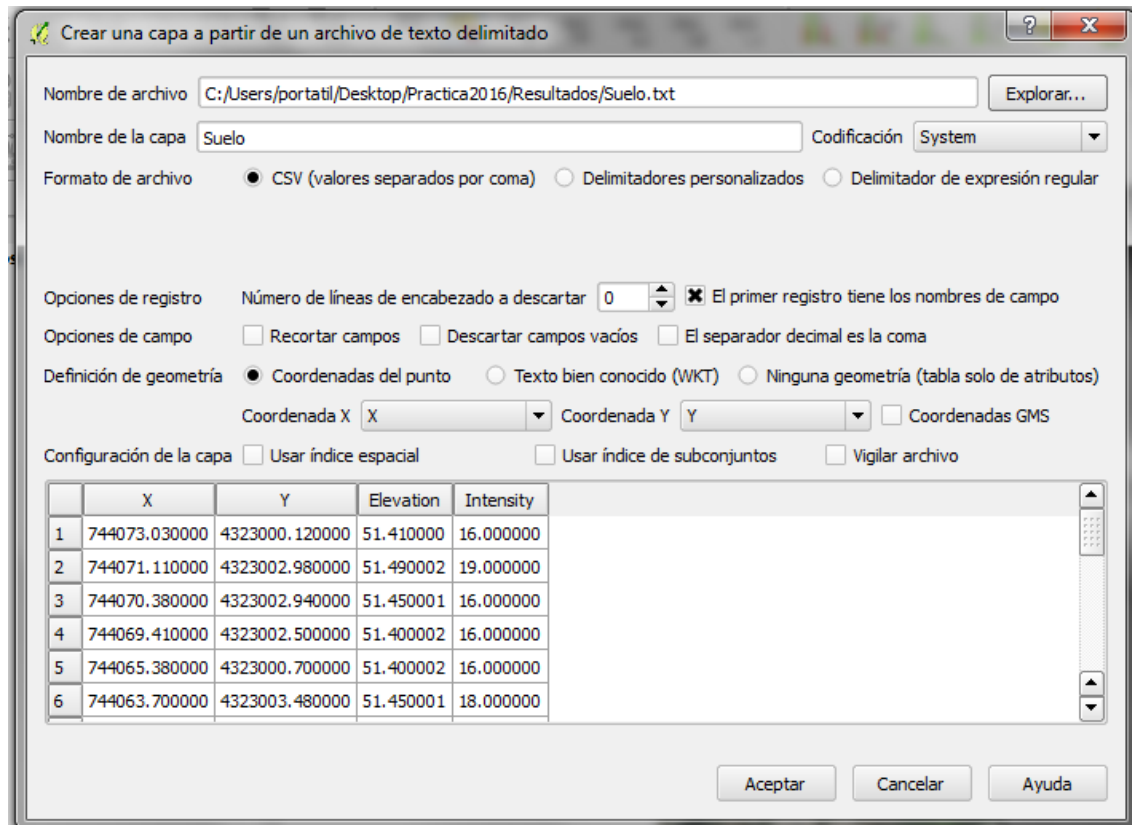
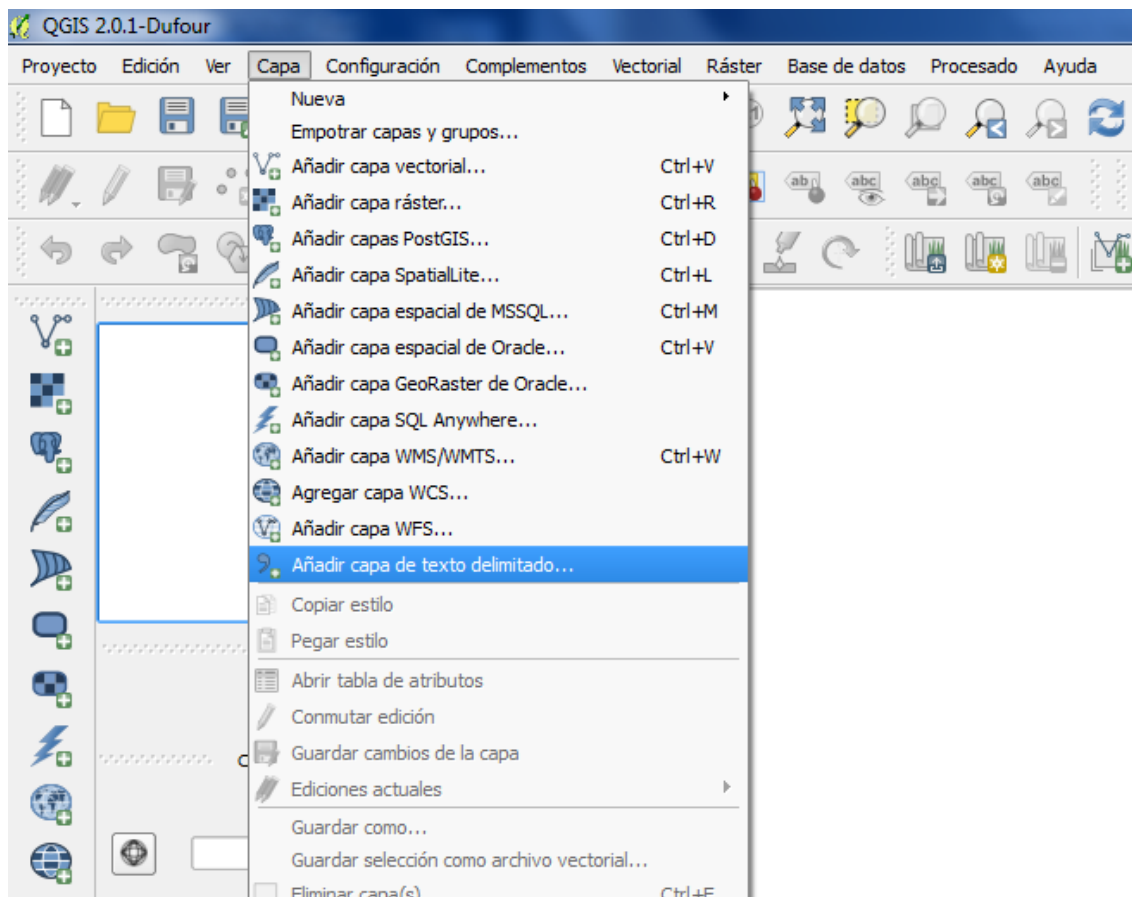
Entonces se abre la ventana donde se selecciona el archivo origen y destino, y el formato "ASCII CSV format (XYZI)"



Una vez convertido el fichero (.las) en (.txt) se abre el programa QGIS. Se abre un nuevo proyecto. En propiedades del proyecto ha de ponerse el sistema de referencia correspondiente a la zona de estudio. En caso de trabajar en la provincia de Valencia el sistema de referencia es "ETRS89 / UTM zone 30N".



Se carga la ortofoto mediante la orden "Añadir capa raster". Se carga el archivo de puntos (.txt) mediante el comando "Añadir capa de texto delimitado", que abre una ventana donde se indica el archivo origen "Puntos\_suelo.txt" y el nombre de la capa.



## Paso 2. Creación de un modelo digital del terreno DTM

Para generar el DTM a partir de los puntos seleccionados en el proceso de filtrado anterior se utilizará el comando GRIDSURFACECREATE de FUSION. Este comando calcula la diferencia de cota original de los puntos y las cotas calculadas del terreno. Esta diferencia es la altura de cada punto. La orden a escribir en el el Bloc de notas sigue la siguiente estructura:

**c:\fusion\gridsurfacecreate** [Ruta destino resultado] **1 m m 0 0 0 0** [Ruta del archivo fuente]

Lo que está en negrita corresponde a la orden. Los corchetes hay que sustituirlos por la ruta a seguir para que el programa tome los datos (.lda) generados en el paso anterior, y la ruta para que cree el archivo resultado, que estará con extensión (.dtm). Es muy importante respetar los espacios entre los caracteres.

En el código "1 m m 0 0 0 0" el **1** hace referencia al tamaño del píxel; la primera **m** hace referencia a las unidades de las coordenadas XY que se medirán en metros, la segunda **m** hace referencia a las unidades de las coordenadas Z que también se medirán en metros. Los cuatro ceros "0 0 0 0" señalan al sistema de referencia, lo cual es omitido en este caso, por carecer de interés.

Dado que el fichero fuente es el creado en el paso 1 "Suelo.las" localizado en la carpeta Practica2017 del escritorio, la ruta del archivo fuente será:

"C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Suelo.las"

El archivo resultado lo llamaremos "Elevaciones" y vamos a crearlo en la misma carpeta Practica2017 del escritorio. La extensión del fichero será (.dtm). La ruta del archivo resultado será la siguiente: "C:\Users\portatil\Desktop\Resultado2017\Elevaciones.dtm"

Por tanto la orden a escribir en el Bloc de notas es la siguiente:

**c:\fusion\gridsurfacecreate** C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Elevaciones.dtm  
**1 m m 0 0 0 0** C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Suelo.las

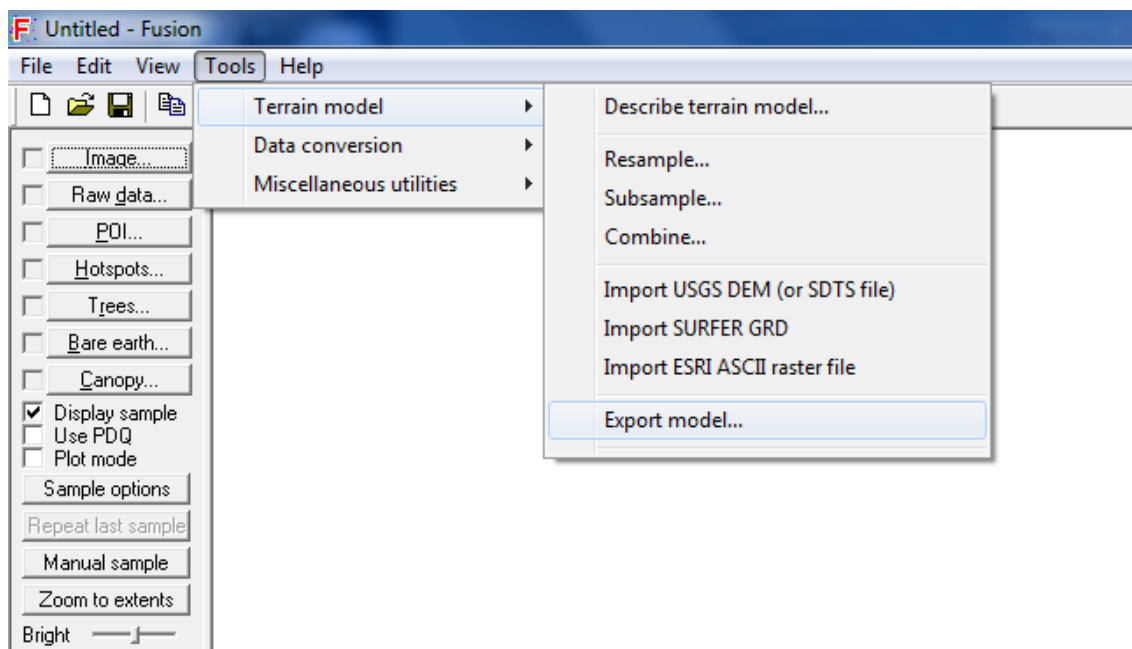
Pause

Tras la orden en el bloc de notas, en línea separada se escribe la palabra "Pause", y se guarda el fichero .bat (Elevaciones.bat), ejecutándolo para que se genere el archivo resultado esperado (Elevaciones.dtm).

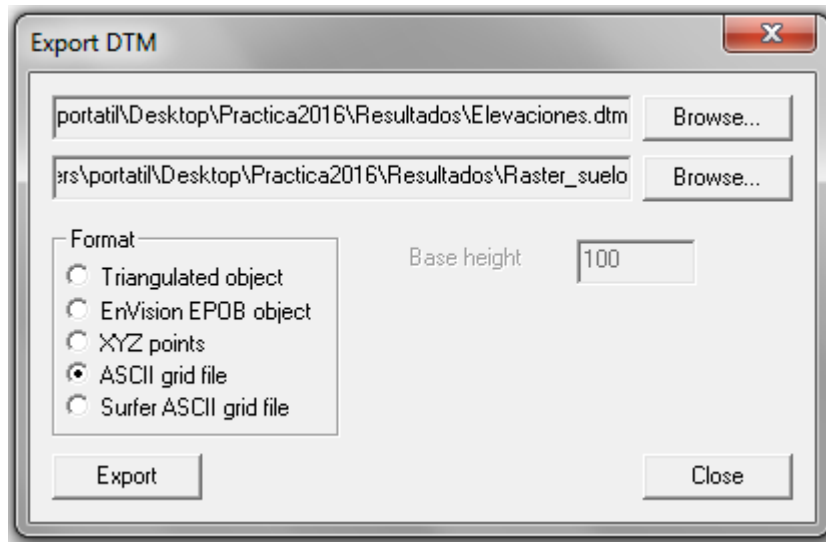
### Creación de un Raster

Un Raster es un mapa en el que cada pixel tiene un valor en un determinado campo. Un raster de los puntos LiDAR pertenecientes al suelo proporciona a cada pixel un valor de la altura. Para la rasterización de la nube de puntos LiDAR se sigue la siguiente ruta del programa FUSION. En la barra de herramientas se selecciona

Tools>Terrein model>Export model>



Entonces aparece una ventana donde se selecciona el fichero origen, el fichero destino y el formato, que debe ser "ASCII grid file". El fichero origen debe ser (.dtm).



Para visualizar el Raster se carga en el QGIS, mediante la ruta:

Capa>Añadir capa raster

Seleccionando adecuadamente el sistema de coordenadas.

### **Paso 3. Selección de los puntos de una zona de estudio**

La selección de los puntos de la zona de estudio se realiza mediante un recorte en los datos originales a partir de dos ficheros: fichero de datos originales (de segundo pulso) "Last\_Gandia\_ETRS89\_000008.las" y el fichero origen será el creado en el paso anterior, en este caso "Elevaciones.dtm". Para ello se emplea el comando CLIPADATA de FUSION. La sintaxis de la orden es la siguiente:

**c:\fusion\clipdata /shape:0 /dtm:[Ruta fichero.dtm] /height [Ruta Fichero de datos lidar original primer pulso] [Ruta datos de fichero resultado] [coordenadaX1 coordenadaY1 coordenadaX2 coordenadaY2]**

El fichero resultado que delimitará el área de estudio lo llamaremos "Area" y tiene extensión (.lda). El cuadrilátero elegido tiene como vértices opuestos las coordenadas (744066,4323316) y (744220,4323452). Por tanto la orden a escribir en el Bloc de notas es la siguiente:

**c:\fusion\clipdata /shape:0  
/dtm:C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Elevaciones.dtm /height**

C:\Users\portatil\Desktop\Practica2017>Last\_Gandia\_ETRS89\_000008.las

C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Area.las 744066 4323316 744220 4323452

Pause

Se pone la palabra "Pause". Se guardará el archivo como Area.bat, y se ejecutará. El fichero resultado "Area.las".

#### **Paso 4. Selección de los puntos de las parcelas de estudio**

El recorte de las parcelas donde se va a realizar el cálculo de los estadísticos se realizará mediante la ayuda de archivos shape de las mismas, formados sobre ortofotos en un programa de GIS. El recorte los datos del fichero original según los shapes de las parcelas se realizará con el comando POLYCLIPDATA, cuya sintaxis es la siguiente:

c:\fusion\PolyClipData [Ruta para que FUSION acceda a los shapes de las parcelas] [Ruta de donde se colocarán los ficheros resultados] [Ruta del archivo del área de estudio]

Para poner la orden en el Bloc de notas nos ayudamos del archivo de Excel: polyclipadata\_parcelas.xls. En este archivo en la columna shapes se indica la ruta para que FUSION acceda a los shapes de las parcelas; en la columna output la ruta de donde se colocarán los ficheros resultados; en la columna input se coloca la ruta del archivo del área de estudio (Area.las).

Los shapes de las parcelas los colocamos en una carpeta llamada Shapeparcelas en Practica2017. Si deseamos que los resultados se guarden en una carpeta aparte dentro de Practica2017, creamos esa carpeta y la ruta de destino de la parcela 1 se quedará como sigue:

c:\fusion\PolyClipData C:\Users\portatil\Desktop\Practica2017\Shapesparcelas\parcela1.shp  
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Parcelas\1.las  
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Area.las  
Pause

La columna donde se forman las órdenes se copian en el Bloc de notas. En línea aparte se escribe la palabra "Pause". Se guarda el fichero con el nombre de POLYCLIPDATA.bat y ejecutar este fichero.

Los ficheros resultados se generan en la carpeta Parcelas.

## **Paso 5. Obtención de los estadísticos de las alturas de los puntos en cada parcela**

En este apartado se van a calcular los estadísticos de las alturas e intensidad de los datos LiDAR incluidos en cada parcela. Cada estadístico es una variable potencial en los modelos de regresión a calcular para la estimación de variables estructurales de la vegetación por parcelas o rodales que están relacionados con la cantidad de biomasa. Para la obtención de los estadísticos se ejecutará el comando **Cloudmetrics** de **FUSION**.

Abrir el bloc de notas y escribir la siguiente expresión:

```
c:\fusion\cloudmetrics /minht:0.5 /id [Ruta de los archivos origen (*.las)] [Ruta del archivo destino (.csv)]
```

Si el archivo origen son las parcelas creadas en el paso anterior, la ruta origen será:

```
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Parcelas\*.las
```

Si el archivo resultado se va a llamar estadísticas y se va a guardar en la carpeta Parcelas, la ruta destino será la siguiente:

```
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Parcelas\estadisticas.csv
```

```
C:\fusion\cloudmetrics /minht:0.5 /id
```

```
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Parcelas\*.las
```

```
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Parcelas\estadisticas.csv
```

Guardar el fichero con el nombre de cloudmetrics.bat y ejecutar este fichero. Entonces se creará un archivo de Excel llamado Estadísticas.xls. Se abre este fichero desde el bloc de notas y guardarlo como fichero .txt. Después abrirlo en Excel. Es muy importante cambiar la configuración regional del ordenador en lo que se refiere a los símbolos utilizados en los decimales (los decimales se cambiarán a puntos y los separadores de miles a comas).

En este archivo aparecerán las estadísticas buscadas.

**NOTA:**

Todas las órdenes a ejecutar en cada uno de los pasos seguidos en la presente práctica en el programa FUSION se encuentran en el archivo "Fichero procesos.doc"

**COMANDO GROUNDFILTER**

```
c:\fusion\groundfilter /gparam:-1 /wparam:1 /iterations:3
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Suelo.las 1
C:\Users\portatil\Desktop\Practica2017\Last_Gandia_ETRS89_000008.las
Pause
```

**COMANDO GRIDSURFACE CREATE**

```
c:\fusion\gridsurfacecreate
C:\Users\portatil\Desktop\Practica2017\Resultados\Elevaciones.dtm 1 m m 0 0 0 0
C:\Users\portatil\Desktop\Practica2017\Resultados\Suelo.las
Pause
```

**COMANDO CLIPDATA**

```
c:\fusion\clipdata /shape:0 /dtm:C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Elevaciones.dtm
/height C:\Users\portatil\Desktop\Practica2017\Last_Gandia_ETRS89_000008.las
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Area.las 744066 4323316 744220 4323452
Pause
```

**COMANDO POLYCLIPDATA**

```
c:\fusion\PolyClipData C:\Users\portatil\Desktop\Practica2017\Shapesparcelas\parcela1.shp
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Parcelas\1.las
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Area.las
Pause
```

```
c:\fusion\PolyClipData C:\Users\portatil\Desktop\Practica2017\Shapesparcelas\parcela1.shp
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Parcelas\2.las
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Area.las
Pause
```

```
c:\fusion\PolyClipData C:\Users\portatil\Desktop\Practica2017\Shapesparcelas\parcela1.shp
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Parcelas\3.las
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Area.las
Pause
```

```
c:\fusion\PolyClipData C:\Users\portatil\Desktop\Practica2017\Shapesparcelas\parcela1.shp
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Parcelas\4.las
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Area.las
Pause
```

```
c:\fusion\PolyClipData C:\Users\portatil\Desktop\Practica2017\Shapesparcelas\parcela1.shp
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Parcelas\5.las
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Area.las
Pause
```

```
c:\fusion\PolyClipData C:\Users\portatil\Desktop\Practica2017\Shapesparcelas\parcela1.shp
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Parcelas\6.lda
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Area.las
Pause
```

```
C:\fusion\PolyClipData C:\Users\portatil\Desktop\Practica2017\Shapesparcelas\parcela2.shp
C:\Users\portatil\Desktop\Practica2017\Parcelas\7.lda
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Area.las
Pause
```

#### COMANDO CLOUDMETRICS

```
C:\fusion\cloudmetrics /minht:0.5 /id
C:\Users\portatil\Desktop\Resulotados2017\Parcelas\*.las
C:\Users\portatil\Desktop\Resultados2017\Parcelas\estadisticas.csv
Pause
```

### PRÁCTICA 3. VISITA EMPRESA TRABISA

La empresa TRABISA desarrolla su actividad en la recogida de biomasa agrícola y forestal para su procesado y comercialización. El sistema que utiliza en la recogida es el empacado. Los alumnos visualizarán el funcionamiento de las maquinas empacadoras identificando los elementos de trabajo y las relaciones entre los mismos. Posteriormente visitarán la planta de procesado donde se separa la biomasa de elementos indeseables y se clasifica la misma según sus dimensiones. Se analizarán los mecanismos de separación y clasificación.

### PRÁCTICA 4. ANÁLISIS DE LA APTITUD PARA LA PIRÓLISIS

La biomasa sometida a calentamiento en ausencia de oxígeno libera gases volátiles combustibles denominados gases de gasificación. La cuantificación de volátiles emitidos a distintas temperaturas se realiza a través de analizador termogravimético.

Objetivos de la práctica serán:

- Determinar la cantidad de volátiles, cenizas y humedad de biomasa solida susceptible de ser sometida a procesos de pirolisis
- Analizar la variación de peso de la biomasa en función de la temperatura sometida

Los instrumentos y materiales utilizados en la práctica serán los siguientes

## Equipos

- Analizador termogravimétrico TGA
- Balanza de precisión
- Estufa de secado
- Triturador de muestras

## Material

- Madera de naranjo
- Madera de vid
- Carbón vegetal
- Paja de cereal
- Pélets comerciales

## Procedimiento

Mediante la estufa de secado se eliminará el agua de los distintos materiales, dejándolos a temperatura de 105°C hasta peso constante. Los materiales serán triturados mediante el triturador en partículas de pocos milímetros. Mediante la balanza de precisión se pesará una muestra que se introducirá en el analizador termogravimétrico. Se obtendrá la curva de variación de peso en función de la temperatura detectando puntos de consumo de calor latente por fenómenos de hidrólisis.

## PRÁCTICA 5. VISITA EMPRESA TRAMAVE

La empresa TRAMAVE se dedica dos tipos de procesos industriales de la biomasa, por un lado lleva una línea de compostaje, y por otra parte realiza la fermentación de residuos agrícolas y ganaderos para la obtención de metano y su combustión en motores acoplados a alternadores y así producir energía eléctrica. Los alumnos identificarán los procesos desarrollados en esta empresa visualizando los reactores que dedican en cada etapa de los procesos y los elementos de control.

## PRÁCTICA 6. ELABORACIÓN DE BIODIÉSEL Y CARACTERIZACIÓN

Para la ejecución de esta práctica se emplearán dos o tres sesiones distanciadas una semana. En la primera sesión se efectúan las operaciones de obtención de biodiésel, en semanas sucesivas se realizan ensayos de caracterización.

Los objetivos de la práctica son

- Conocer la reacción de transesterificación de grasas para tener biocombustibles
- Establecer el protocolo para preparar combustible diésel a partir de aceite vegetal.
- Analizar los parámetros de caracterización del biodiésel producido

Materiales:

- Papel de filtro
- Termómetro
- Varita
- Matraz de 500 cm<sup>3</sup>
- Vaso de precipitados
- Probeta
- Bunsen
- Calorímetro
- Viscosímetro

Productos:

- Aceite nuevo de girasol
- Hidróxido de sodio
- Metanol
- Agua destilada

Procedimiento:

1. Se mide el volumen de aceite a tratar (en este caso 1 litro) y lo vertimos en un vaso de precipitados. Si la temperatura es inferior a 21°C el aceite vegetal se encuentra espeso, será necesario calentar los reactivos antes de mezclarlos.
2. En vaso aparte mezclamos 3,5 g de sosa cáustica que actuará de catalizador y 0,2 litros de metanol. Removemos la mezcla hasta que la sosa se haya disuelto en el metanol (Se produce metóxido sódico que es una sustancia tóxica que no se ha de respirar bajo ningún concepto). Vertimos el metóxido de sodio dentro del aceite vegetal.
3. Mantenemos la mezcla en agitador mecánico durante una hora, manteniéndolo a una temperatura constante de aproximadamente unos 40-50°C. Para esto lo colocamos sobre el bunsen siempre controlando la temperatura con un termómetro.
4. Dejamos que la mezcla repose durante 12 horas. Formándose dos capas de distinta densidad. Una de glicerina y otra de metilester.
5. Separamos las dos capas con la ayuda de un embudo de decantación. Dejamos que la glicerina, que aparece como una capa oscura y espesa en la parte inferior del recipiente,

se deposite en el fondo durante una semana. Se puede calentar para favorecer la evaporación del metanol no reaccionado. Se obtendrá un jabón de glicerina.

6. Luego procedemos al lavado del Biodiésel para eliminar cualquier resto de glicerina u otras impurezas. Para ello añadimos agua y agitamos. Dejamos que el agua se asiente en el fondo y desaguamos. Medimos el pH y repetimos el proceso hasta que el pH sea de 6-7.
7. Al final se ha de calentar lentamente para evaporar restos de agua.

Para caracterizar el metiléster obtenido se realizan varias pruebas. Primero se determinará el poder calorífico del metiléster en el calorímetro adiabático. Se comparará con el poder calorífico del aceite sin reaccionar y con gasóleo comercial. Como segundo parametro de caracterización de determinará la viscosidad del metiléster a través de un viscosímetro y este parámetro se volverá a comparar con la viscosidad del aceite natural y con gasóleo comercial. Como tercer parámetro de caracterización de determinará el índice de yodo, mediante valoración.

#### d) Planificación

Tabla 8. Distribución de horas de trabajo en la asignatura de Bioenergía forestal

Unidad didáctica	Trab. Presencial	Trab. no presencial
TEMA 1: INTRODUCCIÓN A LA BIOMASA AGRÍCOLA Y FORESTAL	2,00	3,00
TEMA 2: CARACTERIZACIÓN DE BIOMASA SÓLIDA	5,00	7,50
TEMA 3: SISTEMAS DE CUANTIFICACIÓN E INVENTARIACIÓN DE BIOMASA	5,00	7,50
TEMA 4: SISTEMAS DE RECOLECCIÓN DE BIOMASA AGRÍCOLA Y FORESTAL Y PRETRATAMIENTO	5,00	7,50
TEMA 5: MODELADO DE SISTEMAS LOGÍSTICOS PARA ABASTECIMIENTO DE BIOMASA	5,00	7,50
TEMA 6: GENERACIÓN DE POTENCIA-CICLOS DE VAPOR	10,00	15,00
TEMA 7: INSTALACIONES TÉRMICAS	5,00	7,50
TEMA 8: SISTEMAS DE GASIFICACIÓN	5,00	12,00
TEMA 9: TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL	5,00	7,50
TEMA 10. DISEÑO DE BIORREACTORES	5,00	7,50
TEMA 11: TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL	5,00	7,50
TEMA 12: TECNOLOGÍA DEL BIOGÁS	3,00	7,50
<b>Total horas</b>	<b>60,00</b>	<b>90,00</b>

#### d) Metodología de enseñanza-aprendizaje

##### **Presenciales**

Nombre	Descripción	horas
Clase magistral	Exposición de contenidos mediante presentación o explicación por parte de un profesor (posiblemente incluyendo demostraciones).	20,00
Aprendizaje basado en problemas	Enfoque educativo en el que los alumnos partiendo de problemas reales, aprenden a buscar la información necesaria para comprender dichos problemas y obtener soluciones; todo ello bajo la supervisión de un tutor.	18,00
Resolución de ejercicios y problemas	Realización por parte de los estudiantes, de cualquier tipo de ejercicios y problemas.	10,00
Laboratorio	Actividades desarrolladas en espacios especiales con equipamiento especializado (laboratorio, aulas informáticas).	12,00
<b>Total horas</b>		<b>60,00</b>

### Autónomas

Nombre	Descripción	horas
Trabajos prácticos	Preparación de actividades para exponer o entregar en las clases prácticas.	30,00
Estudio teórico	Estudio de contenidos relacionados con las "clases teóricas": Incluye cualquier actividad de estudio que no se haya computado en el apartado anterior (estudiar exámenes, trabajo en biblioteca, lecturas complementarias, hacer problemas y ejercicios, etc.).	60,00
<b>Total horas</b>		<b>90,00</b>

### e) Cronograma

A continuación se presenta el cronograma según horario establecido para la asignatura en el curso 2016-2017.

		Día	Hora	Lugar	Tipo	Tema
Semana 1	01-feb	Miércoles	13:00-14:30	Aula Escuela	TA	Presentación de la asignatura
	02-feb	Jueves	9:30-11:00	Aula Escuela	TA	Tema1. Introducción a la biomasa
Semana 2	08-feb	Miércoles	13:00-14:30	Aula Escuela	TA	Tema2. Caracterización biomasa
	09-feb	Jueves	9:30-11:00	Aula Escuela	PA	Tema2. Caracterización biomasa
Semana 3	15-feb	Miércoles	13:00-14:30	Laboratorio	TA	Tema2. Caracterización biomasa
	19-feb	Jueves	9:30-11:00	Laboratorio	PL	<b>Practica 1. Potenciales caloríficos de biocombustibles</b>
Semana 4	22-feb	Miércoles	13:00-14:30	Aula Escuela	TA	Tema3. Cuantificación biomasa
	23-feb	Jueves	9:30-11:00	Aula Escuela	TS	Tema3. Cuantificación biomasa
Semana 5	01-mar	Miércoles	13:00-14:30	Aula Escuela	TA	Tema4. Sistemas de recolección
	02-mar	Jueves	9:30-11:00	Aula Informática	PI	<b>Práctica.2. LIDAR</b>
	02-mar	Jueves	11:00-12:30	Aula Informática	PI	<b>Práctica 2 LIDAR</b>
	03-mar	Viernes	11:00-13:00	Campo	PC	<b>Práctica 3. Visita empresa TRABISA</b>
	03-mar	Viernes	13:00-15:00	Aula Escuela	TS	Tema5. Sistemas logísticos
Semana 6	08-mar	Miércoles	13:00-14:30	Aula Escuela	TA	Tema5. Sistemas logísticos
	09-mar	Jueves	9:30-11:00	Aula Escuela	TA	Tema6. Generación de potencia
	09-mar	Jueves	11:00-12:30	Aula Escuela	TS	Tema6. Generación de potencia
Semana 7	15-mar	Miércoles	13:00-14:30	Aula Escuela	PA	Tema6. Generación de potencia
	16-mar	Jueves	9:30-11:00	Aula Escuela		Fallas
	16-mar	Jueves	11:00-12:30	Aula Escuela		Fallas
Semana 8	20-mar	Lunes	8:30-11:00	Aula Escuela		Primer examen parcial T1-T5
	22-mar	Miércoles	13:00-14:30	Aula Escuela	TA	Tema6. Generación de potencia
	23-mar	Jueves	9:30-11:00	Aula Escuela	PA	Tema6. Generación de potencia
	23-mar	Jueves	11:00-12:30	Aula Escuela	TS	Tema6. Generación de potencia
Semana 9	29-mar	Miércoles	13:00-14:30	Aula Escuela	TA	Tema7. Instalaciones térmicas
	30-mar	Jueves	9:30-11:00	Aula Escuela	PA	Tema7. Instalaciones térmicas
	30-mar	Jueves	11:00-12:30	Aula Escuela	PA	Tema7. Instalaciones térmicas
Semana 10	05-abr	Miércoles	13:00-14:30	Aula Escuela	TA	Tema8. Sistemas de gasificación
	06-abr	Jueves	9:30-11:00	Aula Escuela	PA	Tema8. Sistemas de gasificación
	06-abr	Jueves	11:00-12:30	Laboratorio	TL	<b>Práctica 4. Análisis de aptitud para la pirolisis</b>
Semana 11	12-abr	Miércoles				Semana Santa
	13-abr	Jueves				Semana Santa
Semana 12	19-abr	Miércoles				Pascua
	20-abr	Jueves				Pascua
Semana 13	26-abr	Miércoles	13:00-14:30	Aula Escuela	TA	Tema9. Tecnología del Biodiésel

	27-abr	Jueves	9:30-11:00	Aula Escuela	PA	Tema9. Tecnología del Biodiésel
	27-abr	Jueves	11:00-12:30	Laboratorio	TL	<b>Práctica 5. Elaboración de biodiésel y caracterización</b>
Semana 14	03-may	Miércoles	13:00-14:30	Aula Escuela	TA	Tema10. Diseño biorreactores
	04-may	Jueves	9:30-11:00	Aula Escuela	PA	Tema10. Diseño biorreactores
	04-may	Jueves	11:00-12:30	Aula Escuela	TS	Tema10. Diseño biorreactores
	05-may	Viernes	8.30-11:00	Aula Escuela		Segundo examen parcial T6-7
Semana 15	10-may	Miércoles	13:00-14:30	Aula Escuela	TA	Tema10. Diseño biorreactores
	11-may	Jueves	9:30-11:00	Aula Escuela	PA	Tema11. Tecnología etanol
	11-may	Jueves	11:00-12:30	Aula Escuela	TS	Tema11. Tecnología etanol
Semana 16	17-may	Miércoles	13:00-14:30	Aula Escuela	TA	Tema11. Tecnología etanol
	18-may	Jueves	9:30-11:00	Aula Escuela	PA	Tema12. Biogás
	18-may	Jueves	9:30-11:00	Aula Escuela	PA	Tema12. Biogás
Semana 17	24-may	Miércoles	13:00-14:30	Aula Escuela	TA	Tema12. Biogás
	25-may	Jueves	9:30-11:00	Aula Escuela	PA	<b>Práctica 6. Visita empresa TRAMAVE</b>
Semana 18	31-may	Miércoles	13:00-14:30	Aula Escuela	TA	Tercer examen parcial T9-11

#### f) Evaluación

Nombre	Descripción
Trabajo académico	Desarrollo cuestionarios semanales breves, junto problemas amplios y complejos propios de la asignatura
Caso	Supone el análisis y la resolución de una situación planteada que presenta problemas de solución múltiple, a través de la reflexión y el diálogo para un aprendizaje grupal, integrado y significativo.

#### f) Recursos

En el taller laboratorio se dispone de los siguientes elementos didácticos:

- Analizador elemental de muestras sólidas y líquidas
- Analizador termogravimétrico
- Calorímetro adiabático
- Balanza de precisión
- Triturador de muestras
- Distintos reactivos y material de laboratorio

Otros recursos utilizados son la pizarra, problemas resueltos, hojas técnicas, catálogos comerciales, diapositivas, transparencias y videos

#### g) Bibliografía recomendada para seguir el curso

1. Velázquez Martí B. Aprovechamiento de la biomasa para uso energético. Ed Reverté. 2017

2. Elias Castells X. Tratamiento y valorización energética de residuos. Ed. Diaz de los Santos, Fundación Universitaria Iberoamericana. España. 2005
3. Damien A. La biomasa: Fundamentos, tecnologías y aplicaciones. Ed. Antonio Madrid Vicente. España 2009
4. Marcos F., Camps M. Los biocombustibles. Ed. Mundi-Prensa. España. 2001
5. Marcos F. El carbón vegetal, propiedades y obtención. Ed. Mundi Prensa. España. 1989.
6. Moran M.J.; Shapiro H.N. Fundamentos de termodinámica técnica. Editorial Reverte. España. 2004.
7. Tolosana E. Manual técnico para el aprovechamiento y elaboración de biomasa forestal. Ed. Mundi Prensa. España. 2009
8. Velazquez Martí B. Aprovechamiento de los residuos forestales para uso energético. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. España. 2006.

## **7. BIBLIOGRAFÍA DEL PROYECTO DOCENTE**

ANECA. 2003. Libro Blanco Título de grado en Ingenierías Agrarias y Forestales. Ed. ANECA. España.

Ausubel D.P. 1968. Educational Psychology: A cognitive view. Ed. Holt, Rinehart and Winston Inc. USA.

Ardila R. 1975. Psicología del aprendizaje. Ed. Siglo XXI Editores. España.

Biggs J. 2005. Calidad del aprendizaje universitario. Ed. Narcea S.A. Madrid. España.

BOE. 2001. Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades. Boletín Oficial del Estado nº 307. Publicado 24/12/2001, 49400-49425.

BOE. 2003. Real Decreto 1125/2003, de 5 de agosto, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. Boletín Oficial del Estado nº 224. Publicado 18/09/2003, 34355-34356.

BOE. 2007. Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades. Boletín Oficial del Estado nº 89. Publicado 13/04/2007, 16241-16260.

Bricall J.M. 2000. Universidad 2mil. Ed. Crue. España.

Brown s., Glasner A. 2003. Evaluar en la universidad. Ed. Narcea S.A. Madrid. España.

Cebrian M. 2003. Enseñanza virtual para la innovación universitaria. Ed. Narcea S.A. Madrid. España.

Garcia Garrido J.L. 2005. Sistemas educativos de hoy. Ed. Ediciones Académicas. España.

Good T.H., Brophy G. 1996. Psicología educativa contemporánea. Ed. Mc Graw-Hill, Iberoamericana editores. México.

Hernández P. 2001. Diseñar y enseñar. Ed. Narcea S.A. Madrid. España.

Michavila Calvo. 1998. La universidad Española hoy. Propuesta para una política universitaria. Ed. Síntesis. Madrid. España.

Ruíz E., Idoate V. 2005. MPF Cuestionario de Factores Psicosociales. (Mini Psychosocial Factors). © Ruíz García E. Idoate García V.M. Pamplona.

Skinner J.B. 2001. Walden dos. Ed. Círculo de lectores.

UNESCO. 1998. La educación superior en el siglo XXI. Visión y Acción. Documento de trabajo de la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior. UNESCO, París.

UPV. Memoria del curso académico 2016-2017.

Zabala M.A. 2000. Diseño y desarrollo curricular. Ed. Narcea S.A. Madrid. España.

Zabalza M.A. 2002. La enseñanza universitaria. El escenario y sus protagonistas. Ed. Narcea S.A. Madrid. España.

## 8. ANEXOS DEL PROYECTO DOCENTE

### PLAN DE ESTUDIOS DE GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

<b>PRIMER CURSO</b>			
<b>PRIMER SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10774	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS I	FB	6,00
10773	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS II (ANUAL)	FB	3,00
10776	FUNDAMENTOS FÍSICOS EN LA INGENIERÍA I	FB	6,00
10781	GEOLOGÍA, EDAFOLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA (ANUAL)	FB	4,50
10777	QUIMICA GENERAL	FB	6,00
10778	BIOLOGIA	FB	6,00
<b>TOTAL (1º SEMESTRE)</b>			<b>31,5</b>
<b>SEGUNDO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10773	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS II (ANUAL)	FB	6,00
10775	FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA INGENIERIA II	FB	6,00
10781	GEOLOGÍA, EDAFOLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA (ANUAL)	FB	4,5
10787	AMPLIACIÓN DE QUÍMICA	FB	6,00
10779	REPRESENTACIÓN GRÁFICA EN LA INGENIERÍA	FB	6,00
<b>TOTAL (2º SEMESTRE)</b>			<b>28,5</b>
<b>TOTAL PRIMER CURSO</b>			<b>60,00</b>

<b>SEGUNDO CURSO</b>			
<b>TERCER SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10793	ELECTROTECNIA Y ELECTRIFICACIÓN	OB	6,00
10785	FUNDAMENTOS Y APLICACIONES BIOTECNOLÓGICAS	OB	4,5
10789	TOPOGRAFIA, CARTOGRAFIA Y SIG	OB	7,5
10780	EMPRESA	FB	6,00
10790	MAQUINARIA Y MECANIZACIÓN AGRARIA	OB	6,00
<b>TOTAL (3º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>CUARTO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10783	BOTÁNICA SISTEMÁTICA	OB	4,50
10788	ECOLOGÍA E IMPACTO AMBIENTAL	OB	6,00
10797	FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA DE LAS INDUSTRIAS AGROALIMENTARIAS	OB	6,00
	LENGUAS/ L.E.	L.E.	6,00
10794	RESISTENCIA DE MATERIALES Y ESTRUCTURAS AGROINDUSTRIALES	OB	6,00
<b>TOTAL (4º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>TOTAL SEGUNDO CURSO</b>			<b>60,00</b>

<b>MÓDULO TEC. ESPECIF. IND. AGRARIA Y ALIMENTARIA</b>			
<b>TERCER CURSO</b>			
<b>QUINTO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10786	BASES DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL	OB	4,50
10782	FITOTECNIA GENERAL	OB	4,50
10795	MECÁNICA DE SUELOS, CIMENTACIONES Y VÍAS	OB	4,50
10791	HIDRÁULICA	OB	6,00
10792	VALORACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	OB	6,00
10798	METODOS ESTADISTICOS	OB	4,50
<b>TOTAL (5º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>SEXTO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10799	TECNOLOGIA DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL	OB	6,00
10800	CULTIVOS HERBÁCEOS	OB	4,5
10801	CULTIVOS LEÑOSOS	OB	4,5
10797	INGENIERIA DEL RIEGO	OB	4,5
10784	PROTECCIÓN DE CULTIVOS	OB	4,5
10830	PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS ALIMENTOS	OP	6,00
<b>TOTAL (6º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>TOTAL TERCER CURSO</b>			<b>60,00</b>
<b>CUARTO CURSO</b>			
<b>SÉPTIMO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10823	MODELIZACIÓN Y CONTROL DE LOS PROCESOS	OP	4,50
10827	PROCESOS INDUSTRIALES AGROALIMENTARIOS	OP	6,00
10827	FENÓMENOS DE TRANSPORTE EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA I	OP	4,50
10828	FENOMENOS DE TRANSPORTE EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA II	OP	4,50
10829	SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD EN LA IA	OP	4,50
	TFG I (ANUAL)		6,00
<b>TOTAL (7º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>OCTAVO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
	OPTATIVA 1	OPT	4.50
	OPTATIVA 2	OPT	4,50
	OPTATIVA 3	OPT	4,50
	OPTATIVA 4	OPT	4,50
	TFG I (ANUAL)		6,00
	TFG II		6,00
<b>TOTAL (8º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>TOTAL CUARTO CURSO</b>			<b>60,00</b>

<b>MÓDULO TEC. ESPECIF. EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS</b>			
<b>TERCER CURSO</b>			
<b>QUINTO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10786	BASES DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL	OB	4,50
10782	FITOTECNIA GENERAL	OB	4,50
10795	MECÁNICA DE SUELOS, CIMENTACIONES Y VÍAS	OB	4,50
10791	HIDRÁULICA	OB	6,00
10792	VALORACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	OB	6,00
10798	METODOS ESTADISTICOS	OB	4,5
<b>TOTAL (5º SEMESTRE)</b>			<b>30</b>
<b>SEXTO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10799	TECNOLOGIA DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL	OB	6,00
10800	CULTIVOS HERBÁCEOS	OB	4,5
10801	CULTIVOS LEÑOSOS	OB	4,5
10797	INGENIERIA DEL RIEGO	OB	4,5
10784	PROTECCIÓN DE CULTIVOS	OB	4,5
10851	ESTRUCTURA Y FUNCIÓN ANIMAL	OP	6,00
<b>TOTAL (6º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>TOTAL TERCER CURSO</b>			<b>60,00</b>
<b>CUARTO CURSO</b>			
<b>SÉPTIMO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10846	BIENESTAR, HIGIENE Y SALUD ANIMAL	OP	6,00
10849	NUTRICIÓN ANIMAL	OP	6,00
10850	MEJORA GENÉTICA ANIMAL	OP	6,00
10852	PRODUCCIÓN DE PIENSOS Y FORRAJES	OP	6,00
	TFG I ( ANUAL)		6,00
<b>TOTAL (7º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>OCTAVO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
	OPTATIVA 1	OP	4,50
	OPTATIVA 2	OP	4,50
	OPTATIVA 3	OP	4,50
	OPTATIVA 4	OP	4,50
	TFG I (ANUAL)		6,00
	TFG II		6,00
<b>TOTAL (8º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>TOTAL CUARTO CURSO</b>			<b>60,00</b>

<b>MÓDULO TEC. ESPECIF. DE HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERIA</b>			
<b>TERCER CURSO</b>			
<b>QUINTO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10786	BASES DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL	OB	4,50
10782	FITOTECNIA GENERAL	OB	4,50
10795	MECÁNICA DE SUELOS, CIMENTACIONES Y VÍAS	OB	4,50
10791	HIDRÁULICA	OB	6,00
10792	VALORACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	OB	6,00
10798	METODOS ESTADISTICOS	OB	4,50
<b>TOTAL (5º SEMESTRE)</b>			<b>30</b>
<b>SEXTO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10799	TECNOLOGIA DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL	OB	6,00
10800	CULTIVOS HERBÁCEOS	OB	4,50
10801	CULTIVOS LEÑOSOS	OB	4,50
10797	INGENIERIA DEL RIEGO	OB	4,50
10784	PROTECCIÓN DE CULTIVOS	OB	4,50
10874	JARDINERÍA Y PAISAJISMO	OP	6,00
<b>TOTAL (6º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>TOTAL TERCER CURSO</b>			<b>60,00</b>
<b>CUARTO CURSO</b>			
<b>SÉPTIMO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10870	NECESIDADES Y PROGRAMACIÓN DEL RIEGO Y LA FERTILIZACIÓN	OP	4,50
10871	FRUTICULTURA	OP	7,50
10872	HORTICULTURA	OP	7,50
10873	MEJORA GENÉTICA PARA LA PRODUCCIÓN VEGETAL	OP	4,50
	TFG I ( ANUAL)		6,00
<b>TOTAL (7º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>OCTAVO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
	OPTATIVA 1	OP	4,50
	OPTATIVA 2	OP	4,50
	OPTATIVA 3	OP	4,50
	OPTATIVA 4	OP	4,50
	TFG I (ANUAL)		6,00
	TFG II		6,00
<b>TOTAL (8º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>TOTAL CUARTO CURSO</b>			<b>60,00</b>

<b>MÓDULO ORIENTACIÓN DE ECONOMÍA AGRARIA</b>			
<b>TERCER CURSO</b>			
<b>QUINTO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10786	BASES DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL	OB	4,50
10782	FITOTECNIA GENERAL	OB	4,50
10795	MECÁNICA DE SUELOS, CIMENTACIONES Y VÍAS	OB	4,50
10791	HIDRÁULICA	OB	6,00
10792	VALORACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	OB	6,00
10798	METODOS ESTADISTICOS	OB	4,5
	LIBRE CONFIGURACIÓN	L.E.	6,00
<b>TOTAL (5º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>SEXTO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10799	TECNOLOGIA DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL	OB	6,00
10800	CULTIVOS HERBÁCEOS	OB	4,5
10801	CULTIVOS LEÑOSOS	OB	4,5
10797	INGENIERIA DEL RIEGO	OB	4,5
10784	PROTECCIÓN DE CULTIVOS	OB	4,5
10875	DIRECCIÓN Y PLANIFICACIÓN DE LA EMPRESA AGROALIMENTARIA I	OP	6,00
<b>TOTAL (6º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>TOTAL TERCER CURSO</b>			<b>60,00</b>
<b>CUARTO CURSO</b>			
<b>SÉPTIMO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10876	DIRECCIÓN Y PLANIFICACIÓN DE LA EMPRESA AGROALIMENTARIA II	OP	6,00
10877	AGRICULTURA Y TERRITORIOS RURALES	OP	6,00
10878	ECONOMIA AGROALIMENTARIA INTERNACIONAL	OP	6,00
10879	ENTORNO MACROECONÓMICO Y SECTOR AGROALIMENTARIO	OP	6,00
	TFG I (ANUAL)		6,00
<b>TOTAL (7º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>OCTAVO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
	OPTATIVA 1	OP	4,50
	OPTATIVA 2	OP	4,50
	OPTATIVA 3	OP	4,50
	OPTATIVA 4	OP	4,50
	PRÁCTICAS EMPRESA/ OPTATIVAS		6,00
	TFG I (ANUAL)		6,00
<b>TOTAL (8º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>TOTAL CUARTO CURSO</b>			<b>60,00</b>

<b>MÓDULO ORIENTACIÓN BIOTECNOLOGIA Y MEJORA</b>			
<b>TERCER CURSO</b>			
<b>QUINTO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10786	BASES DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL	OB	4,50
10782	FITOTECNIA GENERAL	OB	4,50
10795	MECÁNICA DE SUELOS, CIMENTACIONES Y VÍAS	OB	4,50
10791	HIDRÁULICA	OB	6,00
10792	VALORACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	OB	6,00
10798	METODOS ESTADISTICOS	OB	4,5
	LIBRE CONFIGURACIÓN	L.E.	6,00
<b>TOTAL (5º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>SEXTO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10799	TECNOLOGIA DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL	OB	6,00
10800	CULTIVOS HERBÁCEOS	OB	4,5
10801	CULTIVOS LEÑOSOS	OB	4,5
10797	INGENIERIA DEL RIEGO	OB	4,5
10784	PROTECCIÓN DE CULTIVOS	OB	4,5
10889	GENÉTICA Y GENÓMICA VEGETAL	OP	6,00
<b>TOTAL (6º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>TOTAL TERCER CURSO</b>			<b>60,00</b>
<b>CUARTO CURSO</b>			
<b>SÉPTIMO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10888	MICROBIOLOGIA GENERAL	OP	4,50
10886	INGENIERÍA GENÉTICA	OP	6,00
10887	BIOLOGIA MOLECULAR DE PLANTAS	OP	4,50
10890	MEJORA GENÉTICA VEGETAL I	OP	4,50
10891	MEJORA GENÉTICA VEGETAL II	OP	4,50
	TFG I (ANUAL)		6,00
<b>TOTAL (7º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>OCTAVO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
	OPTATIVA 1	OP	4,50
	OPTATIVA 2	OP	4,50
	OPTATIVA 3	OP	4,50
	OPTATIVA 4	OP	4,50
	PRÁCTICAS EMPRESA/ OPTATIVAS		6,00
	TFG I (ANUAL)		6,00
<b>TOTAL (8º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>TOTAL CUARTO CURSO</b>			<b>60,00</b>

<b>MÓDULO ORIENTACIÓN RECURSOS NATURALES Y MEDIOAMBIENTE</b>			
<b>TERCER CURSO</b>			
<b>QUINTO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10786	BASES DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL	OB	4,50
10782	FITOTECNIA GENERAL	OB	4,50
10795	MECÁNICA DE SUELOS, CIMENTACIONES Y VÍAS	OB	4,50
10791	HIDRÁULICA	OB	6,00
10792	VALORACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	OB	6,00
10798	METODOS ESTADISTICOS	OB	4,50
	LIBRE CONFIGURACIÓN	L.E.	6,00
<b>TOTAL (5º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>SEXTO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10799	TECNOLOGIA DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL	OB	6,00
10800	CULTIVOS HERBÁCEOS	OB	4,5
10801	CULTIVOS LEÑOSOS	OB	4,5
10797	INGENIERIA DEL RIEGO	OB	4,5
10784	PROTECCIÓN DE CULTIVOS	OB	4,5
10881	TRATAMIENTO, GESTIÓN Y USO AGRÍCOLA DE RECURSOS ORGÁNICOS	OP	6,00
<b>TOTAL (6º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>TOTAL TERCER CURSO</b>			<b>60,00</b>

<b>CUARTO CURSO</b>			
<b>SÉPTIMO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
10883	GEOBOTÁNICA Y RECURSOS NATURALES	OP	4,50
10880	RECUPERACIÓN Y RESTAURACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS	OP	6,00
10882	ECONOMIA DE LOS RECURSOS NATURALES Y MEDIOAMBIENTE	OP	4,50
10884	ENERGÍAS RENOVABLES	OP	4,50
10885	TRATAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES AGROINDUSTRIALES	OP	4,50
	TFG I (ANUAL)		6,00
<b>TOTAL (7º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>OCTAVO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
	OPTATIVA 1	OP	4,50
	OPTATIVA 2	OP	4,50
	OPTATIVA 3	OP	4,50
	OPTATIVA 4	OP	4,50
	TFG I (ANUAL)		6,00
	PRÁCTICAS EMPRESA/ OPTATIVAS		6,00
<b>TOTAL (8º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>TOTAL CUARTO CURSO</b>			<b>60,00</b>

## **RESUMEN DEL GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL**

### **MODULO TEC. ESPECIF. DE HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERIA**

	<b>GRADO</b>
<b>TIPO DE ASIGNATURA</b>	<b>CRÉDITOS</b>
FORMACION BASICA	60,00
OBLIGATORIAS	108,00
OPTATIVAS	48,00
LENGUAS/LIBRE ELECCIÓN	6,00
TFG	18,00
<b>TOTAL CRÉDITOS DE LA TITULACIÓN</b>	<b>240,00</b>

### **MODULO TEC. ESPECIF. IND. EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS**

	<b>GRADO</b>
<b>TIPO DE ASIGNATURA</b>	<b>CRÉDITOS</b>
FORMACION BASICA	60,00
OBLIGATORIAS	108,00
OPTATIVAS	48,00
LENGUAS/LIBRE ELECCIÓN	6,00
TFG	18,00
<b>TOTAL CRÉDITOS DE LA TITULACIÓN</b>	<b>240,00</b>

### **MODULO ORIENTACIÓN DE ECONOMIA AGRARIA**

	<b>GRADO</b>
<b>TIPO DE ASIGNATURA</b>	<b>CRÉDITOS</b>
FORMACION BASICA	60,00
OBLIGATORIAS	108,00
OPTATIVAS	54,00
LENGUAS/LIBRE ELECCIÓN	6,00
TFG	12,00
<b>TOTAL CRÉDITOS DE LA TITULACIÓN</b>	<b>240,00</b>

### **MODULO ORIENTACIÓN BIOTECNOLOGIA Y MEJORA**

	<b>GRADO</b>
<b>TIPO DE ASIGNATURA</b>	<b>CRÉDITOS</b>
FORMACION BASICA	60,00
OBLIGATORIAS	108,00
OPTATIVAS	54,00
LENGUAS/LIBRE ELECCIÓN	6,00
TFG	12,00
<b>TOTAL CRÉDITOS DE LA TITULACIÓN</b>	<b>240,00</b>

<b>MODULO TEC. ESPECIF. IND. AGRARIA Y ALIMENTARIA</b>	
	<b>GRADO</b>
<b>TIPO DE ASIGNATURA</b>	<b>CRÉDITOS</b>
FORMACION BASICA	60,00
OBLIGATORIAS	108,00
OPTATIVAS	48,00
LENGUAS/LIBRE ELECCIÓN	6,00
TFG	18,00
<b>TOTAL CRÉDITOS DE LA TITULACIÓN</b>	<b>240,00</b>
<b>MODULO ORIENTACIÓN RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE</b>	
	<b>GRADO</b>
<b>TIPO DE ASIGNATURA</b>	<b>CRÉDITOS</b>
FORMACION BASICA	60,00
OBLIGATORIAS	108,00
OPTATIVAS	54,00
LENGUAS/LIBRE ELECCIÓN	6,00
TFG	12,00
<b>TOTAL CRÉDITOS DE LA TITULACIÓN</b>	<b>240,00</b>

## PLAN DE ESTUDIOS DE GRADO EN INGENIERIA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

<b>PRIMER CURSO</b>			
<b>PRIMER SEMESTRE</b>			
CÓDIGO	ASIGNATURA	TIPO	CRÉDITOS
10998	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS I	FB	6,00
10999	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS II (ANUAL)	FB	3,00
11000	FUNDAMENTOS FÍSICOS EN LA INGENIERÍA I	FB	6,00
11006	GEOLOGÍA, EDAFOLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA (ANUAL)	FB	4,50
11002	QUÍMICA GENERAL	FB	6,00
11003	BIOLOGÍA	FB	6,00
<b>TOTAL (1º SEMESTRE)</b>			<b>31,5</b>
<b>SEGUNDO SEMESTRE</b>			
CÓDIGO	ASIGNATURA	TIPO	CRÉDITOS
10999	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS II (ANUAL)	FB	6,00
11001	FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA INGENIERIA II	FB	6,00
11006	GEOLOGÍA, EDAFOLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA (ANUAL)	FB	4,50
11008	ECOLOGÍA E IMPACTO AMBIENTAL	OB	6,00
11004	REPRESENTACIÓN GRÁFICA EN LA INGENIERÍA	FB	6,00
<b>TOTAL (2º SEMESTRE)</b>			<b>28,5</b>
<b>TOTAL PRIMER CURSO</b>			<b>60,00</b>

<b>SEGUNDO CURSO</b>			
<b>TERCER SEMESTRE</b>			
CÓDIGO	ASIGNATURA	TIPO	CRÉDITOS
11015	ELECTROTECNIA Y ELECTRIFICACIÓN	OB	6,00
11009	CIENCIAS DE LA ESTACIÓN FORESTAL (ANUAL)	OB	4,50
11010	TOPOGRAFÍA, CARTOGRAFÍA Y SIG	OB	7,50
	ESTADÍSTICA	OB	6,00
11005	EMPRESA	FB	6,00
<b>TOTAL (3º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>CUARTO SEMESTRE</b>			
CÓDIGO	ASIGNATURA	TIPO	CRÉDITOS
11018	SELVICULTURA	OB	7,50
11009	CIENCIAS DE LA ESTACIÓN FORESTAL (ANUAL)	OB	4,50
11013	RESISTENCIA DE MATERIALES, DISEÑO, CÁLCULO DE ESTRUCTURAS Y CONSTRUCCIÓN	OB	7,50
10183	BOTÁNICA SISTEMÁTICA	OB	4,50
11017	DASOMETRÍA, INVENTARIACIÓN Y VALORACIÓN FORESTAL	OB	6,00
<b>TOTAL (4º SEMESTRE)</b>			<b>30,00</b>
<b>TOTAL SEGUNDO CURSO</b>			<b>60</b>

<b>T. E. GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE</b>			
<b>TERCER CURSO</b>			
<b>QUINTO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
11014	MECÁNICA DE SUELOS, CIMENTACIONES Y VÍAS	OB	4,50
11011	MAQUINARIA Y MECANIZACIÓN	OB	6,00
11021	TECNOLOGÍA DE LAS INDUSTRIAS FORESTALES	OB	4,50
11012	HIDRÁULICA	OB	6,00
11020	GOBERNANZA FORESTAL Y DEL MN	OB	6,00
<b>TOTAL (5º SEMESTRE)</b>			<b>27,00</b>
<b>SEXTO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
11019	APROVECHAMIENTOS FORESTALES	OB	4,50
11024	REPOBLACIONES Y VIVEROS FORESTALES	OP	7,50
11027	PAISAJE Y RESTAURACIÓN DE ESPACIOS DEGRADADOS	OB	6,00
11028	HIDROLOGÍA FORESTAL Y GESTIÓN DE CUENCAS	OB	6,00
11023	PASCICULTURA	OP	4,50
11016	PROYECTOS	OB	4,50
<b>TOTAL (6º SEMESTRE)</b>			<b>33,00</b>
<b>TOTAL TERCER CURSO</b>			<b>60,00</b>
<b>CUARTO CURSO</b>			
<b>SÉPTIMO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
11030	PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS	OP	6,00
11026	ORDENACIÓN TERRITORIAL Y ESPACIOS PROTEGIDOS	OP	6,00
11031	GESTIÓN DE RECURSOS CINEGÉTICOS Y PISCÍCOLAS	OP	4,50
11025	ORDENACIÓN FORESTAL	OP	6,00
11029	PROTECCIÓN SANITARIA FORESTAL	OP	6,00
<b>TOTAL (7º SEMESTRE)</b>			<b>28,50</b>
<b>OCTAVO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
	LENGUAS/ LE	L.E	6,00
	BLOQUE OPTATIVAS	OP	13,50
	TRABAJO DE FIN DE GRADO		12,00
<b>TOTAL (8º SEMESTRE)</b>			<b>31,50</b>
<b>TOTAL CUARTO CURSO</b>			<b>60,00</b>

<b>T. E. RECURSOS E INDUSTRIAS FORESTALES</b>			
<b>TERCER CURSO</b>			
<b>QUINTO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
11014	MECÁNICA DE SUELOS, CIMENTACIONES Y VÍAS	OB	4,50
11011	MAQUINARIA Y MECANIZACIÓN FORESTAL	OB	6,00
11021	TECNOLOGÍA DE LAS INDUSTRIAS FORESTALES	OB	4,50
11012	HIDRÁULICA	OB	6,00
11020	GOBERNANZA FORESTAL Y DEL MN	OB	6,00
<b>TOTAL (5º SEMESTRE)</b>			<b>27,00</b>
<b>SEXTO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
11019	APROVECHAMIENTOS FORESTALES	OB	4,50
11032	TECNOLOGÍA DE LA MADERA Y MATERIAS PRIMAS PARA LAS INDUSTRIAS FORESTALES	OP	6,00
11033	ESTRUCTURA Y ANATOMIA DE LA MADERA Y EL CORCHO	OP	6,00
11034	BIOENERGIA FORESTAL	OP	6,00
11036	INDUSTRIAS QUÍMICAS DE LA MADERA Y BIOREFINERÍA	OP	6,00
11016	PROYECTOS	OB	4,50
<b>TOTAL (6º SEMESTRE)</b>			<b>33,00</b>
<b>TOTAL TERCER CURSO</b>			<b>60,00</b>
<b>CUARTO CURSO</b>			
<b>SÉPTIMO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
11040	PROTECCIÓN SANITARIA FORESTAL, DE LA MADERA Y EL CORCHO	OP	4,50
11039	GESTIÓN DE CALIDAD AMBIENTAL	OP	4,50
11035	PRIMERA TRANSFORMACIÓN DE LA MADERA Y EL CORCHO	OP	6,00
11037	DISEÑO Y TRANSFORMACIÓN INDUSTRIAL DE PRODUCTOS	OP	7,50
11038	CONSTRUCCIÓN EN MADERA	OP	6,00
<b>TOTAL (7º SEMESTRE)</b>			<b>28,5</b>
<b>OCTAVO SEMESTRE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ASIGNATURA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
	LENGUAS/ LE		6,00
	BLOQUE OPTATIVAS	OP	13,50
	TRABAJO DE FIN DE GRADO		12,00
<b>TOTAL (8º SEMESTRE)</b>			<b>31,50</b>
<b>TOTAL CUARTO CURSO</b>			<b>60,00</b>

<b>RESUMEN DEL GRADO EN INGENIERIA FORESTAL Y DEL MEDIO RURAL</b>	
<b>T. E. GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE</b>	
	<b>GRADO</b>
<b>TIPO DE ASIGNATURA</b>	<b>CRÉDITOS</b>
FORMACION BASICA	66,00
OBLIGATORIAS	102,00
OPTATIVAS	54,00
LENGUAS/LIBRE ELECCIÓN	6,00
TFG	12,00
<b>TOTAL CRÉDITOS DE LA TITULACIÓN</b>	<b>240,00</b>

<b>RESUMEN DEL GRADO EN INGENIERIA FORESTAL Y DEL MEDIO RURAL</b>	
<b>T.E. RECURSOS E INDUSTRIAS FORESTALES</b>	
	<b>TITULACIÓN</b>
<b>TIPO DE ASIGNATURA</b>	<b>CRÉDITOS</b>
FORMACION BASICA	66,00
OBLIGATORIAS	102,00
OPTATIVAS	54,00
LENGUAS/LIBRE ELECCIÓN	6,00
TFG	12,00
<b>TOTAL CRÉDITOS DE LA TITULACIÓN</b>	<b>240,00</b>



## **B) PROYECTO INVESTIGADOR**

### **1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO INVESTIGADOR**

El Proyecto Investigador que propone el candidato para optar a la plaza objeto de concurso de acceso a Cuerpos Docentes Universitarios convocado por la Resolución de 17 de octubre de 2018 de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) comienza en este capítulo y se desarrolla en los apartados siguientes. Este concurso se rige por lo dispuesto en la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades, modificada por Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril; en el RD 1313/2007, de 5 de octubre, por el que se regula el régimen de los concursos de acceso a cuerpos docentes universitarios; en los Estatutos de la Universidad Politécnica de Valencia, en la normativa para la regulación de los Concursos para el Acceso a Cuerpos Docentes Universitarios en la Universidad Politécnica de Valencia, aprobada por acuerdo del Consejo de Gobierno de fecha 25 de septiembre de 2008; y por la legislación general de funcionarios que le sea de aplicación.

Antes de exponer el proyecto en sí, creo que debe ser preceptivo demostrar la adecuación del tema elegido al perfil de la mencionada plaza. Así mismo se describe la trayectoria investigadora que ha llevado al candidato a proponer el proyecto elegido en base a los descubrimientos y estudios previamente realizados.

### **2. ANTECEDENTES DEL CANDIDATO EN LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN PRORUESTA. ADECUACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN AL PERFIL DE LA PLAZA OBJETO DE CONCURSO**

La actividad investigadora del candidato puede estructurarse en cuatro etapas en las que se percibe una evolución en cuanto a temática, ámbito geográfico y madurez en el desarrollo de esta actividad.

#### **A) Etapa inicial (2001-2005)**

La actividad investigadora del candidato comenzó con la realización de la tesis doctoral, en un proyecto ya iniciado en el Departamento de Mecanización y Tecnología Agraria de la Universidad Politécnica de Valencia, que estudiaba la desinfección de suelos mediante métodos físicos, principalmente calor. La tesis se centró en el análisis de los métodos de desinfección de suelos agrícolas mediante microondas. También participó en un proyecto de mecanización

de la suelta aérea de insectos estériles de *Ceratitidis capitata* (mosca de la fruta), con vistas a la lucha biológica de esta plaga.

#### B) Estancias postdoctorales (2005-2007)

Tras la finalización de la tesis doctoral, el candidato disfrutó de una beca del Ministerio de Educación y Ciencia de España para una estancia postdoctoral en el Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft de la Universidad Albert Ludwigs de Freiburg (Alemania). En esta estancia el candidato empezó a trabajar en la línea de investigación de aprovechamiento de biomasa forestal para bioenergía. En este proyecto se cuantificó la biomasa disponible en sistemas forestales bajo distintos sistemas de cosecha, analizando costes y logística de la maquinaria (Cremer y Velazquez, 2007).

Posteriormente gracias a una beca del Programa de Apoyo a la Investigación y Desarrollo del Vicerrectorado de Investigación, Desarrollo e Innovación de la UPV, también se integró en un proyecto de la Universidad de Wageningen centrado en el análisis de los futuros impactos que puede provocar el desarrollo globalizado de las cadenas de producción de biomasa para uso energético; por ejemplo, su influencia en los mercados alimentarios, la aparición de residuos como la torta o la glicerina en la producción de biodiésel. Actualmente estos residuos o subproductos son absorbidos por el mercado alimentario ganadero o el sector farmacéutico, respectivamente; se pretendía dar respuesta a preguntas tales como: ¿Estos sectores serán capaces de absorber estos subproductos cuando la producción de biodiésel sea generalizada y globalizada? ¿Qué impacto provocará la generación masiva de estos materiales (torta y glicerina)? ¿Qué tratamientos se les puede aplicar para revalorizar? Los impactos pueden ser tanto ambientales como sociales y económicos (modificación de precios de mercado).

#### C) Abertura de líneas de investigación en biomasa en la UPV (2007-2011).

La experiencia adquirida en estos proyectos hizo que tras el retorno a la Universidad Politécnica de Valencia, el candidato abriera trabajos centrados en la investigación en el aprovechamiento biomasa para uso energético. Desde ese momento, ha sido líder de un grupo de trabajo, promoviendo varios proyectos competitivos financiados por distintas administraciones públicas, participando de IP.

La cadena del aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía comprende tres escalones:



La mayoría de las investigaciones orientadas al aprovechamiento de la biomasa se centran en la tercera parte de la cadena. Sin embargo el éxito de cualquier aplicación tecnológica de transformación de biomasa en biocombustibles pasa por verificar si existe seguridad en el abastecimiento, y la optimización de los costes de producción de materia prima, recolección y su transporte, que pueden llegar a suponer un 65% de los costes del producto final (Velázquez y Fernández, 2010a). En esta temática se centraron los primeros proyectos en biomasa en el DMTA, de la UPV.

La obtención de financiación a través de estos proyectos propició la adquisición de instrumentos analíticos, pudiendo equipar el Laboratorio de Propiedades Físicas y Bioenergía en la UPV, incrementando las capacidades de investigación. En concreto, se adquirió un analizador elemental con el que se puede analizar los elementos principales de la materia orgánica C, H, N, S y Cl, y diversos equipos para hacer análisis proximal y termogravimétrico.

Además de los proyectos, en esta etapa se dirigieron 4 tesis doctorales y numerosos trabajos finales de grado en la temática.

#### D) Etapa Latinoamericana (2011-actualidad)

El prestigio y renombre de los trabajos realizados hizo que fuera invitado a impartir varios cursos de aprovechamiento energético de la biomasa en Ecuador. La toma de contacto y el interés propiciado por los cursos incentivó la colaboración en proyectos de investigación con varias universidades.

En 2011 el candidato fue IP de un proyecto de dos años financiado por el Ministerio de Asuntos Exteriores, a través de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) en el Programa de Cooperación Interuniversitaria PCI2011. Este proyecto se titulaba "Acción preparatoria para el desarrollo de acciones integradas para el

fortalecimiento de las unidades de investigación, capacitación universitaria y desarrollo del sector agrícola en el aprovechamiento energético de biomasa residual agrícola en Ecuador”.

En este proyecto participaron 4 universidades, además de la UPV:

- Universidad de Guayaquil (Ecuador)
- Universidad Estatal de Bolívar (Ecuador)
- Universidad de Quevedo (Ecuador)
- Universidad de Babahoyos (Ecuador)

Como resultado de las acciones preparatorias surgieron dos proyectos muy ambiciosos: Primero, la constitución de la Red Ecuatoriana de Investigación del Aprovechamiento Energético de la Biomasa (ECUMASA); y segundo, Programa de investigación en el aprovechamiento energético de la biomasa agrícola y forestal en la Universidad Técnica de Ambato, a través del programa PROMETEO entre el 2013 y 2015, programa del Gobierno Ecuatoriano para promover las capacidades científicas de sus estructuras de investigación, principalmente universidades. En ambos casos el candidato fue protagonista en su constitución y desarrollo.

Actualmente la Red ECUMASA ([www.ecumasa.org](http://www.ecumasa.org)) la constituyen 8 universidades.

- Universidad de Guayaquil (Ecuador)
- Universidad Estatal de Bolívar (Ecuador)
- Universidad Católica Santiago de Guayaquil (Ecuador)
- Escuela Politécnica del Litoral ESPOL (Ecuador)
- Universidad de Técnica de Ambato (Ecuador)
- Universidad Técnica del Norte (Ecuador)
- Universidad Técnica “Luis Vargas Torres” de Esmeraldas (Ecuador)
- Universidad Politécnica de Valencia (España)

Aunque el candidato dirige proyectos con todas las universidades que conforman la red ECUMASA, desde 2015 el trabajo más intenso ha sido con la Universidad Estatal de Bolívar. En esta universidad se han conseguido fondos de distintas administraciones para el equipamiento de un laboratorio de caracterización de biomasa con última tecnología. Las principales fuentes de financiación han sido el Gobierno de España a través del Programa Canje de Deuda ECUADOR-ESPAÑA en 2017, y otros fondos propios de la UEB.

Este laboratorio está equipado con:

- Balanza termogravimétrica acoplada a cromatógrafo de gases y espectrómetro de masas.
- Calorímetro isoperibólico.
- Analizador elemental y proximal.
- Analizador estructural
- Extractor con fluidos supercríticos
- Espectrofotómetro de absorción atómica
- Dos cromatógrafos de líquidos, uno HPLC y otro UHPLC
- Digestores para fermentación en laboratorio y en planta piloto.
- Cámaras de cultivo microbiológico
- Cámaras de flujo laminar
- Junto a todos los equipos complementarios necesarios en un laboratorio de análisis termoquímico (balanzas, secadores, trituradores para preparación de muestra, destilador de agua etc...)

Esto ha propiciado un trabajo continuo e intenso del candidato en esta universidad que le ha posibilitado el desarrollo y crecimiento personal en la investigación, que se traduce a un número significativo de publicaciones científicas. También ha realizado la dirección como IP de dos proyectos del Programa de Cooperación en Proyectos de Investigación para el Desarrollo de la UPV, Programa ADSIDEO, uno entre 2014 y 2016 y otro que se ejecutará entre 2019 y 2021.

De acuerdo con las actividades conjuntas en el marco del programa para la investigación para el desarrollo que nuestra universidad realiza conjuntamente con la Universidad Estatal de Bolívar (Ecuador) en la línea del Aprovechamiento energético de la biomasa, la UPV ha dotado de un conjunto de becas promovidas por el candidato en los programas de Cooperación, Programa MERIDIES y Programa MERIDIES-PAS por las cuales alumnos y técnicos de laboratorio de la UPV han participado de estancias de investigación en la Universidad Estatal de Bolívar. La relación de los participantes se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Participantes en la cooperación con la UEB.

Año	Alumno	Duración	Programa de la beca
2015	Bruno Armengot Carbó	5 meses Julio-Diciembre	Programa de cooperación
2016	Sergio Narbona Sahuquillo	5 meses Julio-Diciembre	MERIDIES
2017	Aida Sanz Pulido	5 meses Julio-Diciembre	MERIDIES
2018	Orlando Mesenes Quelal	5 meses Julio-Diciembre	MERIDIES

Año	Técnicos de laboratorio	Duración	Programa de la beca
2017	Javier Moya Salvador	3 semanas Junio-Julio	MERIDIES-PAS
2018	Carlos Gala Abad	3 semanas Junio-Julio	MERIDIES-PAS

En resumen, en relación a las etapas descritas, el candidato se ha convertido en experto de 7 líneas de trabajo relacionadas con el aprovechamiento de la biomasa:

1. Determinación de la cantidad de biomasa residual agrícola y forestal producida en operaciones de poda a partir de las características agronómicas o selvícolas de las diferentes plantaciones (especie en cultivo, tamaño de los árboles, edad, marco de plantación, producción de fruta, secano/regadío), obteniéndose ecuaciones de predicción que pueden ser implementadas a los inventarios agrícolas o forestales para conocer la distribución espacial de la biomasa potencial obtenible en una determinada zona (Fernández 2010; Velázquez y Fernández 2010a; Velázquez et al., 2010a; Velázquez et al., 2010b; Velázquez et al., 2010c; Gaibor et al., 2015; Velázquez et al., 2018; Pérez y Veázquez, 2018). Con ello es posible la implementación de modelos logísticos como borvemar model y bioloco (Biomass logistics computer).
2. Determinación de la biomasa en la planta entera a partir de dendrometría adaptada (Velazquez et al., 2010c; Velázquez et al., 2011a; Velázquez et al., 2012a, Velázquez et al., 2014a; Velázquez y Casco, 2017), y con ello valorar el sistema como sumidero de CO<sub>2</sub>.

3. Evaluación de biomasa residual de poda de árboles urbanos a partir de dendrometría y TLS (Terrestrial laser scanner) (Sajdak y Velázquez, 2012; Velázquez et al., 2013).
4. Análisis técnico, económico y energético de sistemas de cosecha de la biomasa (Cremer y Velázquez 2007; Velázquez y Fernández, 2009a; Velázquez y Fernández, 2009b; Velázquez y Fernández 2010b) Velázquez et al., 2012b, Gracia et al., 2014).
5. Desarrollo de modelos logísticos para optimizar la recogida y abastecimiento de biomasa a centros de transformación, como borvemar model y bioloco (Biomass logistics computer). (Velázquez y Annevelink, 2009; Velázquez y Fernández, 2010a). En las líneas anteriores se ha cuantificado la biomasa obtenida por diferentes especies analizando la influencia de distintos factores, obteniéndose ecuaciones de regresión para la predicción de la biomasa producida cultivos en función de los factores influyentes. Estas estimaciones permitirán realizar inventarios de la biomasa disponible en una determinada zona a partir del catastro parcelario y de las características agronómicas de los distintos cultivos existentes. Así a partir de estos datos básicos se han desarrollado modelos logísticos como Borvemar model, publicado por Velázquez y Annevelink (2009). Este modelo permite localizar puntos de concentración de biomasa para su distribución a partir mapas digitales SIG. Este algoritmo se basa en buscar puntos en los que la biomasa contenida en un radio determinado supere una cantidad mínima con coste mínimo. Por tanto los datos analizados en las líneas anteriores son básicos para su implementación. Otro modelo posible es bioloco model (Biomass Logistics Computer Optimization) desarrollado por Annevelink y de Mol, (2007), y Diekema, et al., (2005). Este algoritmo establece un modelo logístico basado en grafos donde existen nodos origen (fuentes de biomasa) y nodos destinos (plantas de transformación de biomasa), conectados por arcos que representan costes o distancias. Este modelo calcula los nodos óptimos de los cuales se deben abastecer los nodos destinos en un momento dado teniendo en cuenta la estacionalidad de las fuentes. Bioloco model se sirve del Borvemar model para la determinación de los nodos para después seleccionar cuáles de ellos son los óptimos en cada momento.
6. Aplicación de teledetección en los procesos de valoración e inventariación de biomasa. Aplicación de tecnología Lidar aéreo (Estornell et al. 2011a; Estornell et al. 2011b Estornell et al., 2011c; Estornell et al. 2012a; Estornell et al., 2012b; Estornell et al.,

2017), complementación con imágenes espectrales y aplicación de Lidar Terrestre (TLS) (Fernández et al. 2013a; Fernández et al., 2013b)

7. Caracterización de los residuos obtenidos tanto desde el punto de vista energético como industrial, determinando la aptitud de los materiales para distintos procesos (Callejón et al., 2011; Vargas et al., 2012; Callejón et al. 2014; Velázquez et al., 2014b; Pérez et al., 2015; Velázquez et al., 2016b; Mondragón et al., 2018; Gaibor et al., 2018; Velázquez et al., 2018).

### **3. MIRANDO AL FUTURO**

De acuerdo con los trabajos expuestos, a pesar de los avances logrados, el candidato es consciente del enorme labor que queda por realizar, y lleno de ilusión presenta un conjunto de proyectos en los que ya está involucrado y representarán las líneas de trabajo a ejecutar en los próximos años. Las líneas a ejecutar en un futuro próximo se concretan en los siguientes puntos:

a) Trabajos de cuantificación y caracterización de especies poco estudiadas y con elevado potencial productivo en cuanto a la biomasa con posible destino energético.

b) Análisis de la implantación de cadenas aprovechamiento de biomasa

c) Análisis de los impactos de la globalización de los biocombustibles en el mercado agroalimentario.

d) Liderazgo de la red IBEROMASA, financiado por el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Esta red se centra en la "Optimización de los procesos de extracción de biomasa sólida para uso energético y sus implicaciones logísticas" en el que el candidato actúa como IP y participan 112 investigadores de 24 grupos de investigación de 17 países. Éstos representan todos los países de Latinoamérica junto España y Portugal, excepto cuatro: Honduras, El Salvador, Panamá y Venezuela.

e) Análisis de los procesos de fermentación anaerobia para la producción de metano de materias primas poco conocidas y procesos de codigestión.

f) Estudio de modelos logísticos eficientes. En concreto en el marco del proyecto SMART MULCH financiado por el Programa RETOS 2017 del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.

g) Participación en el proceso de unificación de los protocolos y de normas de caracterización y formulación de estándares de biocombustibles sólidos en México, llevado a cabo a través de del proyecto Fondo de Sustentabilidad Energética, auspiciado por SENER-CONACYT, Centros Mexicanos de Innovación en Energía y Bioenergía, que tiene una duración entre 2017 y 2021

h) Estudio de la captura de CO<sub>2</sub> con dispositivos artificiales.

### **3.1 Trabajos de cuantificación y caracterización**

Los trabajos de desarrollo de modelos alométricos de cuantificación de biomasa de especies poco estudiadas, junto su caracterización calorífica, elemental, proximal y estructural va a suponer una línea contante de investigación. La oportunidad que me ofrece tanto el Laboratorio de Propiedades Físicas y Bioenergía de la UPV, como el Laboratorio de Biomasa en la UEB, hace que lidere distintos grupos de trabajo en ambas universidades. En este ámbito, la dirección a la que nos estamos dirigiendo en la UPV es la evaluación de especies arbustivas como recurso energético, podas de árboles urbanos, podas de árboles frutales aplicando tanto análisis dendrométricos como técnicas basadas en teledetección, escáner terrestre, y drones. Por otra parte, mi trabajo en Latinoamérica me ofrece la oportunidad de evaluar multitud de especies poco conocidas en los países occidentales, tales como la cabuya, el borjój, la quinua, la guaba, gayambo, cacao, neem, mango, aguacate, el árbol lechero, entre otros.

En la actualidad estoy trabajando en dos proyectos: uno financiado por la convocatoria 2017 de la Conselleria de Educación, Investigación, Cultura y Deporte, del Programa para la promoción de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación en la Comunitat Valenciana, con título "Desarrollo de métodos de cuantificación de biomasa de vegetación de ribera para la gestión de cauces de la Comunidad Valenciana". En este proyecto trabajan tres departamentos de la UPV, Departamento de Producción Vegetal, Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria, y Departamento de Cartografía, Fotogrametría y

Geodesia; el otro proyecto está financiado por la Universidad Estatal de Bolívar con título "Análisis del aprovechamiento termoquímico de la biomasa residual de la poda del cultivos andinos". De ambos proyectos se muestran en el anexo del presente proyecto de investigación las memorias que se presentaron en su solicitud.

### 3.1.1 Proyecto de biomasa arbustiva de especies de ribera

Los objetivos de la investigación de la biomasa de las especies arbustivas de ribera son los siguientes:

1. Determinar funciones que permita determinar el volumen y biomasa leñosa de individuos de las especies *Phragmites australis* (Cav.) Trin, la adelfa (*Nerium oleander*), el acebuche (*Olea Europea sylvestris*), el tarall (*Tamarix africana*), el *Arundo donax*, *Salix alba* L. y *Zarzamora rubus* L. a partir de medidas de diámetro y longitud de la planta.
2. Determinar funciones que permita determinar el volumen y biomasa leñosa de rodales de las especies *Phragmites australis* (Cav.) Trin, la adelfa (*Nerium oleander*), el acebuche (*Olea Europea sylvestris*), el tarall (*Tamarix africana*), el *Arundo donax*, *Salix alba* L. y *Zarzamora rubus* L. a partir de medidas de diámetro del rodal y longitud de la planta.
3. Analizar los contenidos de carbono y nitrógeno de la biomasa en las especies estudiadas
4. Obtener el poder calorífico para valorar el aprovechamiento de la biomasa como combustible.
5. Hacer una valoración de rol de estas especies en la fijación de CO<sub>2</sub> y filtro verde
6. Desarrollar ecuaciones de medición de biomasa a partir de datos LiDAR e imágenes multiespectrales
7. Proponer modelos de gestión versátiles de la vegetación de ribera

La metodología a emplear es la siguiente:

Se tomarán al azar 40 rodales de cada especie: *Phragmites australis* (Cav.) Trin, Adelfa (*Nerium oleander*), Acebuche (*Olea europaea sylvestris*), Tarall (*Tamarix africana*), *Arundo donax* L., *Salix alba* L. y zarzamora (*Rubus* L.) en las riberas de los ríos Turia y Palancia.

Las plantas estudiadas se estructuran en matas. Se define "Mata" como planta claramente diferenciada de las de su entorno, formada por distintos pies ramificados leñosos. Los pies son cada una de las partes que nacen de la cepa, es decir, el conjunto formado por un tallo y todas sus bifurcaciones o ramas laterales. Del mismo modo, definiremos "Vara" como cada uno de los segmentos que conforman el pie y cuya longitud es igual a la distancia entre dos bifurcaciones consecutivas, consideradas base y final de la misma. Si es terminal, la longitud será desde la bifurcación hasta el ápice.

Por la variabilidad en cuanto a número de pies en cada mata, se probará una sistemática basada en mediciones en dos fases: Primero realizar un análisis dendrométrico de los pies, con el objetivo de obtener funciones que permitieran calcular el volumen de las mismas a partir del diámetro de la base y su longitud. Posteriormente se medirán los diámetros y longitudes de todos los pies de cada rodal, de modo que al aplicar la función de volumen anteriormente calculada a cada uno de los pies se obtendrá el volumen leñoso total de cada una de las plantas.

#### *Análisis dendrométrico de pies*

---

Para el análisis dendrométrico se seleccionarán varas, midiendo diámetros cada 10 cm. La forma no circular de cada sección de la vara obliga a la determinación de dos diámetros perpendiculares tomándose el diámetro medio para el cálculo del volumen. El volumen de cada porción de vara comprendida entre dos secciones consecutivamente medidas se calculará aplicando la fórmula del tronco de cono. La suma del volumen de todas las porciones, definirán el volumen real de esa vara, determinándose ecuaciones que obtengan el volumen y biomasa a partir del diámetro de la base y la longitud de la vara.

Para el cálculo del volumen del pie se tomará el criterio de contabilizar el diámetro y longitud tanto el tallo principal como el de todas las varas que lo componen (área encerrada

en el óvalo Figura 1). Entonces se calculará el volumen completo del mismo, aplicando la ecuación de volumen de vara anteriormente obtenida a cada porción.

Posteriormente se tomarán como datos la longitud y el diámetro basal del pie. La longitud del pie considerada será la correspondiente a la máxima distancia entre la base y la bifurcación de mayor longitud. Obtenido el volumen de cada pie se definirá el factor de ocupación mediante la ecuación (1), tomando como modelo distintas figuras geométricas en base a su diámetro basal y longitud: cilindro, paraboloides, cono y neiloide.

$$FO = \frac{\text{Volumen real del vegetal}}{\text{Volumen modelo}} \quad (1)$$

Para analizar la variabilidad del factor de ocupación se obtendrán la media, desviación típica y coeficiente de variación. Por otra parte se analizarán modelos de regresión múltiple de cara a determinar funciones de volumen de pie a partir del diámetro de su base y longitud. Independientemente, también se analizará cada bifurcación como si fuera un nuevo pie, analizándolo de la misma forma.

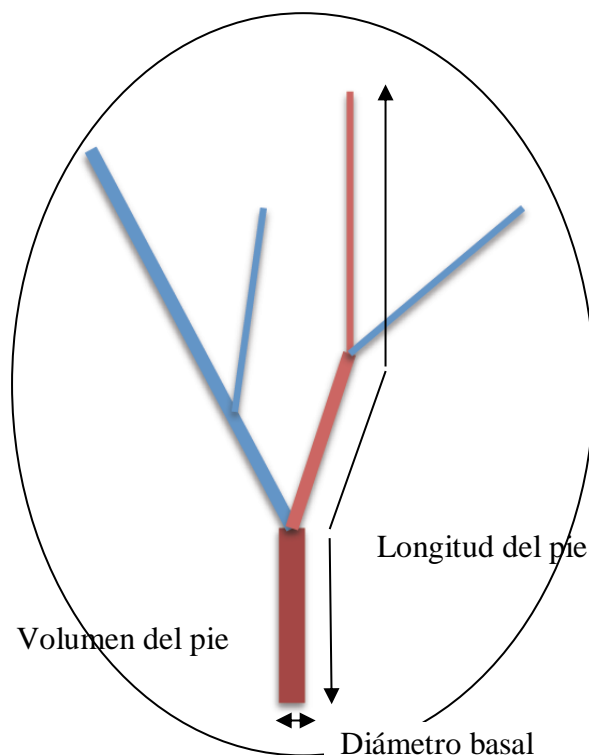


Figura 1. Esquema del criterio de medición

### *Análisis volumen de rodales*

---

Habiendo obtenido una función de volumen para los pies en función del diámetro basal y longitud con suficiente precisión, se medirán los diámetros basales de cada uno de los pies que conforman todas las matas de los rodales. Por sumatorio de los volúmenes asociados a cada uno de los pies se obtendrá el volumen total de la madera del rodal.

Por otra parte, se medirá el diámetro de la proyección y la altura dominante de cada uno de los rodales. A partir de éstos se obtendrá un volumen aparente ocupado, aplicando la fórmula del cilindro. A través de la relación entre el volumen real calculado para rodal y su volumen cilíndrico aparentemente ocupado se calculará el factor de ocupación por la ecuación 1, determinándose la media y dispersión.

Por otra parte se analizarán modelos de regresión múltiple para la obtención de funciones que permitieran determinar el volumen del rodal a partir del diámetro del rodal y la altura dominante.

### *Caracterización fisicoquímica de la biomasa*

---

El análisis de la madera se llevará a cabo en el laboratorio de Propiedades Físicas y Bioenergía de la UPV. Las propiedades analizadas se obtendrán aplicando las normas de la Tabla 10.

Tabla 10. Normas de análisis para caracterización de biomasa

Referencia de la norma	Título
EN ISO 16559	Biocombustibles sólidos – Terminología, definiciones y descripciones
EN 14778	Biocombustibles sólidos – Muestreo
EN 14780	Biocombustibles sólidos – Métodos para la preparación de la muestra
EN ISO 18134-1	Biocombustibles sólidos – Determinación del contenido de humedad – método de secado en estufa. Parte 1: Total de humedad. Método de referencia
EN 17828	Biocombustibles sólidos – Determinación de la densidad a granel (densidad aparente)
EN ISO 18847	Biocombustibles sólidos – Determinación de la densidad de partícula de pélets y briquetas
EN 14918	Biocombustibles sólidos – Determinación del valor calorífico
EN ISO 18122	Biocombustibles sólidos – Determinación del contenido de cenizas
EN ISO 18123	Biocombustibles sólidos – Determinación del contenido de materia volátil
EN ISO 16948	Biocombustibles sólidos – Determinación del contenido total de carbono, hidrógeno y nitrógeno – Métodos Instrumentales
CEN/ TS 15105	Biocombustibles sólidos – Métodos para determinar el contenido soluble en agua de cloro, sodio y potasio
CEN/TS 15289	Biocombustibles sólidos – Determinación del contenido total de azufre y cloro
CEN/TS 15290	Biocombustibles sólidos – Determinación de los principales elementos
CEN/TS 15297	Biocombustibles sólidos – Determinación de elementos menores
CEN/TS 15370-1	Biocombustibles sólidos – Método para la determinación del comportamiento de fusión de cenizas – Parte 1: Método de temperaturas características
CEN / TS 15296	Biocombustibles sólidos – Cálculo de los análisis a las diferentes bases
EN 14961-1	Biocombustibles sólidos – especificaciones del combustible y las clases – Parte 1: Requisitos generales
EN –ISO 10520	Almidones y féculas nativos- Determinación del contenido de almidón. Método polarimétrico de Ewers

### *Análisis de datos 3D. LiDAR (Terrestre y Aéreo)*

En esta fase se medirán mediante un *láser escaner* un número representativo de muestras de vegetación. A partir de estos datos se obtendrán nubes de puntos con coordenadas x,y,z de cada muestra, de las cuales se derivarán diferentes estadísticos de la distribución de las alturas (Tabla 11) y se calcularán los volúmenes de las masas seleccionadas. Para ello se utilizarán algoritmos ya desarrollados en investigaciones precedentes (Fernández et al., 2013

a y b). Para la estimación de los volúmenes de las masas de vegetación se generarán modelos tridimensionales a partir de la nube de puntos resultante del escaneo y se aplicarán diferentes metodologías: a) cálculo de la envolvente tridimensional de la copa basada en triángulos (TIN); b) generación de perfiles de la nube de puntos a intervalos constantes, de los cuales se generaría un contorno específico que se integraría con los contiguos para definir volúmenes; c) rasterización de la nube de puntos irregular que proporciona el escáner (voxel). Se analizará con los datos de campo que método proporciona mejor ajuste con la estructura real de la vegetación.

Para la estimación del volumen y biomasa de especies de ribera los diferentes estadísticos calculados de la distribución de las alturas se utilizarán como variables independientes en los modelos de regresión a calcular. Por otro lado, se utilizarán los datos LiDAR del Plan Nacional de Fotogrametría Aérea. Por tanto, se van a utilizar dos tipos de datos LiDAR mencionados aéreos y terrestres.

#### *Procesado de imágenes*

Las mismas muestras de vegetación tomadas en el apartado anterior serán medidas mediante un vuelo encargado utilizando drones y realizando fotografías in situ a partir de cámaras convencionales. En el primer caso será necesario que exista un recubrimiento lateral del 30% y transversal del 60% para poder realizar la corrección geométrica de las imágenes. Además será necesario medir puntos de control mediante GPS sistema RTK para la correcta orientación absoluta de las imágenes. El objetivo de este paso es obtener una nube tridimensional de puntos como las obtenidas en el apartado anterior y derivar los estadísticos de la distribución de alturas y parámetros geométricos como volúmenes a partir de estos datos. Para ello en primer lugar se llevará cabo una orientación relativa de las imágenes a partir de la búsqueda de puntos homólogos en las distintas imágenes tomadas con recubrimiento. A continuación se realizará una orientación absoluta utilizando los puntos de control medidos con GPS-RTK. A partir de este proceso se podrá calcular la nube de puntos y obtener los mismo parámetros utilizados en el paso anterior para estimar los parámetros dendrométricos de la vegetación. Las muestras de vegetación seleccionadas también serán tomadas a partir de fotografías convencionales y se aplicará el mismo procesamiento a las imágenes para obtener las nubes de puntos 3D en cada muestra de la vegetación.

Finalmente en este apartado se analizará las diferencias entre los parámetros dendrométricos de la vegetación y los obtenidos mediante cada una de las tecnologías descritas. Posteriormente se calcularán modelos de regresión entre estos parámetros y las variables dendrométricas siendo analizados los valores de R2 y RMSE. Estos análisis permitirán definir relaciones de dependencia entre las variables analizadas, tanto las dendrométricas como las de los diferentes escaneos y tomas fotográficas. Se buscarán modelos de ajuste, que con la máxima fiabilidad posible permitan obtener predicciones de biomasa.

Tabla 11. Variables derivadas de la distribución de las alturas de los datos LiDAR.

Variable	Símbolo	Características
Percentil 5	<i>P5</i>	Variables relacionadas con la biomasa, altura y volumen basadas en la relación existente entre estas variables físicas y la altura
Percentil 10	<i>P10</i>	
Percentil 20	<i>P20</i>	
Percentil 25	<i>P25</i>	
Percentil 30	<i>P30</i>	
Percentil 40	<i>P40</i>	
Percentil 50	<i>P50</i>	
Percentil 60	<i>P60</i>	
Percentil 70	<i>P70</i>	
Percentil 80	<i>P80</i>	
Percentil 90	<i>P90</i>	
Percentil 95	<i>P95</i>	
Altura máxima	<i>Hmax</i>	
Altura media	<i>Hm</i>	
Desviación estándar de las alturas	<i>hd</i>	Caracteriza la estructura del dosel basada en la distribución de los retornos. Aporta información del factor de cabida cubierta en una parcela
Coefficiente de variación	<i>Cv</i>	Describe la dispersión de los datos de alturas de las parcelas
Asimetría	<i>g<sub>1</sub></i>	Caracteriza la estructura de la vegetación y su relación con el porcentaje de suelo desnudo basada en la forma de la distribución de las alturas
Curtosis	<i>g<sub>2</sub></i>	

### 3.1.2 Análisis del aprovechamiento termoquímico de la biomasa residual de la poda del cultivos andinos

El objetivo principal de la investigación es realizar un análisis completo del posible aprovechamiento energético de la biomasa residual de la poda de árboles en la Provincia Bolívar. En esta línea se va a trabajar en el marco del proyecto financiado por la convocatoria del Gobierno Ecuatoriano INEDITA, mostrado en el adjunto.

Paralelamente también se trabajarán otros objetivos específicos:

- Realizar una caracterización dendrométrica de las especies cabuya, el borrojó, la quinua, la guaba, gayambo, cacao, neem, mango, aguacate, el árbol lechero en las condiciones de crecimiento de la provincia de Bolívar (Ecuador).
- Relacionar las variables dendrométricas con los residuos generados a través de modelos predictivos útiles para inventariación y cuantificación

- Determinar su poder calorífico, densidad del sólido, densidad a granel.
- Realizar análisis elemental de los mismos: en C, H, N, S, O, Cl.
- Realizar análisis proximal: Contenido de volátiles, Contenidos en cenizas, Carbono fijo, humedad inicial y su evolución mediante secado natural en distintas condiciones.
- Realizar análisis estructural: Contenido en celulosa, lignina y hemicelulosa
- Desarrollar modelos que relacionan el poder calorífico con la composición elemental, proximal y estructural
- Realizar un análisis termogravimétrico orientado a evaluar la aptitud para tecnologías de pirolisis-gasificación.

Los trabajos se estructuran generalmente en tres fases:

FASE 1: Caracterización dendrométrica y prospección de las cantidades de residuos de poda.

Inicialmente se coleccionarán las dimensiones de la planta, tales como el diámetro del tronco, altura del tronco, diámetro de copa, altura de copa, altura total y sus coordenadas geográficas.

Tras la poda se procederá a pesar toda la masa obtenida mediante un dinamómetro o una balanza romana, realizándose gavillas de los materiales leñosos residuales (Figura 2). La medición de masa en campo se realizará en húmedo, tomando muestras de algunos trozos en pequeños botes de plástico para determinar su humedad en laboratorio. Posteriormente el valor de la humedad nos permitirá realizar la corrección del peso medido y obtener la materia seca de las mismas. Cuando la poda se realice con presencia de hojas, se tomarán 5 ramas podadas de cada árbol serán deshojadas manualmente, midiendo el peso antes y después de la eliminación de las hojas para determinar el porcentaje de masa foliar y el porcentaje de masa de madera.



Figura 2. Formación y pesada de gavillas con dinamómetro

A partir de las características dendrométricas de los diferentes árboles, se obtendrán ecuaciones de predicción de la masa podada que pueden ser implementadas a los inventarios de biomasa para conocer la distribución espacial en una determinada zona.

Algunas de estas gavillas serán transportadas a laboratorio para realizar la caracterización de los materiales desde el punto de vista energético e industrial. La evolución del proceso de secado se realizará en tres tipos de condiciones:

- secado de astillas al aire sobre tierra
- secado de astillas al aire sobre cemento
- secado de astillas al aire bajo lona plástica

En todas las condiciones se realizarán determinaciones diarias hasta la estabilización del peso

#### FASE 2. Análisis elemental, proximal y estructural

La Universidad Estatal de Bolívar posee equipamiento para la determinación del Poder Calorífico, análisis elemental, análisis proximal, análisis estructural, y el análisis termogravimétrico.

Las normas para los análisis están relacionadas en la Tabla 10. El análisis estructural se realiza de acuerdo al método analítico seguido por Van Soest (1991).

Se analizarán las propiedades de mezclas de madera y hojas en las proporciones indicadas en la Tabla 12, con al menos 5 repeticiones en cada combinación.

Tabla 12. Combinaciones de mezclas de madera y hojas a caracterizar

Porcentaje de madera en masa	Porcentaje de hoja en masa
100%	0%
90%	10%
80%	20%
70%	30%
60%	40%
50%	50%
0%	100%

### FASE 3. Análisis termogravimétrico

Cada tipo de material será sometido a un proceso de pirolisis en balanza termogravimétrica (TGA). Dicha balanza estará acoplada a un cromatógrafo de gases y a un espectrómetro de masas dispuestos en serie a través de los que se analizarán los gases obtenidos en la pirolisis.

El mismo proceso se realizará en atmósfera pobre de oxígeno: 90% de N<sub>2</sub> y 10% de O<sub>2</sub>

Se proporcionarán las gráficas de variación de peso con la temperatura y tiempo, junto los gases resultantes. También los datos de composición de gases volátiles, gases desprendidos en función de la temperatura, y velocidad de calentamiento en cada tipo de atmósfera.

### 3.2 Análisis de la implantación de cadenas aprovechamiento de biomasa

Recientemente el candidato ha sido beneficiado con la concesión de un proyecto del Programa de Cooperación para la Investigación para el Desarrollo ADSIDEO2018 del Centro de Cooperación para el Desarrollo de la UPV. Este proyecto posee una duración de 2 años de 2019 a 2021. El título es "Análisis de la implantación de cadenas aprovechamiento de biomasa en comunidades rurales la provincia de Bolívar (Ecuador)". La memoria y presupuesto de este proyecto se muestra en el anexo. También esta línea se desarrollará mediante la convocatoria INEDITA del Gobierno Ecuatoriano.

La provincia de Bolívar (Ecuador) es eminentemente rural. El nivel de pobreza es del 92,5%, desnutrición 51%, analfabetismo 19%. Los ingresos provienen fundamentalmente de cultivos de secano como maíz blanco, trigo y papas; junto la crianza de especies menores como cuyes, aves, ovejas, cerdos y ganado de leche. En los últimos años se ha producido una migración hacia otras provincias, principalmente a las ciudades Quito, Guayaquil o Ambato.

Las plantaciones agrícolas no son muy productivas. No se aplica una rotación razonable de cultivos ni mecanización. Desde hace unos años están apareciendo cooperativas locales como la Fundación Su cambio por el cambio -para la comercialización de los productos de forma unida y beneficiosa para todos. También para formar a los agricultores en cuanto a otros posibles cultivos, métodos para aumentar la rentabilidad de sus plantaciones, estimulación del uso de químicos orgánicos y adquisición de maquinaria común. En este contexto la Universidad Estatal de Bolívar con el apoyo de la Universidad Politécnica de Valencia desde hace años está cooperando mediante proyectos de vinculación en el aprovechamiento de residuos agrícolas y ganaderos para uso energético, enfocado a fortalecer la sostenibilidad de explotaciones minifundistas. El presente proyecto tiene un doble objetivo por un lado optimizar los protocolos de manejo de gestión de residuos, por otro, desarrollar un programa de formación de técnicos y agricultores para este fin. El proyecto propuesto pretende implantar de forma efectiva un sistema de gestión de residuos y materiales leñosos cultivados para su procesamiento energético en la provincia de Bolívar. El sistema de gestión se centrará principalmente en los residuos de maíz, y los cultivos de pawlonia y árbol del lechero. De estos materiales se tienen experiencias previas. La pawlonia y el lechero pueden utilizarse como cercados naturales que complementan y mejoran la cantidad y calidad de los materiales.

Los objetivos buscados son los siguientes:

Obj. 1. Definición de los residuos generados en las diferentes etapas de las cadenas de aprovechamiento campo-industria.

Obj. 2. Caracterización termoquímica:

- Evaluación de la cinética y energética del secado en distintas condiciones.
- Determinación del poder calorífico
- Análisis elemental: en C, H, N, S, O, Cl
- Análisis proximal: Contenido de volátiles, cenizas, carbono fijo, humedad inicial.
- Análisis estructural: Celulosa, lignina y hemicelulosa

Obj. 3. Desarrollo de modelos predictivos que permitan calcular la cantidad de biomasa, C fijado, emisiones y residuos generados en cada una de las fases de la cadena a partir de variables fácilmente medibles.

Obj. 4. Análisis logístico: Condiciones de transporte, almacenamiento, evaluación económica

Obj. 5. Evaluación de las tecnologías para aprovechamiento energético y reducción de emisiones a lo largo de la cadena. Balance energético, Balance de emisiones, Huella de Carbono, Evaluación económica global

El proyecto posee una enorme dimensión social. Se pretende desarrollar un mercado que permita mejorar la renta de miles de pequeños agricultores, medianas y pequeñas empresas. El poseer un receptor de las materia residual supone una oportunidad de desarrollo muy importante.

### **3.3 Análisis de los impactos de la globalización de los biocombustibles en el mercado agroalimentario.**

El objetivo general de esta investigación es la elaboración de un modelo econométrico que a partir de la recopilación y análisis de la información existente a nivel nacional e internacional permita estimar los efectos de la globalización de la agricultura energética en el mercado agroalimentario. El proyecto pretende responder preguntas como: ¿Cómo va a influir la aplicación de tierras para cultivos energéticos en el mercado agrícola alimentario y por ende a la seguridad alimentaria? ¿Cuánta superficie es necesaria en plantaciones energéticas para cubrir las necesidades ecuatorianas actualmente abastecidas por el uso del petróleo o carbón? ¿Cómo va a influir la globalización de los biocombustibles en el Producto Interior Bruto de cada país? ¿Países como España o Ecuador será un país importador o exportador de biocombustibles? ¿Cuál debe ser la inversión para que España o Ecuador esté preparado para hacer frente a problemas de producción abastecimiento de los biocombustibles de acuerdo a las necesidades energéticas existentes y los residuos que genera?. Se pretende hacer una evaluación de unos escenarios inminentes e inevitables, analizando la situación de España y Ecuador. Se propondrán el desarrollo de soluciones y orientaciones para mitigar los efectos en el mercado alimentario, tejido empresarial, ofreciendo información básica para la legislación y promoción de los biocombustibles en cada país.

En esta investigación actualmente estoy dirigiendo dos trabajos de tesis doctoral, uno en el programa de doctorado en Economía Agroalimentaria del Departamento de Economía y Ciencias Sociales, con el título "Análisis del efecto de la globalización de los biocombustibles en la economía agrícola de Esmeraldas (Ecuador)"; otro en el Programa de doctorado en Ciencia y Tecnología de la Producción Animal del Departamento de Ciencia Animal con el título

“Influencia de la globalización de los biocombustibles en el mercado ganadero, los productos cárnicos y leche en Ecuador”.

Por otra parte, el candidato ha impulsado un macro proyecto en Ecuador realizado bajo convenio entre 5 universidades de la red ECUMASA junto con la Universidad Politécnica de Valencia: Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Escuela Politécnica Superior del Litoral, Universidad Estatal De Bolívar, Universidad Técnica “Luis Vargas Torres” de Esmeraldas y Universidad de Guayaquil. En el anexo se presenta la memoria presentada para este proyecto.

### **3.4 Red IBEROMASA CYTED**

Cyted es el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, creado por los gobiernos de los países iberoamericanos para promover la cooperación en temas de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo armónico de Iberoamérica.

Cyted logra sus objetivos a través de diferentes instrumentos de financiación que movilizan empresarios, investigadores y expertos iberoamericanos y les permiten capacitarse y generar proyectos conjuntos de investigación, desarrollo e innovación. Es así que los países que integran el Programa CYTED logran mantenerse actualizados en los más recientes avances y desarrollos científico tecnológicos.

Los resultados del Programa incluyen la generación de proyectos de I+D estratégicos donde participan empresas y expertos que desde la plataforma de cooperación de CYTED acceden a importantes fondos internacionales, y redes de investigación.

Las **Redes Temáticas** son asociaciones de **grupos de investigación y desarrollo** (I+D) de entidades públicas o privadas y **empresas** de los países miembros del Programa CYTED, cuyas actividades científicas o tecnológicas están relacionadas dentro de un ámbito común de interés y enmarcadas en una de las Áreas del Programa. Tienen como objetivo principal el intercambio de conocimientos entre grupos de I+D y la potenciación de la cooperación como método de trabajo.

El candidato es coordinador de la red IBEROMASA. Esta red se centra en la “Optimización de los procesos de extracción de biomasa sólida para uso energético y sus implicaciones

logísticas". Participan 112 investigadores de 24 grupos de investigación de 17 países. Éstos representan todos los países de Latinoamérica junto España y Portugal, excepto cuatro: Honduras, El Salvador, Panamá y Venezuela.

De acuerdo al proyecto, la red se constituye inicialmente por 4 años, entre 2019 y 2024. La memoria de dicha red se presenta en el anexo.

El objetivo general de la red es desarrollar, mejorar y/o adaptar tecnologías para la utilización eficiente de combustibles biomásicos sólidos para usos térmicos, tanto a nivel doméstico como en pequeñas industrias en zonas rurales y urbanas marginales, que sean viables técnica, económica y socialmente, replicables y que contribuyan de forma directa al desarrollo sostenible, la equidad de género y la protección de la salud de la Región Iberoamericana.

Presenta los siguientes objetivos específicos

- Evaluación y caracterización de los recursos locales disponibles y que sean económica y socialmente utilizables.
- Evaluación y proposición de logísticas de distribución y comercialización de combustibles biomásicos sólidos.
- Evaluación de las tecnologías de conversión más apropiadas, eficientes y que protejan la salud de la población.
- Identificación de empresas locales relacionadas con el desarrollo y fabricación de equipos y componentes, así como de su mantenimiento.
- Análisis y evaluación de políticas públicas.
- Promover un marco institucional y normativo favorable a la equidad de género, la protección a la salud y la igualdad de oportunidades para la población rural tal que garantice su acceso a dichos combustibles biomásicos.
- Elaboración de manuales de buenas prácticas basados en especificaciones técnicas internacionales para la homologación y validación energética y ambiental de equipos y componentes.
- Desarrollar modelos de optimización de la logística para la recolección y concentración de residuos de biomasa para su transformación en biocombustibles sólidos.

- Impulsar la innovación tecnológica para la conversión de residuos de biomasa en combustibles para el sector industrial y doméstico, especialmente de aquellas tecnologías que están próximas a ser comerciales.

La metodología a utilizar se estructurará mediante dos tipos de instrumentos:

1) **Talleres de formación, investigación y transferencia** con la participación de representantes de todos los grupos de investigación y empresas integrados en la red y grupos externos a la red pero de importancia local, en el tema. A cada taller cada país aportará estudios y análisis propios de su problemática particular. Por tanto se requerirá un trabajo individual previo de documentación e investigación.

Cada taller irá acompañado de visitas técnicas a proyectos realizados en la zona donde se organiza el taller. Estas visitas permitirán conocer de forma directa los avances y puesta en práctica de soluciones particulares.

2) **Estancias técnicas multilaterales.** Este instrumento consiste en el desplazamiento de miembros concretos de cada grupo de investigación durante el segundo, tercer y cuarto año de la red a países con especial afinidad o intereses coincidentes, que presenten soluciones de especial interés para la formación de especialistas. Las estancias serán de duración corta, máximo 14 días.

Las actividades de la Red se estructurarán del siguiente modo:

### Año 1

- Taller 1: Sistemas de cuantificación e inventariación recursos biomásicos agrícola y forestal para uso energético .

Se realizará en la Universidad Estatal de Bolívar (Ecuador), con el desplazamiento de 21 investigadores, más el coordinador. Participarán empresas nacionales y locales.

En este taller se tratará:

- Estudio de las fuentes de abastecimiento de las plantas actuales de transformación de biomasa en biocombustibles

- Papel de las plantaciones energéticas y de la recogida de residuos agrícolas y forestales
- Sistemas de inventariación y valoración de biomasa potencial agrícola y forestal con destino energético
- Sistemas avanzados de teledetección: imágenes multispectrales, tecnología LiDAR, uso de drones.
- Aplicación de Sistemas de Información Geográfica a los procesos de inventariación y planificación bioenergética.

Se visitarán plantas actualmente en funcionamiento donde se comprobará la planificación de sus abastecimientos. Se cuenta con el apoyo de la empresa MEGAPELLTETS, cooperativas locales como la de San Miguel, San Lorenzo en Guaranda (Ecuador)

## Año 2

- Taller 2: Análisis de las dificultades que suponen la movilización de biomasa agrícola y forestal para uso energético

Se realizará en la Universidad Entre Ríos en la provincia de Paraná (Argentina), con el desplazamiento de 15 investigadores, más el coordinador. Participarán empresas nacionales y locales

En este taller se tratará:

- Tecnología utilizada para la extracción y concentración de biomasa agrícola y forestal
- Organización del trabajo
- Propuestas de logística y transporte de biomasa particularizadas a nivel regional.
- Sistemas de información geográfica como herramienta logística
- Aplicación de centros de gestión integral, regional
- El desacople entre nivel de complejidad tecnológica de los sistemas de extracción propuestos y la comunidad o región donde se implantan
- Sostenibilidad ambiental, salud, equidad laboral u otros, de la realización de extracción de biomasa agrícola o forestal para destino energético.

Se realizarán visitas a pruebas de evaluación de tecnología de extracción y transporte realizados por proyectos de investigación en marcha en ese momento. Análisis económico-social de la integración de la extracción de biomasa con destino energético en las

comunidades campesinas. Se cuenta con el apoyo de la empresa VEROLIA, empresa multinacional, líder en el sector, que colabora con la Universidad Entre Ríos.

- Se financiarán 4 estancias técnicas de investigadores a otras entidades de la red.

### Año 3

Taller 3: Análisis de tecnologías de aprovechamiento de la biomasa para destino energético

Se realizará en la Universidade Estadual Paulista / Faculdade de Engenharia em Sao Paulo (Brasil), con el desplazamiento de 15 investigadores, más el coordinador. Participarán empresas nacionales y locales

En este taller se tratará:

- Evaluación de las tecnologías de conversión más apropiadas, eficientes y que protejan la salud de la población.
- Análisis y evaluación de políticas públicas.
- Elaboración de manuales de buenas prácticas basados en especificaciones técnicas internacionales para la homologación y validación energética y ambiental de equipos y componentes..
- Innovación tecnológica para la conversión de residuos de biomasa en combustibles para el sector industrial y doméstico, especialmente de aquellas tecnologías que están próximas a ser comerciales.
- Impacto de la utilización de los biocombustibles en el mercado agrícola alimentario
- Marco institucional y normativo favorable a la equidad de género, la protección a la salud y la igualdad de oportunidades para la población rural tal que garantice su acceso a dichos combustibles biomásicos.

Se realizarán visitas a pruebas de evaluación de tecnología de extracción y transporte, soluciones logísticas realizadas por proyectos de investigación en marcha en ese momento.

- Se financiarán 4 estancias técnicas de investigadores a otras entidades de la red.

## Año 4

- Se financiarán 13 estancias técnicas de investigadores a otras entidades de la red.
- Reunión de coordinación para análisis de resultados y proyectos de futuro

Los beneficios y repercusión prevista para los países objetivo se centran en los siguiente:

La información obtenida en la red va dirigida a cuatro tipos de usuarios:

- Agricultores. Éstos van a tener métodos para calcular con antelación cuanta biomasa van a disponer por término medio en su explotación. Esta biomasa supondrá un recurso adicional al de la comercialización de alimentos, incrementando su renta. Al mismo tiempo tendrán de información sobre las técnicas de recogida de la biomasa residual.
- Investigadores, que se convertirán en referencia en Latinoamérica en la cuantificación de la biomasa disponible y en la tecnologías desarrolladas en el sector bioenergético.
- Organismos políticos, que podrán orientar mejor sus políticas relacionadas con el aprovechamiento de la biomasa, principalmente en cuanto a inversiones en investigación y proyectos de adaptación, y manejo sostenible de recursos; Tendrán herramientas para la inventariación de recursos y la planificación de su aprovechamiento
- Empresas que tomarán conciencia de la necesidad de adaptar los procesos productivos a sistemas que reduzcan emisiones de CO<sub>2</sub>, disminución del consumo de energía fósil, y garanticen la sostenibilidad de los recursos.

Para cada grupo se van a realizar actividades específicas de difusión.

Orientado a los agricultores se va a propiciar la elaboración de 4 videos divulgativos de 10-15 min de duración en español inglés, donde se expliquen:

- Video divulgativo y publicación en la página web «¿Qué es la red IBEROMASA de CYTED?».
- Video divulgativo y publicación en la página web «La evaluación de los potenciales y las condiciones técnicas de recogida y transporte de recursos biomásicos».
- Video divulgativo y publicación en la página web «Posibilidades logísticas de la biomasa».
- Video divulgativo y publicación en la página web «Definir la tecnología apropiada para la transformación de biomasa residual destinada a biocombustibles sólidos».

Orientado a las administraciones públicas, se realizará un video de criterios para orientar mejor las políticas de promoción del uso energético de la biomasa

Los videos se colgarán en la página web. También serán transferidos a diversas cadenas de TV nacionales , locales e institucionales..

Las empresas participarán en la red. A la finalización de la red cabría esperar al menos la impulsión de dos proyectos precompetitivos de interés del desarrollo económico y social de Iberoamérica en la utilización de recursos biomásicos con fines energéticos.

La red IBEROMASA nace con la vocación de impulsar la investigación en el aprovechamiento de la biomasa agrícola y forestal para su utilización como biocombustibles sólidos al alcance de los países menos desarrollados y ser plataforma interlocutora social entre productores, consumidores y administración pública.

- La red permitirá alianzas para proyectos conjuntos de investigación.
- Publicación de tres libros de memorias de resultados de los talleres y otro de experiencias técnicas (con ISBN) y publicación de los mismos en la página web.
- Una publicación final donde se establezca el estado del arte de la extracción y logística de biomasa agrícola y forestal para uso energético, propuestas y soluciones regionales.
- Participación en cuatro congresos nacionales e internacionales para divulgación de resultados

Todas las publicaciones se editarán en formato papel y electrónico y se expondrán en la página web creada para la red.

El desarrollo de la red implica la involucración de distintos grupos de investigación y de empresas. En los talleres se expondrán los trabajos realizados en cada una de las entidades de tal manera que se verán implicados trabajos de grado, trabajos de maestría y tesis doctorales, donde alumnos e investigadores podrán tanto difundir sus resultados, como buscar alianzas para trabajos posteriores.

El instrumento de las estancias técnicas permitirá la movilidad de estudiantes o investigadores a centros de especial afinidad o de interés para intercambio de experiencias.

Al comienzo de la red temática se creará una página web que funcionará como medio de gestión, comunicación y difusión de los eventos organizados. En ella existirán enlaces a las páginas oficiales de los grupos participantes; se mostrarán los resultados de los talleres y estancias técnicas; y servirá de propaganda de los proyectos realizados por los países integrantes.

Para la difusión de los resultados obtenidos se pretende realizar:

- Artículo de difusión de la red en la revista *Bioenergy internacional* (<http://bioenergyinternational.es/>)
- Tres publicaciones de resultados (con ISBN), una por cada taller organizado por la red:
  - Taller 1: Sistemas de cuantificación e inventariación recursos biomásicos agrícola y forestal para uso energético .
  - Taller 2: Análisis de las dificultades que suponen la movilización de biomasa agrícola y forestal para uso energético
  - Taller 3: Análisis de tecnologías de aprovechamiento de la biomasa para destino energético
- Los resultados de los talleres también se difundirán en reuniones con empresas, cooperativas y productores locales, y en la revista *Bioenergy internacional* (<http://bioenergyinternational.es/>)
- Libro de memorias de resultados de estancias técnicas (con ISBN) y publicación de los mismos en la página web.
- Una publicación final donde se establezca el estado del arte de la extracción y logística de biomasa agrícola y forestal para uso energético, propuestas y soluciones regionales.

Se cuenta con el apoyo de las redes:

- CYTED ""Red Iberoamericana de sistemas híbridos de generación distribuida" (RISIDED).
- ECUMASA "Red ecuatoriana para la investigación del aprovechamiento energético de la biomasa" ([www.ecumasa.org](http://www.ecumasa.org))

De manera que también se difundirán los resultados con los medios utilizados para esa red.

Se va a propiciar la elaboración de 4 videos divulgativos de 10-15 min de duración de divulgación científica, que se colgarán en la página web. También serán transferidos a diversas cadenas de TV nacionales , locales e institucionales..

Difusión de la red en el congreso 27th European Biomass Conference and Exhibition (<http://www.eubce.com/>). Presentación de los videos.

Difusión de resultados de la red en el congreso de la CIGR. International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering. (<http://www.cigr.org/>). Presentación de los videos.

Difusión de resultados de la red en el congreso de la ALIA. Asociación Latinoamericana y del Caribe de Ingeniería Agrícola. (<http://www.aliaweb.org/>). Presentación de videos

Todas la publicaciones se editarán en formato papel y electrónico y se expondrán en la página Web creada para la red.

Mediante esta investigación se van a obtener parámetros de predicción de la biomasa potencial que se puede extraer de los sistemas agrícolas latinoamericanos. Posteriormente estos parámetros pueden ser aplicados a los inventarios agrícolas o sistemas de información geográfica de forma que permita, gestionar o hacer políticas de promoción de uso de esta biomasa.

Se van a obtener conocimientos sobre la tecnología apropiada para extraer y transformar los residuos energéticos de los sistemas agrícolas, también sobre las carencias o necesidades de infraestructuras para realizar estas operaciones.

Se tendrá caracterizada la biomasa producida por los cultivos latinoamericanos en base a su potencial energético.

### **3.5 Análisis de los procesos de fermentación anaerobia**

Actualmente el candidato está dirigiendo una tesis doctoral en esta línea de investigación, estando el doctorando dentro del Programa de doctorado en Ciencia y Tecnología de la Producción Animal del Departamento de Ciencia Animal de la UPV. Es título de la tesis es

“Optimización de procesos de codigestión anaerobia de materiales lignocelulósicos de difícil degradación con residuos de la ganadería andina”. Esta línea de trabajo también se realiza en colaboración con la Universidad Estatal de Bolívar en el marco de un proyecto financiado por esta universidad. En el anexo se presenta la memoria de este proyecto.

La fermentación anaerobia se conoce desde cientos de años, sin embargo, sigue siendo objeto de investigaciones debido a la gran variabilidad de las condiciones en las que se puede producir, diversidad de materias primas, y factores influyentes. El objetivo de esta tesis es evaluar 5 aspectos de la codigestión anaeróbica de residuos lignocelulósicos de difícil degradación como la cebolla blanca, brócoli, lechuga y banano, utilizando como inoculador residuos de la ganadería andina, principalmente excrementos avícolas, porcinos, ovinos, bovinos, de camélidos (vicuñas, alpacas, llamas y llamingos), cunícolas (conejos, cuyes) y caprinos. Entre los parámetros a medir experimentalmente se tienen: el pH; efectos de las variaciones de temperatura combinando etapas criofílicas, mesofílicas y termofílicas; composición de los gases producidos y rendimiento del metano. Este tratamiento de codigestión de residuos agrícolas mediante excrementos ganaderos para producir biogás, será modelado, mediante la determinación de los parámetros cinéticos. Se encontrarán las mejores condiciones para el crecimiento microbiano en el proceso de degradación. Esto permitirá evaluar el proceso de codigestión en base a la calidad del gas, cantidad y velocidad.

### **3.6 Estudio de modelos logísticos eficientes**

El candidato está participando como investigador en el proyecto SMART MULCH “Desarrollo de un nuevo insumo para la agricultura sostenible: mulch de paja de arroz con incorporación de bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (PGPB) y mecanización integral de procesos”

El objetivo principal del proyecto es evaluar la aplicación de un “mulch inteligente” confeccionado con paja de arroz, a la que se le incorporarán cultivos de bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (PGPB), para incrementar las ventajas agronómicas de su uso. Además, se realizará la mecanización integral de todos los procesos, con el propósito de ajustar al máximo los costes productivos. El proyecto pretende dar solución a un problema medioambiental de gran importancia en la Albufera de Valencia, convirtiendo la paja de arroz, que actualmente es un subproducto/residuo de origen agrícola, en un nuevo insumo, dotado

de alto valor añadido, que pueda ser trasladado al mercado. Todas las tecnologías desarrolladas podrán ser replicadas en otras áreas de producción arroceras, tanto a nivel nacional como internacional.

Para alcanzar su objetivo general, el proyecto se plantea alcanzar cuatro objetivos parciales:

1. Acreditar y cuantificar, en términos económicos, las ventajas agronómicas que el empleo de la técnica de mulch con paja de arroz reporta en la fruticultura, tanto en modalidad de cultivo convencional, como en producción ecológica.
2. Aportar mediante la técnica de mulch, cultivos de bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (PGPB), adaptadas a las condiciones ambientales de los agrosistemas de la zona de aplicación. La aplicación de microorganismos PGPB junto con el 'mulch' de paja de arroz en los cultivos de cítricos y caqui, presenta grandes ventajas para incrementar la productividad de los cultivos, de manera directa e indirecta.
3. Diseñar y optimizar la mecanización integral de todo el proceso, desde su origen en la Albufera, hasta su aplicación en campo, pasando por todos los requisitos intermedios de acondicionamiento y mejora.
4. Desarrollar el producto final, cuyos principales atributos serán definidos a través de las distintas actividades del proyecto. Este producto será finalmente trasladado al mercado por la mercantil GIRSA, coordinadora de este proyecto.

El compromiso del candidato en este proyecto es desarrollar todo el modelo logístico para la movilización de la materia prima (paja de arroz) a las parcelas destino. Es decir, desarrollar un sistema de gestión para la movilización de la paja de arroz que se genera en la Albufera de Valencia respondiendo las siguientes cuestiones:

¿Qué parcelas deben abastecer de paja de arroz a las parcelas a tratar con mulch para que el coste sea mínimo? (Determinación de parcelas origen)

¿Qué parcelas hay que cubrir? (Determinación de parcelas destino)

¿Cuáles son las dimensiones y localización de puntos de acopio?

¿Cuál es el costes de movilización de la paja de arroz?

La información base es:

- Cartografía catastral de los municipios con cultivo de arroz que rodean la Albufera de Valencia

- Cartografía catastral de los municipios de las parcelas destino, en principio parcelas de caqui y parcelas de cítricos

En este proyecto se aplicarán distintas técnicas de investigación operativa, tales como programación lineal, algoritmos genéticos, problemas de rutas y problemas de localización.

### **3.7 Proceso de unificación de los protocolos y de normas de caracterización de biocombustibles sólidos**

Actualmente el candidato está participando en el proceso de unificación de los protocolos y de normas de caracterización y formulación de estándares de biocombustibles sólidos en México, llevado a cabo a través de del proyecto Fondo de Sustentabilidad Energética, auspiciado por SENER-CONACYT, Centros Mexicanos de Innovación en Energía y Bioenergía, que tiene una duración entre 2017 y 2021.

También ejerce apoyo de las actividades de promoción de uso social, económico y ambientalmente sustentable de la biomasa que lleva a cabo la red Mexicana de Bioenergía (REMBIO).

### **3.8 Estudio de la captura de CO<sub>2</sub> con dispositivos artificiales**

Desde hace unas décadas se ha constatado un aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera debido al desbalance entre las emisiones producidas por los procesos productivos humanos y la captura del mismo por las especies vegetales. Este aumento del CO<sub>2</sub> se ha vinculado a un incremento de la temperatura de la Tierra por ejercer efecto invernadero, propiciando un cambio climático global. El cambio climático provocará variaciones del sistema biótico, y requerirá una adaptación de nuestra civilización a esas nuevas condiciones. Con la motivación de paliar efectos drásticos en el estilo de vida actual, organismos internacionales, comunidad científica y políticos realizan propuestas para reducir las emisiones. Sin embargo, los requerimientos productivos de nuestra sociedad hacen muy difícil que se puedan minorar esas emisiones con la tecnología actual. La necesidad de procesos de combustión dificulta mitigar las emisiones. Muy populares han sido los estudios de los ciclos de vida en los distintos sistemas productivos.

En este trabajo se propone el desarrollo de los principios teóricos de dispositivos artificiales, que acoplados a un sistema emisor de CO<sub>2</sub> pueda capturar el mismo mediante la formación de un precipitado de carbonato. La idea se representa en la Figura 3. Consideremos un emisor, tal como un motor o caldera. Tanto en el motor como en la caldera se combustionan materiales de origen orgánico formados por cadenas larguísimas de carbonos. En el proceso de oxidación esas cadenas se rompen para combinarse con el oxígeno produciendo moléculas de CO<sub>2</sub>. Si este gas es capturado en una disolución de forma que reaccione formando un precipitado, se eliminaría la emisión de este gas a la atmosfera. En el mejor de los casos se podría revertir el balance de las emisiones y con ello los problemas asociados a las mismas.

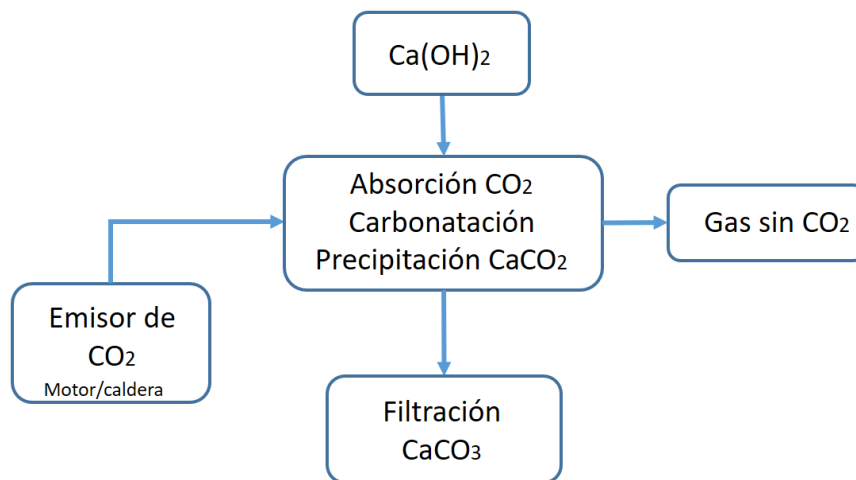


Figura 3. Idea del sistema propuesto

Las reacciones que dieron la idea de esta solución son las representadas en las ecuaciones (1) y (2).



En este trabajo se van a desarrollar los modelos cinéticos del proceso de la reacción (2). Cuestiones que hay que resolver para poder hacer eficaz un dispositivo artificial con las características buscadas son la cinética del proceso, reposición del hidróxido en el dispositivo y la eliminación del precipitado.

#### *Antecedentes de la depuración de gases*

De forma general, la depuración de gases tiene como objetivo eliminar todos los componentes que modifiquen la composición natural de la atmósfera, y cuya presencia pueda tener un efecto negativo sobre el sistema biótico. Los métodos de depuración se clasifican den

dos grandes grupos, el primero está formado por sistemas de eliminación de partículas, que consisten en agregados de tamaño mayor a 1  $\mu\text{m}$ , tales como polvo, vapores nieblas o humos; el segundo busca la eliminación de moléculas indeseables. En este segundo grupo se engloban los métodos desarrollados para eliminar el exceso de  $\text{CO}_2$  y otros componentes como el  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ , y otros compuestos orgánicos volátiles que se originan en procesos como la combustión, gasificación o fermentación anaerobia. Los métodos más importantes para la eliminación de moléculas indeseables de los gases son: la Absorción, la Adsorción, la Procesos de reducción catalítica o no catalítica y los Tratamientos biológicos.

La absorción consiste en un proceso en el cual las moléculas indeseadas del gas se transfieren por difusión en un medio líquido (vía húmeda) o sólido (vía seca), donde quedan secuestradas por un reactivo afín. De esta manera se separan del gas. Posteriormente este reactivo se puede recuperar provocando la reacción inversa. Los reactivos más usados para la eliminación de  $\text{CO}_2$  son los carbonatos, hidróxidos y entanolaminas. En caso de la vía húmeda, el líquido puede pulverizarse en contracorriente del gas; el gas puede ser burbujeadado en el lecho líquido; o la mezcla puede realizarse en un venturi por inyección. Las posibles gotas arrastradas por el gas se pueden separar por centrifugación.

La adsorción consiste en la captura de moléculas sobre una superficie de un material poroso donde se quedan fijadas. El gas se hace pasar por el lecho donde el material adsorbente está en polvo o forma granular. Éste suele ser un carbón activado de origen vegetal; un mineral como aluminosilicatos de sodio, potasio, o calcio; o fibras textiles o geles sintéticos. La adsorción puede ser puramente física, en la que las moléculas del gas se ven atraídas por la superficie del adsorbente por fuerzas de tipo electrostático o de Van der Waals; o de tipo químico, en el que las moléculas interactúan combinándose con radicales superficiales del adsorbente. Generalmente la adsorción se ve favorecida a temperaturas bajas, de tal manera que al aumentar la temperatura se consigue la desorción. La capacidad de desorción posibilita instalaciones en las que varios filtros adsorbentes a baja temperatura pueden funcionar en serie, mientras otro conjunto está en desorción a alta temperatura, y pueden alternarse ambos conjuntos de forma periódica mediante el control de las válvulas de la instalación.

Los sistemas de reducción van orientados básicamente a la eliminación de óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  mediante su reacción con  $\text{NH}_3$ , produciendo  $\text{N}_2$ . Esto se puede realizar de forma selectiva a temperaturas altas, entre los  $750^\circ\text{C}$  y  $950^\circ\text{C}$ , sin necesidad de catalizador, o a temperaturas más bajas, entre los  $150$  y  $350^\circ\text{C}$ , con la presencia de un catalizador específico.

Los catalizadores más utilizados son óxidos de vanadio, wolframio o titanio. También es posible reducir los NO<sub>x</sub> con otros reductores como el H<sub>2</sub> o CH<sub>4</sub> pero no lo hacen de forma selectiva. Estos reaccionan también con el oxígeno presente, reduciendo su eficiencia.

La utilización de microorganismos capaces de realizar fijación de CO<sub>2</sub> mediante fotosíntesis, y su posterior mineralización es una vía en pleno desarrollo.

### *Desarrollo matemático del modelo de absorción y precipitación en forma de carbonato cálcico*

#### *a) Disolución del CO<sub>2</sub> en líquidos*

Para lograr la reacción del CO<sub>2</sub> con el hidróxido de forma eficaz, la primera condición es que la molécula esté disuelta en un líquido. Para conseguir su disolución, el CO<sub>2</sub> gaseoso debe ser burbujado en el disolvente para que haya una transferencia de la molécula desde la fase gaseosa a la fase líquida. La velocidad de transferencia sigue la ecuación (3). Es decir, la velocidad con la que el CO<sub>2</sub> se disuelve en el líquido es proporcional al gradiente, expresado como la diferencia entre la concentración máxima de gas que es posible disolver en el líquido, [CO<sub>2</sub>]<sub>max</sub>, y la concentración de CO<sub>2</sub> en ese instante, [CO<sub>2</sub>]<sub>disolución</sub>. La constante de proporcionalidad *Kla* se denomina *coeficiente de transferencia volumétrica*, y depende varios factores como la temperatura, la agitación, tamaño de la burbuja. A mayor temperatura la *Kla* disminuye; a mayor agitación y menor tamaño de burbuja, aumenta. De la ecuación (3) que se obtiene la ecuación (4).

$$\frac{d[\text{CO}_2]_{\text{disolución}}}{dt} = \text{Kla} \cdot ([\text{CO}_2]_{\text{max}} - [\text{CO}_2]_{\text{disolución}}) \quad (3)$$

$$\int_0^{C(t)} \frac{d[\text{CO}_2]_{\text{disolución}}}{[\text{CO}_2]_{\text{max}} - [\text{CO}_2]_{\text{disolución}}} = \int_0^t \text{Kla} \cdot dt$$

$$\ln \left( 1 - \frac{[\text{CO}_2]_{\text{disolución}}}{[\text{CO}_2]_{\text{max}}} \right) = -\text{Kla} \cdot t \quad (4)$$

La concentración máxima de CO<sub>2</sub> en la disolución se puede calcular según la ley de Henry, que dice: "La presión parcial de un gas disuelto en un líquido es proporcional a su fracción molar en el mismo". Esto se expresa en la ecuación (5). La fracción molar se define como la relación entre el número de partículas de gas disuelto en líquido y el número total de partículas en la disolución, ecuación (6). Como el número de moléculas de gas es muy pequeño respecto al número de moléculas del disolvente, la ecuación (6) se puede simplificar. Si *p<sub>m</sub>* es el peso

molecular del disolvente y de la densidad, la concentración máxima de CO<sub>2</sub> disuelto se puede averiguar con la ecuación (7).

$$K_h = \frac{P_{CO_2}}{X_{CO_2}} \quad (5)$$

$$X_{CO_2} = \frac{n_{CO_2}}{n_{CO_2} + n_{disolvente}} = \frac{n_{CO_2}}{n_{disolvente}} = \frac{P_{CO_2}}{K_h} \quad (6)$$

$$n_{CO_2} = \frac{P_{CO_2}}{K_h} n_{disolvente}$$

$$[CO_2]_{max} = \frac{n_{CO_2}}{V} = \frac{P_{CO_2}}{K_h} \frac{d_d}{pm} \quad (7)$$

$$K_H = \frac{1}{K_h} \frac{d_d}{pm}$$

$$[CO_2]_{max} = K_H \cdot P_{CO_2}$$

Al valor K<sub>H</sub> se denomina solubilidad del CO<sub>2</sub>, y es distinto a K<sub>h</sub>. La solubilidad del CO<sub>2</sub> en el agua pura a 25°C es de 1,45 g/L, y su variación con la temperatura queda reflejada en la siguiente gráfica, donde queda patente la gran solubilidad del mismo en el agua fría.

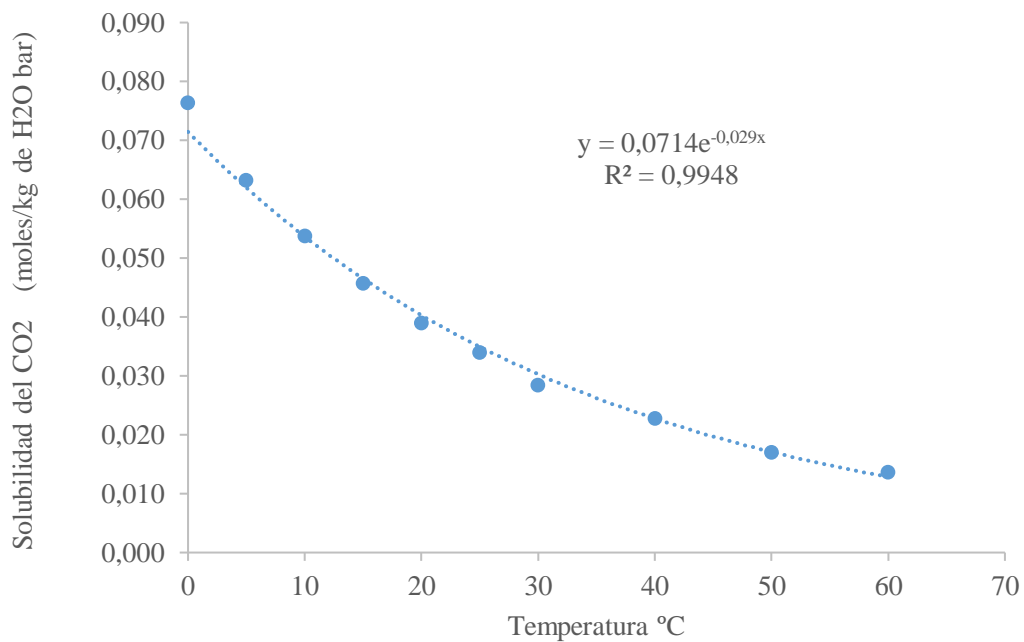
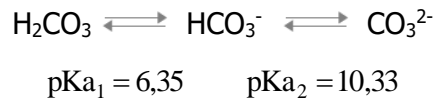
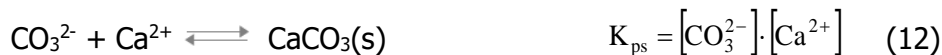


Figura 4. Variación de la solubilidad del CO<sub>2</sub> en el agua con la temperatura a 1 atm de presión

Por otro lado, la concentración máxima de carbonato disuelto depende de la constante de equilibrio de la precipitación, y hay que tener en cuenta que el ácido carbónico posee una doble disociación y por tanto, tenemos entonces dos constantes de disociación sucesivas.



El carbonato de calcio es una sal poco soluble tal que establece un equilibrio con el agua para el proceso de disolución en la misma, que viene caracterizado por una constante de equilibrio denominada producto de solubilidad (Kps) que es igual al resultado de multiplicar las concentraciones de los iones disociados. Kps vale, a 25°C,  $4,6 \times 10^{-9}$ .



Un análisis del proceso de carbonatación nos permitirá determinar cuál es la concentración de cada uno de los compuestos en la disolución. Inicialmente vamos a considerar que no existe hidróxido en disolución. Posteriormente evaluaremos su efecto en el equilibrio.

Si no hay presencia de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , vamos a denominar como  $C_o$  la cantidad de  $\text{CO}_2$  carbonatada a  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , que va a depender de la presión  $P_{\text{CO}_2}$ . En tal situación, para una presión fija, debe cumplirse el balance de masas y el balance de carga.

Balance de masas

$$C_o = [\text{H}_2\text{CO}_3] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}]$$

Balance de cargas

$$[\text{H}^+] = [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-]$$

Para determinar la concentración de cada uno de los compuestos despejamos de las ecuaciones (9) y (10) los aniones y sustituimos en el balance de masas. Posteriormente podemos expresar el ácido carbónico y sus bases conjugadas en función de la concentración de protones. De las ecuaciones se puede obtener el diagrama de Flood.

$$[HCO_3^-] = \frac{K_{a1} \cdot [H_2CO_3]}{[H^+]} \quad (13)$$

$$[CO_3^{2-}] = \frac{K_{a2} \cdot [HCO_3^-]}{[H^+]} = \frac{K_{a2} K_{a1} \cdot [H_2CO_3]}{[H^+]^2} = \frac{K_{a1} K_{a2} \cdot [H_2CO_3]}{[H^+]^2} \quad (14)$$

$$C_o = [H_2CO_3] \cdot \left( 1 + \frac{K_{a1}}{[H^+]} + \frac{K_{a1} K_{a2}}{[H^+]^2} \right) \rightarrow [H_2CO_3] = \frac{C_o \cdot [H^+]^2}{[H^+]^2 + [H^+] K_{a1} + K_{a1} K_{a2}} \quad (15)$$

$$[HCO_3^-] = \frac{K_{a1}}{[H^+]} \cdot \frac{C_o \cdot [H^+]^2}{[H^+]^2 + [H^+] K_{a1} + K_{a1} K_{a2}} = \frac{C_o \cdot [H^+] K_{a1}}{[H^+]^2 + [H^+] K_{a1} + K_{a1} K_{a2}} \quad (16)$$

$$[CO_3^{2-}] = \frac{K_{a1} K_{a2}}{[H^+]^2} \cdot \frac{C_o \cdot [H^+]^2}{[H^+]^2 + [H^+] K_{a1} + K_{a1} K_{a2}} = \frac{C_o \cdot K_{a1} K_{a2}}{[H^+]^2 + [H^+] K_{a1} + K_{a1} K_{a2}} \quad (17)$$

Según sea el pH de la disolución las ecuaciones para determinar  $[H_2CO_3]$ ,  $[HCO_3^-]$  y  $[CO_3^{2-}]$  pueden ser simplificadas. El diagrama de Flood nos permitirá determinar estas concentraciones para distintas  $C_o$ .

La  $C_o$  depende de la presión y temperatura, tal como muestra la Figura 5.

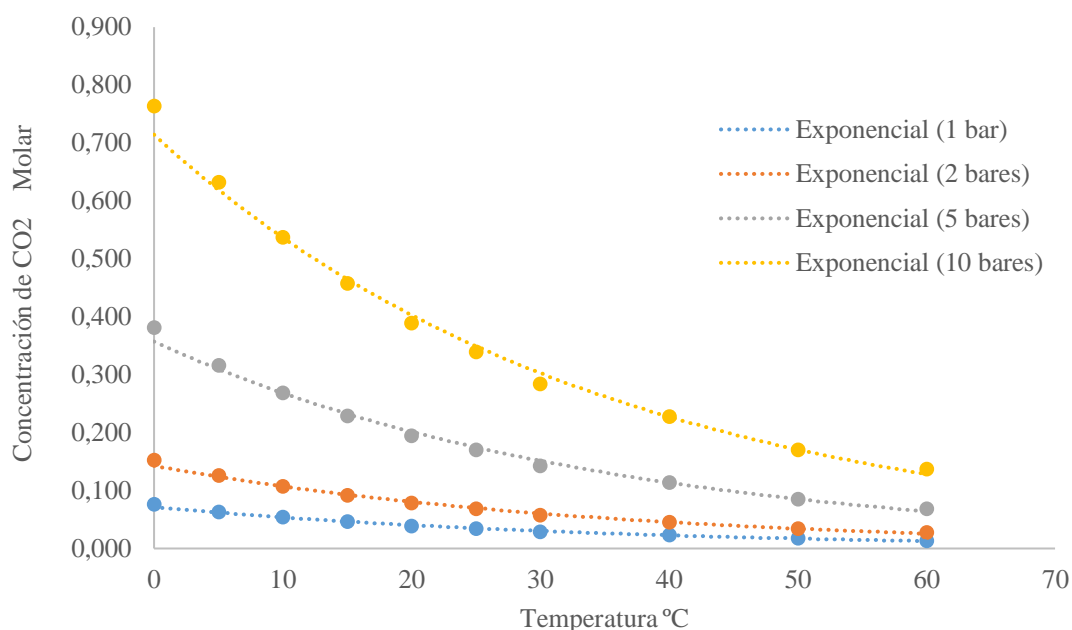


Figura 5. Variación de la concentración de CO<sub>2</sub> máximo disuelto en el agua en el equilibrio con la presión y la temperatura

Para tener concentraciones altas de CO<sub>2</sub>, sería conveniente trabajar en temperaturas cercanas a 0°C y presiones altas. Si estudiamos sistemas a 10, 15, 20, 25 y 30 bares a 0°C, la concentración de H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> en equilibrio corresponden a 0,7763, 1,145, 1,527, 1,908 y 2,290 M. Estas concentraciones son altas por lo que en la disociación de ácido producirán elevadas concentraciones de protones por lo que el pH será bajo. En estas condiciones las ecuaciones (15), (16) y (17) pueden ser simplificadas, de tal manera que nos permite obtener el pH resultante en esas presiones. La variación de pH queda representada en la Figura 5.

$$[\text{CO}_3^{2-}] = \frac{C_o \cdot K_{a1} K_{a2}}{[\text{H}^+]^2}$$

$$[\text{HCO}_3^-] = \frac{C_o \cdot [\text{H}^+] K_{a1}}{[\text{H}^+]^2} = \frac{C_o \cdot K_{a1}}{[\text{H}^+]}$$

$$[\text{H}_2\text{CO}_3] = \frac{C_o \cdot [\text{H}^+]^2}{[\text{H}^+]^2} = C_o$$

$$[\text{H}^+] = \frac{C_o \cdot K_{a1}}{[\text{H}^+]} + 2 \frac{C_o \cdot K_{a1} K_{a2}}{[\text{H}^+]^2} + \frac{K_w}{[\text{H}^+]}$$

$$0 = [\text{H}^+]^3 - (C_o \cdot K_{a1} + K_w) \cdot [\text{H}^+]^2 - 2 \cdot C_o \cdot K_{a1} K_{a2}$$

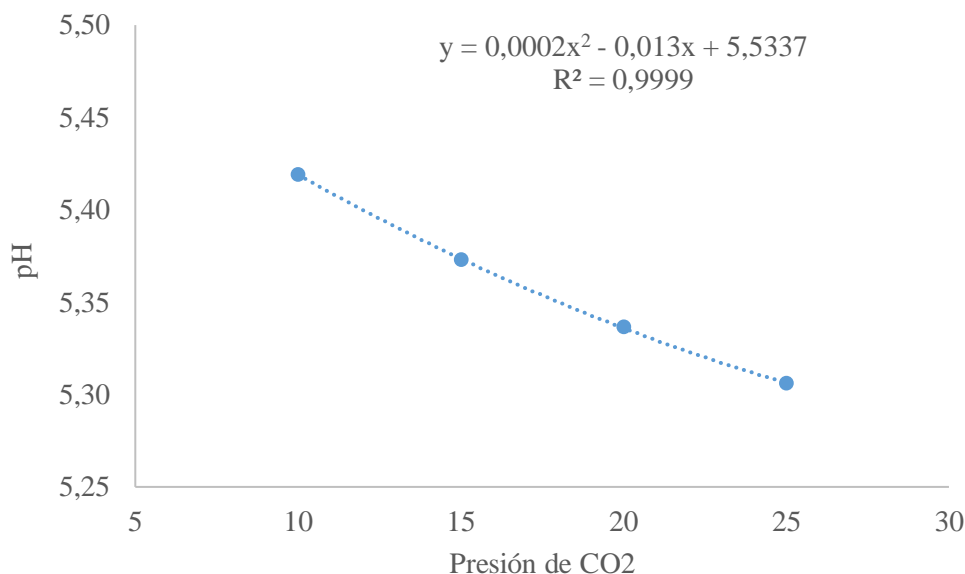
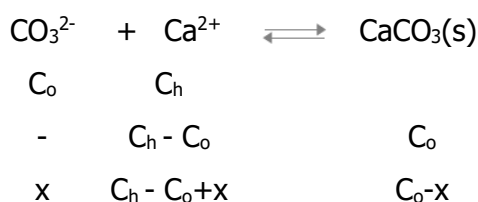


Figura 5. Variación de pH con la presión  $P_{CO_2}$

La presencia de  $Ca(OH)_2$  condiciona la concentración de  $H^+$  y con esto la concentración de las distintas bases conjugadas, debido a que neutraliza el ácido. Si existe hidróxido en exceso, la reacción de disociación se desplaza a la derecha, lo que hace que predomine el ión carbonato y con ello se favorece la precipitación, y por tanto, la fijación de  $CO_2$  en forma mineral.

La cantidad de carbonato precipitado se puede calcular a partir de la ecuación (12), donde  $K_{ps}$  es  $3,36 \cdot 10^{-9}$ . Si suponemos presiones de  $CO_2$  de 10, 15, 20, 25 y 30 bares a  $0^\circ C$ , y una concentración de  $Ca(OH)_2$  en disolución 3 M, en la Figura 6 se muestra la cantidad de carbonato precipitado para distintas presiones de  $CO_2$  en el dispositivo.



$$K_{ps} = [CO_3^{2-}] \cdot [Ca^{2+}] = x \cdot (C_h - C_o + x)$$

$$[OH^-] = 2C_h - C_o$$

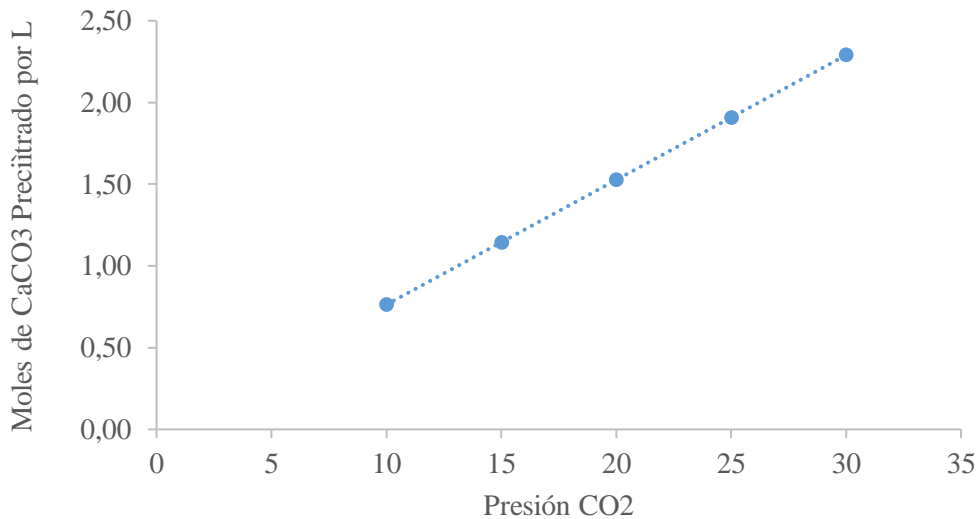


Figura 6 se muestra la cantidad de carbonato precipitado para distintas presiones de CO<sub>2</sub> en el dispositivo.

### b) Cinética de la reacción de carbonatación

Bajo la hipótesis que la velocidad de reacción sea de segundo orden, la velocidad con la que se forma el carbonato en las reacciones (1) y (2) es proporcional a la concentración de CO<sub>2</sub> y OH en la disolución, ecuación (18). La constante de proporcionalidad es la constante cinética  $k_c$  que depende de la temperatura según la Ley de Arrhenius.

$$\frac{d[\text{CO}_3^{2-}]}{dt} = k_c \cdot [\text{CO}_2]_{\text{disolución}} \cdot [\text{OH}] \quad (18)$$

En un estado estacionario la velocidad de disolución de CO<sub>2</sub> y la formación de carbonatos deben ser iguales, tal que igualamos las ecuaciones (3) y (13).

$$K_{la} \cdot ([\text{CO}_2]_{\text{max}} - [\text{CO}_2]_{\text{disolución}}) = k_c \cdot [\text{CO}_2]_{\text{disolución}} \cdot [\text{OH}]$$

$$K_{la} \cdot \left( \frac{P_{\text{CO}_2}}{K_h} \frac{d_d}{pm} - [\text{CO}_2]_{\text{disolución}} \right) = k_c \cdot [\text{CO}_2]_{\text{disolución}} \cdot [\text{OH}] \quad (19)$$

De la ecuación (19) se deduce que la concentración de CO<sub>2</sub> en la disolución depende de la presión y de la presencia de OH que el sistema. Además, para que el sistema se comporte de forma estacionaria depende de tres constantes de proporcionalidad  $K_{la}$ ,  $K_h$  y  $k_c$ . Las tres dependen de la temperatura, pero su efecto es distinto. El aumento de la temperatura disminuye la  $K_{la}$  y aumenta la  $K_h$  (Tabla 1), sin embargo nos interesa que  $K_{la}$  sea alta, para que la transferencia de CO<sub>2</sub> al líquido sea rápida, y que  $K_h$  sea baja para que aumente el gradiente y la velocidad de transferencia. Por tanto, nos interesa temperaturas bajas. Sin embargo, la bajada de temperatura disminuye la constante cinética  $k_c$  lo que relentiza la formación de carbonatos. Por tanto disminuir la temperatura ofrece intereses contrapuestos.

Bajo esta situación encontrar la temperatura y presión óptimas supone un reto científico, para lograr una captura eficaz.

Tabla 1. Influencia de la temperatura en la fracción molar  $X_{CO_2}$ , velocidad de transferencia  $V_t$ , y velocidad de formación de carbonatos  $V_r$ .

Temperatura		Constante
$\uparrow T$	$\downarrow X_{CO_2}$	$\uparrow K_h$
$\uparrow T$	$\downarrow V_t$	$\downarrow K_{la}$
$\uparrow T$	$\uparrow V_r$	$\uparrow k_c^*$
$\downarrow T$	$\uparrow X_{CO_2}$	$\downarrow K_h^*$
$\downarrow T$	$\uparrow V_t$	$\uparrow K_{la}^*$
$\downarrow T$	$\downarrow V_r$	$\downarrow k_c$

\* Situación que interesa para la fijación de  $CO_2$

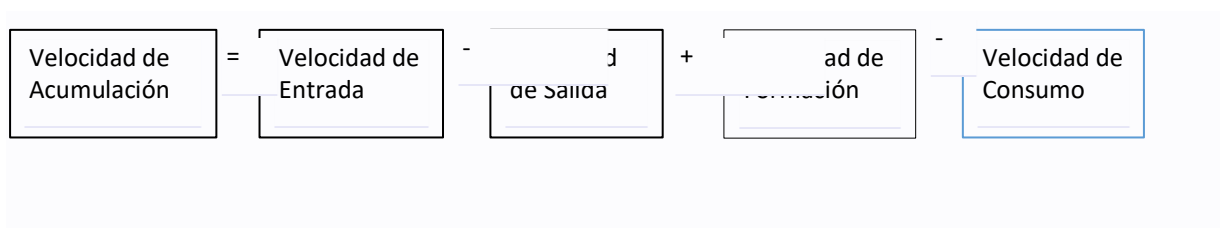
Si suponemos que la velocidad de precipitación es muy alta. La velocidad de carbonatación y precipitación serán iguales.

$$\frac{d[CaCO_3]_{\text{precipitado}}}{dt} = \frac{d[CO_3^{2-}]}{dt}$$

Si la concentración de  $Ca(OH)_2$  está en exceso, la ecuación (13) se puede simplificar.

$$\frac{d[CO_3^{2-}]}{dt} = k_c \cdot [CO_2]_{\text{disolución}} \quad (20)$$

Para determinar la cantidad de  $CO_2$  disuelto hay que recurrir al balance de masas según la ecuación (21)



$$\frac{d(VC_i)}{dt} = F_e \cdot C_e - F_s \cdot C_s + V \cdot r_i^f - V \cdot r_i^c \quad (21)$$

Donde

$V$  = volumen del reactor (l)

$C_i$  = concentración del componente  $i$  en el reactor (moles/l)

$F_e$  = caudal de alimentación (l/s)

$F_s$  = caudal de salida (l/s)

$C_e$  = concentración del componente  $i$  en la alimentación (moles/l)

$C_s$  = concentración del componente  $i$  en la salida (moles/l)

$r_i^f$  = velocidad de formación del componente  $i$  (moles/l s)

$r^c$  = velocidad de consumo del componente  $i$  (moles/l s).

Dado que  $F_e$  y  $F_s$  son cero, que la velocidad de formación de  $\text{CO}_2$  disuelto sigue la ecuación (3), y que el consumo de  $\text{CO}_2$  en la carbonatación sigue la ecuación (20), la ecuación (21) se expresa como la ecuación (22), cuyo desarrollo permite obtener la ecuación (23).

$$\frac{d[\text{CO}_2]_{\text{disolución}}}{dt} = \text{Kla} \cdot ([\text{CO}_2]_{\text{max}} - [\text{CO}_2]_{\text{disolución}}) - k_c \cdot [\text{CO}_2]_{\text{disolución}} \quad (22)$$

$$\frac{d[\text{CO}_2]_{\text{disolución}}}{dt} = \text{Kla} \cdot [\text{CO}_2]_{\text{max}} - (\text{Kla} \cdot + k_c) \cdot [\text{CO}_2]_{\text{disolución}}$$

$$\int_0^{[\text{CO}_2]_{\text{disolución}}} \frac{d[\text{CO}_2]_{\text{disolución}}}{\text{Kla} \cdot [\text{CO}_2]_{\text{max}} - (\text{Kla} \cdot + k_c) \cdot [\text{CO}_2]_{\text{disolución}}} = \int_0^t dt$$

$$\frac{-1}{\text{Kla} \cdot + k_c} \left[ \ln(\text{Kla} \cdot [\text{CO}_2]_{\text{max}} - (\text{Kla} \cdot + k_c) \cdot [\text{CO}_2]_{\text{disolución}}) - \ln(\text{Kla} \cdot [\text{CO}_2]_{\text{max}}) \right] = t$$

$$\frac{\text{Kla} \cdot [\text{CO}_2]_{\text{max}} - (\text{Kla} \cdot + k_c) \cdot [\text{CO}_2]_{\text{disolución}}}{\text{Kla} \cdot [\text{CO}_2]_{\text{max}}} = e^{-(\text{Kla} + k_c)t}$$

$$[\text{CO}_2]_{\text{disolución}} = \frac{\text{Kla} \cdot [\text{CO}_2]_{\text{max}}}{\text{Kla} \cdot + k_c} \left( 1 - e^{-(\text{Kla} + k_c)t} \right) \quad (23)$$

Cuando el tiempo tiene a infinito la ecuación (23) resulta como la (24), y por tanto de la ecuación (18) se obtiene la (25), en donde la concentración máxima de  $\text{CO}_2$  se puede calcular a partir de la ecuación (7), o para el agua de la Figura 4.

$$[\text{CO}_2]_{\text{disolución}} = \frac{\text{Kla} \cdot [\text{CO}_2]_{\text{max}}}{\text{Kla} + k_c} \quad (24)$$

$$\frac{d[\text{CO}_3^{2-}]}{dt} = \frac{k_c \cdot \text{Kla} \cdot [\text{CO}_2]_{\text{max}}}{\text{Kla} + k_c} \quad (25)$$

La ecuación (25) proporciona la cantidad de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  que hay que aportar con el tiempo, y la cantidad de precipitado que se produce.

### *Conclusiones*

Desde el punto de vista teórico se puede diseñar un sistema de captación de  $\text{CO}_2$  en un sistema emisor mediante un proceso absorción y reacción de carbonatación y posterior precipitación de los carbonatos a través de su combinación con hidróxido cálcico.

La ecuación de velocidad de captura y precipitación ha sido deducida en esta exposición. Lo cual es imprescindible para determinar cuál es la cantidad de hidróxido cálcico que hay que reponer para mantener la concentración del mismo constante en el sistema.

La velocidad de captura y precipitación es directamente proporcional a la presión parcial del  $\text{CO}_2$  sobre el disolvente, y depende también de tres constantes: Constante de Henry, Coeficiente de Transferencia Volumétrica de  $\text{CO}_2$ , y la constante cinética de la reacción de carbonatación. Estas tres constantes dependen de la temperatura del sistema.

La evaluación de la constante de Henry y de transferencia volumétrica indican que conviene realizar el proceso a temperaturas bajas. Dado que la temperatura baja puede ralentizar el proceso de carbonatación, es necesario realizar una evaluación experimental para evaluar la variación de la constante cinética de esta reacción con la temperatura.

#### 4. REFERENCIAS PROYECTO INVESTIGADOR

Annevelink E., de Mol R.M. 2007. Biomass logistics. 15th European Biomass Conference, Berlin, Germany.

Callejón Ferre A.J., Velázquez-Martí B., Lopez-Martinez J.A., Manzano-Agugliaro F. 2011. Greenhouse crop residues: Energy potential and models for prediction of their higher heating value. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15(2): 948-955. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2011.04.005>

Callejón-Ferre A.J., Carreño-Sánchez J., Suárez-Medina F.J., Pérez-Alonso J., Velázquez-Martí B. 2014. Prediction models for higher heating value based on the structural analysis of the biomass of plant remains from the greenhouses of Almería (Spain). *Fuel* 116 . 377-387. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fuel.2013.08.023>

Cremer T., Velázquez-Martí B. 2007. Evaluation of two harvesting systems for the supply chips in Norway spruce forest affected by bark beetles. *Croatian Journal of Forest Engineering* 28(2): 145-155. <https://hrcak.srce.hr/18249>

Diekema W.H., De Mol R.M., Annevelink E., Elbersen H.W. 2005. Combining goals in the logistics bio-energy chains. 14th European Biomass Conference, Paris, France: 495-498.

Estornell J., Ruiz L.A., Velázquez-Martí B., Hermisilla T. 2011a. Analysis of factors affecting LIDAR DTM accuracy in a steep shrub areas. *International Journal of Digital Earth* 4 (6): 521-538. Doi: <http://dx.doi.org/10.1080/17538947.2010.533201>

Estornell J., Ruiz L.A., Velázquez-Martí B. 2011b. Study of shrub cover and height using LIDAR data in a Mediterranean area. *Forest Science* 57(3): 171-179.

Estornell J., Ruiz L.A., Velázquez-Martí B., Fernández-Sarria A. 2011c. Estimation of shrub biomass by airborne LiDAR data in small forest stands. *Forest Ecology and Management* 262: 1697-1703. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2011.07.026>

Estornell J., Ruiz L.A., Velázquez-Martí B., Hermosilla T. 2012a. Assessment of factors affecting shrub volume estimations using airborne discrete-return LiDAR data in Mediterranean áreas. *Journal of Applied Remote Sensing* 6(1): 063544. Doi: <http://dx.doi.org/10.1117/1.JRS.6.063544>

Estornell, J., Ruiz, L.A., Velázquez-Martí, B., Hermosilla, T .2012b. Estimation of biomass and volume of shrub vegetation using LiDAR and spectral data in a Mediterranean environment. *Biomass and Bioenergy* 46: 710 – 721. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.06.023>

Estornell, J., Velázquez-Martí, B, Fernández-Sarria, A., López-Cortés, I., Martí-Gavilá, J., Salazar, D. 2017. Estimation of structural attributes of walnut trees based on terrestrial laser scanning. *Revista de Teledetección* 48, 67-76. Doi: <https://doi.org/10.4995/raet.2017.7429>

Fernández-González E. 2010. Análisis de los procesos de producción de biomasa residual procedente del cultivo de frutales mediterráneos. Cuantificación, cosecha y caracterización para su uso energético o industrial. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

Fernández-Sarria A, Velázquez-Martí B., Sajdak M., Martínez L., Estornell J. 2013. Residual biomass calculation from individual tree architecture using terrestrial laser scanner and ground-level measurements. *Computers and Electronics in Agriculture* 93, 90-97. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2013.01.012>

Fernández-Sarria A., Martínez L., Velázquez-Martí B., Sajdak M., Estornell J., Recio J.A. 2013. Different methodologies for calculating crown volume of *Platanus hispanica* trees by terrestrial laser scanner and comparison with classical dendrometric measurements. *Computers and Electronics in Agriculture* 90: 176-185. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.06.02310.1016/j.compag.2012.09.017>

- Gaibor-Chávez J., Pérez-Pacheco S., Velázquez-Martí B., Niño-Ruiz Z., Domínguez-Narváez V. 2015. Dendrometric characterization of corn cane residues and drying models in natural conditions in Bolívar Province (Ecuador). *Renewable Energy* 86: 746-750. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.09.009>
- Gaibor-Chávez, J., Niño-Ruiz, Z., Velázquez-Martí, B., Lucio-Quintana, A., 2018. Viability of Biogás Production and Determination of Bacterial Kinetics in Anaerobic Co-digestion of Cabbage Waste and Livestock Manure. *Waste and Biomass Valorization*. Doi: <https://doi.org/10.1007/s12649-018-0228-7>
- Gracia C., Velázquez-Martí B., Estornell J. 2014. An application of the vehicle routing problem to biomass transportation. *Biosystems Engineering* 124: 40 - 52. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.06.009>
- Mondragón-Valero, A.; Velázquez-Martí, B.; Salazar, D.M.; López-Cortés, I. Influence of Fertilization and Rootstocks in the Biomass Energy Characterization of *Prunus dulcis* (Miller). *Energies* 2018, *11*, 1189. Doi: <https://doi.org/10.3390/en11051189>
- Pérez-Arévalo J.J., Callejón-Ferre A.J., Velázquez-Martí B., Suárez-Medina M.D. 2015. Prediction models based on higher heating value from the elemental analysis of neem, mango, avocado, banana, and carob trees in Guayas (Ecuador). *Journal of Renewable and Sustainable Energy* 7, 053122. Doi: <http://dx.doi.org/10.1063/1.493459>
- Pérez-Arévalo J.J., Velázquez-Martí B. 2018. Evaluation of pruning residues of *Ficus benjamina* as a primary biofuel material, *Biomass and Bioenergy*, 108, 217-223, ISSN 0961-9534. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.11.017>
- Sajdak M., Velázquez-Martí B. 2012. Estimation of pruned biomass through the adaptation of classic dendrometry on urban forests: case study of *Sophora japonica*. *Renewable energy* 47: 188-193. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2012.04.002>
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal Dairy Science* 74: 3583-3597.
- Vargas-Moreno J.M., Callejón-Ferre A.J., Pérez-Alonso J., Velázquez-Martí B. 2012. A review of the mathematical models for predicting the heating value of biomass materials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16: 3065– 3083. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.02.054>
- Velázquez-Martí B., Annevelink E. 2009. GIS application to define biomass collection points as sources for linear programming of delivery networks. *Transactions of ASABE* 52(4): 1069-1078
- Velázquez-Martí B., Fernandez-Gonzalez E. 2009a. Analysis of the process of biomass harvesting with collecting-chippers fed by pick up headers in plantations of olive trees. *Biosystems engineering* 104(2): 184-190. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2009.06.017>
- Velázquez-Martí B., Fernández-González E. 2010a. Mathematical algorithms to locate factories to transform biomass in bioenergy focused on logistic network construction. *Renewable Energy* 35(9): 2136-2142. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2010.02.011>
- Velázquez-Martí B., Fernández-González E. 2010b. The influence of mechanical pruning in cost reduction, production of fruit and biomass waste in citrus orchards. *Applied Engineering in Agriculture* 26(4) 531-540
- Velázquez-Martí B., Fernández-González E., López-Cortés I., Salazar-Fernández DM. 2010a. Quantification of the residual biomass obtained from pruning of trees in Mediterranean almond groves. *Renewable Energy* 36: 621-626. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2010.08.008>

Velázquez-Martí B., Fernández-González E., Salazar D.M., López-Cortés I. 2010b. Cuantificación de la poda de la vid. *La Semana Vitivinícola* 3334: 2678-2682.

Velázquez-Martí B., Fernández-González E., Estornell J., Ruíz L.A. 2010c. Dendrometric and dasometric analysis of the bushy biomass in Mediterranean forests. *Forest Ecology and Management* 259: 875-882. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2009.11.027>

Velazquez-Marti B., Estornell J., López Cortés I., Martí-Gavilá J. 2011. Calculation of biomass volume of the citrus trees in base on adapted dendrometry focused on management of the plantations and energy or industrial utilization of its residual. XXXIV CIOSTA CIGR V Conference 2011. Vienna (Austria). 29 June -1 July.

Velázquez-Martí B., Estornell J., López-Cortés I., Martí-Gavila J. 2012a. Calculation of biomass volume of citrus trees from an adapted dendrometry. *Biosystems Engineering* 112(4): 285-292. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2012.04.011>

Velázquez-Martí B., Fernández-González E., Callejón-Ferre A.J., Estornell J. 2012b. Mechanized methods for harvesting residual biomass from Mediterranean fruit tree cultivations. *Scientia Agrícola* 69 (3): 180-188. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162012000300002>

Velázquez-Martí B., Sajdak M., López-Cortés I. 2013. Available residual biomass obtained from pruning of *Morus alba* L. trees cultivated in urban forest. *Renewable Energy* 60: 27-33. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2013.04.001>

Velázquez-Martí B., López-Cortés I., Salazar D.M. 2014a. Dendrometric analysis of olive trees for wood biomass quantification in Mediterranean orchards. *Agroforestry Systems* 88(5): 755-765. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10457-014-9718-1>

Velázquez-Martí B., Sajdak M., López-Cortés I., Callejón-Ferre A.J. 2014b. Wood characterization for energy application proceeding from pruning *Morus alba* L., *Platanus hispanica* Münchh. and *Sophora japonica* L. in urban áreas. *Renewable Energy* 62: 478-483. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2013.08.010>

Velazquez-Marti B., Gaibor-Chávez J., Pérez-Pacheco S. 2016a. Quantification based on dimensionless dendrometry and drying of residual biomass from the pruning of orange trees in Bolivar province (Ecuador). *Biofuels, Bioprod. Bioref.* 10: 175–185. Doi: <https://doi.org/10.1002/bbb.1635>

Velazquez-Marti B., Pérez-Pacheco S., Gaibor-Chávez J., Wilcaso P. 2016b. Modeling of Production and Quality of Bioethanol Obtained from Sugarcane Fermentation Using Direct Dissolved Sugars Measurements. *Energies* 9 (5), 319. Doi: <https://doi.org/10.3390/en9050319>

Velazquez-Marti B., Cazco-Logroño C., 2017. Structure analysis and biomass models for plum tree (*Prunus Domestica* L.) in Ecuador. *Experimental Agriculture*, 1-9. Doi: <https://doi.org/10.1017/S001447971600079X>

Velázquez-Martí, B., Gaibor-Cházvez, J., Niño-Ruiz, Z., Narbona-Sahuquillo, S. 2018. Complete characterization of pruning waste from the lechero tree (*Euphorbia laurifolia* L.) as raw material for biofuel. *Renewable Energy* 129. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.06.050>

# Anexos





<b>A</b>	<b>DATOS DEL INVESTIGADOR RESPONSABLE (*)</b>		
1º APELLIDO VELAZQUEZ	2º APELLIDO MARTÍ	NOMBRE BORJA	DNI / NIF / NIE 29187428 z
<b>B</b>	<b>MEMORIA CIENTÍFICO-TÉCNICA</b>		

**Memoria científico-técnica de las actividades que se desarrollarán y presupuesto del proyecto de investigación para toda la duración del proyecto, distribuido por anualidades.**

TITULO: DESARROLLO DE MÉTODOS DE CUANTIFICACIÓN DE BIOMASA DE VEGETACIÓN RIPARIA PARA LA GESTIÓN DE CAUCES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

**RESUMEN:** La invasión de especies de ribera suponen un obstáculo para la evacuación del agua en avenidas producidas en épocas de lluvias intensas, frecuentes en la Cuenca Mediterránea, que provoca que en determinadas ocasiones la inundación de las riberas del Turia, Palancia y otros ríos de la Comunidad Valenciana. Sin embargo también propicia efectos beneficiosos como fijación del suelo, fijación de CO<sub>2</sub>, nicho de especies animales y función paisajística. La gestión de estas especies para lograr el equilibrio en el sistema implica el desarrollo de herramientas de cuantificación de biomasa, definir las dimensiones idóneas de los rodales, y planificar la retirada selectiva de parte de la vegetación de acuerdo a criterios ambientales, de riesgo y paisajísticos. Es necesario establecer sistemas de evaluación para las diferentes especies presentes en estas áreas que permitan diseñar una limpieza selectiva o clareo periódico de la cuenca fluvial, mediante podas selectivas de cada una de las especies. Tras la realización de diversos inventarios básicos realizados a lo largo de nuestras zonas de ribera mediterránea consideramos necesario establecer este estudio al menos en las especies arbustivas y arbóreas siguientes *Phragmites australis* (Cav.) Trin, Adelfa (*Nerium oleander*), Acebuches (*Olea europea sylvestris*), Tarall (*Tamarix africana*), *Arundo donax* L., *Salix alba* L. y *Zarzamora* (*Rubus ssp.*). Este proyecto tiene como objetivo establecer modelos de gestión adecuados para el control de la vegetación, basados en la aplicación de métodos dendrométricos y dasométricos, que permitan cuantificar la biomasa de las especies riparias más importantes de la Comunidad Valenciana. Estos métodos se complementarán con técnicas de observación remota basados en datos LiDAR, imágenes e información obtenida por drones. Por otra parte, se realizará una caracterización mediante análisis elemental, conociendo los niveles de carbono (C), hidrógeno (H), nitrógeno (N) y azufre (S) en los diferentes órganos de estas especies. Esto nos proporcionará información importante en relación a la absorción de nitratos, fijación de CO<sub>2</sub>, y caracterización como posible biocombustible de las especies con las que se trabaja, al mismo tiempo se analizará el poder calorífico del material y análisis proximal (contenido de cenizas, volátiles y carbono fijo). Con ello se pretende buscar además un beneficio complementario de la retirada de biomasa como fuente de energía. Se realizará caracterización estructural, conociendo los porcentajes de lignina, celulosa y hemicelulosa. Se realizarán análisis de los niveles de actividad fotosintética en las distintas épocas del año. Esto nos permitirá relacionar la actividad biológica real de las especies en estudio con los datos obtenidos mediante teledetección.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La invasión de especies riparias y principalmente su en algunos casos inadecuado manejo suponen un claro obstáculo no solo para la gestión de las áreas sino también para el adecuado manejo disfrute por parte del usuario de estas riberas. Es claramente conocido su beneficio en el ecosistema en el que se encuentra, sin embargo y más claramente tras las últimas lluvias torrenciales acaecidas, junto con las avenidas de agua ocasionadas en las zonas de ribera y barrancos hace aconsejable estudiar además de las especies presentes su contribución al efecto barrera y retención de otra biomasa previamente arrastradas. Debemos pues diferenciar las estructuras arbóreas, o que pueden transformarse en arbóreas, de aquellas arbustivas que claramente tienen amplio efecto barrera y contribuyen de forma mayoritaria a la obstrucción de los cauces (Salazar, 1990).

La dendrometría y la dasometría para la medición de la madera que contienen las plantas se ha desarrollado tradicionalmente en árboles forestales, obteniéndose de forma sencilla y rápida a partir de factores de forma o funciones alométricas (Diéguez *et al*, 2003). Un factor de forma se define como el cociente entre el volumen real del vegetal y el volumen de un modelo que se toma como referencia, generalmente un sólido de revolución calculado a partir del un diámetro y la altura de la planta. En consecuencia, se trata de un factor de conversión del volumen de un sólido modelo al volumen real de una estructura vegetal (tronco, tallo o rama). En la práctica, y por comodidad en el cálculo de volúmenes, se suele tomar como modelo de comparación el cilindro (Hackenberg *et al.*, 2015). No obstante, existen otros sólidos de revolución que pueden ajustarse mejor a la forma del tallo del vegetal. En la literatura se pueden encontrar diversos tipos de funciones de volumen:

a) Los modelos de volumen local relacionan el volumen del árbol con solo una variable dependiente, generalmente el diámetro normal o de referencia o transformaciones y potencias de esta misma variable. La denominación de este volumen como volumen local se debe a que son de aplicación limitada al área, para lo cual es aplicable la relación diámetro/altura implícita en el modelo de volumen; generalmente una cierta clase de edad y un mismo sitio (Lencinas *et al*, 2002).

b) Las funciones generales de volumen son modelos cuyo objetivo es la estimación del volumen con dos o más dimensiones del árbol, generalmente el diámetro y la altura total, pero también la edad, la densidad de plantación y la calidad de sitio expresada a través del índice de sitio o la altura dominante a una edad determinada (Costas *et al*, 2006). Estas funciones tienen un nivel de aplicación más alto que las locales, esto se debe a que la relación de las dimensiones está explícita en el modelo, por lo que facilita sobremanera su uso para diferentes rodales en lugares diferentes (Prodan *et al*, 1997).

Así como el cálculo del volumen de biomasa en estructuras vegetales (ramas o tallos) de forma individual se basan en factores de forma o funciones de volumen, el desarrollo de técnicas de medición indirecta de la biomasa contenida en la planta entera sigue dos tendencias: Por un lado la determinación de factores de ocupación, a partir de la altura de la planta y el área proyectada sobre el suelo; por otro, a partir de funciones de volumen en base al diámetro de copa, diámetro del fuste, o diámetro equivalente de la proyección.

A pesar de que la dendrometría en especies arbóreas forestales está muy desarrollada, su aplicación a zonas arbustivas riparias es muy deficiente, debido a la complejidad estructural de las plantas y de los rodales (Adrover *et al*, 2008). Por ello el desarrollo de ecuaciones particularizadas supone todavía un reto científico, especialmente en las especies riparias de la Comunidad Valenciana, sujetas a unos factores ambientales específicos.

Velázquez-Martí *et al* (2010) propuso estos métodos para la caracterización dendrométrica de 5 especies arbustivas: *Rosmarinus officinalis* L., *Erica multiflora* L., *Ulex parviflorus* L., *Cistus alvidus* L. y *Quercus coccifera* L. Denominó factor de ocupación a la relación entre el volumen aparente del arbusto tomado como una figura de revolución, y el volumen real de las ramas que los contienen. Su expresión vendrá dada por la ecuación (1). Conociendo el factor de ocupación, la altura de la planta junto con la superficie ocupada se puede determinar el volumen aparente y la biomasa de todas las ramas que forman.

$$FO = \frac{\text{Volumen real del vegetal}}{\text{Volumen modelo}}$$

Los modelos habitualmente empleados se muestran en la Figura 1.

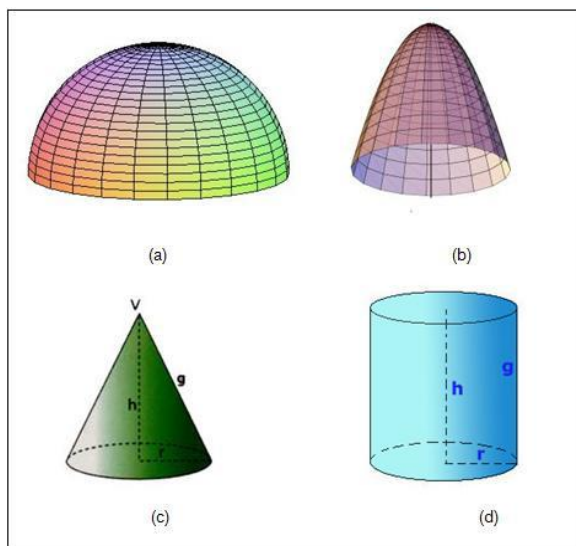


Figura 1. Modelos de crecimiento de copas arbóreas en una superficie determinada (a) Semi-elipse; (b) Paraboloide; (c) Crecimiento Cónico; (d) Crecimiento cilíndrico.

Estudios destacables sobre especies arbustivas riparias son los de Haase y Haase (1995) que desarrollaron ecuaciones para estimar la biomasa de especies invasivas del Pantanal of Mato Grosso en Brasil; Hall *et al*, (2006) que estudiaron la aplicación de datos Landsat ETM+ para el cálculo de la biomasa de arbustos; los de Evangelista *et al*, (2007) quienes desarrollaron modelos de biomasa de *Tamarix ramosissima* en la Cuenca del río Arkansas del Sureste del Colorado. Greaves *et al*, (2015) que estimaron biomasa de arbustos en zonas del Ártico.

Por otra parte, el desarrollo de herramientas eficaces para la predicción de recursos procedentes de las plantaciones de especies riparias se convierte en un reto científico con el objeto de realizar acciones de mantenimiento y gestión. En este sentido el desarrollo de nuevas tecnologías de observación terrestre como la tecnología LiDAR (aéreo y terrestre) puede aportar información muy relevante para el análisis y distribución de este tipo de vegetación. La tecnología LiDAR ha sido utilizadas satisfactoriamente en estudios forestales arbóreos (Hyypä et al., 2000; Popescu et al., 2002; Reutebuch et al., 2005; Estornell et al., 2011a).

La tecnología LiDAR (Light Detection and Ranging), es un sistema activo de teledetección que se basa en la medición del tiempo transcurrido entre la emisión de un pulso de energía y su llegada al sensor, después de haber sido reflejado por algún elemento de la superficie terrestre. Estos datos contienen información de las coordenadas de los puntos donde se producen las reflexiones, tanto si se produce en el suelo como en objetos situados sobre la superficie terrestre, como es el caso de la vegetación y edificios. Con esta información es posible transformar los datos registrados en alturas y estudiar su distribución para obtener datos de la superficie terrestre, de la cubierta vegetal o de cualquier otro objeto por encima de la superficie terrestre. Por tanto, es posible definir modelos digitales del terreno (MDT), modelos digitales de superficie (MDS) y modelos digitales de la vegetación (CHM) (Reutebuch et al., 2003). Estos datos son aplicados en diferentes áreas como por ejemplo: creación de modelos hidráulicos (Cobby et al., 2001), representación de edificios (Sohn y Dowman, 2007), cambios en la arena de la playa (Shrestha et al., 2005) y ampliamente utilizado en aplicaciones forestales (Næsset 2002; Maltamo et al., 2006; Estornell et al. 2011b).

En el LIDAR aéreo los datos son registrados a partir de un sensor aereotransportado y han sido muy utilizados en el ámbito forestal para estimar variables dasométricas y ambientales (Popescu et al., 2007; Beets et al., 2012). El sistema LIDAR terrestre utiliza un equipo fijo para medir los elementos de interés de la superficie terrestre y se muestra como una técnica con enorme potencial en agricultura y ámbito forestal. Los datos medidos por estos instrumentos permiten obtener índices de área foliar (LAI) y la estructura tridimensional de plantaciones de árboles (Arnó et al., 2013; Rosell et al., 2009). Para ello es necesario extraer y aislar la envolvente de los puntos obtenidos con el sistema LIDAR pudiendo determinar volúmenes aparentes de los árboles. Miembros del grupo solicitante han estado trabajando en tres proyectos independientes; uno financiado por la Universitat Politècnica de València para la correlación entre datos LiDAR aéreo con la biomasa residual de olivos y almendros; otro financiado por la Generalitat Valenciana (GV/2012/003) aplicando sólo tecnología LiDAR terrestre para la obtención de parámetros estructurales de árboles; en el tercero y en el ámbito de un proyecto del plan nacional del Ministerio de Economía Industria y Competitividad, se han desarrollado algoritmos para la modelización y cartografiado de parámetros forestales en bosques mediterráneos basados en tecnología LiDAR aérea y terrestre. Sin embargo pocos estudios se han centrado en la caracterización y análisis de la vegetación riparia utilizando estas tecnologías, muy presentes en los ecosistemas mediterráneos. Por otro lado las aplicaciones de datos registrados con aviones no tripulados tienen cada vez mayor desarrollo en estudios medioambientales, forestales y en agricultura (Laliberte and Rango, 2006; Rex y Remondino 2014; Torres-Sánchez et al., 2014). El fundamento de esta tecnología consiste en la combinación de técnicas de fotogrametría digital y visión por computador aplicadas a las imágenes capturadas durante el vuelo generando una reconstrucción 3D del entorno. A partir de estos procesos se puede generar nubes de puntos y utilizar metodologías similares a las ya utilizadas en la tecnología LiDAR para obtener datos de la vegetación y de la superficie terrestre. Como ventajas de esta tecnología se encuentra el elevado detalle de las imágenes, la elevada precisión de los datos de estos sistemas debida a la baja altura de vuelo permitiendo observar plantas individuales, su menor coste y mayor flexibilidad a la hora de configurar las condiciones de adquisición de las imágenes (Xiang and Tian, 2011), Esta metodología se puede aplicar también a fotografías tomadas in situ a partir de imágenes convencionales y analizar la precisión de los parámetros de la vegetación respecto a los obtenidos mediante la tecnología LiDAR y los vehículos no tripulados.

La aplicación e inferencias de los parámetros derivados de estas tecnologías requieren una buena caracterización previa del comportamiento de las masas vegetales en diferentes escenarios de acuerdo a parámetros o indicadores tomados en campo que puedan ser correlacionados con los datos obtenidos con estos sensores. Esto supone un trabajo que analice el comportamiento de distintas especies. De otro modo no pueden correlacionarse parámetros de las modelos digitales con los datos de la vegetación tomados más exactamente desde el terreno, que suponen un esfuerzo mayor y más lento (Hollaus *et al.*, 2006; Velázquez *et al.*, 2010b). Pocos trabajos se han realizado en la caracterización de los rodales de vegetación de ribera. Es por ello que este proyecto tiene un gran carácter innovador.

Para el desarrollo del proceso de cuantificación de biomasa a partir de tecnología LIDAR, imágenes y datos obtenidos por drones es necesario desarrollar una dendrometría adaptada que nos permita determinar los volúmenes exactos de los individuos analizados. Esta cuestión constituirá la primera fase del proyecto. Posteriormente se procesarán los datos observados por cada una de las tecnologías con el objetivo de obtener diferentes estadísticos de las alturas de las nubes de puntos tridimensionales y parámetros geométricos que se correlacionarán con los obtenidos en campo mediante metodologías tradicionales. Estos estadísticos constituyen variables potenciales independientes a considerar en los modelos de regresión para estimar por ejemplo la biomasa existente. Con ello se pretende crear herramientas de cálculo de biomasa residual que se debe eliminar en las operaciones de limpieza, a partir del volumen o biomasa total existente en cada zona.

Investigaciones anteriores en el medio forestal han demostrado a partir de tecnología LIDAR, imágenes y datos obtenidos por drones se pueden estimar variables que caracterizan árboles, variables dendrométricas, como son la altura, biomasa y volumen (Næsset 2002; Maltamo *et al.*, 2004; Popescu *et al.*, 2007) y otras asociadas a parcelas o rodales, variables dasométricas (Li *et al.*, 2008; García *et al.*, 2010). Por otro lado, la altura es una variable que permite clasificar los diferentes tipos de vegetación (Riaño *et al.*, 2007), permite detectar crecimientos y muestra una correlación muy alta con la biomasa (Hyypä y Inkinen, 1999; Lim *et al.*, 2003; Nelson *et al.*, 2004). La biomasa es una variable importante para evaluar el ecosistema y permite estimar la cantidad de carbono retenida por la vegetación y el material celuloso como fuente potencial de energía renovable (Popescu *et al.*, 2007). Sin embargo, pocos estudios se han realizado en especies de ribera siendo interesante analizar si la utilización de estas tecnologías permite la estimación de variables dasométricas/dendrométricas en las mismas. Con estos datos sería posible obtener un sistema de medición eficiente para zonas extensas y poder desarrollar métodos de gestión más sostenibles.

En estos estudios se pueden seguir dos aproximaciones (Hyypä *et al.*, 2000; Hyypä *et al.*, 2008): (i) estimación de variables dasométricas a partir del cálculo de regresiones entre los datos de campo y diferentes estadísticos obtenidos de las nubes de puntos tridimensionales en una parcela o rodal (Nelson *et al.*, 1998; Næsset *et al.*, 2004; Andersen *et al.*, 2005); y (ii) extracción de árboles individuales a partir de la distribución de los datos 3D o segmentación de un MDV. (Maltamo *et al.*, 2004; Popescu *et al.*, 2007). A partir de estos datos se pueden obtener variables dendrométricas. En este caso la información procedente del sistema LIDAR terrestre o fotografías tomadas in situ pueden proporcionar una mejor definición de la estructura de la vegetación ya que con este sistema se obtienen datos de toda la planta. En contraste, un sistema aéreo proporciona menos datos de las partes bajas y laterales.

## OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo general de este proyecto es establecer modelos de gestión versátiles basados en la cuantificación de la biomasa de las especies *Phragmites australis* (Cav.) Trin, Adelfa (*Nerium oleander*), Acebuche (*Olea europaea sylvestris*), Tarall (*Tamarix africana*), *Arundo donax* L., *Salix alba* L. y zarzamora (*Rubus ssp*) entre otras. Para ellos se usarán las ya mencionadas técnicas dendrométricas, buscando el mejor control posible de la vegetación en las zonas riparias, ubicando en principio estos estudios en el Parque Natural del Turia (Valencia) y en las riberas del río Palancia (Castellón). Además se realizará una caracterización pormenorizado órgano a órgano de la composición de las especies en estudio.

Para la consecución del objetivo general se fijan los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar funciones que permita determinar el volumen y biomasa leñosa de individuos de las especies *Phragmites australis* (Cav.) Trin, Adelfa (*Nerium oleander*), Acebuche (*Olea europaea sylvestris*), Tarall (*Tamarix africana*), *Arundo donax* L., *Salix alba* L. y zarzamora (*Rubus spp.*) a partir de medidas de diámetro y longitud de la planta.
2. Determinar funciones que permita determinar el volumen y biomasa leñosa de rodales de las especies *Phragmites australis* (Cav.) Trin, Adelfa (*Nerium oleander*), Acebuche (*Olea europaea sylvestris*), Tarall (*Tamarix africana*), *Arundo donax* L., *Salix alba* L. y zarzamora (*Rubus L.*) a partir de medidas de diámetro del rodal y longitud de la planta.
3. Analizar los contenidos de carbono y nitrógeno de la biomasa en las especies estudiadas
4. Obtener el poder calorífico, caracterización estructural y proximal para valorar el aprovechamiento de la biomasa como combustible.
5. Hacer una valoración de rol de estas especies en la fijación de CO<sub>2</sub> y filtro verde
6. Desarrollar ecuaciones de medición de biomasa a partir de datos LiDAR e imágenes multiespectrales
7. Proponer modelos de gestión versátiles de la vegetación de ribera

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomarán al azar 40 rodales de cada especie: *Phragmites australis* (Cav.) Trin, Adelfa (*Nerium oleander*), Acebuche (*Olea europaea sylvestris*), Tarall (*Tamarix africana*), *Arundo donax* L., *Salix alba* L. y zarzamora (*Rubus* L.) en las riberas de los ríos Turia y Palancia.

Las plantas estudiadas se estructuran en matas. Se define "Mata" como planta claramente diferenciada de las de su entorno, formada por distintos pies ramificados leñosos. Los pies son cada una de las partes que nacen de la cepa, es decir, el conjunto formado por un tallo y todas sus bifurcaciones o ramas laterales. Del mismo modo, definimos "Vara" como cada uno de los segmentos que conforman el pie y cuya longitud es igual a la distancia entre dos bifurcaciones consecutivas, consideradas base y final de la misma. Si es terminal la longitud será desde la bifurcación hasta el ápice.

Por la variabilidad en cuanto a número de pies en cada mata, se probará una sistemática basada en mediciones en dos fases: Primero realizar un análisis dendrométrico de los pies, con el objetivo de obtener funciones que permitieran calcular el volumen de las mismas a partir del diámetro de la base y su longitud. Posteriormente se medirán los diámetros y longitudes de todos los pies de cada rodal, de modo que al aplicar la función de volumen anteriormente calculada a cada una de los pies se obtuvo el volumen leñoso total de cada una de las plantas.

### Análisis dendrométrico de pies

Para el análisis dendrométrico se seleccionarán varas, midiendo diámetros cada 10 cm. La forma no circular de cada sección de la vara obliga a la determinación de dos diámetros perpendiculares tomándose el diámetro medio para el cálculo del volumen. El volumen de cada porción de vara comprendida entre dos secciones consecutivamente medidas se calculará aplicando la fórmula del tronco de cono. La suma del volumen de todas las porciones, definirán el volumen real de esa vara, determinándose ecuaciones que obtengan el volumen y biomasa a partir del diámetro de la base y la longitud de la vara.

Para el cálculo del volumen del pie se tomará el criterio de contabilizar el diámetro y longitud tanto el tallo principal como el de todas las varas que lo componen (área encerrada en el óvalo Figura 2). Entonces se calculará el volumen completo del mismo, aplicando la ecuación de volumen de vara anteriormente obtenida a cada porción.

Posteriormente se tomarán como datos la longitud y el diámetro basal del pie. La longitud del pie considerada será la correspondiente a la máxima distancia entre la base y la bifurcación de mayor longitud. Obtenido el volumen de cada pie se definirá el factor de ocupación mediante la ecuación (1), tomando como modelo distintas figuras geométricas en base a su diámetro basal y longitud: cilindro, paraboloides, cono y neiloide.

Para analizar la variabilidad del factor de ocupación se obtendrán la media, desviación típica y coeficiente de variación. Por otra parte se analizarán modelos de regresión múltiple de cara a determinar funciones de volumen de pie a partir del diámetro de su base y longitud. Independientemente, también se analizará cada bifurcación como si fuera una nueva pie, analizándolo de la misma forma.

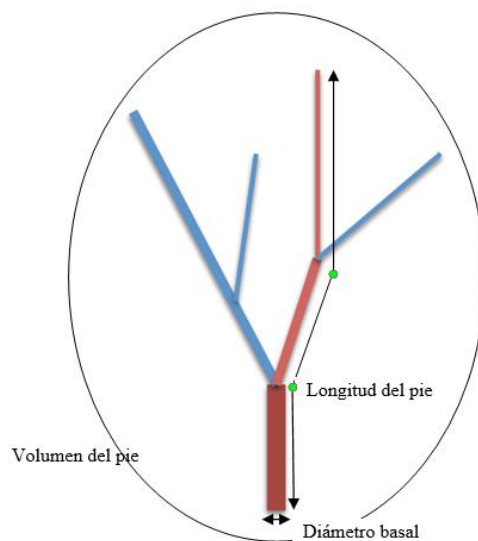


Figura 2. Esquema del criterio de medición

## Análisis volumen de rodales

Habiendo obtenido una función de volumen para los pies en función del diámetro basal y longitud con suficiente precisión, se medirán los diámetros basales de cada uno de los pies que conforman todas las matas de los rodales. Por sumatorio de los volúmenes asociados a cada uno de los pies se obtendrá el volumen total de la madera del rodal.

Por otra parte, se medirá el diámetro de la proyección y la altura dominante de cada uno de los rodales. A partir de éstos se obtendrá un volumen aparente ocupado, aplicando la fórmula del cilindro. A través de la relación entre el volumen real calculado para rodal y su volumen cilíndrico aparentemente ocupado se calculará el factor de ocupación por la ecuación 1, determinándose la media y dispersión.

Por otra parte se analizarán modelos de regresión múltiple para la obtención de funciones que permitieran determinar el volumen del rodal a partir del diámetro del rodal y la altura dominante.

## Caracterización fisicoquímica de la biomasa

El análisis de la madera se llevará a cabo en el laboratorio de Propiedades Físicas y Bioenergía de la UPV. Las propiedades analizadas se obtendrán aplicando las normas de la Tabla 1.

Tabla 1. Normas de análisis para caracterización de biomasa

<b>Referencia de la norma</b>	<b>Título</b>
EN ISO 16559	Biocombustibles sólidos – Terminología, definiciones y descripciones
EN 14778	Biocombustibles sólidos – Muestreo
EN 14780	Biocombustibles sólidos – Métodos para la preparación de la muestra
EN ISO 18134-1	Biocombustibles sólidos – Determinación del contenido de humedad – método de secado en estufa. Parte 1: Total de humedad. Método de referencia
EN 17828	Biocombustibles sólidos – Determinación de la densidad a granel (densidad aparente)
EN ISO 18847	Biocombustibles sólidos – Determinación de la densidad de partícula de pélets y briquetas
EN 14918	Biocombustibles sólidos – Determinación del valor calorífico
EN ISO 18122	Biocombustibles sólidos – Determinación del contenido de cenizas
EN ISO 18123	Biocombustibles sólidos – Determinación del contenido de materia volátil
EN ISO 16948	Biocombustibles sólidos – Determinación del contenido total de carbono, hidrógeno y nitrógeno – Métodos Instrumentales
CEN/ TS 15105	Biocombustibles sólidos – Métodos para determinar el contenido soluble en agua de cloro, sodio y potasio
CEN/TS 15289	Biocombustibles sólidos – Determinación del contenido total de azufre y cloro
CEN/TS 15290	Biocombustibles sólidos – Determinación de los principales elementos
CEN/TS 15297	Biocombustibles sólidos – Determinación de elementos menores
CEN/TS 15370-1	Biocombustibles sólidos – Método para la determinación del comportamiento de fusión de cenizas – Parte 1: Método de temperaturas características
CEN / TS 15296	Biocombustibles sólidos – Cálculo de los análisis a las diferentes bases
EN 14961-1	Biocombustibles sólidos – especificaciones del combustible y las clases – Parte 1: Requisitos generales
EN –ISO 10520	Almidones y féculas nativos- Determinación del contenido de almidón. Método polarimétrico de Ewers

## Análisis de datos 3D

### LiDAR (Terrestre y Aéreo)

En esta fase se medirán mediante un *laser scanner* un número representativo de muestras de vegetación. A partir de estos datos se obtendrán nubes de puntos con coordenadas x,y,z de cada muestra, de las cuales se derivarán diferentes estadísticos de la distribución de las alturas (tabla 2) y se calcularán los volúmenes de las masas seleccionadas. Para ello se utilizarán algoritmos ya desarrollados en investigaciones precedentes (Fernández et al., 2013 a y b). Para la estimación de los volúmenes de las masas de vegetación se generarán modelos tridimensionales a partir de la nube de puntos resultante del escaneo y se aplicarán diferentes metodologías: a) cálculo de la envolvente tridimensional de la copa basada en triángulos (TIN); b) generación de perfiles de la nube de puntos a intervalos constantes, de los cuales se generaría un contorno específico que se integraría con los contiguos para definir volúmenes; c) rasterización de la nube de puntos irregular que proporciona el escáner (voxel). Se analizará con los datos de campo que método proporciona mejor ajuste con la estructura real de la vegetación.

Para la estimación del volumen y biomasa de especies de ribera los diferentes estadísticos calculados de la distribución de las alturas se utilizarán como variables independientes en los modelos de regresión a calcular. Por otro lado, se utilizarán los datos LiDAR del Plan Nacional de Fotogrametría Aérea. Por tanto, se van a utilizar dos tipos de datos LiDAR mencionados aéreos y terrestres.

### Procesado de imágenes

Las mismas muestras de vegetación tomadas en el apartado anterior serán medidas mediante un vuelo encargado utilizando drones y realizando fotografías in situ a partir de cámaras convencionales. En el primer caso será necesario que exista un recubrimiento lateral del 30% y transversal del 60% para poder realizar la corrección geométrica de las imágenes. Además será necesario medir puntos de control mediante GPS sistema RTK para la correcta orientación absoluta de las imágenes. El objetivo de este paso es obtener una nube tridimensional de puntos como las obtenidas en el apartado anterior y derivar los estadísticos de la distribución de alturas y parámetros geométricos como volúmenes a partir de estos datos. Para ello en primer lugar se llevará cabo una orientación relativa de las imágenes a partir de la búsqueda de puntos homólogos en las distintas imágenes tomadas con recubrimiento. A continuación se realizará una orientación absoluta utilizando los puntos de control medidos con GPS-RTK. A partir de este proceso se podrá calcular la nube de puntos y obtener los mismo parámetros utilizados en el paso anterior para estimar los parámetros dendrométricos de la vegetación. Las muestras de vegetación seleccionadas también serán tomadas a partir de fotografías convencionales y se aplicará el mismo procesamiento a las imágenes para obtener las nubes de puntos 3D en cada muestra de la vegetación.

Finalmente en este apartado se analizará las diferencias entre los parámetros dendrométricos de la vegetación y los obtenidos mediante cada una de las tecnologías descritas. Posteriormente se calcularán modelos de regresión entre estos parámetros y las variables dendrométricas siendo analizados los valores de R<sup>2</sup> y RMSE. Estos análisis permitirán definir relaciones de dependencia entre las variables analizadas, tanto las dendrométricas como las de los diferentes escaneos y tomas fotográficas. Se buscarán modelos de ajuste, que con la máxima fiabilidad posible permitan obtener predicciones de biomasa.

Tabla 2. Variables derivadas de la distribución de las alturas de los datos LiDAR.

Variable	Símbolo	Características
Percentil 5	P5	Variables relacionadas con la biomasa, altura y volumen basadas en la relación existente entre estas variables físicas y la altura
Percentil 10	P10	
Percentil 20	P20	
Percentil 25	P25	
Percentil 30	P30	
Percentil 40	P40	
Percentil 50	P50	
Percentil 60	P60	
Percentil 70	P70	
Percentil 80	P80	
Percentil 90	P90	
Percentil 95	P95	
Altura máxima	h <sub>max</sub>	
Altura media	h <sub>m</sub>	
Desviación estándar de las alturas	h <sub>d</sub>	
Coficiente de variación	C <sub>v</sub>	Describe la dispersión de los datos de alturas de las parcelas
Asimetría	g <sub>1</sub>	Caracteriza la estructura de la vegetación y su relación con el porcentaje de suelo desnudo basada en la forma de la distribución de las alturas
Curtosis	g <sub>2</sub>	

## PLAN DE TRABAJO

	Año 1											
	E	F	Mz	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D
Toma de muestras	X	X	X	X	X	X						
Análisis dendrométrico de pies	X	X	X	X	X	X						
Análisis dendrométrico de rodales	X	X	X	X	X	X						
Medición fotosintética	X	X	X	X	X	X	X	X				
Análisis elemental				X	X	X	X		X	X	X	X
Análisis proximal y estructural				X	X	X	X		X	X	X	X
Adquisición y tratamiento de imágenes de teledetección	X	X	x	X	X	X						
Relaciones con imágenes variables tomadas por teledetección									X	X	X	X
	Año 2											
	E	F	Mz	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D
Obtención de modelos de biomasa	X	X	X	X	X							
Balances de CO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X							
Análisis de relaciones ambientales					X	X			X	X		
Modelos de gestión de vegetación de ribera									X	X	X	X

## CAPACIDAD DEL EQUIPO SOLICITANTE

En el grupo de investigación solicitante se incluyen 6 doctores, con participación en programas de Grado, Máster y Doctorado. Estos profesores ofrecen suficiente trayectoria que demuestran en su capacidad docente para asumir la Formación de Personal Investigador en las líneas de su competencia, como demuestra el gran número de publicaciones conjuntas en la temática investigada. Presenta un carácter multidisciplinar con especialidades en agronomía, mecanización y tecnología agraria, cartografía y teledetección. Hasta ahora el grupo ha estado trabajando en la gestión recursos agrícolas y forestales en los siguientes aspectos:

1. Determinación de la cantidad de biomasa residual producida en operaciones de poda a partir de las características agronómicas de las diferentes plantaciones (especie en cultivo, tamaño de los árboles, edad, marco de plantación, producción de fruta, secano/regadío), obteniéndose ecuaciones de predicción que pueden ser implementadas a los inventarios agrícolas para conocer la distribución espacial de la biomasa potencial obtenible en una determinada zona. (Velázquez-Martí et al., 2011a; Velázquez-Martí et al., 2011b; Velázquez-Martí et al., 2011c). Con ello es posible la implementación de modelos logísticos como *borvemar model* y *bioloco (Biomass logistics computer)* (Velázquez-Martí y Annevelink, 2009; Velázquez-Martí y Fernández-González, 2010).
2. Determinación de la biomasa en la planta entera a partir de dendrometría adaptada (Velázquez-Martí et al., 2010; Velázquez-Martí et al., 2012a, Velázquez-Martí et al., 2014a), y con ello valorar el sistema como sumidero de CO<sub>2</sub>.
3. Evaluación de biomasa residual de poda de árboles urbanos a partir de dendrometría y TLS. (Sajdak y Velázquez-Martí, 2012; Velázquez-Martí et al., 2013; Sajdak et al., 2014a; Sajdak et al., 2014b)
4. Análisis técnico, económico y energético de sistemas de cosecha de la biomasa (Velázquez-Martí y

Fernández-González, 2009; Velázquez-Martí et al., 2012b).

5. Desarrollo de modelos logísticos para optimizar la recogida y abastecimiento de biomasa a centros de transformación, como *borvemar model* y *bioloco* (Biomass logistics computer). (Velázquez-Martí y Annevelink, 2009; Velázquez-Martí y Fernández-González, 2010; Gracia et al., 2014)
6. Aplicación de teledetección en los procesos de valoración e inventariación de biomasa. Aplicación de tecnología Lidar aéreo (Estornell et al. 2011a, Estornell et al., 2011b; Estornell et al. 2012a; Estornell et al., 2012b; Estornell et al., 2014), complementación con imágenes espectrales y aplicación de láser escáner terrestre (TLS) (Fernández-Sarría et al., 2013) y de parámetros agronómicos para la gestión y monitoreo de riego en parcelas de naranjo a partir de imágenes de alta resolución en el marco del proyecto Telerieg (SOE1/P2/E082), y de parámetros forestales en el marco de los proyectos de I+D colaborativa competitiva INFOREST (TSI-020100-2009-815 - TSI-020100-2008-653), por lo que se parte de experiencia previa.
7. Caracterización de los residuos obtenidos tanto desde el punto de vista energético como industrial, determinando la aptitud de los materiales para distintos procesos (Callejón-Ferre y López-Martínez 2009; Callejón-Ferre et al., 2011; Vargass et al., 2012; Callejón-Ferre et al. 2014; Velázquez-Martí et al., 2014b)

A pesar de estos avances, el estudio de la biomasa de las especies de ribera supone un reto científico en el que el grupo ya está trabajando.

## REFERENCIAS

Adrover M., Forss A.L., Ramon G., Vadell, J.; Moya G., Taberner A.M. (2008). Selection of woody species for wastewater enhancement and restoration of riparian woodlands. *Journal of environmental biology*; 29(3):357-61.

Andersen H-E., McGaughey R.J., Reutebuch S.E. (2005). Estimating forest canopy fuel parameters using LiDAR data. *Remote Sensing of Environment* 94 (4): 441-449.

Beets, P.N., Brandon, A.M., Goulding, C.J., Kimberley, M.O., Paul, T.S.H. y Searles, N. (2012). The national inventory of carbon stock in New Zealand's pre-1990 planted forest using a LiDAR incomplete-transect approach, *Forest Ecology and Management*, 280, 187-197

Callejón-Ferre A.J., Carreño-Sánchez J., Suárez-Medina F.J., Pérez-Alonso J., Velázquez-Martí B. 2014. Prediction models for higher heating value based on the structural analysis of the biomass of plant remains from the greenhouses of Almería (Spain). *Fuel* 116 . 377–387

Callejón-Ferre A.J., Velázquez-Martí B., Lopez-Martinez J.A., Manzano-Agugliaro F. 2011. Greenhouse crop residues: Energy potential and models for prediction of their higher heating value. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15(2): 948-955

Callejón-Ferre A.J., López-Martínez J. A. 2009. Briquettes of plant remains from the greenhouses of Almería (Spain). *Spanish Journal of Agricultural Research* 7(3). 525-534.

Carlson T.N., Riziley D.A. (1997). On the Relation between NDVI, Fractional Vegetation Cover, and Leaf Area Index. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 62 (3), pp. 241-252.

Cobby D.M., Mason D.C., Davenport I.J. (2001). Image processing of airborne scanning laser altimetry data for improved river flood modelling. *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing* 56(2):121-138.

Costa R., Mac Donagh P., Weber, E., Figueredo, S., Gómez, C., Irschick, P. (2006). Modelos predictivos de la producción de *Pinus taeda* empleando variables vinculadas con las podas. *Bosque*, 27(2): 98-107.

Diéguez U., Barrio M., Castedo F., Alvarez M.F., Ruiz A.D., Álvarez J.G., Rojo A. (2003). *Dendrometría*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. 160-205 327 pp.

Donoghue D.N.M., Watt, P.J., Cox N.J. Wilson J. (2007). Remote sensing of species mixtures in conifer plantations using LiDAR height and intensity data. *Remote Sensing of Environment* 110(4): 509-522

Evangelista P., Kumar S., Stohlgren T.J., Crall A.W., Newman G.J. (2007). Modeling aboveground biomass of *Tamarix ramosissima* in the Arkansas river basin of Southeastern Colorado, USA. *Western North American Naturalist* 67(4): 503–509

Estornell J., Velázquez-Martí B., López-Cortés I., Salazar D., Fernández-Sarría A. 2014. Estimation of wood volume and height of olive tree plantations using airborne discrete-return lidar data. *GIScience & Remote Sensing* 51(1): 17-29

- Estornell, J., Ruiz, L.A., Velázquez-Martí, B., Hermosilla, T. 2012a. Estimation of biomass and volume of shrub vegetation using LiDAR and spectral data in a Mediterranean environment. *Biomass and Bioenergy* 46: 710 – 721.
- Estornell J., Ruiz L.A., Velázquez-Martí B., Hermosilla T. 2012b. Assessment of factors affecting shrub volume estimations using airborne discrete-return LiDAR data in Mediterranean áreas. *Journal of Applied Remote Sensing* 6(1): 063544.
- Estornell J., Ruiz L.A., Velázquez-Martí B. 2011a. Study of shrub cover and height using LIDAR data in a Mediterranean area. *Forest Science* 57(3): 171-179.
- Estornell J., Ruiz L.A., Velázquez-Martí B., Fernandez-Sarria A. 2011b. Estimation of shrub biomass by airborne LiDAR data in small forest stands. *Forest Ecology and Management* 262: 1697-1703.
- Fernández-Sarria, A., Velázquez-Martí, B., Sajdak, M., Martínez, L. y Estornell J. (2013a). Residual biomass calculation from individual tree architecture using terrestrial laser scanner and ground-level measurements. *Computers and Electronics in Agriculture*, 93, 90-97,
- Fernández-Sarria, A., Martínez, L., Velázquez-Martí, B., Sajdak, M., Estornell, J. y Recio, J.A. (2013b). Different methodologies for calculating crown volumes of *Platanus hispanica* trees using terrestrial laser scanner and a comparison with classical dendrometric measurements. *Computers and Electronics in Agriculture*, 90, 176-185
- Haase R., Haase P. (1995). Above-ground biomass estimates for invasive trees and shrubs in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Forest Ecology and Management* 73 (1995) 29-35
- Hackenberg, J., Wassenberg, M., Spiecker H. and Sun D. (2015). Non Destructive Method for Biomass Prediction Combining TLS Derived Tree Volume and Wood Density. *Forests*, 6(4): 1274-1300
- Hall R.J., Skakun R.S., Arsenault E.J., Case B.S. (2006). Modeling forest stand structure attributes using Landsat ETM+ data: application to mapping of aboveground biomass and stand volume. *Forest Ecology and Management* 225: 378–390.
- Hollaus M., Wagner W., Eberhöfer C., Karel W. (2006). Accuracy of large-scale canopy heights derived from LiDAR data under operational constraints in a complex alpine environment. *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing* 60: 323-338.
- Hyde P., Dubayah R., Walker W., Blair J.B., Hofton M., Hunsaker C. (2006). Mapping forest structure for wildlife habitat analysis using multi-sensor (LiDAR, SAR/InSAR, ETM+, QuickBird) synergy. *Remote Sensing of Environment* 102 (1-2): 63-73.
- Hyyppä J., Inkinen M. (1999). Detecting and estimating attributes for single trees using laser scanner. *The Photogrammetric Journal of Finland* 16: 27-42.
- Hyyppä J., Pyysalo U., Hyyppä H., Samberg A. (2000). Elevation accuracy of laser scanning-derived digital terrain and target models in forest environment. In 20th EARSeL symposium and workshops 2000, 14–17 June 2000, Dresden, Germany.
- Hyyppä J., Hyyppä H., Leckie D., Gougeon F., Yu X., Maltamo M. (2008). Review of methods of small-footprint airborne laser scanning for extracting forest inventory data in boreal forests. *International Journal of Remote Sensing* 29: 1339-1366.
- Laliberte and Rango, 2006. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) for Rangeland Remote Sensing. In: Presented at the 3rd Annual Symposium research Insights in Semiarid Ecosystems RISE.
- Lim K.S., Treitz P., Baldwin K., Morrison I. (2003). Estimating above-ground biomass using lidar remote sensing. *Proceedings of SPIE the International Society for Optical Engineering* 4879: 289-296.
- Næsset E. (2002). Predicting forest stand characteristics with airborne scanning laser using a practical two-stage procedure and field data. *Remote Sensing of Environment* 80: 88–99.
- Næsset E. (2004). Accuracy of forest inventory using airborne laser scanning: evaluating the first Nordic full-scale operational project. *Scandinavian Journal of Forest Research*, Vol. 19(6): 554 – 557.
- Nelson R., Krabill W., Tonelli J. (1998). Estimating forest biomass and volume using airborne laser data. *Remote Sensing of Environment* 24: 247-267
- Nelson R., Short A., Valenti M. (2004). Measuring biomass and carbon in Delaware using an airborne profiling lidar. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19: 500-511.
- Lencinas M., Martínez Patur G., Cellini J., Vukasovic R., Peri P., Fernández M. (2002) Incorporación de la altura dominante y la clase de sitio a ecuaciones estándar de volumen para *Nothofagus antarctica* (Forster f.) Oersted. *Bosque (Valdivia)* [online]. 23 (2), 5-17.
- Li Y., Andersen H.-E., McGaughey R. (2008). A comparison of statistical methods for estimating forest biomass from light detection and ranging data. *West Journal of Applied Forest* 23:223-231.
- Maltamo M., Eerikäinen K., Pitkänen J., Hyyppä J., Vehmas M. (2004) Estimation of timber volume and stem density based on scanning laser altimetry and expected tree size distribution functions. *Remote sensing of environment*, 90(3): 319-330.
- Nex, F and Remondino F. (2014). UAV for 3D mapping applications: a review. *Applied Geomatics* 6(1): 1-15

- Popescu S., Wynne R., Nelson R. (2002). Estimating plot-level tree heights with lidar: local filtering with a canopy-height based variable window size. *Computers and electronics in agriculture* 37(1-3): 71-95.
- Popescu S.C. (2007). Estimating biomass of individual pine trees using airborne lidar. *Biomass&Bioenergy* 31(9): 646-655.
- Prodan M., Peters R., Cox F., Real P. (1997) *Mensura Forestal*. IICA-BMZ/GTZ. San José. Costa Rica. 561pp.
- Riaño D., Meier E., Allgöwer B., Chuvieco E., Ustin S.L. (2003). Modeling airborne laser scanning data for the spatial generation of critical forest parameters in fire behavior modeling. *Remote sensing of environment* 86: 177-186.
- Reutebuch S.E., McGaughey R.J., Carson W.W., Andersen H. (2003). Accuracy of a high-resolution lidar terrain model under a conifer forest canopy. *Canadian journal of remote sensing* 29(5): 527-535.
- Reutebuch S.E., Andersen H.E., McGaughey R.J. (2005). Light detection and ranging (Lidar): An emerging tool for multiple resource inventory. *Journal of Forestry* 103: 286-292.
- Sajdak M., Velázquez-Martí B. (2012). Estimation of pruned biomass through the adaptation of classic dendrometry on urban forests: case study of *Sophora japonica*. *Renewable energy* 47: 188-193.
- Sajdak M., Velázquez-Martí B., López-Cortés I. 2014a. Quantitative and qualitative characteristics of biomass derived from pruning *Phoenix canariensis* hort. ex Chabaud. and *Phoenix dactilifera* L. *Renewable Energy* 71: 545-552
- Sajdak M., Velázquez-Martí B., López-Cortés I., Estornell J., Fernández-Sarría A. 2014b. Prediction models for estimating pruned biomass obtained from *Platanus hispanica* Münchh. used for material surveys in urban forests. *Renewable Energy* 66: 178-184
- Salazar D.M. (1990). *Atlas de la naturaleza de la Comunitat Valenciana*. Apéndice.
- Shrestha R., Carter W., Slatton K., Luzum B., Sartori M. (2005). Airborne Laser Swath Mapping: Quantifying changes in sandy beaches over time scales of weeks to years. *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing* 59(4): 222-232.
- Sohn G., Dowman I. 2007. Data fusion of high-resolution satellite imagery and LiDAR data for automatic building extraction. *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing* 62(1): 43-63.
- Shruthi Srinivasan, S. Popescu, S.C., Eriksson, M. and Sheridan, R.D. and Ku, N.W. (2015). Terrestrial Laser Scanning as an Effective Tool to Retrieve Tree Level Height, Crown Width, and Stem Diameter. *Forests* 7: 1877-1896
- Torres-Sánchez, j., Peña, J.M., de Castro, A.I. and López-Granados, F. (2014). Multi-temporal mapping of the vegetation fraction in early-season wheat fields using images from UAV. *Computers and Electronics in Agriculture*, 103 104-113
- Van Aardt, J.A.N., Wynne, R. H. y Oderwald, R. G. (2006). Forest volume and biomass estimation using small-footprint LiDAR-distributional parameters on a per-segment basis. *Forest Science*, Vol. 52 (6), pp. 636-649.
- Vargas-Moreno J.M., Callejón-Ferre A.J., Pérez-Alonso J., Velázquez-Martí B. 2012. A review of the mathematical models for predicting the heating value of biomass materials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16: 3065–3083.
- Velázquez-Martí B., López-Cortés I., Salazar D.M. 2014a. Dendrometric analysis of olive trees for wood biomass quantification in Mediterranean orchards. *Agroforestry Systems*, June 2014:1-11
- Velázquez-Martí B., Sajdak M., López-Cortés I, Callejón-Ferre A.J. 2014b. Wood characterization for energy application proceeding from pruning *Morus alba* L., *Platanus hispanica* Münchh. and *Sophora japonica* L. in urban áreas. *Renewable Energy* 62: 478-483.
- Velázquez-Martí B., Sajdak M., López-Cortés I. 2013. Available residual biomass obtained from pruning of *Morus alba* L. trees cultivated in urban forest. *Renewable Energy* 60: 27-33.
- Velázquez-Martí B., Estornell J., López-Cortés I., Martí-Gavila J. 2012a. Calculation of biomass volume of citrus trees from an adapted dendrometry. *Biosystems Engineering* 112(4): 285-292.
- Velázquez-Martí B., Fernández-González E., Callejón-Ferre A.J., Estornell J. 2012b. Mechanized methods for harvesting residual biomass from Mediterranean fruit tree cultivations. *Scientia Agricola* 69 (3): 180-188.
- Velázquez-Martí B., Fernández-González E., López-Cortés I., Salazar-Hernández DM. 2011a. Quantification of the residual biomass obtained from pruning of vineyards in Mediterranean area. *Biomass and Bioenergy* 35(3): 3453-3464.
- Velázquez-Martí B., Fernández-González E., López-Cortés I., Salazar-Hernández DM. 2011b. Quantification of the residual biomass obtained from pruning of trees in mediterranean olive groves. *Biomass and Bioenergy* 35(2): 3208-3217.

Velázquez-Martí B., Fernández-González E., López-Cortes I., Salazar-Hernández DM. 2011c. Quantification of the residual biomass obtained from pruning of trees in Mediterranean almond groves. *Renewable Energy* 36: 621-626.

Velázquez-Martí B., Fernandez-Gonzalez E. 2010. Mathematical algorithms to locate factories to transform biomass in bioenergy focused on logistic network construction. *Renewable Energy* 35(9): 2136-2142.

Velázquez-Martí B., Fernandez-Gonzalez E., Estornell J., Ruiz L.A. 2010. Dendrometric and dasometric analysis of the bushy biomass in Mediterranean forests. *Forest Ecology and Management* 259: 875-882.

Velázquez-Martí B., Annevelink E. 2009. GIS application to define biomass collection points as sources for linear programming of delivery networks. *Transactions of ASABE* 52(4): 1069-1078.

Velázquez-Martí B., Fernandez-Gonzalez E. 2009. Analysis of the process of biomass harvesting with collecting-chippers fed by pick up headers in plantations of olive trees. *Biosystems engineering* 103(4): 184-190.

Xiang, H and Tian, L. (2011). Development of a low-cost agricultural remote sensing system based on an autonomous unmanned aerial vehicle (UAV). *Biosyst. Eng.*, 108, 174–190

Valencia, 6 de Febrero de 2017  
*El investigador responsable*

Firma: Borja Velázquez Martí

(\*) Los datos contenidos en esta solicitud podrán ser incorporados a un fichero informatizado con una finalidad exclusivamente administrativa (art. 10 al 13 del Decreto 96/1998, de 6 de julio, del Gobierno Valenciano, y la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre).

La persona firmante se hace responsable de la veracidad de todos los datos contenidos en este documento, sin perjuicio de la posible comprobación, si procede, por parte de la Dirección General de Universidad, Investigación y Ciencia.

<b>PRESUPUESTO</b>		
<b>CONCEPTO DE GASTO</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>A) GASTOS CONTRATACIÓN DE PERSONAL</b>	0	0
<b>B) GASTOS DE EJECUCION</b>		
Material fungible y bibliográfico (no podrá financiarse material de oficina ni accesorios informáticos tales como web cam, teclados, pen drives o ratones).	6000	4000
Gastos por utilización y acceso a Infraestructuras Científicas y Técnicas Singulares y grandes instalaciones científicas nacionales e internacionales.	0	1000
Gastos para viajes, manutención y alojamiento de los miembros del grupo (la cuantía no puede exceder de 5.000 euros para cada anualidad).	4000	4000
Gastos de viajes, manutención y alojamiento de investigadores invitados participantes en actividades objeto del proyecto de investigación (la cuantía no puede exceder de 2.500 euros para cada anualidad).	0	0
Gastos de difusión de las actividades del grupo. Serán subvencionables por este concepto las inscripciones a congresos y jornadas, publicaciones del grupo en revistas científicas y cuotas por adhesión a asociaciones especializadas.	4000	4000
- Actividades de Formación: la cuantía no puede exceder de 2.000 euros anuales - Organización de actividades científico-técnicas: la cuantía no puede exceder de 3.000 euros anuales.	0	0
Otros gastos necesarios directamente relacionados con la ejecución del proyecto, tales como trabajo de campo, secuenciación, microscopía o similar.	6000	5000
<b>TOTAL</b> (Importe máximo: 20.000 € por anualidad)	20000	18000



**Instrucciones:** (3) El siguiente formulario deberá ser llenado empleando letra tipo Times New Roman de 10 puntos, a espacio sencillo, en hojas tamaño A4, manteniendo un margen de 2,5 cm por lado. Si en alguna de las **tablas** del formulario requiere de más filas, puede crearlas; sin embargo, debe tener en consideración los **límites de texto** que puede ingresar en algunas secciones del formulario.

**FORMATO 1**  
**PROPUESTA DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EN LAS LÍNEAS Y**  
**ÁREAS DEFINIDAS**

**A. DATOS GENERALES:**

MODALIDAD	
Institucional <input type="checkbox"/>	<b>Colaborativa en Red</b> <input checked="" type="checkbox"/>

TÍTULO
ANÁLISIS INTEGRAL DE LA CADENA DE APROVECHAMIENTO DE BIOMASA RESIDUAL GENERADA EN LAS ZONAS 5 y 8 DEL ECUADOR

ÁREA TEMÁTICA DE I+D EN EL QUE TENDRÁ IMPACTO EL PROYECTO	
Salud y bienestar	<input type="checkbox"/>
Agricultura y ganadería	<input type="checkbox"/>
<b>Ambiente, biodiversidad y cambio climático</b>	<b>X</b>
<b>Energía y materiales</b>	<b>X</b>
<b>Desarrollo industrial</b>	<b>X</b>
Territorio y sociedad inclusivos	<input type="checkbox"/>
Tecnologías de la información y comunicación	<input type="checkbox"/>

¿La ejecución de programa y/o proyecto requiere de permisos de investigación?	
SÍ <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
<i>En caso de requerirse permisos, especifique cuáles:</i>	

TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO	
Duración del proyecto en meses	<i>24 meses</i>

FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO (En Dólares de los Estados Unidos de América)	
Monto total del financiamiento	<b>\$ 206,179.00</b>
Monto financiado por la SENESCYT	<b>\$ 185,979.00</b>
Monto financiado por la institución ejecutora y co-ejecutora(s)	<b>\$ 20,200.00</b>

**B. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO**

<b>COBERTURA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO</b> ( <i>Seleccione sólo un tipo de cobertura, debe incluir las zonas de impacto de la propuesta</i> )		
<b>Nacional</b> <input checked="" type="checkbox"/>		
Zonas de Planificación <input type="checkbox"/>	Zona 1 (Carchi, Esmeraldas, Imbabura y Sucumbíos)	<input type="checkbox"/>
	Zona 2 (Napo, Orellana y Pichincha)	<input type="checkbox"/>
	Zona 3 (Chimborazo, Cotopaxi, Pastaza y Tungurahua)	<input type="checkbox"/>
	Zona 4 (Manabí, Sto. Domingo de los Tsáchilas)	<input type="checkbox"/>
	<b>Zona 5 (Bolívar, Guayas, Los Ríos y Santa Elena)</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Zona 6 (Azuay, Cañar y Morona Santiago)	<input type="checkbox"/>
	Zona 7 (El Oro, Loja y Zamora Chinchipe)	<input type="checkbox"/>
	<b>Zona 8 (Cantones Guayaquil, Samborondón, Durán)</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Zona 9 (Distrito Metropolitano de Quito)	
Provincial <input type="checkbox"/>	<i>Especifique las provincias en las que se ejecutará su proyecto.</i>	
Local <input type="checkbox"/>	<i>Especifique la provincia y cantones donde se ejecutará su proyecto.</i>	

**C. DATOS DE LA INSTITUCIÓN EJECUTORA Y DE LAS INSTITUCIONES CO-EJECUTORAS**

<b>INSTITUCIÓN EJECUTORA</b>				
<b>UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b>				
Representante Legal	<i>Doctor Ulices Barragan Vinueza</i>		Cédula de Identidad	<i>0200563708</i>
Teléfonos	<i>032206059 - 0993451726</i>	Fax	<i>032206071</i>	Teléfonos <i>032206059 -0993451726</i>
Dirección	<i>Avenida Che Guevara y Gabriel Secaira – Vía Ambato</i>			
Página Web Institucional	<i>www.ueb.edu.ec</i>			
Órgano Ejecutor	<i>Departamento de investigación</i>			

<b>INSTITUCIÓN COEJECUTORA 1</b> ( <i>Aplica solo para las propuestas de modalidad colaborativa en red</i> )				
<b>ESCUELA POLITÉCNICA DEL LITORAL</b>				
Representante Legal	<i>Cecilia Paredes Verduga</i>		Cédula de Identidad	<i>Ej.: 0910874635</i>
Teléfonos	<i>Ej.: 042269269</i>	Fax	<i>Ej.: 042854629</i>	Teléfonos <i>Ej.: 042269269</i>
Dirección	<i>Km 30.5 Vía Perimetral</i>			
Página Web Institucional	<i>www.espol.edu.ec</i>			
Órgano Ejecutor	<i>Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción</i>			

**INSTITUCIÓN COEJECUTORA 2**  
**(Aplica solo para las propuestas de modalidad colaborativa en red)**
**MEGAPELLETS**

Representante Legal	<i>Carlos Luis Vaca Ojeda</i>			Cédula de Identidad	CI: 0913529426
Teléfonos	<i>042882624 - 0981361773</i>	Fax		Correo Electrónico	<i>carlosvaca@live.com; cvaca@megapellets.ec</i>
Dirección	<i>Guayaquil, Cdla Bosques del Salado Mz. 302</i>				
Página Web Institucional	<i>www.megapellets.ets.ec</i>				
Órgano Ejecutor	<i>Unidad de Desarrollo Tecnológico</i>				

**INSTITUCIÓN COEJECUTORA 3**  
**(Aplica solo para las propuestas de modalidad colaborativa en red)**
**COOPERATIVA EL SALINERITO**

Representante Legal	<i>Luis Armando Tualombo Punina</i>			Cédula de Identidad	<i>0201783875</i>
Teléfonos	<i>0997301214 Tel/Fax: (03) 2210185 / (03) 2210 006</i>	Fax	<i>03) 2210185 / (03) 2210 006</i>	Correo Electrónico	<i>grupposalinas@salinerito.com</i>
Dirección	<i>Bypass, Vía a Guaranda, 020155</i>				
Página Web Institucional	<i><a href="mailto:cva@salinerito.com">cva@salinerito.com</a></i>				
Órgano Ejecutor	<i>Unidad de Desarrollo técnico</i>				

**D. PERSONAL CIENTÍFICO-TÉCNICO DEL PROYECTO**
**PERSONAL DEL PROYECTO**

**Nota:** Debe incluirse a todo el personal tanto de la institución ejecutora, como de la(s) institución(es) co-ejecutora (s), que participen en el proyecto. Añada tantas filas como sean necesarias para incluir a todo el personal que intervendrá en el proyecto.

FUNCIÓN	CÉDULA DE IDENTIDAD	NOMBRE COMPLETO	ENTIDAD A LA QUE PERTENECE	TELÉFONO FIJO, CELULAR Y CORREO ELECTRÓNICO
<i>Director del Proyecto</i>	<i>020105187</i>	<i>Juan Alberto Gaibor Chávez Magister Medio Ambiente</i>	<i>Universidad Estatad de Bolívar</i>	<i>032983057 0997838109 juanelogaibor@gmail.com</i>
<i>Director Subrogante 1</i>	<i>PAE 554820</i>	<i>Borja Velázquez Martí PhD en Ingeniería Agronómica</i>	<i>Universidad Politécnica de Valencia</i>	<i>+34 655438581 borvemar@dmta.upv.es</i>

<i>Investigador 1</i>	1757070253	<i>Hebert Molero PhD en Química</i>	<i>Universidad Estatad de Bolívar</i>	0994621240 <i>moleroh.molero@gmail.com</i>
<i>Investigador 2</i>	1803015484	<i>Ing. Agro. Marcelo Vilcacundo MSc en Agrobiología ambiental</i>	<i>Universidad Estatad de Bolívar</i>	0987215594 <i>geldphone@gmail.com</i>
<i>Investigador 3</i>	0200715811	<i>Carlos Jacome PhD en Biotecnología</i>	<i>Universidad Estatad de Bolívar</i>	0994059079 <i>carodjacome@yahoo.com</i>
<i>Técnico de Laboratorio</i>	0202332524	<i>Ing. Erika Cortes</i>	<i>Universidad Estatad de Bolívar</i>	0995281385 <i>erikacaro_cr@hotmail.com</i>
<i>Técnico de Laboratorio</i>	0201814506	<i>Ing. Paola Wilcaso MSc</i>	<i>Universidad Estatad de Bolívar</i>	<i>paolawilcaso@yahoo.com</i>
<i>Técnico de Laboratorio</i>	0201433539	<i>Bióloga Manuela Isabel ParedesVilena</i>	<i>Universidad Estatad de Bolívar</i>	0996567172 <i>mparedesvillena@yahoo.com</i>
<i>Director Subrogante 2</i>	0915952725	<i>Juan Peralta Jaramillo Doctor, Sostenibilidad Energetica</i>	<i>Escuela Superior Politécnica del Litoral</i>	042269350 0996237780 <i>jperal@espol.edu.ec</i>
<i>Investigador 4</i>	0919553859	<i>Emérita Delgado Plaza, Doctora, Energías Renovables</i>	<i>Escuela Superior Politécnica del Litoral</i>	042269350 <i>eadelgad@espol.edu.ec</i>
<i>Investigador 5</i>	0908915234	<i>Jorge Abad Morán, Doctor, Auditoria Energética y Logística</i>	<i>Escuela Superior Politécnica del Litoral</i>	042269350 <i>jabab@espol.edu.ec</i>
<i>Investigador 6</i>	0912555133	<i>Miguel Quilambaqui Jara Doctor, Agrícola</i>	<i>Escuela Superior Politécnica del Litoral</i>	042269350 <i>mquilamb@espol.edu.ec</i>
<i>Asistente</i>	0914078332	<i>Gustavo Aveiga Ulloa Ingeniero en Alimentos</i>	<i>Escuela Superior Politécnica del Litoral</i>	042269350 <i>gaveiga@espol.edu.ec</i>
<i>Técnico</i>	0600929459	<i>Gonzalo Zabala Msc. Mecánica</i>	<i>Escuela Superior Politécnica del Litoral</i>	042269350 <i>gzabala@espol.edu.ec</i>

**E. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS Y CAPACIDADES PARA INVESTIGACIÓN DE LAS INSTITUCIONES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO**

**CUALIDADES INSTITUCIONALES DE LA INSTITUCIÓN EJECUTORA  
(Máximo 2 páginas por institución)**

**Grupo de investigación:** Este proyecto será liderado por el **Grupo de investigación de la Biomasa – UEB** (Biomass Research Group - UEB), fundado en 2016, el cual se encarga de estudios de Biomasa con fines energéticos y agrícolas; obtención de biocombustibles a partir de: procesos de fermentación del jugo de caña de azúcar y de residuos de cultivos como el orito; esterificación de aceites residuales y co-digestión anaeróbica de residuos orgánicos con diversos estiércoles. Está integrado por

investigadores ecuatorianos (cuatro PhD y tres técnicos de laboratorio y extranjeros provenientes de la Universidad politécnica de Valencia- España).

Entre los **logros institucionales** se tiene la ejecución de diversos proyectos de investigación que han permitido la cuantificación y caracterización termo física de biomasa residual de origen agrícola, concretamente con los desechos de maíz, cacao, naranja, lechero, álamo entre otros, además de información del proceso que permite su modelación y simulación con fines de optimización; también se trabaja en estudios de generación de bioetanol a partir del cultivo de la caña de azúcar producida en la provincia de Bolívar y de residuos de cultivos como el orito; se ha estudiado el empleo del aceite residual de frituras para la generación de biodiesel; se ha avanzado en la obtención de biogás como resultado de los procesos de biofermentación anaerobia de residuos orgánicos de origen agrícola, animal y doméstico. Se han publicado 9 artículos en revistas de impacto (JCR) en las siguientes áreas: dendrometría (dos); bioetanol (uno); biogás (uno); biodiesel (tres); análisis termogravimétrico TGA (uno) y simulación de procesos (uno). Adicionalmente se ha logrado dotar, a través de proyecto ganado de Canje de Deuda con España, de un conjunto de laboratorios con tecnología de punta, entre los cuales destacan, Laboratorio de Biomasa, de Análisis Instrumental, de Biología Molecular 1 y 2, de Suelos y Aguas 1 y 2, de Fitoquímica, de Bromatología, de preparación de muestras, además de área de gases, de balanzas y de autoclaves, todo lo cual da a la UEB un potencial analítico único en el Ecuador. Se han desarrollado proyectos con la UPV de España mediante el programa ADSIDEO de cooperación internacional.

En relación a la **infraestructura**, la Universidad Estatal de Bolívar posee un **Laboratorio de Biomasa** equipado con tecnología a la vanguardia de la ciencia, contando con los principales equipos requeridos en esta investigación: conjunto Balanza Termogravimétrica TGA y espectrómetro de masas (de hasta 200 umas); analizador elemental; calorímetro adiabático; analizador estructural y espectrofotómetro de absorción atómica; todos ellos con sus respectivas instalaciones de gases, ya probados y 100% operativos. Para la evaluación de los procesos fermentativos se cuenta con mini reactores anaeróbicos equipados con detector de presión y volumen, los cuales permiten evaluar la mezcla carga orgánica-estiércol. Se cuenta además con un digestor piloto totalmente automatizado, de una planta piloto de biodiesel y de una de bioetanol.

En relación a **proyectos** que se han desarrollado o están en desarrollo, en los últimos 3 años, se cuenta con experiencia en los proyectos citados en la siguiente tabla:

Proyecto	Ente financiador	Staus
Estudio de la co-digestión anaerobia de residuos agrícolas con estiércol de ganado en un biodigestor por carga	UEB	En desarrollo
Perfil termoquímico de la biomasa residual de tres especies vegetales de la provincia Bolívar como fuente de energía renovable.	UEB	En desarrollo
Caracterización termo-química de los residuos de biomasa del cultivo maíz suave ( <i>Zea maíz</i> ) en la provincia de Bolívar.	UEB	Finalizado
Aprovechamiento de Biomasa en comunidades rurales para el cambio de la matriz energética en el Ecuador.	Programa ADSIDEO UPV - España	Finalizado
Investigación de procesos agroindustriales para el logro de su optimización, mediante el desarrollo y aplicación de softwares específicos que permitan su modelamiento y simulación matemática	Senescyt (proyecto Prometeo)	Finalizado
Obtención de etanol a partir de variedades nativas de caña de azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> ) en la parroquia facundo vela – provincia Bolívar	UEB	Finalizado

De los cuales se han derivado las publicaciones que se citan en la tabla siguiente:

Título	Autores	Journal	F. P.*	Índice
<i>Development of biomass fast proximate analysis by thermogravimetric scale</i>	<i>B Velázquez-Martí, J Gaibor-Chávez, Z Niño-Ruiz, E Cortés-Rojas</i>	<i>Renewable Energy</i> 126, 954-959	<i>Octubre 2018</i>	<i>SJR: 1.697; JCR: 4.357</i>
<i>Viability of Biogas Production and Determination of Bacterial</i>	<i>Gaibor-Chávez, Z Niño-Ruiz, B Velázquez-Martí,</i>	<i>Waste and Biomass</i>	<i>10/02/2018</i>	<i>SJR: 0.446; JCR: 1.337</i>

<i>Kinetics in Anaerobic Co-digestion of Cabbage Waste and Livestock Manure</i>	<i>A Lucio-Quintana</i>	<i>Valorization 1-9</i>		
<i>Use of comprehensive two-dimensional gas chromatography to evaluate the shelf life of soybean oil, its effect in the manufacture of biodiesel</i>	<i>NG Salazar-Mogollón, Z Niño-Ruiz, R Torres-Gutiérrez, JR de Almeida, M Ruilova-Cueva, C Jácome-Pilco, F Augusto</i>	<i>Revista Mex. de Ing. Qca. (Vol. 16, No. 2. 435-444)</i>	<i>01/06/2017</i>	<i>SJR: 0.293; JCR: 0.924</i>
<i>Evaluación de herramientas computacionales gratuitas para la simulación de procesos de combustión en motores de encendido por chispa</i>	<i>RR Rodríguez, Z Niño</i>	<i>Revista Mex. de Ing. Qca. (Vol 15; No. 3. 977-984)</i>	<i>2016</i>	<i>SJR: 0.293; JCR: 0.924</i>
<i>Dendrometric characterization of corn cane residues and drying models in natural conditions in Bolívar Province (Ecuador).</i>	<i>J. Gaibor-Chávez, S. Pérez-Pacheco, B. Velázquez-Martí, Z. Niño-Ruiz, V. Domínguez-Narváez.</i>	<i>Renewable Energy 86. 745-750</i>	<i>2016</i>	<i>SJR: 1.697; JCR: 4.357</i>
<i>Quantification based on dimensionless dendrometry and drying or residuals biomass from the pruning of orange trees in Bolívar province (Ecuador)</i>	<i>Borja Velázquez-Martí, Juan Gaibor-Chávez, Sergio. Pérez-Pacheco</i>	<i>Biofuels, Bioproducts and Biorefining</i>	<i>Abril 2016</i>	<i>SJR: 1.114; JCR: 3.694</i>
<i>Modeling of Production and Quality of Bioethanol Obtained from Sugarcane Fermentation Using Direct Dissolved Sugars Measurements</i>	<i>Borja Velázquez-Martí, Sergio. Pérez, Juan Gaibor-Chávez; Paola Wilcaso.</i>	<i>Energies</i>	<i>Abril 2016</i>	<i>SJR: 0.691; JCR: 2.262</i>
<i>Exploratory Analysis of Biodiesel by Combining Comprehensive Two-Dimensional Gas Chromatography and Multiway Principal Component Analysis</i>	<i>N. G. S. Mogollón, Fabiana A. L. Ribeiro, R. J. Poppi, Araceli L. Quintana, Juan Gaibor, Darwin A. P. Agualongo, Helga G. Aleme and F. Augusto.</i>	<i>Journal of the Brazilian Chemical Society</i>	<i>Agosto 2016</i>	<i>SJR: 0.357; JCR: 1.198</i>
<i>Use of Waste Cooking Oil in the Manufacturing of Soaps</i>	<i>H. Sanaguano, A. Tigre-León e I. F. Bayas-Morejón</i>	<i>International Journal of Ecology &amp; Development</i>	<i>2018</i>	<i>SJR: 0.226</i>

\*F.P: Fecha de publicación

En relación al trabajo **en red**, la UEB lidera la red ECUMASA ([http://ecumasa.webs.upv.es/?page\\_id=156](http://ecumasa.webs.upv.es/?page_id=156)), fundada en 2014. Donde además se han integrado Universidades como la Técnica del Norte, la Técnica de Ambato, la Católica de Guayaquil, la Regional amazónica (IKIAM), la ESPOL, la Politécnica de Valencia (UPV-España) entre otras. Todo lo cual da cuenta del esfuerzo, trabajo realizado y potencialidades en el área de energías renovables con las que cuenta la UEB.

**CUALIDADES INSTITUCIONALES DE LA INSTITUCION CO-EJECUTORA 1**  
(No aplica si el proyecto es presentado por una sola institución)  
(Máximo 2 páginas por institución)

La Escuela Superior Politécnica del Litoral cuenta con diferentes grupos y centros de investigación que articulan sus actividades a partir de criterios de desarrollo sostenible.

**1. Grupo de Investigación**

A nivel institucional existe un alto interés en el campo de la Bioeconomía y la Bioenergía, para lo cual existe un amplio número de investigadores que se encuentran trabajando desde el manejo de la biomasa hasta la evaluación de productos de valor agregado derivados de la transformación de la

biomasa residual.

Un centro de particular interés el Centro de Desarrollo Tecnológico Sustentable, el cual en asociación con otros investigadores de la ESPOL e instituciones nacionales e internacionales se encuentra trabajando en la formulación y ejecución en proyectos relacionados a producción y evaluación de biocombustible, tecnología de conversión y transformación de la Biomasa residual, aspecto sostenibles de la bioenergía, entre otros.

Para lograr esta meta el Centro cuenta entre sus colaboradores investigadores con título de cuarto nivel en el campo de la Energía Renovables y sostenibilidad Energética, Biotecnología, Ingeniería Química, Ambiente, Agricultura, economía de la energía, logística, sistemas de control, entre otros

## 2. Logros institucionales dentro del campo de investigación

La ESPOL ha realizado importante avances en el campo de la Energía por medio de la ejecución de proyectos de investigación en temáticas como caracterización de molecular de organismos, evaluación energética, por medio del CIBE, CERA y centros de las unidades académicas. El alto nivel académico y de investigación ha permitido lograr financiamiento a nivel nacional de entidades como Fundacyt, GADs, CONESUP y SENESCYT y a nivel internacional VIIR, AECID comisión de energía atómica entre otras agencias.

## 3. Infraestructura

Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE) con una amplia experiencia en el campo de la biología molecular y biotecnología agrícola. El CIBE realiza actividades como: identificación de microorganismos a nivel celular y molecular, caracterización de fertilizantes orgánicos, desarrollo de suspensiones de células embriogénicas de banano, propagación de plantas meristemáticas, desarrollo de protocolos para modificación genética en banano, entre otros.

Estación experimental del CDTS, cuenta con las facilidades técnicas y logística además de la experiencia para la construcción y adecuación de unidades experimentales y escala piloto

Laboratorios de diseño para la elaboración de planos de construcción en formato electrónico, asistido por computadoras de la facultad FIMCP- ESPOL.

Laboratorios de Hidrocarburos ICQA.

Laboratorio de Caracterización de Poder Calorífico de Biomasa Solida

Campo de prácticas agrícolas.

Laboratorio de Ensayos térmicos

## 4. Resultados de proyectos similares que han sido terminados en el pasado

La ESPOL ha trabajado en proyectos que han permitido la identificación y caracterización preliminar de las fuentes biomásicas y sus posibles mecanismos de transformación. Entre los principales proyectos de los últimos años podemos citar:

- PROGRAMA PILOTO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOPETRÓLEO Y SUS DERIVADOS A PARTIR DE MICROALGAS COMO MECANISMO PARA REDUCCIÓN DE SUBSIDIOS Y SUSTITUCIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES financiado por la AECID, USC -ESPOL (Finalizado),
- Proyecto TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE BIOMASA ALGAR Y DE ESCOBAJO, Proyecto de Cooperación Internacional PCI financiado por la AECID. Universidades participantes; Universidad Santiago de Compostela, España - Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador - Universidad Nacional de Cuyo, Argentina. (Finalizado)
- Proyecto Unidad Piloto de Generación de Biogás y Biocarbón, CDTS FIMCP ESPOL, 2016
- Estudio de la valoración tecnológica del proceso de secado para optimizar el aprovechamiento de cereales mediante el uso de secadores híbridos, ESPOL, UTA; EPN, 2017-actualmente.

Esto ha contribuido a la generación de ponencias y artículos científicos indexados en congresos y revistas internacionales.

## 5. Investigación en redes (nacionales o internacionales)

EN relación a la colaboración de redes el grupo proponente tiene una experiencia importante en la presentación y ejecución de programas internacionales financiados por la AECID en el campo de

la Sostenibilidad Energética y la bioenergía incluyendo la participación de redes como la SOCIEDAD IBERO-AMERICANA DE ALGOLOGÍA APLICADA financinaciada por el CYTED (2012-2015). Actualmente formamos parte de la RED Ecuatoriana de la Biomasa (ECUMASA) y además el director proponente es coordinador de la RED temática internacional titulada RED IBEROAMÉRICA DE SISTEMAS HÍBRIDOS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA (RISIGED) financiada por el CYTED, la cual ha dado el aval de interés a la propuesta

**CUALIDADES INSTITUCIONALES DE LA INSTITUCION CO-EJECUTORA 2**  
**(No aplica si el proyecto es presentado por una sola institución)**  
**(Máximo 2 páginas por institución)**

MEGAPELLETS, es una empresa ecuatoriana que inicia operaciones en el año 2016, orientada al sector de la bioenergía. Nuestra empresa es pionera en el desarrollo del sector de la biomasa en el Ecuador empleando residuos y/o subproductos agrícolas o forestales como combustible en reemplazo del ful oil empleado por la industria (bunker o diésel) proporcionando así una alternativa ecológica que reduce los costes energéticos y la huella de carbono.

Elaboramos estudios técnico-económicos para proyectos orientados a la industria acorde a sus necesidades específicas en generación de energía térmica, así como diseñamos la fabricación e instalación de cámaras de combustión y quemadores de biomasa que se adaptan a los sistemas actuales de calderas de nuestros clientes mejorando así su eficiencia energética. Contamos con la representación de importantes marcas europeas así como el servicio técnico especializado a nivel nacional.

MEGAPELLETS cubre todo el ciclo del servicio a la industria, garantizando la provisión de biomasa con estándares de calidad para el correcto funcionamiento de nuestros sistemas. En nuestro compromiso de desarrollar el sector de la biomasa en Ecuador, nuestra empresa ha suscrito varios convenios de cooperación con agencias de desarrollo como la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones (CORPEI); con la academia para el desarrollo de investigaciones como la Universidad Estatal de Bolívar; así como nuestra participación activa y permanente en varias mesas institucionales con el sector público (Ministerios de Industrias, de Agricultura, Ambiente, entre otros) para el desarrollo de una agenda productiva y fortalecimiento de políticas públicas del sector.

**CUALIDADES INSTITUCIONALES DE LA INSTITUCION CO-EJECUTORA 3**  
**(No aplica si el proyecto es presentado por una sola institución)**  
**(Máximo 2 páginas por institución)**

Salinas de Guaranda es reconocido a nivel nacional, a través de su marca El Salinerito, por la elaboración artesanal de quesos de alta calidad desde que se empezaran a fabricar en el año 1978. La elaboración de queso fue la primera actividad implantada en Salinas por el movimiento cooperativista iniciado en los años setenta, y representa hoy en día el sustento de más de 200 familias productoras de leche.

La gama de quesos Salinerito son apropiados para consumir directamente o en preparados y platos variados. Dentro de las líneas de productos lácteos podemos encontrar: Quesos Frescos, Quesos Semi-maduros, Quesos Maduros, Mantequilla y Yogurt.

Las Queseras del Consorcio de Queserías Rurales (Salinerito) constituyen una fuente significativa de trabajo en las comunidades rurales de la parroquia, contribuyendo al desarrollo social de la misma. La planta principal, construida recientemente en el año 2011, se encuentra en el pueblo de Salinas de Guaranda. El sistema cooperativo, permite que las queseras comunitarias sean propiedad de los productores de leche en la zona través de la cooperativa PRODUCCOOP

**F. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO**

*Realizar una síntesis clara y concisa sobre el proyecto, considerando antecedentes sobre la temática abordada, la justificación de la investigación que se propone, los objetivos del proyecto, la metodología que se utilizará y en la que se indique cuáles serán los resultados esperados.*

Una gran cantidad de biomasa residual con posible uso energético puede ser extraída de la gestión de la agricultura ecuatoriana, para obtener materias primas que van a ser destinados como biocombustibles de utilización directa o ser transformados en biocombustibles de segunda generación. Por residuos se refiere a los obtenidos especialmente en operaciones de poda, renovación de plantaciones o restos de cosecha. La biomasa potencial tanto en especies leñosas como de herbáceas es muy variable según especies, variedades, densidad de plantación o sistemas de cultivo. Esta fuente de biomasa ha sido infrutilizada en el Ecuador, no consiguiendo de ella ningún beneficio directo, debido a que presentan diferentes dificultades técnicas en su extracción, manipulación y transporte, así como por la carencia de suficiente información sobre la cantidad y calidad de estos residuos, además de la necesidad de desarrollar información relativa al geoposicionamiento y a la logística de la gestión de residuos. Por otro lado el aprovechamiento de la biomasa residual supone además del conocimiento de la aptitud de cada residuo para el proceso biológico, químico o térmico, la evaluación tecnología asociada al cambio de fuente de generación desde análisis de eficiencia y calor hasta el proceso térmico. En esta investigación se pretende analizar de manera integral la cadena de aprovechamiento de Biomasa residual generada en el Ecuador, desde su cuantificación, caracterización termoquímica, hasta la definición de la tecnología que permite mejorar su calidad energética y la evaluación tecnología asociada al cambio de fuente. Esto permitirá orientar mejor las políticas de promoción del uso energético de la biomasa; evaluar cuales son los potenciales de biomasa procedente de los sistemas agrícolas ecuatorianos; definir la tecnología apropiada para la extracción de biomasa potencial que todavía no ha sido utilizada. Para ello se forma un consorcio de tres universidades, dos empresas y varias comunidades rurales. El estudio pasa por cuatro fases:

1. Evaluación de residuos de cosecha, poda y arranque, de cultivos con potencial energético, para determinar la cantidad de biomasa disponible, mediante un análisis dendrométrico, logístico y de predicción de recursos disponibles, desarrollando modelos matemáticos para la predicción de la cantidad de recursos disponibles en cada cultivo en base a las características agronómicas de las parcelas: especie, variedad, edad y tamaño de los árboles, marco de plantación, sistemas de secano o regadío y tipos de formación adoptada
2. Caracterización de los materiales obtenidos desde el punto de vista energético (análisis elemental, proximal, estructural, termogravimétrico y calorimétrico), determinando su aptitud para procesos de combustión, gasificación y fermentación. Para ello se dispone del laboratorio de biomasa de la UEB.
3. Aplicación al sector productivo. Mediante análisis técnico-económico y ambiental de las alternativas de aprovechamiento energético. En este apartado se analizarán tanto las tecnologías de pretratamiento (secado, trituración, pelletizado etc.) como la posible aplicación térmica de aprovechamiento final, en las factorías de la cooperativa El Salinerito, que es una obra social emblemática del Ecuador.
4. Vinculación a la comunidad. Evaluación de la organización de las comunidades rurales que colaboran con El Salinerito, para autogestionar sus propios recursos biomásicos. Este objetivo tiene un fin de vinculación con el sector productivo agrícola y agroindustrial de Ecuador, que puede ser ejemplarizante para otras áreas del país.

El proyecto presentado pretende abarcar varios aspectos muy importantes. Por un lado, la generación de conocimiento mediante ciencia básica, dado que se pretende determinar variables que permitan la cuantificación y distribución de la biomasa residual a partir de parámetros característicos de la misma. También se pretende una caracterización termoquímica de los materiales obtenidos. Esto supone un conocimiento nuevo, que los solicitantes estamos en condiciones de realizar por poseer una capacidad analítica única en el Ecuador en la UEB. Por otro lado, se pretende desarrollar ciencia aplicada, y transferirla al sector empresarial. Con la colaboración de las empresas MEGAPELLETS se pretende analizar la sustitución de calderas de gasóleo en las instalaciones de las factorías de El SALINERITO, por calderas de biomasa que se abastecerían de los materiales obtenidos de los cultivos energéticos y de los residuos de las plantaciones de árboles leñosos. El tercer aspecto es desarrollar un programa de vinculación con las comunidades rurales asociadas. La idea es que las comunidades de productores agrícolas se organicen para que a través de su actividad habitual gestionen sus residuos leñosos para

abastecer las calderas del EL SALINERITO. Con esto se cierra el círculo de la cadena de aprovechamiento, poniendo en marcha una cadena productiva basada en el aprovechamiento de la biomasa, que reduce la dependencia de los combustibles fósiles, y revierte en las emisiones e impacto ambientales de todas las actividades económicas implicadas.

## G. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO

### LÍNEA BASE DEL PROYECTO

#### *Máximo dos (2) páginas*

Mundialmente es reconocido que las fuentes fósiles de energía son limitadas, y la energía nuclear tiene un alto riesgo de peligro para la población en caso de accidente(1)(2)(3). De este modo, el nuevo marco energético apunta a las fuentes de energía renovables como alternativa a las necesidades locales (Importance of rural bioenergy for developing countries) (4)(5). El papel más importante en este nuevo marco viene dado por la biomasa(6). Se define como biomasa cualquier material de origen biológico susceptible de ser transformado en biocombustible, tales como los producidos en la agricultura (incluidas las sustancias de origen vegetal y animal), la silvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, así como la fracción biodegradable de los residuos industriales y urbanos (Directiva 2009/28/CE, 2009). Una gran cantidad de biomasa con posible uso energético puede ser extraída de la de las parcelas cultivadas, especialmente en operaciones de poda, renovación de plantaciones y restos de cosecha(7)(8). La biomasa obtenible es muy variable según las especies, variedades, densidad de plantación o sistemas de cultivo(9)(10)(11). La cadena del aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía comprende tres escalones:



La mayoría de las investigaciones orientadas al aprovechamiento de la biomasa se centran en la tercera parte de la cadena. Sin embargo el éxito de cualquier aplicación tecnología de transformación de biomasa en biocombustibles pasa por verificar si existe seguridad en el abastecimiento, y la optimización de los costos de producción de materia prima y su transporte que pueden llegar a suponer un 65% de los costos del producto final (12)(12)(13) Numerosos investigadores de todo el mundo han intentado desarrollar modelos de predicción de la biomasa disponible en distintos sistemas, puesto que es la base de la planificación de la cadena de aprovechamiento. Velásquez et al (9)(10)(11), obtuvieron ecuaciones de predicción que pueden ser implementadas a los inventarios agrícolas para conocer la distribución espacial de la biomasa potencial obtenible en una determinada zona. Con ello es posible la implementación de modelos logísticos como borvemar model y bioloco (Biomass logistics computer) (14)(15)(16)(17). También se han desarrollado análisis técnicos, económicos y energéticos de sistemas de cosecha de la biomasa (18), junto con la caracterización de los residuos obtenidos tanto desde el punto de vista energético como industrial, determinando la aptitud de los materiales para distintos procesos. Callejon et al (2) Vargas-Moreno (19), Estornell et al (20), investigan la posibilidad de utilizar teledetección, tanto a partir de imágenes multiespectrales como, datos LIDAR (21) para la determinación de la biomasa leñosa existente en un área.

Como programas equivalentes desarrollados en otros países podrían destacarse:- **National Biomass Initiative**: Desarrollado por Estados Unidos, U.S. Department of Energy; - **Energy Wood Production Chains in Europe** (ECHAINE). Y dentro de las Asociaciones promotoras de investigaciones análogas o tangenciales a las planteadas se tienen: **European Biomass Association** (AEBIOM): Grupo de asociaciones nacionales del estudio de la biomasa, fundado en 1990; **International association of bioenergy professionals and users** (ITEBE), Fundada en 1997, es una asociación internacional de profesionales que actúa como herramienta de promoción y apoyo a proyectos del sector de la bioenergía, principalmente empresas y comunidades.

En Ecuador, en la Universidad Estatal de Bolívar, se ha avanzado en la determinación de Biomasa proveniente de residuos de poda del árbol de naranja (22) y de residuos de la cosecha del maíz (23). Por su parte el Instituto Nacional de Preinversión (INP), el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) y el Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad (MCPEC) del Ecuador, a través de consultoría con la empresa ESIN Consultora S.A . desarrollaron el Atlas Bioenergético del

Ecuador, el cual “pretende ser la herramienta que localice, identifique, describa y cuantifique las áreas con el mayor potencial bioenergético en el país” (25), sin embargo, la metodología empleada en la cuantificación de la biomasa del sector agrícola representada por los cultivos de: arroz, banano, cacao, café, caña de azúcar, maíz duro, palma africana, palmito, piña y plátano fue la utilización de un coeficiente denominado Factor de Cosecha a Residuo (FCR), el cual no considera las particularidades tales como variedades, clima, densidad o sistemas de plantación ni sus propiedades características, utilizando en su lugar propiedades provenientes de la literatura como por ejemplo el poder calorífico inferior (13)

La conversión de biomasa en biocombustible se realiza utilizando tecnologías como la combustión directa, licuefacción, la hidrólisis, pirolisis, gasificación o fermentación entre otros (5) (24). Para seleccionar una tecnología u otra, se hace necesario el análisis proximal (humedad, materia volátil, carbono fijo y cenizas), análisis elemental (contenidos de carbono [C], hidrógeno [H], nitrógeno [N], azufre [S], oxígeno [O] y cloro [Cl]), análisis estructural (lignina, celulosa, hemicelulosa y extractiva) y análisis termogravimétrico y fermentativo, además de conocer el poder calorífico (PC). De estos análisis dependen los procesos y calidad de los biocombustibles obtenidos (25). Por esta razón, muchos autores han realizado modelos matemáticos para predecir la aptitud de la biomasa a partir de los parámetros de cada tipo de análisis(19). En el Ecuador el conocimiento de las materias primas a utilizar como la bioenergía es muy bajo aún, se conocen trabajos como (26) (27).

El carbono, hidrógeno y oxígeno son los componentes principales de la biomasa. De ellos, el carbono por lo general tiene una correlación directa con el Poder Calorífico (PC) (28)(29). La concentración de N y S en la biomasa es importante debido a que están involucrados en la generación de NO<sub>x</sub>, gas SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>. El Cl produce emisiones ácidas con efecto corrosivo durante la combustión. Esto hace que estos elementos sean no deseados en la composición de la biomasa (30). La biomasa contiene una cantidad variable de celulosa, hemicelulosa, lignina y pequeñas cantidades de lípidos, proteínas, azúcares simples y almidón. Aparte, contiene constituyentes inorgánicos y una fracción de agua. De todos ellos, la celulosa, la hemicelulosa y la lignina son los tres constituyentes principales (5) (31). La combinación de celulosa, hemicelulosa y lignina se conoce como lignocelulosa que representa alrededor de la mitad de la materia producida en la fotosíntesis y representa el recurso orgánico renovable más abundante de la Tierra (31). El análisis estructural de la biomasa es especialmente importante en el desarrollo de procesos de producción de otros combustibles y productos químicos, así como en el estudio del fenómeno de la combustión. Junto a la celulosa, hemicelulosa, lignina y las cenizas o minerales, en la biomasa existen otros materiales conocidos como extractivos, que se corresponden con ácidos grasos, ácidos resínicos, taninos, azúcares, oligómeros terpenos, esteroides, hidrocarburos, etc. La cantidad que aparece de ellos depende de la especie, parte del árbol, época del año y otros factores. Los análisis proximales consisten en determinar los contenidos de materia volátil (VM, siglas en inglés), carbono fijado (FC, siglas en inglés) y de cenizas presentes en la biomasa (31) (30). El estudio de estos parámetros es interesante para conocer cómo combustiona la biomasa. Una cantidad ingente de artículos científicos se basan en la evaluación de la fermentabilidad de residuos (32) (33) (34) o en su gasificación por pirolisis en ausencia de oxígeno. Todas las referencias mostradas demuestran la gran actualidad e interés mundial de este tipo de investigaciones.

Además la utilización de biomasa supone una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera evitando el agravamiento del efecto invernadero, responsable del cambio climático (35) (36). La oportunidad que supone un programa de investigación como el que se plantea en esta solicitud, es que las características de los sistemas agroforestales y los materiales susceptibles de ser aprovechados en los mismos para la producción de bioenergía, son específicos en cada zona, debido a las condiciones climáticas, edáficas y biodiversidad. Los sistemas andinos y tropicales del Ecuador han sido poco estudiados, los modelos de cuantificación y caracterización elaborados en Europa o Estados Unidos no son aplicables. Esto significa que se tiene la oportunidad de ser pioneros en el análisis de estos ecosistemas para la obtención de bioenergía, y ser referenciados en trabajos posteriores.

## **DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

*Máximo dos (2) páginas*

En los últimos años, el estudio de fuentes de energía renovables está cobrando mayor importancia dado que las fuentes de energía fósiles (carbón, petróleo, gas natural, etc.) no cumplen con los criterios de sostenibilidad y respeto al medio ambiente deseados en la actualidad. La biomasa cumple con estos

critérios, además posee un gran potencial de generación de empleo directo e indirecto derivado de su aprovechamiento. Diversos estudios han sido encaminados a la cuantificación de la biomasa procedente de cultivos leñosos en sistemas mediterráneos (16) (17) o sistemas leñosos en Brasil (37). Algunas iniciativas se han emprendido en el Ecuador, particularmente por la Universidad Estatal de Bolívar (22) (23) (27) (26) y los ministerios de Electricidad y Energía Renovable (MEER) y el Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad (MCPEC), quienes a través de consultoría con empresa especializada desarrollaron el Atlas Bioenergético del Ecuador, sin embargo, la metodología empleada en la cuantificación de la biomasa del sector agrícola alude a un Factor de Cosecha a Residuo (FCR), el cual no tiene el sustento científico y no considera las particularidades tales como variedades, clima, densidad o sistemas de plantación ni sus propiedades características, utilizando en su lugar propiedades provenientes de la literatura como por ejemplo el poder calorífico inferior (13).

Vargas et al (19) enfatiza que los estudios de biomasa deben realizarse de forma particularizada en cada ecosistema específico y además complementados con la valoración de sus propiedades energéticas, por lo que un aspecto esencial para aplicar estos materiales al sistema económico es el análisis de las condiciones de obtención de las materias primas y la rentabilidad del aprovechamiento de estos recursos para su utilización como fuente de energía o materia prima industrial que viene condicionada al conocimiento de la cantidad de biomasa existente en las parcelas, la eficiencia de los sistemas de recogida, para poder abastecer plantas de transformación de forma rentable así como sus propiedades energéticas y la aptitud de los procesos seleccionados para su transformación en biocombustible.

En esta investigación se hará un análisis integral de la cadena de aprovechamiento de biomasa residual desde el aprovechamiento de residuos, hasta la definición de la tecnología que permite mejorar la calidad energética de estos así como su aplicación industrial y a una comunidad rural. Para ello se abordarán los siguientes objetivos:

#### Objetivo general:

Analizar de manera integral la cadena de aprovechamiento de Biomasa residual generada en las zonas de planificación 5 y 8 del Ecuador, desde su cuantificación, caracterización termoquímica, definición de la tecnología que permite mejorar su calidad energética, aplicación al sector industrial y apropiamiento por parte de la comunidad.

#### Objetivos específicos:

- Evaluar residuos de cosecha, poda y arranque, de cultivos con potencial energético, para determinar la cantidad de biomasa residual disponible.
- Caracterizar la biomasa residual obtenida de la cosecha, poda y arranque, desde el punto de vista energético (análisis elemental, proximal, estructural, termogravimétrico y calorimétrico) y determinación de su aptitud para procesos de combustión, gasificación, fermentación.
- Aplicar al sector productivo por medio de la adaptación de la tecnología apropiada que permita el incremento de la calidad energética de sus procesos de producción de energía, a través de análisis técnico-económico y ambiental.
- Concientizar en la gestión de los recursos biomásicos a las comunidades rurales pertenecientes a la cooperativa El Salinerito por medio de un plan de transferencia tecnológica.

#### Justificación:

Considerando el agotamiento gradual de las fuentes de energía no renovables y el grado de deterioro al ambiente causado por las mismas, resulta fundamental la consecución de un sistema de gestión energética sostenible, el cual aproveche los recursos energéticos renovables existentes y aproveche la biomasa infrautilizada actualmente en el Ecuador. El uso de la biomasa como recurso energético contribuirá al cambio de la matriz productiva y a la consolidación de una industria nacional que permitiría sustituir importaciones (de combustibles) y crear biocombustibles que sean amigables con el medio ambiente aprovechando los residuos agropecuarios y generando un valor agregado para los productores agrícolas.

De acuerdo con las líneas generales de este programa esta investigación contribuye a satisfacer las demandas y necesidades sociales en relación a métodos sostenibles de aprovechamiento, producción, conservación, transformación y distribución de productos residuales del sector agrícola.

Según el Atlas Bioenergético del Ecuador (13)

*“La utilización de la biomasa como recurso energético en lugar de los combustibles fósiles, proporciona significativas ventajas socio ambientales como las que se listan a continuación:*

- 1. Mejora socio económica de las áreas rurales*
- 2. Reducción de las emisiones de azufre y partículas.*
- 3. Reducción de emisiones contaminantes como CO, CH<sub>4</sub> y NO<sub>x</sub>.*
- 4. Ciclo neutro de CO<sub>2</sub>, sin contribución al efecto invernadero.*
- 5. Reducción de los riesgos asociados con el escape de gases tóxicos.*
- 6. Reducción de riesgos de incendios forestales y de plagas de insectos.*
- 7. Aprovechamiento de residuos agrícolas, evitando su quema en el terreno.*
- 8. Posibilidad de utilización de tierras de barbecho con cultivos energéticos.”*

Según este mismo autor:

*“El uso de la biomasa como fuente alternativa de energía exige que se profundice el conocimiento de su disponibilidad, composición y potencial energético”*

Se considera que este trabajo se enmarca dentro de las necesidades de la nación, apoyando el desarrollo de las áreas rurales y ayudando a la protección del ambiente, además de que complementa el trabajo iniciado en el Ecuador y ayuda a la protección del ambiente, generando nuevo conocimiento y aprovechando los recursos instalados en la Universidad Estatal de Bolívar.

## **METODOLOGÍA**

*Máximo dos (2) páginas.*

### **1. Desarrollo de Metodología de Campo y logística**

Se definirá la metodología de trabajo en el campo y la logística de recogida y envío a la UEB para los posteriores análisis.

### **2. Levantamiento de Información sectorial agrícola**

Se hará un levantamiento de información agrícola en cada sector para definir el área de Estudio y los cultivos a considerar: se trabajará con cultivos de dos provincias del Ecuador con características completamente diferentes: Bolívar en la región sierra y Guayas en la región costa. Se seleccionaran los cultivos a estudiar en función de su producción, impacto socioeconómico y representatividad de la zona. Para cada cultivo se escogerán al menos tres (3) zonas de producción.

### **3. Recolección de Muestra y estudio de Campo**

Se seleccionaran cinco (5) parcelas en cada ubicación y se dividirán en zonas, donde se realizará análisis dendrométrico según el tipo y procedencia del residuo (cosecha, poda o arranque)

- Para residuos de poda: Antes de la poda se tomaron 50 árboles en cada ubicación para caracterizar las parcelas. Se informaron las siguientes variables para cada árbol: biomasa húmeda total (kg por árbol) que consiste en ramas y hojas recolectadas de cada árbol; altura del árbol (H en m); diámetro de la corona (Dc en m), altura de la corona (Hc en m) y altura del tallo (Ht en cm). La separación de árboles en las parcelas estudiadas. Después de la poda, los haces de los materiales residuales se pesaron mediante un dinamómetro. Todas las ramas de cada árbol serán deshojadas y pesadas para determinar el porcentaje de masa de hojas y madera. Se determinara la densidad de la siembra por superficie(DSA) (árbol/m<sup>2</sup>), según la distancia entre los árboles y la cantidad de árboles por filas y columnas y la cantidad de árboles por área
- Para residuos de cosecha: para cada parcela seleccionada se realizará medición de altura, diámetro y longitud de la base y de los puntos superiores, determinación del volumen, peso seco y peso húmedo, georeferenciación de los lugares de siembra, determinación de la densidad de siembra.
- Se realizara descripción estadística (promedio y la desviación estándar etc) de los parámetros medidos.
- Se determinaran los modelos de predicción mediante funciones de regresión utilizando la información dendrométrica recabada.

Cada entidad participante será encargada del muestreo y posterior recolección de al menos 2 productos agrícolas dentro de las actividades de campo. Las muestras obtenidas serán enviadas a la Universidad Estatal de Bolívar, de acuerdo a un protocolo de actuación que establecerán al inicio del proyecto.

#### 4. Implementación de una herramientas GIS

A partir de la información recolectada y de los modelos creados se obtendrán ecuaciones de predicción que pueden ser implementadas a los inventarios agrícolas para conocer la distribución espacial de la biomasa potencial obtenible en una determinada zona. Se logrará un sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada, que permita a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones.

#### 5. Caracterización y evaluación de la muestra de biomasa residual.

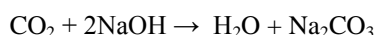
Para la caracterización de los materiales obtenidos de las cosechas, podas y arranques, desde el punto de vista energético se aprovechará la capacidad analítica existente en la Universidad Estatal de Bolívar para determinar: poder Calorífico, análisis elemental, análisis proximal, análisis estructural, y el análisis termogravimétrico de los materiales obtenidos, analizando las propiedades de mezclas de madera y hojas en distintas proporciones, utilizando para ello las normas de la unión europea (38)

El análisis estructural se realiza de acuerdo al método analítico seguido por (39)

Cada tipo de material será sometido a un proceso de pirólisis en balanza termogravimétrica (TGA). El mismo proceso se realizará en atmósfera pobre de oxígeno (90% de N<sub>2</sub> y 10% de O<sub>2</sub>). Se proporcionarán las gráficas de variación de peso con la temperatura y tiempo para los gases resultantes. También los datos de composición de gases volátiles, gases desprendidos en función de la temperatura y velocidad de calentamiento en cada tipo de atmósfera.

Para el análisis de fermentabilidad a escala de laboratorio, la metodología a seguir consistirá inicialmente en la elaboración de un inventario de campo para evaluar los sistemas de manejo más adecuados para la recogida de materiales fermentables en los distintos tipos de explotaciones agrícolas-ganaderas existentes

Dado que los residuos lignocelulósicos presentan cierta resistencia a la hidrólisis y fermentación, se probarán distintos grados de mezcla con excrementos de origen animal. De cada experimento se proporcionarán las gráficas de producción de metano versus el tiempo, de las cuales se puede observar el tiempo óptimo de retención y el umbral de metano obtenible por kg de materia volátil. En la Figura 1 se muestra el esquema del experimento. La trampa de absorción se encarga de absorber de forma selectiva el CO<sub>2</sub> del biogás de acuerdo a la siguiente reacción:



Al absorber el CO<sub>2</sub> se mejora la pureza del gas obtenido a los niveles deseados del 60% de metano como mínimo, aumentando el poder calorífico. Del filtro de absorción, el gas ya purificado se conduce hasta el gasómetro, lugar dónde se acumula y dónde se procede a la medición de su volumen

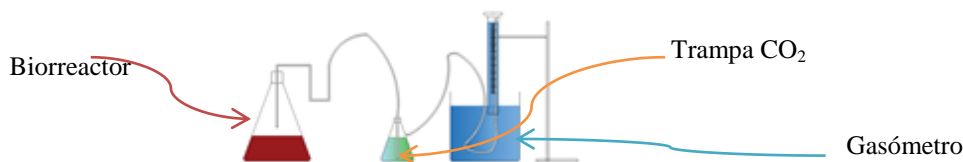


Figura 1. Esquema funcionamiento experimento.

#### 6. Desarrollo o construcción de parámetros a partir de los resultados del laboratorio.

Se analizarán los datos obtenidos mediante análisis de regresión multivariable para definir los modelos de predicción y establecer los parámetros característicos,

#### 7. Evaluación Tecnológica asociada a la biomasa residual estudiada

Determinación de la aptitud de los materiales estudiados para los distintos procesos termoquímicos, bioquímicos o químicos.

#### 8. Elaboración de un plan de gestión de la biomasa residual

Desarrollo de modelos logísticos para optimizar la recogida y abastecimiento de biomasa a centros de transformación

### **9. Estudio de cambio de tecnología y criterios funcionales**

Análisis de emisiones de los sistemas de combustión y huella de carbono y optimización de las instalaciones térmicas y sistemas de aprovechamiento energético

### **10. Evaluación de procesos térmicos en la comunidad**

Con la colaboración de la empresa MEGAPELLETS se va a analizar y evaluar la posibilidad de la sustitución de calderas de gasóleo en las instalaciones de las factorías de El SALINERITO, por calderas de biomasa que se abastecerían de los materiales obtenidos de la cosecha, poda y arranque de los cultivos seleccionados para el estudio.

### **11. Estudio de prefactibilidad**

Análisis de prefactibilidad económica, para la transformación energética de la empresa sustituyendo el combustible fósil por biocombustible.

### **12. Transferencia de conocimiento y estrategias de difusión**

Se va a desarrollar un programa de vinculación con las comunidades rurales asociadas. La idea es que las comunidades de productores agrícolas se organicen para que a través de su actividad habitual gestionen sus residuos de biomasa para abastecer las calderas de El SALINERITO. Con esto se cierra el círculo de la cadena de aprovechamiento. Se estudiará distintas formas organizativas, tales como, empresa de servicios de recogida de biomasa, autotransporte a una zona de acopio y solución mixta. Se analizará precios de abastecimiento, venta e ingresos para los agricultores

## **RESULTADOS ESPERADOS**

### *Máximo una (1) página.*

Mediante esta investigación se van a obtener parámetros de predicción de la biomasa potencial que se puede extraer de los sistemas agrícolas andinos. Posteriormente estos parámetros pueden ser aplicados a los inventarios agrícolas o sistemas de información geográfica de forma que permita, gestionar o hacer políticas de promoción de uso de esta biomasa.

Se van a obtener conocimientos sobre la tecnología apropiada para extraer los residuos energéticos de los sistemas agrícolas, también sobre las carencias o necesidades de infraestructuras para realizar estas operaciones.

Se tendrá caracterizada la biomasa producida por los cultivos estudiados en base a su potencial energético.

Los estudios de logística permitirán optimizar la gestión para el abastecimiento a los consumidores finales y su forma de integrarse en los sistemas energéticos convencionales. Se realizará un sistema de información geográfica que servirá de instrumento en la gestión de estos recursos.

Los resultados de las determinaciones de la fracción de biomasa potencial obtenida en los diferentes sistemas productivos son extrapolables a diferentes ámbitos de carácter local, autonómico e incluso de diferentes países de sistemas agrícolas similares, mediante su aplicación a sus inventarios.

Los resultados obtenidos serán publicados en medios editoriales de ámbito nacional o internacional. Se dará difusión en congresos, seminarios o por otros medios de repercusión en el sector científico e industrial

Está prevista la presentación de un mínimo de 8 publicaciones a congresos y la elaboración de 3 tesis de grado que utilizarán datos del proyecto para posteriores análisis de aplicaciones.

Durante la duración del proyecto se realizaran al menos una jornada cada año de carácter informativa para empresas del sector agrícola, empresas de maquinaria, industria de transformación industrial de biomasa etc.

## **H. SOSTENIBILIDAD**

Desde el punto de vista académico, la universidad solicitante constituida en RED (ECUMASA, Red Ecuatoriana para la Investigación del Aprovechamiento Energético de la Biomasa. [www.ecumasa.org](http://www.ecumasa.org)) tiene como objetivo desarrollar un programa de investigación centrado en el aprovechamiento de la biomasa agrícola y forestal para uso energético. La elaboración del programa se basa en la solicitud sucesiva de distintos proyectos relacionados en este ámbito. El apoyo institucional y el interés particular de los investigadores del grupo de investigación en Biomasa garantiza la continuidad de los trabajos, así como su difusión al medio productivo, a través de cursos, publicaciones y de los propios alumnos que se forman en el mismo. La estructura del programa se muestra en la Figura 2. Cada uno de los grupos dirigirán distintos alumnos que realizarán su tesis de fin de grado, maestría y/o doctorado. El proyecto que ahora se solicita se centrará en dos sistemas específicos, biomasa proveniente de la poda y biomasa proveniente de la cosecha de productos agrícolas.

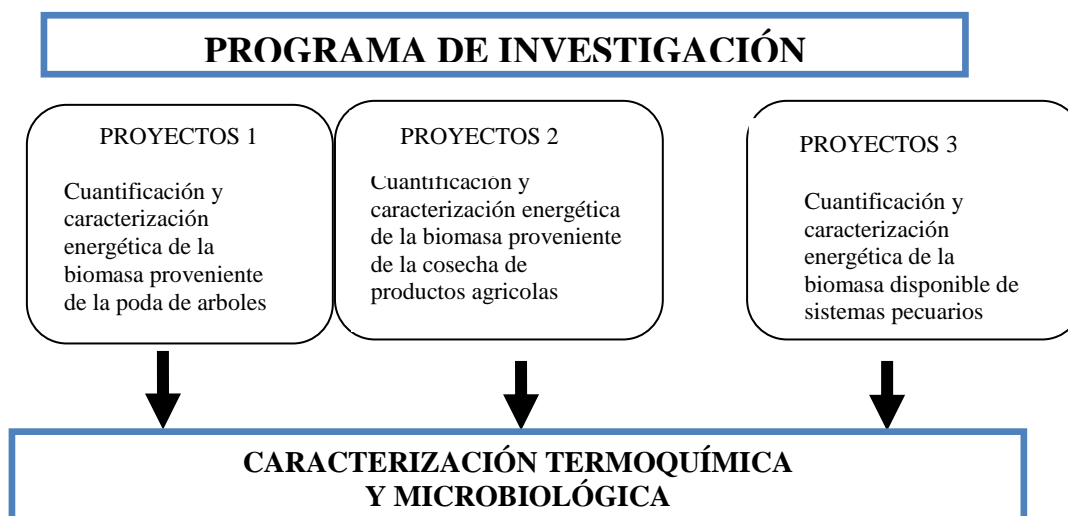


Fig. 2. Esquema de la sostenibilidad de los proyectos en el área de biomasa emprendidos por la UEB

El equipamiento que se solicita en el proyecto, abre una línea continua de trabajo en la Red ECUMASA, dado que las materias primas son muy diversas. Los resultados variarán según sea el tipo de material y sus infinitas mezclas que variarían su composición, así como los regímenes de cultivo a evaluar. Ello propiciará que probablemente empresas interesadas en tratar residuos específicos establezcan convenios con la Red ECUMASA, para evaluar la posibilidad de producir metano, y poder hacer estudios de inversión y rentabilidad.

Esta amplitud de posibilidades en cuanto a materias primas y procesos de tratamiento posibilita la ejecución de sucesivos proyectos, tanto en el ámbito de los residuos ganaderos como en residuos agrícolas, alimentarios, incluso urbanos.

El equipamiento de análisis termoquímico existente en el laboratorio de Biomasa de la UEB permitirá la determinación de la aptitud de la biomasa para su transformación en biocombustibles, evaluando su aptitud tanto para combustión directa como para procesos de pirólisis y gasificación, dada la infinita posibilidad de materias primas, este proyecto es sostenible en el tiempo.

Por otro lado, posterior a la implantación de sistemas térmicos que operen con biomasa, se tiene previsto que la comunidad en conjunto a la universidad articularan actividades que permitan la replicabilidad de las metodologías de cambio tecnológico, haciéndola extensiva a otras zonas del país.

Desde el punto de vista económico los ahorros derivados del cambio de combustible permitirán continuar la mejora continua de la gestión y manejo de residuo

Desde el punto de vista ambiental se está presentando una alternativa benigna con el ambiente y en concordancia con lo establecido en el plan Toda una Vida 2017-2021 (40) en su Objetivo 3: garantizar

los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones, lo cual contribuye a la sostenibilidad en el tiempo del proyecto.

## ***I. EFECTOS MULTIPLICADORES***

---

Mediante esta investigación se van a obtener parámetros de predicción de la biomasa potencial que se puede extraer de los sistemas agrícolas andinos. Posteriormente estos parámetros pueden ser aplicados a los inventarios agrícolas o sistemas de información geográfica de forma que permita, gestionar o hacer políticas de promoción de uso de esta biomasa.

Se van a obtener conocimientos sobre la tecnología apropiada para extraer los residuos energéticos de los sistemas agrícolas, también sobre las carencias o necesidades de infraestructuras para realizar estas operaciones.

Se tendrá caracterizada la biomasa producida por los cultivos ecuatorianos en base a su potencial energético.

Los estudios de logística permitirán optimizar la gestión para el abastecimiento a los consumidores finales y su forma de integrarse en los sistemas energéticos convencionales. Se realizará un sistema de información geográfica que servirá de instrumento en la gestión de estos recursos.

Los resultados de las determinaciones de la fracción de biomasa potencial obtenida en los diferentes sistemas productivos son extrapolables a diferentes ámbitos de carácter local, regional e incluso de diferentes países de sistemas agrícolas similares, mediante su aplicación a sus inventarios.

Por otra parte, el presente proyecto supone la oportunidad de formar investigadores especialistas en la cadena de aprovechamiento de la biomasa, así como también estudiantes. El desarrollo del sector bioenergético implica la necesidad de especialistas no sólo en los procesos físico-químicos de transformación de la biomasa, sino también en la producción de materias primas, su pretratamiento y distribución. Los profesionales más adecuados para esta especialización son los ingenieros agrónomos y forestales, que conocen e medio productivo.

El proyecto tiene previsto la ejecución al menos tres tesis de grado en los 24 meses que tiene como duración.

Por otro lado, en lo social, la interacción de la comunidad en conjunto a la universidad para articular actividades que permitan la replicabilidad de las metodologías de cambio tecnológico, la hará extensiva a otras zonas del país

## ***J. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO***

---

### **BENEFICIARIOS DIRECTOS**

La información obtenida en el proyecto va dirigida a cuatro tipos de usuarios:

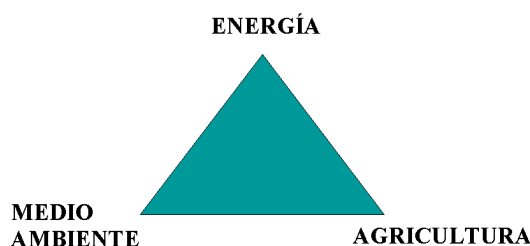
- a) Agricultores de árboles frutales de las comunidades de la provincia Bolívar y de Guayas (zona de planificación 5 y 8). Éstos van a tener métodos para calcular con antelación cuanta biomasa van a disponer por término medio en su explotación. Esta biomasa supondrá un recurso adicional al de la comercialización del producto, incrementando su renta. Al mismo tiempo tendrán de información sobre las técnicas de recogida de la biomasa residual.
- b) Investigadores, que se convertirán en referencia en Latinoamérica en la cuantificación de la biomasa disponible y en las metodologías desarrolladas. Se formarán especialistas que demanda el sector bioenergético en la actualidad.
- c) Organismos políticos (MEER, MIPRO, BAN ECUADOR. etc. ), que podrán orientar mejor sus políticas relacionadas con cambio climático, principalmente en cuanto a inversiones en investigación y proyectos de adaptación, mitigación, y manejo sostenible de recursos; Tendrán herramientas para la inventariación de recursos y la planificación de su aprovechamiento

- d) Empresas que tomarán conciencia de la necesidad de adaptar los procesos productivos a sistemas que reduzcan emisiones de CO<sub>2</sub>, el consumo de energía fósil, y garanticen la sostenibilidad de los recursos.

#### **BENEFICIARIOS INDIRECTOS**

Los beneficiarios indirectos de los resultados del proyecto comprenden: IES que se beneficiaran de los avances logrados y serán receptores de los avances tecnológicos. También, entidades económicas y asociaciones agrícolas fuera de la zona de intervención, entre otras.

En términos generales se puede decir que beneficiaria indirecta es toda la humanidad, en tres aspectos: Mitigación del cambio climático y sus efectos ambientales; disminución del uso de combustible fósiles y diversificación de la agricultura mejorando su rentabilidad. Estos tres aspectos los podíamos representar de la siguiente manera:



El sector agrícola en numerosas zonas rurales de nuestro país cuenta todavía con escaso desarrollo, debido a los altos costos de producción y requerimientos de energía, ya que dicho sector no cuenta con ningún tipo de subsidio. Todavía muchas fincas y pequeñas comunidades no cuentan con el servicio eléctrico ni calefacción, y otras que poseen el servicio tienen problema de calidad y confiabilidad. Existe un gran desconocimiento de la biomasa residual que se produce en el interior de las explotaciones. El objetivo de este proyecto es determinar la cantidad de residuos disponibles; analizar los costos de recolección, manipulación, y logística; y determinar su aptitud para poder ser usados como materia prima para obtener energía eléctrica o térmica, por medio de la utilización de biogás, procesos de gasificación o combustión directa en caldera. Esto permitirá evaluar cuales son los potenciales de Ecuador; definir la tecnología apropiada para la extracción de biomasa potencial que todavía no ha sido utilizada.

#### ***K. IMPACTO DEL PROYECTO***

De acuerdo con los indicadores planteados en la Matriz de Marco Lógico (Formato 3) los impactos del proyecto serán los siguientes:

- a) Aplicación de las herramientas y procedimientos de medición de biomasa, sistemas de recogida y procesos de transformación óptimos al tejido productivo de la provincia de Bolívar.
- a) Se va a conseguir una especialización de profesores e investigadores
- b) Se va a lograr la formación de alumnos en los temas específicos investigados
- c) Se realizarán publicaciones científicas en revistas de alto impacto incluidas en el JCR y SJR con lo que aumentará el prestigio de los investigadores y de la Universidad Estatal de Bolívar
- d) Se participará en congresos de ámbito nacional e internacional con lo que también se divulgarán las actividades científicas de la Red ECUMASA

### **Beneficios obtenibles del proyecto serán:**

- Integrar conocimientos técnicos en regiones poco desarrolladas, principalmente en los sistemas biofísicos y sectores socioeconómicos rurales.
- Evaluar los enfoques de adaptación basados en la ordenación sostenible del territorio que tome en consideración los beneficios colaterales sociales, económicos y culturales múltiples para las comunidades locales.
- Generar respuestas prácticas y aplicables para el impulso de políticas públicas orientadas a mejorar los modelos de desarrollo.
- Análisis del desacople entre nivel de complejidad tecnológica de los sistemas de adaptación propuestos y la comunidad o región donde se implantan.

Se va a recopilar documentación relevante que se publicará en medios de difusión con las conclusiones en las tecnologías disponibles para el uso de los residuos y biomasa proveniente de cultivos energéticos y su adaptación al entorno andino. Esta información va dirigida a tres tipos de usuarios: investigadores, que tomarán como referencia los trabajos previos realizados en Latinoamérica; organismos políticos, que podrán orientar mejor sus políticas relacionadas con el uso de la biomasa y el cambio climático, principalmente en cuanto a inversiones en investigación y proyectos de adaptación, mitigación, y manejo sostenible de recursos; y finalmente, empresas que tomarán conciencia de la necesidad de adaptar los procesos productivos a sistemas que reduzcan emisiones de CO<sub>2</sub>, el consumo de energía fósil, y garanticen la sostenibilidad de los recursos.

### ***L. TRANSFERENCIA DE RESULTADOS***

---

Los resultados obtenidos elaborados serán publicados en medios editoriales de ámbito nacional o internacional. Se dará difusión en congresos, seminarios o por otros medios de repercusión en el sector científico e industrial.

Está prevista la presentación de un mínimo de 8 publicaciones a congresos y la elaboración de 3 tesis de grado, maestría y/o doctorado que utilizarán datos del proyecto para posteriores análisis de aplicaciones.

Durante la duración del proyecto se realizarán unas jornadas anuales informativas para empresas del sector agrícola, empresas de maquinaria, industria de transformación industrial de biomasa etc.

#### **Plan de transferencia y explotación**

Durante la duración del proyecto se realizará un seminario dirigido a la comunidad científica de las IES, participantes del sector agrícola, estudiantes, representantes del gobierno central y Funcionarios de la SENESCYT.

Se impartirá un curso dirigido a técnicos y estudiantes a través de la Unidad de Capacitación del Departamento de Investigación de la UEB y de las otras IES, actuando en las siguientes líneas:

Oferta tecnológica para la realización de trabajos de investigación, consultoría o servicios técnicos avanzados en la temática propuesta.

Apoyo a la constitución de empresas: Todos los servicios necesarios para alcanzar un sueño y sacar adelante un proyecto empresarial agrícola industrial, mediante gestión de restos y subproductos

Relaciones con el entorno socioeconómico. Cómo obtener licencias de uso o explotación de las tecnologías bajo propiedad industrial o intelectual

Colaboración en la selección y formación de profesionales que ayudan a sacar adelante una idea de negocio.

Formación continua: diseño de un plan de capacitación que llevarán en conjunto las entidades del consorcio, con la participación de entidades internacionales como UPV por ejemplo.

### **M. FACILIDADES DE TRABAJO**

---

La recolección de la biomasa residual se realizará tanto en explotaciones de árboles frutales y de cultivos con potencial energéticos de las entidades involucradas como en explotaciones de agricultores colaboradores, para lo cual se cuenta con las facilidades de movilización y soporte logístico para cada entidad participante.

La parte de análisis termoquímico se realizará en el Laboratorio Biomasa implementado en la Universidad Estatal de Bolívar. Este laboratorio está equipado con los cuatro equipos principales:

- a) Conjunto Balanza Termogravimétrica TGA y espectrómetro de masas (de hasta 200 umas)
- b) Analizador elemental
- c) Calorímetro adiabático
- d) Analizador de fibra

Complementados con otros de menor coste que serán adquiridos de forma puntual. Estos equipos son empleados principalmente en análisis de sustancias orgánicas y también se complementan con el espectrofotómetro de absorción atómica que ya se posee, que permite el análisis de elementos metálicos: Cu, Fe, Mn, Mo, B, K, Na, Cd, Zn, Mg, etc. con lo que la capacidad analítica de la UEB para este proyecto es óptima.

La evaluación de los procesos fermentativos se realizará en un digestor de la Universidad Estatal de Bolívar y en una instalación de la ESPOL.

Con respecto al manejo financiero del proyecto, la UEB cuenta con un Departamento Financiero con la capacidad suficiente para el manejo de los fondos solicitados

### **N. IMPACTO AMBIENTAL**

---

*Describir los impactos ambientales positivos y negativos generados por la ejecución del proyecto, y las medidas que se adoptarían para mitigar los impactos negativos. Describir los permisos de investigación que se requieran, de ser el caso.*

La utilización de fuentes renovables de energía en particular residuos de la biomasa contribuye directamente a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero que no depende de derivados del petróleo, además contribuyen al mejoramiento de la calidad del ambiente por la eliminación gradual de contaminantes que se generan por el uso de fuentes tradicionales de energización.

El presente proyecto investigativo contribuye al conocimiento en la búsqueda de la implantación de tecnologías que cooperen con la conservación del medio ambiente, que son requeridas globalmente. En un mundo que atraviesa las consecuencias del cambio climático al que contribuye la contaminación, es importante cualquier medida de mitigación que traen consigo beneficios ambientales tales como: contribuye a la salud de los habitantes y ambiente de la comunidad, produce energía renovable, reduce la emisión de gases de efecto invernadero, conserva la capacidad de los rellenos sanitarios y produce fertilizante para suelos a partir de una fuente renovable.

### **O. ASPECTOS BIOÉTICOS Y SOCIALES**

---

#### ***Máximo una (1) página***

En relación a los aspectos bioéticos la ejecución del proyecto no supone ningún impacto ambiental. Ahora bien, los resultados obtenidos permitirán reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> mitigando el efecto invernadero.

En relación al social, la utilización de las energías renovables y el uso racional de la energía en general, constituyen estrategias básicas para cualquier país que busca el desarrollo sostenible. Ello implica la

necesidad de realizar actividades de conversión energética, evaluar y aplicar nuevas tecnologías y desarrollar programas de capacitación que permitan una mayor difusión de estos temas. Las discusiones sobre política y economía energética, sumada al impacto negativo del consumo de combustibles fósiles, han conducido a una creciente demanda en la utilización de energía renovable. En este contexto, la biomasa y la producción de biocombustibles sólidos, líquidos o gaseosos (como el biogás) se presentan como una alternativa, que no está difundida en muchas regiones sudamericanas, principalmente en medios rurales en muchas ocasiones en vías de desarrollo.

La aceptación de la innovación frente al uso de los recursos energéticos renovables se plantea desde la perspectiva evolucionista y progresista que aún no encuentra un camino para su implementación; sea por falta de recursos o desinformación del sector productivo y político. Esta situación pretendemos cambiarla, mediante estos proyectos para bien y progreso del Ecuador y su aprovechamiento bioenergético.

Mediante esta investigación se van a obtener parámetros de predicción del potencial de biomasa residual, existente en los entornos de la costa y andinos. Posteriormente estos parámetros pueden ser aplicados a los inventarios agrícolas o sistemas de información geográfica de forma que permita, gestionar o hacer políticas de promoción de uso de esta biomasa.

Se van a obtener conocimientos sobre la tecnología apropiada para extraer los residuos energéticos de los sistemas estudiados, también sobre las carencias o necesidades de infraestructuras para realizar estas operaciones.

Se tendrá caracterizada la biomasa residual ganadera en base a su potencial energético.

Los estudios de logística permitirán optimizar la gestión para el abastecimiento a los consumidores finales y su forma de integrarse en los sistemas energéticos convencionales. Los resultados de las determinaciones de la fracción de biomasa potencial obtenida en los diferentes sistemas productivos son extrapolables a diferentes ámbitos de carácter local, regional e incluso de diferentes países de sistemas agrícolas similares, mediante su aplicación a sus inventarios.

## ***P. REFERENCIAS CITADAS***

---

1. CALLEJÓN-FERRE, A. J. Y LOPEZ-MARTÍNEZ, J. A. Briquettes of plant remains from the greenhouses of Almeria (Spain). *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2009. Vol. 7, p. 525–534.
2. CALLEJÓN-FERRE, A. J., VELÁZQUEZ-MARTÍ, B., LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. A. and MANZANO-AGUGLIARO, F. Greenhouse crop residues: Energy potential and models for the prediction of their higher heating value. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2011. Vol. 15, no. 2, p. 948–955. DOI 10.1016/j.rser.2010.11.012.
3. CALLEJÓN-FERRE, A. J., CARREÑO-SÁNCHEZ, J., SUÁREZ-MEDINA, F. J., PÉREZ-ALONSO, J. and VELÁZQUEZ-MARTÍ, B. Prediction models for higher heating value based on the structural analysis of the biomass of plant remains from the greenhouses of Almería (Spain). *Fuel*. 2014. Vol. 116, p. 377–387. DOI 10.1016/j.fuel.2013.08.023.
4. DEMIRBAS, Ayse Hilal and DEMIRBAS, Imren. Importance of rural bioenergy for developing countries. *Energy Conversion and Management*. 2007. Vol. 48, no. 8, p. 2386–2398. DOI 10.1016/j.enconman.2007.03.005.
5. FATIH DEMIRBAS, M. Biorefineries for biofuel upgrading: A critical review. *Applied Energy* [online]. 2009. Vol. 86, no. SUPPL. 1, p. S151–S161. DOI 10.1016/j.apenergy.2009.04.043. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.04.043>
6. MANZANO-AGUGLIARO, F., ALCAYDE, A., MONTOYA, F. G., ZAPATA-SIERRA, A. and

- GIL, C. Scientific production of renewable energies worldwide: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [online]. 2013. Vol. 18, p. 134–143. DOI 10.1016/j.rser.2012.10.020. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.10.020>
7. ASKEW, MF, HOLMES, CA. The potential for biomass and energy crops in agriculture in Europe, in land use, policy and rural economy terms (reprinted from Aspects in Applied Biology). *International Sugar Journal*. 2002. Vol. 65, p. 365–374.
  8. ANDERSEN, R. S., TOWERS, W. and SMITH, P. Assessing the potential for biomass energy to contribute to Scotland's renewable energy needs. *Biomass and Bioenergy*. 2005. Vol. 29, no. 2, p. 73–82. DOI 10.1016/j.biombioe.2005.04.004.
  9. VELÁZQUEZ-MARTÍ, B, FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, E, LÓPEZ-CORTÉS, I and SALAZAR-HERNÁNDEZ, D M. Quantification of the residual biomass obtained from pruning of trees in Mediterranean almond groves. *Renewable Energy*. 2011. Vol. 36, p. 621–626. DOI 10.1016/j.renene.2010.08.008.
  10. VELÁZQUEZ-MARTÍ, B., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, E., LÓPEZ-CORTÉS, I. and SALAZAR-HERNÁNDEZ, D. M. Quantification of the residual biomass obtained from pruning of vineyards in Mediterranean area. *Biomass and Bioenergy*. 2011. Vol. 35, no. 8, p. 3453–3464. DOI 10.1016/j.biombioe.2011.04.009.
  11. VELÁZQUEZ-MARTÍ B., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ E., LÓPEZ-CORTES I., Salazar-Hernández DM. Quantification of the residual biomass obtained from pruning of trees in Mediterranean olive groves. *Biomass and Bioenergy*. 2011. Vol. 35, no. 2, p. 3208–3217. DOI 10.1016/j.biombioe.2011.04.042.
  12. HARTE, M J and LONERGAN, S C. A multidimensional decision-support approach to sustainable development planning. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* [online]. 1995. Vol. 2, no. 2, p. 86–103. DOI 10.1080/13504509509469892. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13504509509469892>
  13. MEER Y INP. *ATLAS BIOENERGÉTICO DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR*. Quito. 2017.
  14. VELÁZQUEZ-MARTÍ B., Annevelink E. GIS application to define biomass collection points as sources for linear programming of delivery networks. *Transactions of ASABE*. 2009. Vol. 52, no. 4, p. 1069–1078.
  15. VELÁZQUEZ-MARTI, BORJA Y FERNANDEZ-GONZALEZ, E. Mathematical algorithms to locate factories to transform biomass in bioenergy focused on logistic network construction. *Renewable Energy*. 2010. Vol. 35, p. 2136–2142.
  16. VELÁZQUEZ MARTÍ, B, FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, E. Influence of Mechanical Pruning in Cost Reduction, Production of Fruit, and Biomass Waste in Citrus Orchards. *Applied engineering in agriculture*. 2010. Vol. 26, p. 531–540.
  17. VELÁZQUEZ-MARTÍ, B., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, E., ESTORNELL, J. and RUIZ, L. A. Dendrometric and dasometric analysis of the bushy biomass in Mediterranean forests. *Forest Ecology and Management*. 2010. Vol. 259, no. 5, p. 875–882. DOI 10.1016/j.foreco.2009.11.027.
  18. VELÁZQUEZ-MARTÍ, B. and FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, E. Analysis of the process of biomass harvesting with collecting-chippers fed by pick up headers in plantations of olive trees. *Biosystems Engineering*. 2009. Vol. 104, no. 2, p. 184–190. DOI 10.1016/j.biosystemseng.2009.06.017.
  19. VARGAS-MORENO, J. M., CALLEJÓN-FERRE, A. J., PÉREZ-ALONSO, J. and VELÁZQUEZ-MARTÍ, B. A review of the mathematical models for predicting the heating value of biomass materials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [online]. 2012. Vol. 16, no. 5, p. 3065–3083. DOI 10.1016/j.rser.2012.02.054. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.02.054>
  20. ESTORNELL, J., RUIZ, L. A., VELÁZQUEZ-MARTÍ, B. and FERNÁNDEZ-SARRÍA, A. Estimation of shrub biomass by airborne LiDAR data in small forest stands. *Forest Ecology and Management* [online]. 2011. Vol. 262, no. 9, p. 1697–1703. DOI 10.1016/j.foreco.2011.07.026. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2011.07.026>
  21. ESTORNELL, J., RUIZ, L. A., VELÁZQUEZ-MARTÍ, B. and HERMOSILLA, T. Analysis of the factors affecting lidar dtm accuracy in a steep shrub area. *International Journal of Digital Earth*. 2011. Vol. 4, no. 6, p. 521–538. DOI 10.1080/17538947.2010.533201.

22. VELÁZQUEZ-MARTÍ, BORJA, GAIBOR-CHAVEZ, JUAN, PEREZ-PACHECO, Sergio. Quantification based on dimensionless dendrometry and drying of residual biomass from the pruning of orange trees in Bolivar province (Ecuador). *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*. 2016. Vol. 86, p. 745–750. DOI 10.1002/bbb.
23. GAIBOR-CHÁVEZ, J., PÉREZ-PACHECO, S., VELÁZQUEZ-MARTÍ, B., NIÑO-RUIZ, Z. and DOMÍNGUEZ-NARVÁEZ, V. Dendrometric characterization of corn cane residues and drying models in natural conditions in Bolivar Province (Ecuador). *Renewable Energy*. 2016. Vol. 86, p. 745–750. DOI 10.1016/j.renene.2015.09.009.
24. ZHANG, Linghong, XU, Chunbao (Charles) and CHAMPAGNE, Pascale. Overview of recent advances in thermo-chemical conversion of biomass. *Energy Conversion and Management* [online]. 2010. Vol. 51, no. 5, p. 969–982. DOI 10.1016/j.enconman.2009.11.038. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2009.11.038>
25. YIN, Chun-Yang. Prediction of higher heating values of biomass from proximate and ultimate analyses. *Fuel* [online]. 2011. Vol. 90, no. 3, p. 1128–1132. DOI 10.1016/j.fuel.2010.11.031. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fuel.2010.11.031>
26. GAIBOR-CHÁVEZ, Juan, NIÑO-RUIZ, Zulay, VELÁZQUEZ-MARTÍ, Borja and LUCIO-QUINTANA, Araceli. Viability of Biogas Production and Determination of Bacterial Kinetics in Anaerobic Co-digestion of Cabbage Waste and Livestock Manure. *Waste and Biomass Valorization* [online]. 2018. Vol. 0, no. 0, p. 1–9. DOI 10.1007/s12649-018-0228-7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s12649-018-0228-7>
27. VELÁZQUEZ-MARTÍ, B., GAIBOR-CHÁVEZ, J., NIÑO-RUIZ, Z. and CORTÉS-ROJAS, E. Development of biomass fast proximate analysis by thermogravimetric scale. *Renewable Energy*. 2018. Vol. 126, p. 954–959. DOI 10.1016/j.renene.2018.04.021.
28. OBERNBERGER, INGWALD, BRUNNER, THOMAS Y BÄRNTHALER, Georg. Chemical properties of solid biofuels—significance and impact. *Biomass and Bioenergy*. 2006. Vol. 30, p. 973–982.
29. TELMO, C., LOUSADA, J. and MOREIRA, N. Proximate analysis, backwards stepwise regression between gross calorific value, ultimate and chemical analysis of wood. *Bioresource Technology* [online]. 2010. Vol. 101, no. 11, p. 3808–3815. DOI 10.1016/j.biortech.2010.01.021. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2010.01.021>
30. KHAN, A. A., DE JONG, W., JANSSENS, P. J. and SPLIETHOFF, H. Biomass combustion in fluidized bed boilers: Potential problems and remedies. *Fuel Processing Technology* [online]. 2009. Vol. 90, no. 1, p. 21–50. DOI 10.1016/j.fuproc.2008.07.012. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fuproc.2008.07.012>
31. SAIDUR, R., ABDELAZIZ, E. A., DEMIRBAS, A., HOSSAIN, M. S. and MEKHILEF, S. A review on biomass as a fuel for boilers. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [online]. 2011. Vol. 15, no. 5, p. 2262–2289. DOI 10.1016/j.rser.2011.02.015. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2011.02.015>
32. PARDAO, J M, DIAZ, I, RAPOSO, S, MANSO, T and LIMA-COSTA, M E. Sustainable bioethanol production using agro-industrial by-products. *New Aspects of Energy, Environment, Ecosystems and Sustainable Development, Pt 1*. 2008. P. 149–153.
33. SARRIS, Dimitris, MATSAKAS, Leonidas, AGGELIS, George, KOUTINAS, Apostolis A. and PAPANIKOLAOU, Seraphim. Aerated vs non-aerated conversions of molasses and olive mill wastewaters blends into bioethanol by *Saccharomyces cerevisiae* under non-aseptic conditions. *Industrial Crops and Products* [online]. 2014. Vol. 56, p. 83–93. DOI 10.1016/j.indcrop.2014.02.040. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.02.040>
34. YU, Menghui, LI, Jihong, CHANG, Sandra, DU, Ran, LI, Shizhong, ZHANG, Lei, FAN, Guifang, YAN, Zhipei, CUI, Ting, CONG, Guangtao and ZHAO, Gang. Optimization of ethanol production from NaOH-pretreated solid state fermented sweet sorghum bagasse. *Energies*. 2014. Vol. 7, no. 7, p. 4054–4067. DOI 10.3390/en7074054.
35. HELLER, Martin C., KEOLEIAN, Gregory A., MANN, Margaret K. and VOLK, Timothy A. Life cycle energy and environmental benefits of generating electricity from willow biomass. *Renewable Energy*. 2004. Vol. 29, no. 7, p. 1023–1042. DOI 10.1016/j.renene.2003.11.018.

36. LEMUS, R. and LAL, R. Bioenergy crops and carbon sequestration. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2005. Vol. 24, no. 1, p. 1–21. DOI 10.1080/07352680590910393.
37. SCHNEIDER, Laura C., KINZIG, Ann P., LARSON, Eric D. and SOLÓRZANO, Luis A. Method for spatially explicit calculations of potential biomass yields and assessment of land availability for biomass energy production in Northeastern Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2001. Vol. 84, no. 3, p. 207–226. DOI 10.1016/S0167-8809(00)00242-5.
38. EX, UNE-CEN/TS 14780. *biocombustibles sólidos : métodos para la preparación de muestras*. Madrid-Spain, 2008.
39. VAN SOEST, P J and WINE, R H. Determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate. *Journal of the A.O.A.C.* 1968. Vol. 51, no. 4, p. 780–785.
40. PLANIFICACIÓN, Consejo Nacional De. *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida*. Quito, 2017.

#### **Q. POTENCIAL CONTRIBUCION A LAS ACTIVIDADES ECONOMICAS**

Seleccione una o varias actividades industriales que podrían estar interesadas en producir y/o utilizar los resultados de su investigación de ser el caso:

<b>Cadena productiva relacionada con la industria</b>	<b>Producción</b>	<b>Utilización</b>
Banano, café y cacao		
Cereales		
Flores y capullos		
Tubérculos, Vegetales, melones y frutas		
Oleaginosas e industrializables		
Servicios relacionados con la agricultura	X	X
Animales vivos y productos animales		
Productos de la silvicultura	X	X
Camarón vivo o fresco y larvas de camarón		
Pescado y otros productos acuáticos (excepto camarón)		
Productos de la acuicultura (excepto camarón)		
Petróleo crudo y gas natural		
Servicios petróleo y gas		
Minerales metálicos		
Minerales no metálicos		
Carne, productos de la carne y subproductos		
Camarón elaborado		
Pescado y otros productos acuáticos elaborados		
Preparados y conservas de pescado y de otras especies		
Aceites crudos y refinados		
Productos lácteos elaborados		
Productos de molinería		
Productos de la panadería		
Fideos, macarrones y similares		
Azúcar, panela y melaza		
Cacao elaborado, chocolate y confitería		
Alimento para animales		
Productos de café elaborado		
Productos alimenticios diversos		
Bebidas alcohólicas		

<b>Cadena productiva relacionada con la industria</b>	<b>Producción</b>	<b>Utilización</b>
Bebidas no alcohólicas		
Tabaco elaborado		
Hilos, hilados, tejidos y confecciones		
Prendas vestir		
Cuero, productos de cuero y calzado		
Productos de madera tratada, corcho y otros	X	X
Pasta de papel, papel y cartón, editorial y otros		
Aceites refinados de petróleo y de otros productos		
Productos químicos básicos, abonos y plásticos primarios		
Otros productos químicos		
Productos de caucho		
Productos de plástico		
Vidrio, cerámica y refractarios		
Cemento, hormigón piedra		
Metales comunes		
Productos metálicos elaborados		
Maquinaria, equipo y aparatos eléctricos		
Equipo de transporte		
Muebles		
Otros productos manufacturados		
Electricidad		
Agua, servicios de saneamiento y gas (excluyendo de petróleo)		
Trabajos de construcción y construcción		
Servicios de comercio		
Servicios reparación vehículos y motos		
Servicios de alojamiento		
Servicios de restaurante		
Servicios de transporte y almacenamiento		
Servicios postales y de mensajería		
Servicios TICs		
Servicios de intermediación financiera		
Servicios de seguros y fondos de pensiones		
Servicios inmobiliarios		
Servicios a empresas		
Servicios administrativos del gobierno		
Servicios de enseñanza privada		
Servicios de enseñanza pública		
Servicios sociales y de salud privados		
Servicios sociales y de salud no de mercado		
Servicios de asociaciones, esparcimiento, culturales y deportivos		
Otros (especifique)		

## **R. DECLARACIÓN FINAL**

El equipo de investigadores, representado por el Director del Proyecto, y la Institución Ejecutora, a través de su Representante Legal, de forma libre y voluntaria declaran lo siguiente:

- Que el proyecto descrito en este documento es una obra original, cuyos autores forman parte del equipo de investigadores y por lo tanto asumimos la completa responsabilidad legal en el caso de que un tercero alegue la titularidad de los derechos intelectuales del proyecto, exonerando a la SENESCYT de cualquier acción legal que se derive por esta causa.
- Que el presente proyecto no causa perjuicio alguno al ambiente y no transgrede norma ética alguna, y que en el caso de que la investigación requiera de permisos previo a su ejecución, el Director del Proyecto remitirá una copia certificada de los mismos a la SENESCYT.
- Que este proyecto no se ha presentado en ninguna otra institución pública, para el financiamiento del presupuesto solicitado a la SENESCYT. El incumplimiento de este acuerdo será causal para que el proyecto no sea financiado o para la terminación anticipada unilateral del convenio firmado con la SENESCYT.
- De otorgarse financiamiento por la SENESCYT para la ejecución del proyecto, aceptamos que los bienes adquiridos con estos fondos permanecerán bajo la responsabilidad de la institución ejecutora y co-ejecutoras de ser el caso durante la ejecución del proyecto, pero la SENESCYT se reserva el derecho de determinar el destino final de los mismos, una vez finalizado el proyecto.
- Aceptamos que si el proyecto se accede a financiamiento de la SENESCYT y como parte de los resultados del mismo se genera algún producto o procedimiento susceptible de obtener derechos de propiedad intelectual, de los cuales se deriven beneficios, éstos serán compartidos por la SENESCYT, la institución ejecutora, la(s) instituciones co-ejecutoras que compartieron la investigación y el equipo de investigadores, en los términos definidos conforme a la ley el respectivo convenio específico.

Lugar: Quito, D.M.

Fecha: 25-06-2018

  
Nombre: Juan Alberto Gajbor Chávez  
CI: 0201051687

**Director del Proyecto**

  
Nombre: Ulices Barragán Vinuesa  
CI: 0200563708

**Representante Legal de  
la Institución Ejecutora**



**FORMATO 2  
( IDE 2 ) PRESUPUESTO DETALLADO Y CRONOGRAMA - FINANCIAMIENTO SENESCYT**

*Análisis integral de la cadena de aprovechamiento de la biomasa residual generada en el Ecuador*



**Proyecto:** Juan Alberto Caibor Chávez

**Institución (es):** Universidad Estatal de Bolívar  
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL); Universidad de Guayaquil; MEGAPELLETS, Quesera el Salmento

Presupuesto Total del Proyecto	185.979,00	Valor de Financiamiento Senescyt	185.979,00
--------------------------------	------------	----------------------------------	------------

**PRESUPUESTO TRIMESTRAL POR LÍNEAS DE FINANCIAMIENTO, FONDOS SENESCYT**

Rubros / Detalle	PRESUPUESTO TRIMESTRAL POR LÍNEAS DE FINANCIAMIENTO, FONDOS SENESCYT											
	Trimestre I	Trimestre II	Trimestre III	Trimestre IV	TOTAL AÑO 1	Trimestre I	Trimestre II	Trimestre III	Trimestre IV	TOTAL AÑO 2	TOTAL	
<b>1) TALENTO HUMANO (Aplica solo para el caso de investigadores que no mantienen una relación de dependencia contractual con las instituciones ejecutoras y/o co-ejecutoras). (aumente o disminuya filas según lo requiera)</b>												
Grado académico: Ingeniero Agroindustrial/Agrónomo												
Nombre:	1581.00	0.00	0.00	0.00	1581.00	1581.00	0.00	0.00	0.00	1581.00	0.00	3162.00
Especialización: Agroindustria												
Cargo en el proyecto: Asistente												
Institución a la que pertenece: UEB	1581.00					1581.00						
Servicios personales por contrato												
Aporte Patronal IESS 11.65%												
Décimo Cuarto Sueldo												
Nota: Incluye el 5% incremento de sueldo básico												
Fondo de Reserva												
Vacaciones												
Grado académico: Investigador en Biomasa												
Nombre: s/n	2000.00	0.00	0.00	2000.00	4000.00	0.00	2000.00	0.00	0.00	2000.00	0.00	6000.00
Especialización: Biomasa y calderas de combustión												
Cargo en el proyecto: Asesor												
Institución a la que pertenece: Universidad Politécnica de Valencia												
Servicios personales por contrato	3000			3000.00			3000.00					
Aporte Patronal IESS 11.65%												
Décimo Cuarto Sueldo												
Nota: Incluye el 5% incremento de sueldo básico												
Fondo de Reserva												
Vacaciones												
Grado académico: Ingeniero												
Nombre:	1581.00	1581.00	1581.00	0.00	4743.00	1581.00	1581.00	0.00	0.00	1581.00	0.00	7905.00
Especialización: Mecánica												
Cargo en el proyecto: Asistente												
Institución a la que pertenece: ESPOL	1581	1581.00	1581.00			1581.00	1581.00			1581.00		
Servicios personales por contrato												
Aporte Patronal IESS 11.65%												
Décimo Cuarto Sueldo												
Nota: Incluye el 5% incremento de sueldo básico												
Fondo de Reserva												
Vacaciones												
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>5162.00</b>	<b>1581.00</b>	<b>1581.00</b>	<b>2000.00</b>	<b>10324.00</b>	<b>3162.00</b>	<b>3581.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>6743.00</b>	<b>0.00</b>	<b>17067.00</b>
<b>2) VIAJES TÉCNICOS (aumente o disminuya filas según lo requiera)</b>												
Guaramba - Salinas	300.00			300.00	600.00		300.00			300.00		900.00
Guaramba - Las Naves	300.00			300.00	600.00							600.00
Guaramba - Echeandía	300.00			300.00	600.00							600.00
Guaramba - Chillanes	300.00			300.00	600.00							600.00
Guaramba - San Miguel	300.00			300.00	600.00							600.00
Guaramba - Guayaquil	300.00			300.00	600.00		300.00			300.00		900.00
Guayaquil- Daule	300.00			300.00	600.00							600.00
Guayaquil- Salite	300.00			300.00	600.00							600.00
Origen - Santa Lucía	300.00			300.00	600.00							600.00



Nombre del insumo: Kit análisis estructural Descripción corta: Reactivos y accesorios para el analizador de fibra Cantidad:	4000.00								4,000.00									0.00	4000.00
Nombre del insumo: Kit análisis fermentación Descripción corta: Kit de reactivos y accesorios para el biorreactor Cantidad: 1	16000.00								16,000.00									0.00	16000.00
Nombre del insumo: Kit análisis calorimétrico Descripción corta: Kit de reactivos y accesorios para el calorímetro Cantidad: 1	5000.00								5,000.00									0.00	5000.00
Nombre del insumo: Kit análisis termogravimétrico Descripción corta: Kit de reactivos, columnas, combustibles y accesorios para la balanza termogravimétrica Cantidad: 1	5000.00								5,000.00									0.00	5000.00
Nombre del insumo: Termocuplas Descripción corta: Cable para medición de temperatura Cantidad: 40	300.00								300.00									0.00	300.00
Nombre del insumo: Baterías Descripción corta: Pilas 3A, 2A y 6V Cantidad: 10/ cada tipo	200.00								200.00									0.00	200.00
<b>SUB TOTAL</b>	<b>49000.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>49000.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>49000.00</b>
<b>7) TRANSFERENCIA DE RESULTADOS (aumente o disminuya filas según lo requiera)</b>																			
Producto de transferencia: Seminario Descripción corta: Seminario dirigido a los involucrados Cantidad: 2	1000.00								1000.00									1000.00	2000.00
Producto de transferencia: Curso Descripción corta: Capacitación sobre logística y energía renovable Cantidad: 3	500.00							500.00	1000.00									500.00	1500.00
Producto de transferencia: Taller Descripción corta: Socialización a las comunidades ex y expost Cantidad: 2	1000.00								1000.00									1000.00	2000.00
Producto de transferencia: Divulgación proyecto Descripción corta: Artículo divulgación Cantidad: 1									0.00									500.00	500.00
Producto de transferencia: Recurso divulgación científica Descripción corta: Video de divulgación científica Cantidad: 1									0.00									5000.00	5000.00
Producto de transferencia: Congreso Descripción corta: Participación en congresos internacionales Cantidad: 2									3000.00									3000.00	6000.00
Producto de transferencia: Jornada Descripción corta: Presentación de avances y resultados del proyecto Cantidad: 2									1000.00									1000.00	2000.00
<b>SUB TOTAL</b>	<b>1000.00</b>	<b>500.00</b>	<b>500.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>7000.00</b>	<b>0.00</b>	<b>500.00</b>	<b>4000.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>4500.00</b>	<b>21000.00</b>
<b>8) ACTIVOS INTANGIBLES (aumente o disminuya filas según lo requiera)</b>																			
Nombre del activo: Diseño térmico Descripción Corta: Diseño de forma de sistema de aprovechamiento de biomasa residual Cantidad: 1									0.00				2000.00					2000.00	2000.00
Nombre del activo: Descripción Corta: Cantidad:									0.00									0.00	0.00
Nombre del activo: Descripción Corta: Cantidad:									0.00									0.00	0.00
<b>SUB TOTAL</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>2000.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>2000.00</b>	<b>2000.00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>134974.00</b>	<b>18581.00</b>	<b>2681.00</b>	<b>8300.00</b>	<b>171336.00</b>	<b>5162.00</b>	<b>4681.00</b>	<b>4000.00</b>	<b>14643.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>2000.00</b>	<b>185979.00</b>

  
 Nombre: Albergo Guibor Chávez  
 CI: 0501161687

## FORMATO 2

### ( 2 DE 2 ) RESUMEN DEL PRESUPUESTO SENESCYT

<b>Proyecto:</b>	<i>Análisis integral de la cadena de aprovechamiento de la biomasa residual generada en el Ecuador</i>
<b>Director:</b>	<i>Juan Alberto Gaibor Chávez</i>
<b>Institución (es):</b>	<i>Senescyt</i>
<b>Presupuesto Total del Proyecto</b>	185979.00

RUBROS	FINANCIAMIENTO SENESCYT		TOTAL
	EFECTIVO		EFECTIVO
	Año 1	Año 2	
1) TALENTO HUMANO	\$ 10,324.00	\$ 6,743.00	\$ 17,067.00
2) VIAJES TÉCNICOS	\$ 7,100.00	\$ 1,400.00	\$ 8,500.00
3) EQUIPAMIENTO Y SOFTWARE	\$ 96,412.00	\$ -	\$ 96,412.00
4) PRODUCTOS DE DIVULGACIÓN	\$ 1,500.00	\$ -	\$ 1,500.00
5) RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS	\$ -	\$ -	\$ -
6) MATERIALES Y SUMINISTROS	\$ 49,000.00	\$ -	\$ 49,000.00
7) TRANSFERENCIA DE RESULTADOS	\$ 7,000.00	\$ 4,500.00	\$ 11,500.00
8) ACTIVOS INTANGIBLES	\$ -	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
<b>Sub Total</b>	<b>\$ 171,336.00</b>	<b>\$ 14,643.00</b>	<b>\$ 185,979.00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 185,979.00</b>		<b>\$ 185,979.00</b>
<b>Porcentajes</b>	<b>90%</b>		<b>90%</b>



Nombre: *Juan Alberto Gaibor Chávez*  
 CI: 0201051687

**Director del Proyecto**



## PROGRAMA ADSIDEO – COOPERACIÓN 2018

### MEMORIA CIENTÍFICO-TÉCNICA Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

#### INVESTIGADOR/A RESPONSABLE DEL PROYECTO (IP):

Borja Velázquez Martí

#### TÍTULO DEL PROYECTO:

**Análisis de la implantación de cadenas aprovechamiento de biomasa en comunidades rurales la provincia de Bolívar (Ecuador),**

**RESUMEN** *(Debe ser breve y preciso, exponiendo sólo los aspectos más relevantes y los objetivos propuestos. Máximo 300 palabras):*

La provincia de Bolívar (Ecuador) es eminentemente rural. El nivel de pobreza es del 92,5%, desnutrición 51%, analfabetismo 19%. Los ingresos provienen fundamentalmente de cultivos de secano como maíz blanco, trigo y papas; junto la crianza de especies menores como cuyes, aves, ovejas, cerdos y ganado de leche. En los últimos años se ha producido una migración hacia otras provincias, principalmente a las ciudades Quito, Guayaquil o Ambato. Las plantaciones agrícolas no son muy productivas. No se aplica una rotación razonable de cultivos ni mecanización.

Desde hace unos años están apareciendo cooperativas locales como la Fundación *Su cambio por el cambio* para la comercialización de los productos de forma unida y beneficiosa para todos. También para formar a los agricultores en cuanto a otros posibles cultivos, métodos para aumentar la rentabilidad de sus plantaciones, estimulación del uso de químicos orgánicos y adquisición de maquinaria común.

En este contexto la Universidad Estatal de Bolívar con el apoyo de la Universidad Politécnica de Valencia desde hace años está cooperando mediante proyectos de vinculación en el aprovechamiento de residuos agrícolas y ganaderos para uso energético, enfocado a fortalecer la sostenibilidad de explotaciones minifundistas. El presente proyecto tiene un doble objetivo por un lado optimizar los protocolos de manejo de gestión de residuos, por otro, desarrollar un programa de formación de técnicos y agricultores para este fin.

El proyecto propuesto pretende implantar de forma efectiva un sistema de gestión de residuos y materiales leñosos cultivados para su procesamiento energético en la provincia de Bolívar. El sistema de gestión se centrará principalmente en los residuos de maíz, y los cultivos de pawlonia y árbol del lechero. De estos materiales se tienen experiencias previas. La pawlonia y el lechero pueden utilizarse como cercados naturales que complementan y mejoran la cantidad y calidad de los materiales.



## MEMORIA CIENTÍFICO-TÉCNICA

### 1. Antecedentes

La provincia de Bolívar es eminentemente rural. El nivel de pobreza es del 92,5%, desnutrición 51%, analfabetismo 19%. (Swissaid, 2015). Los ingresos provienen fundamentalmente de los cultivos de secano como maíz blanco, trigo y papas; junto la crianza de especies menores como cuyes, aves, ovejas, cerdos y ganado de leche. En los últimos años se ha producido una migración de los hombres y en menor proporción de las mujeres hacia las ciudades mas importantes Quito, Guayaquil y Ambato. Muchas familias viven sobre los 2500 metros de altura. Las tierras tienen una pendiente que va del 20 al 30%, el clima oscila entre los 6 y 18°C en las partes altas y de 18 a 22°C en el sub trópico. El acceso a energía eléctrica y agua corriente a algunas comunidades es muy deficitario.

Económicamente, la provincia no es muy próspera. No existe una delimitación clara entre la zona de uso agrícola y la zona de uso forestal. El monte, no tiene aprovechamiento de ningún tipo, no se le aplican tratamientos silvícolas, por tanto la rentabilidad de éste es nula, sólo deforestación para la obtención de nuevos terrenos agrícolas y saca de leñas para autoconsumo de las familias. Las plantaciones agrícolas no son muy productivas. No se aplica una rotación razonable de cultivos ni mecanización. Tampoco existe ningún tipo de industria en la población para el procesamiento de los productos, dándoles un valor añadido. El único producto semiprocesado es el queso, destinado sobre todo para el autoconsumo de cada familia.

Desde hace unos años están apareciendo cooperativas locales para la comercialización de los productos de forma unida y beneficiosa para todos. También para formar a los agricultores en cuanto a otros posibles cultivos, métodos para aumentar la rentabilidad de sus plantaciones, estimulación del uso de químicos orgánicos y adquisición de maquinaria común.

Por ejemplo en la Parroquia de San Simón se cuenta con una fundación llamada *Su cambio por el cambio*, dónde se incentiva a la población local para incentivar una mayor variedad de cultivos, sobretodo hortalizas, incrementando así su poder adquisitivo. Ofrecen formación y cuidado de los niños de la población. Ofrecen formación en temas agrícolas. La fundación subsiste de los productos agrícolas y ganaderos que ella misma produce de forma orgánica y que vende en los mercados.

En este contexto la Universidad Estatal de Bolívar (UEB) con el apoyo de la Universidad Politècnica de Valencia desde hace años está cooperando mediante proyectos de vinculación en el aprovechamiento de residuos agrícolas y ganaderos para uso energético, enfocado a fortalecer la sostenibilidad de explotaciones minifundistas. La cooperación entre estas universidades empezó con la *Acción preparatoria para el desarrollo de acciones integradas para el fortalecimiento de las unidades de investigación, capacitación universitaria y desarrollo del sector agrícola en el aprovechamiento energético de biomasa residual agrícola en Ecuador*, financiada por Ministerio de Asuntos Exteriores. AECID. Programa PCI2011. Estas acciones integradas propiciaron la creación de la red ECUMASA ([www.ecumasa.org](http://www.ecumasa.org)) que plantea una cooperación de 4 universidades de Ecuador para trabajar en la investigación del aprovechamiento de la biomasa procedente de cultivos tropicales o andinos: Universidad de Católica Santiago de Guayaquil, Universidad Estatal de Bolívar, Universidad Técnica del Norte, Universidad Técnica de Ambato.



**ÀREA DE COOPERACIÓ AL  
DESENVOLUPAMENT**

También se ha colaborado en proyectos propios de la UEB, y recientemente en un proyecto del programa ADSIDEO2014.

Los resultados de la cooperación en años anteriores ha permitido la iniciativa de varios emprendedores que desean aplicar un sistema de aprovechamiento de residuos con digestores anaeróbicos domésticos, con el fin de cubrir sus necesidades energéticas y obtener fertilizantes orgánicos para sus cosechas. No obstante la biomasa leñosa es difícil de fermentar y suponen unos materiales abundantes

En este proyecto se cuenta con la empresa MEGAPELLETS, que es una empresa recién formada con sede en Quito que centra su actividad en la fabricación y comercialización de pélets para calderas industriales en Ecuador. Esta empresa actualmente se está abasteciendo de grandes industrias agroalimentarias (café, cacao, y palma aceitera) por lo que su actividad no repercute en beneficios en el ámbito rural. Sin embargo se muestra como empresa potencialmente receptora de materia prima de zonas rurales deprimidas si se realizara una gestión de residuos adecuada.

El proyecto que se solicita en la presente convocatoria tiene un doble objetivo por un lado optimizar los protocolos de manejo de gestión de residuos, por otro, desarrollar un programa de formación de técnicos y agricultores para este fin. El proyecto pretende el fomento de la agroindustria sostenible apoyándose en la producción a pequeña y mediana escala mediante la mejora de las cadenas de valor, impulsando la participación de las organizaciones de productores, la diversificación productiva, para desarrollar un mercado energético que impulse el desarrollo rural.

La gestión energética de la biomasa residual leñosa podría suponer un ingreso adicional para los agricultores, que por un lado comercializarían la cosecha alimentaria, y por otro comercializarían estos residuos como fuente de energía, materia prima, o subproductos elaborados, al tiempo de rentabilizar las operaciones de mantenimiento dentro de una gestión sostenible.

De estos materiales se tienen experiencias previas en los proyectos anteriormente mencionados. La pawlonia y el lechero pueden utilizarse como cercados naturales que complementan y mejoran la cantidad y calidad de los materiales.

Dicho proyecto está relacionado directamente con tres de los objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir:

- Objetivo 10. Impulsar la transformación de la matriz productiva
- Objetivo 7. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global
- Objetivo 11. Asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica

**Bibliografía relevante**

ANEMBE (2000). Asociación Nacional de Especialistas en Medicina Bovina de España, Boletín Nº 14. 2000. Consistencia de las heces, Marca Líquida, Córdoba, oct/2000, 26.

ARCCE (2015). Agencia de Regulación y Control Del Consumo Eléctrico. Gobierno de Ecuador: <http://www.conelec.gob.ec/documentos.php?cd=3073&l=1>.

SWISSAID (2015). <http://www.swissaid.org.ec/node/22>



**ÀREA DE COOPERACIÓ AL  
DESENVOLUPAMENT**

Velázquez-Martí B., López-Cortés I., Salazar D.M. 2014a. Dendrometric analysis of olive trees for wood biomass quantification in Mediterranean orchards. *Agroforestry Systems*, June 2014:1-11

Velázquez-Martí B., Sajdak M., López-Cortés I., Callejón-Ferre A.J. 2014b. Wood characterization for energy application proceeding from pruning *Morus alba* L., *Platanus hispanica* Münchh. and *Sophora japonica* L. in urban áreas. *Renewable Energy* 62: 478-483.

Velázquez-Martí B., Sajdak M., López-Cortés I. 2013. Available residual biomass obtained from pruning of *Morus alba* L. trees cultivated in urban forest. *Renewable Energy* 60: 27-33.

Velázquez-Martí B., Estornell J., López-Cortés I., Martí-Gavila J. 2012a. Calculation of biomass volume of citrus trees from an adapted dendrometry. *Biosystems Engineering* 112(4): 285-292.

Velázquez-Martí B., Fernández-González E., Callejón-Ferre A.J., Estornell J. 2012b. Mechanized methods for harvesting residual biomass from Mediterranean fruit tree cultivations. *Scientia Agricola* 69 (3): 180-188.

Velázquez-Martí B., Fernández-González E., López-Cortés I., Salazar-Hernández DM. 2011a. Quantification of the residual biomass obtained from pruning of vineyards in Mediterranean area. *Biomass and Bioenergy* 35(3): 3453-3464.

Velázquez-Martí B., Fernández-González E., López-Cortés I., Salazar-Hernández DM. 2011b. Quantification of the residual biomass obtained from pruning of trees in mediterranean olive groves. *Biomass and Bioenergy* 35(2): 3208-3217.

Zeeman G., Wiegant W.M., Koster-Treffers M.E., Lettinga G. (1985). The influence of total ammonia concentration on the thermophilic digestion of cow manure. *Agricultural Wastes* 14: 19-35.



## 2. Objetivos del Proyecto

Este proyecto pretende analizar la cadena de producción y transformación de empresas agroalimentarias para la implantación de gestión de residuos para su aprovechamiento energético. El proyecto se centrará en pequeñas y medianas empresas agrícolas de la provincia Bolívar

Los objetivos específicos serán los siguientes:

Obj. 1. Definición de los residuos generados en las diferentes etapas de las cadenas de aprovechamiento campo-industria.

Obj. 2. Caracterización termoquímica:

- Evaluación de la cinética y energética del secado en distintas condiciones.
- Determinación del poder calorífico
- Análisis elemental: en C, H, N, S, O, Cl
- Análisis proximal: Contenido de volátiles, cenizas, carbono fijo, humedad inicial.
- Análisis estructural: Celulosa, lignina y hemicelulosa

Obj. 3. Desarrollo de modelos predictivos que permitan calcular la cantidad de biomasa, C fijado, emisiones y residuos generados en cada una de las fases de la cadena a partir de variables fácilmente medibles.

Obj. 4. Análisis logístico: Condiciones de transporte, almacenamiento, evaluación económica

Obj. 5. Evaluación de las tecnologías para aprovechamiento energético y reducción de emisiones a lo largo de la cadena. Balance energético, Balance de emisiones, Huella de Carbono, Evaluación económica global

El proyecto posee una enorme dimensión social. Se pretende desarrollar un mercado que permita mejorar la renta de miles de pequeños agricultores, medianas y pequeñas empresas. El poseer un receptor de las materia residual supone una oportunidad de desarrollo muy importante.

Diversas empresas presentan interés en estos estudios de implantación con la evaluación económica, energética y de emisiones. No obstante, posee un conjunto de actuaciones muy diverso y una amplia zona de trabajo. El desarrollo de esta tecnología revertirá beneficiosamente en tres sectores:

- a) Sector científico-técnico, se desarrollará una nueva metodología para la medición de biomasa en la cadena de producción agrícola en los principales cultivos
- b) Sector agrario, en el que se estudiarán sistemas de inventariación de recursos, organización del trabajo etc. La valorización de la sostenibilidad de las plantaciones, cuantificación de residuos que puedan suponer un ingreso adicional para los productores a parte del obtenido por la venta de frutas y hortalizas.
- c) Sector de la industria agrícola, que tendrá la oportunidad de desarrollar una nueva línea de productos encaminados a la recogida de residuos agrícolas y agroindustriales para posterior utilización energética, por ejemplo en calderas en almazara. Esto supone un nicho comercial todavía por desarrollar.

De acuerdo con las líneas generales, este proyecto de investigación contribuye a satisfacer las demandas y necesidades sociales en relación a métodos sostenibles de aprovechamiento, producción, conservación, transformación y distribución de productos residuales del sector agrícola. Se plantearán modelos muy realistas, de predicción de recursos potenciales, que



**ÀREA DE COOPERACIÓ AL  
DESENVOLUPAMENT**

podrán constatarse y compararse con las realmente obtenidas y así valorar la incidencia de los sistemas de producción en el medio ambiente.

La consecución de estos resultados favorecerá la organización de grupos de trabajo en investigación, y publicación de trabajos científicos que fortalecerá las instituciones académicas involucradas. El fortalecimiento institucional no es una cuestión de menor importancia en el proyecto. Un objetivo principal es la consolidación de grupo de trabajo en la Universidad Estatal de Bolívar.

Los resultados serán transferidos a las cooperativas, autoridades locales, provinciales y estatales. Objetivos de en actividades de organización y divulgación son:

- Realizar al menos cuatro cursos de formación
- Involucrar alumnos con trabajos final de grado
- Involucrar a las oficinas del Ministerio de Agricultura en el programa de capacitación, junto líneas de financiamiento
- Desarrollar un dossier divulgativo dirigido a los técnicos de las cooperativas, comunidades, administración y universidad

Se va a fortalecer la formación de científicos, profesores universitarios y agricultores, obteniendo conocimientos sobre la tecnología apropiada para extraer los residuos energéticos de los sistemas agrícolas, también sobre las carencias o necesidades de infraestructuras para realizar estas operaciones. Se tendrá caracterizada la biomasa producida por los cultivos andinos en base a su potencial energético. Los estudios de logística permitirán optimizar la gestión para el abastecimiento a los consumidores finales y su forma de integrarse en los sistemas energéticos convencionales. Los resultados de las determinaciones de la fracción de biomasa potencial obtenida en los diferentes sistemas productivos son extrapolables a diferentes ámbitos de carácter local, regional e incluso de diferentes países de sistemas agrícolas similares, mediante su aplicación a sus inventarios.

Los resultados van orientados a conseguir algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas. Los más directamente trabajados son los siguientes:

Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos

Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles

Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos

Objetivo 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo

Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles

Objetivo 15: Promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de la diversidad biológica

Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación

### 3. Metodología y Plan de Trabajo

En la Figura 1 se muestra un esquema del proceso de investigación a desarrollar en el proyecto.

La líneas de comercialización de la materia prima obtenible ya está predefinida pues la empresa MEGAPELLTS involucrada en el proyecto actuará como posible receptora y comercializadora de los biocombustibles obtenibles de los residuos evaluados.

#### Fase A: Definición de los residuos generados en las diferentes etapas de las cadenas de aprovechamiento campo-industria

En las especies que se podan, se medirá la fracción podada mediante pesada con un dinamómetro, formando gavillas. Se medirá la humedad para la determinación de la biomasa seca. La masa podada se relacionará por un lado con las dimensiones de la planta, diámetro de copa, altura o diámetro del tallo; y por otro con el volumen total. En aquellas especies que no se podan la masa residual existente se medirá en los momentos que se produzcan durante el cultivo, generalmente mediante pesada, determinando su humedad, y se relacionará con los mismos factores citados anteriormente.

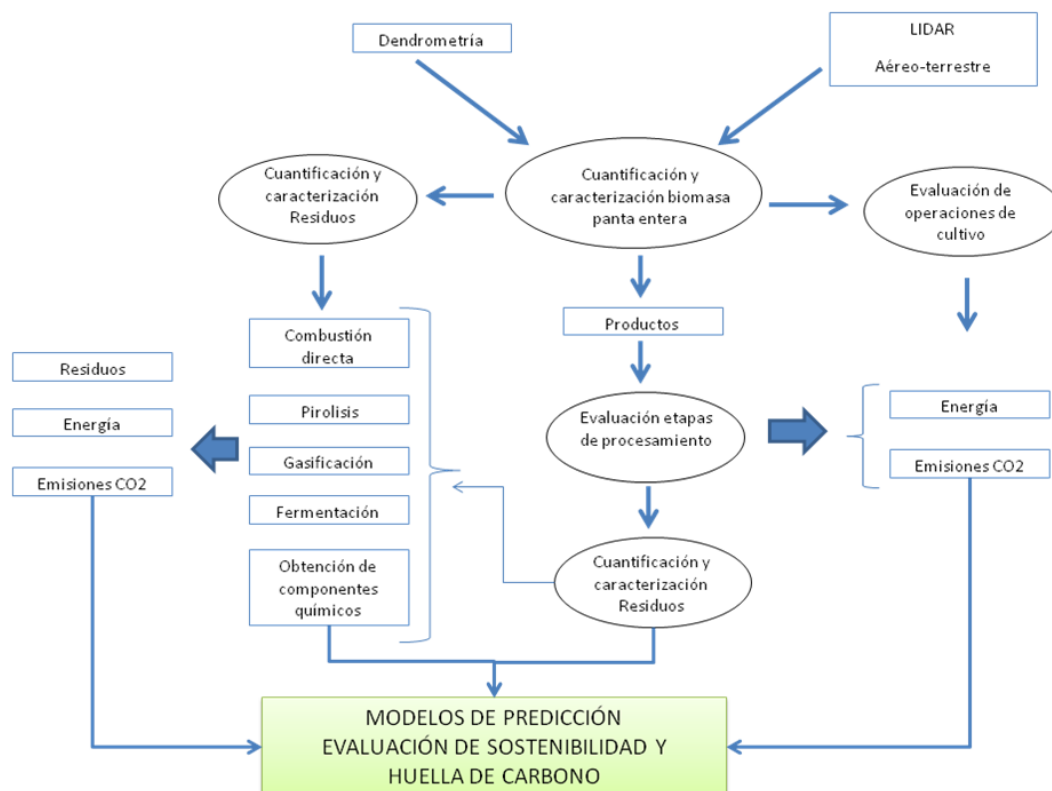


Figura 1. Diagrama de la investigación

Se analizarán las cadenas de producción y los procesos de transformación de los distintos cultivos estudiados, determinado los residuos, y analizando las emisiones de CO<sub>2</sub>, para definir la huella de carbono, evaluando también el balance de energía del proceso. Las emisiones se calcularán de acuerdo a los tipos de energía que se empleen en el proceso, incluso de forma indirecta. Desde los tractores hasta las máquinas de procesamiento.

Se desarrollarán de modelos predictivos que permitan calcular la cantidad de biomasa, C fijado, emisiones y residuos generados en cada una de las fases de la cadena a partir de variables fácilmente medibles.



**ÀREA DE COOPERACIÓ AL  
DESENVOLUPAMENT**

Se posee la colaboración e implicación de asociaciones de productores sobre las cuales se realizarán experimentos de cosecha, así como de las propias cadenas de transformación. Entre ellas la sociación *El cambio por el cambio* y las empresa *El Salinerito*, ambas impulsadas por la comunidad Salesiana.

Se desarrollarán modelos estadísticos para relacionar las distintas variables, para predecir los balances de materia y energía para cada una de las especies a partir de variables sencillas. Esto tiene como finalidad el desarrollo de herramientas que puedan ser utilizadas por los técnicos y planificadores de la gestión de las explotaciones o industrias agrarias.

Se realizará un análisis de los costes de movilización de la biomasa, condiciones de transporte, almacenamiento. Se realizará una valoración económica de la logística de la recolección, abastecimiento y tratamientos. Se estudiarán distintos tipos de trituración, granulometría y empaçado

**Fase B: Caracterización termoquímica**

Se realizará una caracterización energética de los materiales. La caracterización se hace necesaria para implementar los mapas digitales con atributos importantes para los estudios de la evaluación de la sostenibilidad, pudiendo hablar en términos energéticos, emisiones y fijación de CO<sub>2</sub>, junto otras de tipo agronómico.

Para esta caracterización, el equipo solicitante posee dos laboratorios de propiedades físicas y bioenergía, uno perteneciente al Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria de la Universidad Politécnica de Valencia (España); y otro en la Universidad Estatal de Bolívar (Ecuador). Estos laboratorio poseen analizador elemental CHNS, balanza Termogravimétrica acoplada a Cromatografía de gases y espectrómetro de masas y calorímetro. Es por ello que, se tomará una muestras de las diferentes materiales estudiados para los siguientes análisis en laboratorio:

- Determinación de humedad de la planta recién cortada, obteniendo la evolución de la misma secándose al aire y en estufa.
- Determinación del peso seco de la biomasa estructural
- Se realizará un análisis de su composición elemental, poder calorífico, cenizas y volátiles.
- Inflamabilidad y combustibilidad
- Análisis elemental (C, H, O, N, S, Cl)

A partir de estos parámetros se habrán comprobado sus propiedades combustibles y se podrá realizar balance de CO<sub>2</sub>.

**Fase C: Evaluación de las tecnologías para aprovechamiento energético y reducción de emisiones a lo largo de la cadena. Mejora del LCA**

En base a la caracterización el la biomasa se realizará una valoración de la aptitud y eficiencia de distintos procesos de transformación, principalmente combustión directa, gasificación, peletización, fermentación. Se seguirá el esquema de la Figura 1.

Respeto a la combustión directa además del poder calorífico se tendrá en cuenta la combustibilidad e inflamabilidad evaluadas a través de análisis en TGA.

Se analizarán las líneas industriales para la valorización de líneas agroindustriales evaluando los residuos y emisiones. Este análisis se concretará en:

- Definir las condiciones de recepción y aptitud para el procesado
- Definir las tecnologías de procesamiento

Se define como huella de carbono a la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto en un proceso, en la fabricación de un producto. Tal impacto ambiental será medido llevando a cabo un inventario de emisiones de GEI siguiendo normativas internacionales reconocidas, tales como ISO 14064-1, PAS 2050 o GHG Protocol entre otras. La huella de carbono se mide en masa de CO<sub>2</sub> equivalente. Una vez conocido el



**ÀREA DE COOPERACIÓ AL  
DESENVOLUPAMENT**

tamaño y la huella, será posible implementar una estrategia de reducción y/o compensación de emisiones, a través de diferentes programas, públicos o privados.

Huella de carbono de productos - abarca las emisiones de gases de efecto invernadero de la organización y del ciclo de vida de los productos: PAS 2050, ISO 14067 (en revisión)

Se obtendrá el rendimiento energético de los productos obtenidos mediante calorímetro. Será analizado diferentes posibilidades de secado, formación de pellets o briquetas, mezcla con otros productos etc..

Los métodos analíticos se indican en la Tabla 1

Tabla 1. Métodos de análisis para la caracterización de biomasa

Variable	Método analítico
Todas las variables (métodos estandarizados)	ASTM E870-82(2006)
Humedad	UNE-EN 14774-1:2010 ASTM E871-82(2006)
Cenizas	UNE-EN 14775:2010 ASTM D1102-84(2007) ASTM E830-87(2004)
Materiales volátiles	UNE-EN 15148:2010 ASTM E872-82(2006) ASTM E897-88(2004)
Carbono fijo, por diferencia del carbon obtenido por análisis elemental	UNE-CEN/TS 15104:2008 EX ASTM E777-08
Hidrógeno (H)	UNE-CEN/TS 15104:2008 EX ASTM E777-08
Nitrógeno (N)	UNE-CEN/TS 15104:2008 EX ASTM E778-08
Azufre (S)	ASTM E775-87(2008)e1
Oxígeno (O) por diferencia de cloro (Cl)	ASTM E776-87(2009)
Poder calorífico superior	UNE 164001:2005 EX; UNE 164001:2005 EX ERRATUM:2008 ASTM D5865-10ae1 ASTM E711-87(2004) [100]
Preparación de la muestra para análisis	UNE-CEN/TS 14780:2008 EX
Celulosa, hemicelulosa y lignina	Sluiter A., Hames B., Ruiz R., Scarlata C., Sluiter J., Templeton D. (2004). Determination of structural carbohydrates and lignin in biomass. NREL, CO.

**Fase D: Aplicación de la solución innovadora que se pretende llevar a cabo mediante el presente Proyecto**

Mediante esta investigación se a establecer un modelo de gestión en una de las provincias de Ecuador que favorecerá su desarrollo. Pero con ello se van a obtener parámetros de predicción de la biomasa potencial que se puede extraer de los residuos de biomasa generados en distintas cadenas agroindustriales en Ecuador. Posteriormente estos parámetros pueden ser aplicados a los inventarios agrícolas o sistemas de información geográfica de forma que permita, gestionar o hacer políticas de promoción de uso de esta biomasa.

Se tendrá caracterizada la biomasa producida en base a su potencial energético.

A través del proyecto se obtendrá un mercado de residuos proveniente de la agroindustria cuyo primer receptor será la empresa MEGAPELLETS que participa del proyecto.

El material obtenido se procesará para abastecer calderas industriales de biomasa que sustituirán a las convencionales reduciendo costes e impacto ambiental.



**ÀREA DE COOPERACIÓ AL  
DESENVOLUPAMENT**

Se aumentará la renta de pequeñas y medianas empresas agroalimentarias vinculadas al proyecto.

**Fase E: Programa de capacitación de protocolos de procesamiento y almacenamiento**

Se plantea un programa de cursos teniendo como base las comunidades donde se han realizado los experimentos. También en las universidades de la red Ecumasa, a profesores, técnicos y estudiantes. Para tener efecto multiplicador.

El fortalecimiento de la red ECUMASA se propiciará mediante la ejecución de los cursos y trabajos de investigación descritos anteriormente conjuntamente entre las distintas universidades. La diversidad de cultivos y la amplia extensión de territorio en las que se localiza el proyecto propicia el trabajo colaborativo y complementario.

Plan de trabajo

	AÑO 1												AÑO 2											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
FASE A	X	X				X	X						X	X										
FASE B	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FASE C				X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X
FASE D			X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	
FASE E				X	X	X	X	X	X	X	X						X	X	X	X	X	X	X	X

Responsables

Fase A : Dr. Borja Velázquez Martí (junto los miembros del equipo solicitante de la UPV)

Fase B: Dr. Borja Velázquez Martí y Ing. Juan Gaibor Chavez, con la colaboración del equipo de investigadores de la UPV

Fase C: Dr. Isabel López Cortés y Ing. Juan Gaibor Chavez, con la colaboración del equipo de investigadores de la UPV



#### 4. Beneficios del proyecto. Difusión y Explotación en su caso de los Resultados

Mediante el presente proyecto se obtendrán parámetros de la biomasa potencial que se puede extraer de los sistemas agrícolas andinos, costes de recolección y tratamiento, tecnologías para su mejor aprovechamiento. Posteriormente estos parámetros pueden ser aplicados a los inventarios agrícolas o sistemas de información geográfica de forma que permita gestionar o hacer políticas de promoción de uso de esta biomasa.

Se va a fortalecer la formación de científicos, profesores universitarios y agricultores, obteniendo conocimientos sobre la tecnología apropiada para extraer los residuos energéticos de los sistemas agrícolas, también sobre las carencias o necesidades de infraestructuras para realizar estas operaciones. Se tendrá caracterizada la biomasa producida por los cultivos andinos en base a su potencial energético.

Los estudios de logística permitirán optimizar la gestión para el abastecimiento a los consumidores finales y su forma de integrarse en los sistemas energéticos convencionales. Los resultados de las determinaciones de la fracción de biomasa potencial obtenida en los diferentes sistemas productivos son extrapolables a diferentes ámbitos de carácter local, regional e incluso de diferentes países de sistemas agrícolas similares, mediante su aplicación a sus inventarios.

Se impulsarán dos proyectos piloto a partir de los conocimientos adquiridos. En concreto se van a probar dos biorreactores domésticos de dos emprendedores de la Fundación *Su cambio por el cambio*. Se pretende que sirvan de demostración al resto de agricultores de la parroquia.

Las acciones planteadas tendrán un efecto multiplicador en el sentido que las personas formadas en el ámbito rural propiciarán acciones emprendedoras en las comunidades rurales centradas en el desarrollo rural basado en el aprovechamiento de residuos agrícolas.

La extensión agraria forma parte de los ejes principales del proyecto. Durante la duración del proyecto se realizarán unas jornadas anuales informativas para empresas del sector agrícola, cooperativas, asociaciones agrarias etc.

Se impartirán cinco cursos dirigidos a técnicos, agricultores y estudiantes a través del Centro de Formación Permanente de la Universidad Estatal de Bolívar y demás universidades que forman la red ECUMASA, red de universidades para la investigación de la biomasa en Ecuador, actuando en las siguientes líneas:

##### a) Agricultores y técnicos

- Se expondrán los trabajos de investigación, para que técnicos puedan ejercer servicios de consultoría o servicios técnicos avanzados en la temática propuesta.
- Formación a medida de los agricultores: Reciclaje de profesionales, actualización de conocimientos..
- Chequeos a la cooperativas: Análisis general de la situación de las cooperativas o asociaciones agrarias, propuestas de mejora, búsqueda de socios...

##### b) Emprendedores

- Apoyo a la constitución de empresas: Todos los servicios necesarios para alcanzar un sueño y sacar adelante un proyecto empresarial agrícola industrial, mediante gestión de restos y subproductos
- Relaciones con el entorno socioeconómico. Relacionadas con el aprovechamiento de recursos no explotados
- Colaboración en la selección y formación de profesionales que ayudan a sacar adelante una idea de negocio.



**ÀREA DE COOPERACIÓ AL  
DESENVOLUPAMENT**

- Formación continua. Para saber aprovechar las oportunidades, es imprescindible contar con una buena preparación

Estas acciones será codirigidas tanto por profesores de la Universidad Politécnica de Valencia como por los de la Universidad Estatal de Bolívar

Los resultados de interés científico se publicarán en revistas de incluidas en la web of Knowledge, también en revistas de divulgación de ambito nacional y local.

Se hará uso de medios audiovisuales, además de medios de comunicación prensa, radio y televisión.



## 5. Historial científico-técnico del Equipo de Investigadores

### 5.1. Equipo investigador

Los miembros que forman la coordinación del equipo español de este proyecto ofrecen suficiente trayectoria en su capacidad investigadora y formativa para asumir el compromiso propuesto en esta investigación. Como historial resumido del IP realizado en conjunto con otros miembros del equipo presentamos proyectos de la misma índole que el que ahora se solicita:

2005-2006	Development of improved systems for harvesting energy wood in the frame work of a sustainable forest management Funding agent: contribution to Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft , Albert Ludwigs Universität Freiburg (Germany)
2006-2007	Valuation and Optimization of harvesting and logistics of agricultural and forest biomass for energetic use in the Comunidad Valenciana (Spain) Funding agent: IMPIVA- Comunidad Valenciana
2006-2008	Development of a machine to grind and storage biomass residues coming from agricultural plantations with narrow lines of plantation Funding agent: ENGUIX S.L. (Private company)
2007-2008	An integrated framework to assess spatial and related implications of increased implementation of biomass delivery chains Funding agent: contribution to Agrotechnology and Food Science Group, AFSG Biobased Products, Wageningen University (Netherland)
2007-2010	Adaptation of systems of harvesting and logistic of residual biomass coming from Mediterranean agricultural systems for the energetic utilization, valuation and characterization. Funding agent: CYCIT- MEC
2007-2012	Development of sustainable systems for agricultural production of spinach, sweet corn and pea in the Comunidad Valenciana (Spain) Funding agent: SAT Prodelcampo (private company) and Generalitat Valenciana (Regional government)
2009-2011	Análisis de la biomasa arbustiva forestal en los ecosistemas mediterráneos con tecnología LIDAR y teledetección. Funding agent: Universidad Politécnica de Valencia, Programa de Ayudas a la Investigación. Ref. PAID-06-08
2011-2012	Volume biomass calculation of the fruit trees in base on adapted dendrometry and technology lidar focused on management of the plantations and energy utilization of its residual materials. Funding agent: Ministerio de Ciencia e Innovación (Spain)
2012-2013	Acción preparatoria para el desarrollo de acciones integradas para el fortalecimiento de las unidades de investigación, capacitación universitaria y desarrollo del sector agrícola en el aprovechamiento energético de biomasa residual agrícola en Ecuador. Funding agent: Ministerio de Asuntos Exteriores. AECID. Programa PCI2011
2013-2014	Programa de investigación en el aprovechamiento energético de la biomasa agrícola y forestal en la Universidad Técnica de Ambato. Funding agent: Programa PROMETEO SENESCYT- Gobierno der Ecuador



**ÀREA DE COOPERACIÓ AL  
DESENVOLUPAMENT**

2013-2015	Estimación de parámetros dendrométricos de árboles frutales individuales utilizando información espectral y datos LIDAR aéreos. Funding agent: Programa de Proyectos de Investigación de la Universidad Politécnica de Valencia PAID-06-12
2013-2015	Documentación, caracterización y racionalización del germoplasma de vid prospectado y conservado en España. Creación de una colección nuclear. Funding agent: PLAN NACIONAL DE I+D+i, España
2015-2016	Aprovechamiento de biomasa en comunidades rurales para el cambio de la matriz energética en Ecuador. Universidad Politécnica de Valencia. Funding agent: Programa ADSIDEO. Proyectos de cooperación de investigación para el desarrollo. Universidad Politécnica de Valencia

Otros proyectos del equipo de investigadores:

Proyecto de investigación “Desarrollo de técnicas y métodos para la gestión forestal sostenible a partir de datos de observación de la Tierra”, financiado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio entre 2008 y 2009. Proyecto ampliado hasta 2010 y en el que participan como otras entidades colaboradoras las empresas COTESA y DIMAP, la UCLM y la UPM. Se gestionan amplias áreas forestales del término municipal de Cuenca, uno de los de más superficie forestal de España, de cara a la explotación sostenible de los recursos existentes y a su cuantificación a priori mediante correlaciones entre datos de campo y datos de Lidar aéreo e imágenes de satélite.

El equipo solicitante tiene probada experiencia en el desarrollo de sistemas de producción agrícola, desarrollo y gestión de biomásas procedentes de poda y su aprovechamiento como así lo demuestran otros proyectos realizados:

- Decaimiento y muerte de planta joven de vid en España: etiología y estudios preliminares sobre epidemiología, control y eliminación de restos vegetales. AGL 2003-02450/AGR
- Optimización y valorización de residuos y subproductos agroindustriales para uso en agricultura ecológica. Agritecno Fertilizantes B-97112841
- Nuevo mantillo para cultivos leñosos procedentes de poda para conseguir una acción frenante de adventicias y mayor aprovechamiento de recursos hídricos. Giménez E. SL B-96492400.
- Enfermedades de la madera en viña de vinificación. Enagro SL- B-96733878
- Asesoramiento para la mejora de sistemas de cultivo en vid. Cooperativa vinícola La Viña Anecoop. F-46025649.

Por ello con esta solicitud se pretende el examen y adaptación de las tecnologías existentes y sus posibles adaptaciones a la agricultura o monte andino.

El equipo solicitante presenta un carácter multidisciplinar, formado por personal de 2 grupos de investigación, uno de la Universidad Politécnica de Valencia y otro de la Universidad Estatal de Bolívar, especialistas la tecnología de cosecha de biomasa, el sector agrario y del sector energético, que abordarán la transformación de los materiales agrícolas originales, su logística en base a las necesidades de consumo, planificación energética y tecnologías de generación térmica, eléctrica u otras.

En el marco de esta cooperación se han tutorado dos becas de estudiantes de la UPV: Bruno Armengot Carbó (con beca del Programa de cooperación para el desarrollo); Sergio Narbona Sahuquillo (Programa MERIDIES).



**ÀREA DE COOPERACIÓ AL  
DESENVOLUPAMENT**

**Investigador Principal**

Apellidos y Nombre: Velázquez Martí, Borja		D.N.I.: 29187428 Z
Titulación académica (Doctor): Doctor Ingeniero Agrónomo		
Extensión: 72900	E-mail: borvemar@dmta.upv.es	
PDI / Investigador <input checked="" type="checkbox"/> ; Contratado <input type="checkbox"/>	Estructura de Investigación: Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria	
AREA CIENTÍFICO-TÉCNICA (ver <a href="#">Áreas de la ANEP</a> ): Agricultura		

**Relación de miembros del equipo UPV**

1	Apellidos y Nombre: López Cortés, Isabel		D.N.I.: 22696411B
	Titulación académica: Dr. Ingeniero Agrónomo		Doctor <input checked="" type="checkbox"/> ; Licenciado / Ingeniero <input type="checkbox"/>
	PDI / Investigador <input checked="" type="checkbox"/> ; Personal Contratado <input type="checkbox"/>	Estructura de Investigación: Departamento de Producción Vegetal Universidad Politécnica de Valencia	
	AREA CIENTÍFICO-TÉCNICA (ver <a href="#">Áreas de la ANEP</a> ): Agricultura		
2	Apellidos y Nombre: Salazar Hernández, Domingo		D.N.I.: 18878258L
	Titulación académica: Dr. Ingeniero Agrónomo		Doctor <input checked="" type="checkbox"/> ; Licenciado / Ingeniero <input type="checkbox"/>
	PDI / Investigador <input checked="" type="checkbox"/> ; Personal Contratado <input type="checkbox"/>	Estructura de Investigación: Departamento de Producción Vegetal	
	AREA CIENTÍFICO-TÉCNICA (ver <a href="#">Áreas de la ANEP</a> ): Agricultura		
3	Apellidos y Nombre: Martínez Cortijo, Francisco Javier		Cedula: 25414552N
	Titulación académica: Dr. Ingeniero Agronomo		Doctor <input checked="" type="checkbox"/> ; Licenciado / Ingeniero <input type="checkbox"/>
	PDI / Investigador <input checked="" type="checkbox"/> ; Personal Contratado <input type="checkbox"/>	Estructura de Investigación: Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria	
	AREA CIENTÍFICO-TÉCNICA (ver <a href="#">Áreas de la ANEP</a> ): Agricultura		
4	Apellidos y Nombre: Gala Abad, Carlos		Cedula: 25400489W
	Titulación académica: Máster Universitario en Tecnología Energética para Desarrollo Sostenible Grado en Ingeniería Electrónica Industrial Y Automática		Doctor <input type="checkbox"/> ; Licenciado / Ingeniero <input checked="" type="checkbox"/>
	PDI / Investigador <input type="checkbox"/> ; Personal Contratado <input checked="" type="checkbox"/>	Estructura de Investigación: Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria Universidad Politécnica de Valencia	
	AREA CIENTÍFICO-TÉCNICA (ver <a href="#">Áreas de la ANEP</a> ): Agricultura		
5	Apellidos y Nombre: Estornell Cremades, Javier		Cedula:20016803H
	Titulación académica: Dr. Ingeniero Cartografía y Geodesia		Doctor <input checked="" type="checkbox"/> ; Licenciado / Ingeniero <input type="checkbox"/>
	PDI / Investigador <input checked="" type="checkbox"/> ; Personal Contratado <input type="checkbox"/>	Estructura de Investigación: Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría Universidad Politécnica de Valencia	
	AREA CIENTÍFICO-TÉCNICA (ver <a href="#">Áreas de la ANEP</a> ): Agricultura		



Relación de miembros del externos a la UPV

1	Apellidos y Nombre: <b>Gaibor Chávez, Juan Alberto</b>		D.N.I./Pasaporte:0201051687
	Titulación académica: Ingeniero Agroindustrial	Doctor <input type="checkbox"/> ; Licenciado / Ingeniero <input checked="" type="checkbox"/>	
	Institución: Universidad Estatal de Bolívar		
2	Apellidos y Nombre: <b>Niño Ruiz, Zulay Marina</b>		Pasaporte venezuela: 093218885
	Titulación académica: Doctora Ingeniera Química	Doctor <input checked="" type="checkbox"/> ; Licenciado / Ingeniero <input type="checkbox"/>	
	Institución: Universidad Estatal de Bolívar		
3	Apellidos y Nombre: <b>Wilcaso Fajardo, María Paola</b>		D.N.I./Pasaporte: 0201814506
	Titulación académica: Master Universitario en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos	Doctor <input type="checkbox"/> ; Licenciado / Ingeniero <input checked="" type="checkbox"/>	
	Institución: Universidad Estatal de Bolívar		
4	Apellidos y Nombre: <b>Paredes Villena, Manuela Isabel</b>		D.N.I.(Ecuador): 0201433539
	Titulación académica: Bióloga	Doctor <input type="checkbox"/> ; Licenciado / Ingeniero <input checked="" type="checkbox"/>	
	Institución: Universidad Estatal de Bolívar		
5	Apellidos y Nombre: <b>Cortés Rojas, Erika Carolina</b>		D.N.I.(Ecuador): 020233252-4
	Titulación académica: Ingeniería en Biotecnología Ambiental		
	Institución: Universidad Estatal de Bolívar		

**5.2. Contribuciones del equipo investigador** (*resultados más relevantes obtenidos por el equipo investigador dentro de cada una de las áreas científicas en las que se enmarca el proyecto – máximo tres páginas*)

Publications included in Science Citation Index (SCI)

Velazquez-Marti B., Pérez-Pacheco S., Gaibor-Chávez J., Wilcaso P. 2016. Modeling of Production and Quality of Bioethanol Obtained from Sugarcane Fermentation Using Direct Dissolved Sugars Measurements. *Energies* 9 (5), 319. doi:10.3390/en9050319

Velazquez-Marti B., Gaibor-Chávez J., Pérez-Pacheco S. 2016. Quantification based on dimensionless dendrometry and drying of residual biomass from the pruning of orange trees in Bolivar province (Ecuador). *Biofuels, Bioprod. Bioref.* 10: 175–185. doi: 10.1002/bbb.1635

Gaibor-Chávez J., Pérez-Pacheco S., Velázquez-Martí B., Niño-Ruiz Z., Domínguez-Narvaez V. 2015. Dendrometric characterization of corn cane residues and drying models in natural conditions in Bolivar Province (Ecuador). *Renewable Energy* 86: 746-750. Doi: /10.1016/j.renene.2015.09.009

Pérez-Arévalo J.J., Callejón-Ferre A.J., Velázquez-Martí B., Suárez-Medina M.D. 2015. Prediction models based on higher heating value from the elemental analysis of neem, mango, avocado, banana, and carob trees in Guayas (Ecuador). *Journal of Renewable and Sustainable Energy* 7, 053122. <http://dx.doi.org/10.1063/1.493459>

Estornell J., Ruiz L.A., Velázquez-Martí B., López-Cortés I., Salazar D., Fernández-Sarría A. 2015. Estimation of pruning biomass of olive trees using airborne discrete-return LiDAR data. *Biomass and Bioenergy* 81: 315-321

Gracia C., Velázquez-Martí B., Estornell J. 2014. An application of the vehicle routing problem to biomass transportation. *Biosystems Engineering* 124: 40 - 52



**ÀREA DE COOPERACIÓ AL  
DESENVOLUPAMENT**

Velázquez-Martí B., López-Cortés I., Salazar D.M. 2014. Dendrometric analysis of olive trees for wood biomass quantification in Mediterranean orchards. *Agroforestry Systems* 88(5): 755-765

Sajdak M., Velázquez-Martí B., López-Cortés I. 2014. Quantitative and qualitative characteristics of biomass derived from pruning *Phoenix canariensis* hort. ex Chabaud. and *Phoenix dactylifera* L. *Renewable Energy* 71: 545-552

Sajdak M., Velázquez-Martí B., López-Cortés I., Estornell J., Fernández-Sarría A. 2014. Prediction models for estimating pruned biomass obtained from *Platanus hispanica* Münchh. used for material surveys in urban forests. *Renewable Energy* 66: 178-184

Velázquez-Martí B., Sajdak M., López-Cortés I., Callejón-Ferre A.J. 2014. Wood characterization for energy application proceeding from pruning *Morus alba* L., *Platanus hispanica* Münchh. and *Sophora japonica* L. in urban áreas. *Renewable Energy* 62: 478-483

Estornell J., Velázquez-Martí B., López-Cortés I., Salazar D., Fernández-Sarría A. 2014. Estimation of wood volume and height of olive tree plantations using airborne discrete-return lidar data. *GIScience & Remote Sensing* 51(1): 17-29

Callejón-Ferre A.J., Carreño-Sánchez J., Suárez-Medina F.J., Pérez-Alonso J., Velázquez-Martí B. 2014. Prediction models for higher heating value based on the structural analysis of the biomass of plant remains from the greenhouses of Almería (Spain). *Fuel* 116 . 377–387

López-Cortés I., Salazar D.C., Velázquez-Martí B., Salazar D.M. 2013. Chemical characterization of traditional varietal olive oils in East of Spain. *Food Research International*. 54(2): 1934–1940

Velázquez-Martí B., Fernández-Gonzalez E., López-Cortés I., Callejón-Ferre A.J. 2013. Prediction and evaluation of biomass obtained from citrus trees pruning. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 11 (3&4): 1485-1491.

Vega J., Escobar B., Velázquez-Martí B. 2013. Application of Bordeaux mixture for Botrytis control in passion fruit (*Passiflora ligularis* Juss) cultivated under organic farming in the Andean region. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 11 (3&4): 904-907 .

Velázquez-Martí B., Sajdak M., López-Cortés I. 2013. Available residual biomass obtained from pruning of *Morus alba* L. trees cultivated in urban forest. *Renewable Energy* 60: 27-33

Fernández-Sarría A, Velázquez-Martí B., Sajdak M., Martínez L., Estornell J. 2013. Residual biomass calculation from individual tree architecture using terrestrial laser scanner and ground-level measurements. *Computers and Electronics in Agriculture* 93, 90-97

Fernández-Sarría A., Martínez L., Velázquez-Martí B., Sajdak M., Estornell J., Recio J.A. 2013. Different methodologies for calculating crown volume of *Platanus hispanica* trees by terrestrial laser scanner and comparison with classical dendrometric measurements. *Computers and Electronics in Agriculture* 90: 176–185

Estornell, J., Ruiz, L.A., Velázquez-Martí, B., Hermosilla, T .2012. Estimation of biomass and volume of shrub vegetation using LiDAR and spectral data in a Mediterranean environment *Biomass and Bioenergy* 46: 710 – 721

Sajdak M., Velázquez-Martí B. 2012. Estimation of pruned biomass through the adaptation of classic dendrometry on urban forests: case study of *Sophora japonica*. *Renewable energy* 47: 188-193.



**ÀREA DE COOPERACIÓ AL  
DESENVOLUPAMENT**

Velázquez-Martí B., Estornell J., López-Cortés I., Martí-Gavila J. 2012. Calculation of biomass volume of citrus trees from an adapted dendrometry. *Biosystems Engineering* 112(4): 285-292

Estornell J., Ruiz L.A., Velázquez-Martí B., Hermosilla T. 2012. Assessment of factors affecting shrub volume estimations using airborne discrete-return LiDAR data in Mediterranean areas. *Journal of Applied Remote Sensing* 6(1): 063544

Vargas-Moreno J.M., Callejón-Ferre A.J., Pérez-Alonso J., Velázquez-Martí B. 2012. A review of the mathematical models for predicting the heating value of biomass materials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16: 3065– 3083

Velázquez-Martí B., Fernández-González E., Callejón-Ferre A.J., Estornell J. 2012. Mechanized methods for harvesting residual biomass from Mediterranean fruit tree cultivations. *Scientia Agricola* 69 (3): 180-188

Estornell J., Ruiz L.A., Velázquez-Martí B., Fernandez-Sarria A. 2011. Estimation of shrub biomass by airborne LiDAR data in small forest stands. *Forest Ecology and Management* 262: 1697-1703

Velázquez-Martí B., Fernández-González E., López-Cortés I., Salazar-Hernández DM. 2011a. Quantification of the residual biomass obtained from pruning of vineyards in Mediterranean area. *Biomass and Bioenergy* 35(3): 3453-3464

Velázquez-Martí B., Fernández-González E., López-Cortés I., Salazar-Hernández DM. 2011b. Quantification of the residual biomass obtained from pruning of trees in Mediterranean olive groves. *Biomass and Bioenergy* 35(2): 3208-3217

Estornell J., Ruiz L.A., Velázquez-Martí B., Hermisilla T. 2011. Analysis of factors affecting LIDAR DTM accuracy in a steep shrub areas. *International Journal of Digital Earth* 4 (6): 521-538

Estornell J., Ruiz L.A., Velázquez-Martí B. 2011. Study of shrub cover and height using LIDAR data in a Mediterranean area. *Forest Science* 57(3): 171-179

Callejón-Ferre A, Pérez-Alonso J, Carreno-Ortega A, Velázquez-Martí B. 2011. Indices of ergonomic-psychosociological workplace quality in the greenhouses of Almería (Spain): Crops of cucumbers, peppers, aubergines and melons. *Safety science* 49(5):746-750.

Callejón Ferre A.J., Velázquez-Martí B., Lopez-Martinez J.A., Manzano-Agugliaro F. 2011. Greenhouse crop residues: Energy potential and models for prediction of their higher heating value. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15(2): 948-955

Velázquez-Martí B., Fernández-González E., López-Cortés I., Salazar-Hernández DM. 2011. Quantification of the residual biomass obtained from pruning of trees in Mediterranean almond groves. *Renewable Energy* 36: 621-626

Velázquez-Martí B., Fernandez-Gonzalez E. 2010. The influence of mechanical pruning in cost reduction, production of fruit and biomass waste in citrus orchards. *Applied Engineering in Agriculture* 26(4) 531-540

Velázquez-Martí B., Fernandez-Gonzalez E. 2010. Mathematical algorithms to locate factories to transform biomass in bioenergy focused on logistic network construction. *Renewable Energy* 35(9): 2136-2142

Velázquez-Martí B., Fernandez-Gonzalez E., Estornell J., Ruiz L.A. 2010. Dendrometric and dasometric analysis of the bushy biomass in Mediterranean forests. *Forest Ecology and Management* 259: 875-882



**ÀREA DE COOPERACIÓ AL  
DESENVOLUPAMENT**

Velázquez-Martí B., Annevelink E. 2009. GIS application to define biomass collection points as sources for linear programming of delivery networks. Transactions of ASABE 52(4): 1069-1078

Velázquez-Martí B., Fernandez-Gonzalez E. 2009. Analysis of the process of biomass harvesting with collecting-chippers fed by pick up headers in plantations of olive trees. Biosystems engineering 103(4): 184-190

Cremer T., Velázquez-Martí B. 2007. Evaluation of two harvesting systems for the supply chips in Norway spruce forest affected by bark beetles. Croatian Journal of Forest Engineering 28(2): 145-155.

Other Publications

Velázquez-Martí B. 2013. El sistema contemporáneo de investigación. La llama del conocimiento, revista informativa Proyecto Prometeo 8, Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (SENESCYT) (Ecuador): 6-16

Velázquez-Martí B., López-Cortés I., Salazar-Hernández D.M. 2014. Viabilidad de proyectos de aprovechamiento de biomasa de poda. Agricultura: 42-45

Velázquez-Martí B. 2011. La biomasa residual de las plantaciones agrícolas como energía renovable. Agrónomos 41(2011):18-28

Siscar-Galindo G., Estornell J., Martí Gavilà J., Velázquez-Martí B. 2011. Aplicación de la teledetección a la comparación de las tendencias del crecimiento urbano producido en zonas costeras e interior en los últimos 25 años. Caso comarca de La Safor (Valencia). ACE: Arquitectura, Ciudad y Entorno, año VI (16): 13-30

Velázquez-Martí B., Fernández-González E., López-Cortés I., Salazar-Hernández D.M. 2010. Cuantificación de la poda de la vid. La Semana Vitivinícola 3334: 2678-2682

Velázquez-Martí B., Fernández-González E. 2010. Residuos de la poda del olivar e incremento de la renta agraria. La Semana Vitivinícola 3330: 2496-2500

Velázquez-Martí B., Félix-Rodrigo I. 2007. Análisis de la rentabilidad de cultivos oleaginosos para la producción de biocarburantes. Vida Rural 250: 30-34

Velázquez-Martí B., C. Gracia-López, C, Mari-Beltrán A. 2007. Análisis de los procesos de extracción de biomasa procedente de la renovación de plantaciones de cítricos. Evaluación de su logística. Vida Rural 219: 28-33

Velázquez-Martí B. 2006. Situación de los sistemas de aprovechamiento de los residuos forestales para su utilización energética. Ecosistemas, Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente (Enero): <http://www.revistaecosistemas.net/>

Libros relacionados

Velázquez-Martí B., Armengot-Carbó B., Gaibor Chávez J., Pérez Pacheco S. 2016. Estudio de viabilidad de la utilización de residuos agrícolas para uso energético en San Simón y San Lorenzo de la provincia de Bolívar (Ecuador). Ed. Universidad Politécnica de Valencia. 455 pp

Velázquez Martí B. 2006. Aprovechamiento de los residuos forestales para uso energético. Ed UPV. ISBN: 97-8848-363049-5. Ed. UPV. Ref. 2006.799

Velázquez Martí B. 2002. Comments about Ecologic Agriculture and Sustainable Systems. Ed UPV. ISBN: 84-699-5663-9

Conferencias invitadas



**ÀREA DE COOPERACIÓ AL  
DESENVOLUPAMENT**

Sistemas de gestión de la investigación. Universidad Estatal de Bolívar (Ecuador). 10<sup>th</sup> June 2015

Manejo de bases de datos. Universidad Estatal de Bolívar (Ecuador). 10<sup>th</sup> June 2015

Curso Teórico –Práctico de Artículos Científicos. Universidad Estatal de Bolívar (Ecuador). From 30<sup>th</sup> June to 14<sup>th</sup> July 2014

Procesos de producción de biomasa agrícola y forestal para uso energético y sus implicaciones logísticas. Universidad Católica Santiago de Guayaquil (Ecuador). From 27<sup>th</sup> January to 31<sup>th</sup> January 2014

El rol del ingeniero agrónomo en el actual contexto económico mundial. Colegio de Ingenieros Agrónomos Zona Central y Oriente (CIAZCIO) (Ecuador). 25<sup>th</sup> June 2013

Diseño de Biorreactores. Facultad de Ciencia e Ingeniería de Alimentos. Universidad Técnica de Ambato (Ecuador). 23/6/2013

Procesos de producción de biomasa agrícola y forestal para uso energético. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica del Norte (Ecuador). From 14<sup>th</sup> January and 18<sup>th</sup> January 2013

Seminario Aprovechamiento Energético de Biomasa Agrícola y Forestal. Facultad de Recursos Naturales. Universidad Estatal de Guayaquil (Ecuador). From 30<sup>th</sup> July and 6<sup>th</sup> August 2012

“Sistemas de gestión de la biomasa agrícola. Cuantificación y logística” Jornadas de Innovación en el Mundo Rural, ADEIT- Fundación Universidad Empresa de Valencia. 7- September 2011

Curso elaboración de proyectos de investigación agropecuarios. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Estatal Bolivar (Ecuador). From 12/01/2011 to 15/01/2011

Evaluation of mechanized methods for harvesting residual biomass from Mediterranean fruit tree cultivations “Industrial Processes and Renewable Energies” IV Conference of Chilean Scientist in Europe (Encuentros 2010), Universidad Cambridge. 4 - 6 August 2010.



**PRESUPUESTO**

ORDEN PRIORIDAD	CONCEPTO GASTO Justificación de la necesidad	1º año	2º año
<b>GASTOS DIRECTOS</b>			
<b>GASTOS DE FUNCIONAMIENTO</b>			
	<b>Gastos adquisición material fungible:</b>		
3	Justificación:  Reactivos para análisis elemental C, H, S y N Poder calorífico	900	900
	<b>Otros gastos (detallar):</b>		
4	Materiales de divulgación de cursos. - Carteles - Cuñas publicitarias - Impresos	500	500
2	Publicación y difusión de resultados =1200 Euros	600	600
<b>GASTOS DE PERSONAL:</b>			
	<b>Personal de Apoyo (máximo 9.000 €):</b>		
<b>GASTOS DE VIAJES:</b>			
	<b>Viajes y dietas de manutención y alojamiento:</b>		
1	Justificación:  4 viajes * 1300 Euros = 5200 Euros Alojamiento y manutención = 7 días * 4 viajes * 100 Euros/día= 2800 Euros	4000	4000
<b>TOTAL:</b>		<b>6000</b>	<b>6000</b>

Valencia a 4 de Septiembre de 2018

**Investigador principal del proyecto**

Firma: Borja Velázquez Martí





## Redes Temáticas: MEMORIA TÉCNICA 2018

---

### 1. Título de la propuesta:

**Optimización de los procesos de extracción de biomasa sólida para uso energético y sus implicaciones logísticas**

### 2. Acrónimo: IBEROMASA



### 3. Objetivo general y objetivos específicos de la propuesta (máximo 1 página).

Desarrollar, mejorar y/o adaptar tecnologías para la utilización eficiente de combustibles biomásicos sólidos para usos térmicos, tanto a nivel doméstico como en pequeñas industrias en zonas rurales y urbanas marginales, que sean viables técnica, económica y socialmente, replicables y que contribuyan de forma directa al desarrollo sostenible, la equidad de género y la protección de la salud de la Región Iberoamericana.

#### Objetivos específicos

- Evaluación y caracterización de los recursos locales disponibles y que sean económica y socialmente utilizables.
- Evaluación y proposición de logísticas de distribución y comercialización de combustibles biomásicos sólidos.
- Evaluación de las tecnologías de conversión más apropiadas, eficientes y que protejan la salud de la población.
- Identificación de empresas locales relacionadas con el desarrollo y fabricación de equipos y componentes, así como de su mantenimiento.
- Análisis y evaluación de políticas públicas.
- Promover un marco institucional y normativo favorable a la equidad de género, la protección a la salud y la igualdad de oportunidades para la población rural tal que garantice su acceso a dichos combustibles biomásicos.
- Elaboración de manuales de buenas prácticas basados en especificaciones técnicas internacionales para la homologación y validación energética y ambiental de equipos y componentes..
- Desarrollar modelos de optimización de la logística para la recolección y concentración de residuos de biomasa para su transformación en biocombustibles sólidos.
- Impulsar la innovación tecnológica para la conversión de residuos de biomasa en combustibles para el sector industrial y doméstico, especialmente de aquellas tecnologías que están próximas a ser comerciales.

#### 4. Metodología y plan de trabajo (máximo 3 páginas)

##### A) Descripción de la metodología propuesta:

La metodología a utilizar se estructurará mediante dos tipos de instrumentos:

1) **Talleres de formación, investigación y transferencia** con la participación de representantes de todos los grupos de investigación y empresas integrados en la red y grupos externos a la red pero de importancia local, en el tema. A cada taller cada país aportará estudios y análisis propios de su problemática particular. Por tanto se requerirá un trabajo individual previo de documentación e investigación.

Cada taller irá acompañado de visitas técnicas a proyectos realizados en la zona donde se organiza el taller. Estas visitas permitirán conocer de forma directa los avances y puesta en práctica de soluciones particulares.

2) **Estancias técnicas multilaterales.** Este instrumento consiste en el desplazamiento de miembros concretos de cada grupo de investigación durante el segundo, tercer y cuarto año de la red a países con especial afinidad o intereses coincidentes, que presenten soluciones de especial interés para la formación de especialistas. Las estancias serán de duración corta, máximo 14 días.

##### b) **Enumeración y descripción de las actividades a realizar**

Las actividades de la Red se estructurarán del siguiente modo:

##### Año 1

- Taller 1: Sistemas de cuantificación e inventariación recursos biomásicos agrícola y forestal para uso energético .

Se realizará en la Universidad Estatal de Bolívar (Ecuador), con el desplazamiento de 21 investigadores, más el coordinador. Participarán empresas nacionales y locales.

En este taller se tratará:

- Estudio de las fuentes de abastecimiento de las plantas actuales de transformación de biomasa en biocombustibles
- Papel de las plantaciones energéticas y de la recogida de residuos agrícolas y forestales
- Sistemas de inventariación y valoración de biomasa potencial agrícola y forestal con destino energético

- Sistemas avanzados de teledetección: imágenes multiespectrales, tecnología LiDAR, uso de drones.
- Aplicación de Sistemas de Información Geográfica a los procesos de inventariación y planificación bioenergética.

Se visitarán plantas actualmente en funcionamiento donde se comprobará la planificación de sus abastecimientos. Se cuenta con el apoyo de la empresa MEGAPELLTETS, cooperativas locales como la de San Miguel, San Lorenzo en Guaranda (Ecuador)

## Año 2

- Taller 2: Análisis de las dificultades que suponen la movilización de biomasa agrícola y forestal para uso energético

Se realizará en la Universidad Entre Ríos en la provincia de Paraná (Argentina), con el desplazamiento de 15 investigadores, más el coordinador. Participarán empresas nacionales y locales

En este taller se tratará:

- Tecnología utilizada para la extracción y concentración de biomasa agrícola y forestal
- Organización del trabajo
- Propuestas de logística y transporte de biomasa particularizadas a nivel regional.
- Sistemas de información geográfica como herramienta logística
- Aplicación de centros de gestión integral, regional
- El desacople entre nivel de complejidad tecnológica de los sistemas de extracción propuestos y la comunidad o región donde se implantan
- Sostenibilidad ambiental, salud, equidad laboral u otros, de la realización de extracción de biomasa agrícola o forestal para destino energético.

Se realizarán visitas a pruebas de evaluación de tecnología de extracción y transporte realizados por proyectos de investigación en marcha en ese momento. Análisis económico-social de la integración de la extracción de biomasa con destino energético en las comunidades campesinas. Se cuenta con el apoyo de la empresa VEROLIA, empresa multinacional, líder en el sector, que colabora con la Universidad Entre Ríos.

- Se financiarán 4 estancias técnicas de investigadores a otras entidades de la red.

### Año 3

Taller 3: Análisis de tecnologías de aprovechamiento de la biomasa para destino energético

Se realizará en la Universidade Estadual Paulista / Faculdade de Engenharia em Sao Paulo (Brasil), con el desplazamiento de 15 investigadores, más el coordinador. Participarán empresas nacionales y locales

En este taller se tratará:

- Evaluación de las tecnologías de conversión más apropiadas, eficientes y que protejan la salud de la población.
- Análisis y evaluación de políticas públicas.
- Elaboración de manuales de buenas prácticas basados en especificaciones técnicas internacionales para la homologación y validación energética y ambiental de equipos y componentes..
- Innovación tecnológica para la conversión de residuos de biomasa en combustibles para el sector industrial y doméstico, especialmente de aquellas tecnologías que están próximas a ser comerciales.
- Impacto de la utilización de los biocombustibles en el mercado agrícola alimentario
- Marco institucional y normativo favorable a la equidad de género, la protección a la salud y la igualdad de oportunidades para la población rural tal que garantice su acceso a dichos combustibles biomásicos.

Se realizarán visitas a pruebas de evaluación de tecnología de extracción y transporte, soluciones logísticas realizadas por proyectos de investigación en marcha en ese momento.

- Se financiarán 4 estancias técnicas de investigadores a otras entidades de la red.

### Año 4

- Se financiarán 13 estancias técnicas de investigadores a otras entidades de la red.

- Reunión de coordinación para análisis de resultados y proyectos de futuro

## 5. Resultados esperados: (máximo 4 páginas)

A) Beneficios y repercusión prevista para los países objetivo indicando el/los usuario/s final/es:

La información obtenida en la red va dirigida a cuatro tipos de usuarios:

- Agricultores. Éstos van a tener métodos para calcular con antelación cuanta biomasa van a disponer por término medio en su explotación. Esta biomasa supondrá un recurso adicional al de la comercialización de alimentos, incrementando su renta. Al mismo tiempo tendrán de información sobre las técnicas de recogida de la biomasa residual.
- Investigadores, que se convertirán en referencia en Latinoamérica en la cuantificación de la biomasa disponible y en la tecnologías desarrolladas en el sector bioenergético.
- Organismos políticos, que podrán orientar mejor sus políticas relacionadas con el aprovechamiento de la biomasa, principalmente en cuanto a inversiones en investigación y proyectos de adaptación, y manejo sostenible de recursos; Tendrán herramientas para la inventariación de recursos y la planificación de su aprovechamiento
- Empresas que tomarán conciencia de la necesidad de adaptar los procesos productivos a sistemas que reduzcan emisiones de CO<sub>2</sub>, disminución del consumo de energía fósil, y garanticen la sostenibilidad de los recursos.

Para cada grupo se van a realizar actividades específicas de difusión.

Orientado a los agricultores se va a propiciar la elaboración de 4 videos divulgativos de 10-15 min de duración en español inglés, donde se expliquen:

- Video divulgativo y publicación en la página web «¿Qué es la red IBEROMASA de CYTED?».
- Video divulgativo y publicación en la página web «La evaluación de los potenciales y las condiciones técnicas de recogida y transporte de recursos biomásicos».
- Video divulgativo y publicación en la página web «Posibilidades logísticas de la biomasa».
- Video divulgativo y publicación en la página web «Definir la tecnología apropiada para la transformación de biomasa residual destinada a biocombustibles sólidos».

Orientado a las administraciones públicas, se realizará un video de criterios para orientar mejor las políticas de promoción del uso energético de la biomasa

Los videos se colgarán en la página web. También serán transferidos a diversas cadenas de TV nacionales , locales e institucionales..

Las empresas participarán en la red. A la finalización de la red cabría esperar al menos la impulsión de dos proyectos precompetitivos de interés del desarrollo económico y social de Iberoamérica en la utilización de recursos biomásicos con fines energéticos.

La una red IBEROMASA nace con la vocación de impulsar la investigación en el aprovechamiento de la biomasa agrícola y forestal para su utilización como biocombustibles sólidos al alcance de los países menos desarrollados y ser plataforma interlocutora social entre productores, consumidores y administración pública.

- La red permitirá alianzas para proyectos conjuntos de investigación.
- Publicación de tres libros de memorias de resultados de los talleres y otro de experiencias técnicas (con ISBN) y publicación de los mismos en la página web.
- Una publicación final donde se establezca el estado del arte de la extracción y logística de biomasa agrícola y forestal para uso energético, propuestas y soluciones regionales.
- Participación en cuatro congresos nacionales e internacionales para divulgación de resultados

Todas las publicaciones se editarán en formato papel y electrónico y se expondrán en la página web creada para la red.

B) Repercusión en capacitación. Explicitar la contribución esperada de la Red Temática en formación de recursos humanos (en todos los niveles académicos):

El desarrollo de la red implica la involucración de distintos grupos de investigación y de empresas. En los talleres se expondrán los trabajos realizados en cada una de las entidades de tal manera que se verán implicados trabajos de grado, trabajos de maestría y tesis doctorales, donde alumnos e investigadores podrán tanto difundir sus resultados, como buscar alianzas para trabajos posteriores.

El instrumento de las estancias técnicas permitirá la movilidad de estudiantes o investigadores a centros de especial afinidad o de interés para intercambio de experiencias.

C) Plan de Difusión (incluyendo cursos y seminarios, artículos y libros, patentes y reuniones con indicación de posibles participantes y países de procedencia):

Al comienzo de la red temática se creará una página web que funcionará como medio de gestión, comunicación y difusión de los eventos organizados. En ella existirán

enlaces a las páginas oficiales de los grupos participantes; se mostrarán los resultados de los talleres y estancias técnicas; y servirá de propaganda de los proyectos realizados por los países integrantes.

Para la difusión de los resultados obtenidos se pretende realizar:

- Artículo de difusión de la red en la revista *Bioenergy internacional* (<http://bioenergyinternational.es/>)
- Tres publicaciones de resultados (con ISBN), una por cada taller organizado por la red:
  - Taller 1: Sistemas de cuantificación e inventariación recursos biomásicos agrícola y forestal para uso energético .
  - Taller 2: Análisis de las dificultades que suponen la movilización de biomasa agrícola y forestal para uso energético
  - Taller 3: Análisis de tecnologías de aprovechamiento de la biomasa para destino energético
- Los resultados de los talleres también se difundirán en reuniones con empresas, cooperativas y productores locales, y en la revista *Bioenergy internacional* (<http://bioenergyinternational.es/>)
- Libro de memorias de resultados de estancias técnicas (con ISBN) y publicación de los mismos en la página web.
- Una publicación final donde se establezca el estado del arte de la extracción y logística de biomasa agrícola y forestal para uso energético, propuestas y soluciones regionales.

Se cuenta con el apoyo de las redes:

- CYTED ""Red Iberoamericana de sistemas híbridos de generación distribuida" (RISIDED).
- ECUMASA "Red ecuatoriana para la investigación del aprovechamiento energético de la biomasa" ([www.ecumasa.org](http://www.ecumasa.org))

De manera que también se difundirán los resultados con los medios utilizados para esa red.

Se va a propiciar la elaboración de 4 videos divulgativos de 10-15 min de duración de divulgación científica, que se colgarán en la página web. También serán transferidos a diversas cadenas de TV nacionales , locales e institucionales..

Difusión de la red en el congreso 27th European Biomass Conference and Exhibition (<http://www.eubce.com/>). Presentación de los videos.



Difusión de resultados de la red en el congreso de la CIGR. International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering. (<http://www.cigr.org/>). Presentación de los videos.

Difusión de resultados de la red en el congreso de la ALIA. Asociación Latinoamericana y del Caribe de Ingeniería Agrícola. (<http://www.aliaweb.org/>). Presentación de videos

Todas la publicaciones se editarán en formato papel y electrónico y se expondrán en la página Web creada para la red.

D) Repercusión en el sector productivo. Transferencia de resultados prevista:

Mediante esta investigación se van a obtener parámetros de predicción de la biomasa potencial que se puede extraer de los sistemas agrícolas latinoamericanos. Posteriormente estos parámetros pueden ser aplicados a los inventarios agrícolas o sistemas de información geográfica de forma que permita, gestionar o hacer políticas de promoción de uso de esta biomasa.

Se van a obtener conocimientos sobre la tecnología apropiada para extraer y transformar los residuos energéticos de los sistemas agrícolas, también sobre las carencias o necesidades de infraestructuras para realizar estas operaciones.

Se tendrá caracterizada la biomasa producida por los cultivos latinoamericanos en base a su potencial energético.

E) Sostenibilidad de la Red temática. Viabilidad técnica y económica de la Red una vez finalizado el apoyo de CYTED:

La constitución de la red establecerá una doble estructura:

Por un lado, una conexión de investigadores especialistas en la temática tratada que establecerán contacto continuo en proyectos conjuntos en el futuro. Por otro lado, se establecerá una red para la formación de especialistas en los diferentes aspectos, que implica la utilización de la biomasa para uso energético.

Esta estructura se mantendrá a través de otros programas que fomentan la investigación conjunta, o la formación de investigadores como: Proyectos propios de las instituciones, convocatorias públicas nacionales e internacionales, convocatorias internacionales bien de la Unión Europea, o del Banco Iberoamericano de Desarrollo. Existe compromiso entre los miembros de concurrir a otras ayudas.



## 6. Justificación: (máximo 2 páginas)

A) Originalidad de la propuesta (indicar claramente los aspectos novedosos de la propuesta en relación con el estado actual del tema):

Como originalidad de la presente propuesta se presentan dos instrumentos, los talleres y las estancias técnicas. También la divulgación audiovisual de resultados.

Desde el punto de vista técnico adquiere relevancia por su originalidad los siguientes aspectos:

- Papel de los Sistemas avanzados de teledetección, drones etc., en la inventariación de recursos biomásicos sólidos
- Papel de las plantaciones energéticas y de la recogida de residuos agrícolas y forestales
- Sistemas de inventariación y valoración de biomasa potencial agrícola y forestal con destino energético
- Impacto de la utilización de los biocombustibles en el mercado agrícola alimentario
- El desacople entre nivel de complejidad tecnológica de los sistemas de extracción propuestos y la comunidad o región donde se implantan

B) Compromiso de aportaciones de empresas o instituciones participantes en la propuesta, especificando monto y tipo de compromiso:

Las siguientes entidades se comprometen a cofinanciar la movilidad de investigadores tal como muestran las cartas de compromiso que se adjuntan a la propuesta.

Universidad Politécnica de Valencia (España): 2500 Euros

Universidad Estatal de Bolívar (Ecuador): 2500 Euros

El resto de entidades han presentado cartas de compromiso de cofinanciación pero con monto indeterminado.

C) Posibilidad de financiación adicional por parte de otras entidades públicas o privadas que no están participando directamente en la propuesta, diferenciando entre dinero en efectivo y aportes en especie:

Para la realización de talleres y visitas en los distintos países participantes existe la posibilidad de colaboración de entidades públicas locales.

- En el caso de España:
  - Ayudas anuales para la organización de Organización de congresos, jornadas y reuniones de carácter investigador de la Universidad Politécnica de Valencia (PAID-03-18 y las convocatorias posteriores)
  - Ayudas para transferencia de resultados científicos la Consejería de Empresa, Universidad y Ciencia de la Comunidad Valenciana, de la Consejería de Agricultura Pesca y Alimentación de la Comunidad Valenciana y de la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Valenciana (convocatorias anuales)
  
- Otros países, fondos propios de universidades

D) Breve descripción del papel de la empresa / representante del sector productivo participante en la propuesta:

A la propuesta de red presentada se adhieren diversas empresas de distintos países. Estas se comprometen a:

- Aportar de financiación necesaria para la participación de un representante en las reuniones de coordinación.
- Hacer disponible de sus instalaciones para pasantías de investigadores.
- Plantear demandas concretas a resolver por el consorcio.
- Aportar fondos para la cofinanciación de la búsqueda de soluciones a sus demandas.
- Aportar fondos para la cofinanciación de las acciones de capacitación y formación del personal de la empresa por parte de grupos del consorcio

**7. Indicadores de seguimiento y evaluación ex-post: (máximo 15 líneas)**

Los indicadores cuantitativos específicos que podrán emplearse en el seguimiento y evaluación ex-post:

- Creación de la página web de la RED
- Ejecución de los talleres, uno en cada año (3 primeros años)
- Realización de una publicación por taller
- Realización de videos divulgativos: 4 videos
- Realización de estancias técnicas (21 estancias)
- Publicación final del estado del arte de la extracción y logística de biomasa agrícola y forestal para uso energético, propuestas y soluciones regionales
- Reuniones con empresas y productores

**PESUPUESTO RED TEMATICA CYTED2018**  
**Optimización de los procesos de extracción de biomasa sólida para uso energético y sus implicaciones logísticas**

**Año 1**

**Capítulo 1. Gastos de coordinación** **Total capítulo 1** **300,00 €**

**Capítulo 2. Movilidad del Coordinador de la red**

pasaje	1.200,00 €		
dieta 4 días (75€/día)	300,00 €		
		<b>Total capítulo 2</b>	<b>1.500,00 €</b>

**Capitulo 3. Reunión de coordinación**

**Total capítulo 3** **-**

**Capitulo 4. Movilidad de los participantes**

21 investigadores distintos al coordinador por taller de 4 días

Pasaje	600,00 €		
Dieta 4 días (75€/día)	300,00 €		
	900,00 €	x 21 investigadores	
		<b>Total capítulo 4</b>	<b>18.900,00 €</b>

**Capitulo 5. Publicaciones y página web** **Total capítulo 5** **2.600,00 €**

**Capitulo 6. Organización de talleres**

Salas y medios audiovisuales			
Aperitivos en los recesos			
Autobuses para visitas técnicas			
Otros			
		<b>Total capítulo 6</b>	<b>1.500,00 €</b>

<b>Total año 1:</b>	<b>24.800,00 €</b>
---------------------	--------------------

## Año 2

**Capítulo 1. Gastos de coordinación** **Total capítulo 1** **300,00 €**

### **Capítulo 2. Movilidad del Coordinador de la red**

Pasaje	1.200,00 €		
Dieta 4 días (75€/día)	300,00 €		
		<b>Total capítulo 2</b>	<b>1.500,00 €</b>

### **Capítulo 3. Reunión de coordinación**

**Total capítulo 3** **- €**

### **Capítulo 4. Movilidad de los participantes**

#### a) Movilidad a taller

15 investigadores por taller de 4 días

Pasaje	600,00 €		
Dieta 4 días (75€/día)	300,00 €		
	<u>900,00 €</u>	x 15 investigadores	
		<b>Total capítulo 4a</b>	<b>13.500,00 €</b>

#### b) 4 Estancias técnicas multilaterales

Pasaje	600,00 €		
Dieta 14 días (75€/día)	1.050,00 €		
	<u>1.650,00 €</u>	x 4 estancias	
		<b>Total capítulo 4b</b>	<b>6.600,00 €</b>

### **Capítulo 5. Publicaciones**

**Total capítulo 5** **2.000,00 €**

### **Capítulo 6. Organización de talleres**

Salas y medios audiovisuales  
Autobuses para visitas técnicas  
otros

**Total capítulo 6** **1.000,00 €**

**Total año 2: 24.900,00 €**

### Año 3

**Capítulo 1. Gastos de coordinación** **Total capítulo 1** **300,00 €**

#### **Capítulo 2. Movilidad del Coordinador de la red**

Pasaje	1.200,00 €	
Dieta 4 días (75€/día)	300,00 €	
	<b>Total capítulo 2</b>	<b>1.500,00 €</b>

#### **Capitulo 3. Reunión de coordinación**

**Total capítulo 3** **- €**

#### **Capitulo 4. Movilidad de los participantes**

##### a) Movilidad a taller

15 investigadores por taller de 3 días

Pasaje	600,00 €	
Dieta 4 días (75€/día)	300,00 €	
	<u>900,00 €</u>	
	x 15 investigadores	
	<b>Total capítulo 4a</b>	<b>13.500,00 €</b>

##### b) 4 Estancias técnicas multilaterales

Pasaje	600,00 €	
Dieta 14 días (75€/día)	1.050,00 €	
	<u>1.650,00 €</u>	
	x 4 estancias	
	<b>Total capítulo 4b</b>	<b>6.600,00 €</b>

**Capitulo 5. Publicaciones** **Total capítulo 5** **2.000,00 €**

#### **Capitulo 6. Organización de talleres**

Salas y medios audiovisuales  
Autobuses para visitas técnicas  
otros

**Total capítulo 6** **1.000,00 €**

**Total año 3:** **24.900,00 €**

## Año 4

<b>Capítulo 1. Gastos de coordinación</b>		<b>Total capítulo 1</b>	-
<b>Capítulo 2. Movilidad del Coordinador de la red</b>			
Pasaje	1.200,00 €		
Dieta 4 días (75€/día)	300,00 €		
		<b>Total capítulo 2</b>	<b>1.500,00 €</b>
<b>Capitulo 3. Reunión de coordinación</b>			
		<b>Total capítulo 3</b>	- €
<b>Capitulo 4. Movilidad de los participantes</b>			
10 Estancias técnicas multilaterales			
Pasaje	600,00 €		
Dieta 14 días (75€/día)	1.050,00 €		
	<u>1.650,00 €</u>	x 13 estancias	
		<b>Total capítulo 4</b>	<b>21.450,00 €</b>
<b>Capitulo 5. Publicaciones</b>		<b>Total capítulo 5</b>	<b>2.000,00 €</b>
<b>Capitulo 6. Organización de talleres</b>			
		<b>Total capítulo 6</b>	- €
		<b>Total año 4:</b>	<b>24.950,00 €</b>

**RESUMEN DE PRESUPUESTOS**

	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	TOTAL
<b>Capítulo 1. Gastos de coordinación</b>	300 €	300 €	300 €	-	<b>900 €</b>
<b>Capítulo 2. Movilidad del Coordinador de la red</b>	1.500 €	1.500 €	1.500 €	1.500 €	<b>6.000 €</b>
<b>Capítulo 3. Reunión de coordinación</b>	- €	- €	- €	- €	<b>- €</b>
<b>Capítulo 4. Movilidad de los participantes</b>	18.900 €	20.100 €	20.100 €	21.450 €	<b>80.550 €</b>
<b>Capítulo 5. Publicaciones</b>	2.600 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	<b>8.600 €</b>
<b>Capítulo 6. Organización de talleres</b>	1.500 €	1.000 €	1.000 €	- €	<b>3.500 €</b>
<b>TOTAL</b>	<b>24.800 €</b>	<b>24.900 €</b>	<b>24.900 €</b>	<b>24.950 €</b>	<b>99.550 €</b>



(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

**A. DATOS GENERALES DEL PROYECTO**

TIPOLOGÍA		
Investigación Básica	<input type="checkbox"/>	X
Investigación Aplicada	<input type="checkbox"/>	
Desarrollo Tecnológico	<input type="checkbox"/>	

TÍTULO
<b>Estudio de la co-digestión anaerobia de residuos agrícolas con estiércol de ganado en un biodigestor por carga.</b>

ÁREA TEMÁTICA DE I+D EN EL QUE TENDRÁ IMPACTO EL PROYECTO		
SUB-LINEAS	PROGRAMAS Y PROYECTOS	
<b>LINEA: DESARROLLO AGROPECUARIO</b>		
<b>PRODUCTIVIDAD ANIMAL Y VEGETAL</b>	SANIDAD VEGETAL Y ANIMAL	
	MANEJO GANADERO Y ESPECIES MENORES	
	MANEJO DE CULTIVOS	
<b>DESARROLLO AGROINDUSTRIAL</b>	SOBERANIA y SEGURIDAD ALIMENTARIA	
	SOCIOLOGIA RURAL	
<b>LINEA: BIOTECNOLOGÍA</b>		
<b>BIOTECNOLOGÍA VEGETAL, ANIMAL Y DE LOS ALIMENTOS</b>	MEJORAMIENTO GENÉTICO ANIMAL	
	MEJORAMIENTO GÉNÉTICO VEGETAL	
	ENZIMAS, METABOLÓMICA	
<b>BIOINSUMOS</b>	BIOFERTILIZANTES, BIOPLAGUICIDAS, BIOCATALIZADORES	
<b>LINEA: AMBIENTE</b>		
<b>GESTION DE RECURSOS NATURALES</b>	USO, MANEJO, CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO SUELO	
	USO, MANEJO, CONSERVACIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS SISTEMAS DE RIEGO	
<b>ENERGÍAS RENOVABLES</b>	BIOMASA, BIOGAS, BIOETANOL, BIODIESEL, PELLETS, BRIQUETAS, HIDRÁULICA, EÓLICA	<b>X</b>
<b>GESTION DE RIESGOS Y DESASTRES NATURALES</b>	AMENAZAS (NATURALES, SOCIO NATURALES Y ANTRÓPICAS)	
	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
	MANEJO Y RECUPERACIÓN ANTE EVENTOS ADVERSOS	
<b>LINEA: DESARROLLO HUMANO</b>		
<b>GESTION DE TECNOLOGÍAS</b>	DESARROLLO DE SOFTWARE	



**FORMULARIO PARA LA PRESENTACIÓN DE I+D+I**  
**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR**  
**VICERRECTORADO ACADÉMICO Y DE INVESTIGACIÓN**  
**DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN**  
 WWW.UEB.EDU.EC/APP/INVESTIGACION/

(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN	REDES Y TELECOMUNICACIONES	
EDUCACIÓN Y SOCIEDAD	COMUNICACIÓN Y LENGUAJE	
	GESTIÓN SOCIO-CULTURAL	
	PEDAGOGIA Y DIDÁCTICA	
	TECNOLOGÍA EDUCATIVA	
	DESARROLLO PERSONAL	
	DISCAPACIDAD E INCLUSIÓN	
	INTERCULTURALIDAD	
SALUD Y BIENESTAR HUMANO	SALUD INFANTIL	
	MORBILIDAD MATERNA	
	ENFERMEDADES ENDÓCRINAS Y CRÓNICO DEGENERATIVAS	
	ENFERMEDADES VECTORIALES	
	CALIDAD DEL CUIDADO DEL ENFERMERO	
ESTADO SOCIAL DE DERECHOS, SABERES JURÍDICOS Y POLITOLOGÍA.	CRIMINOLOGÍA, CIENCIAS FORENCES Y SEGURIDAD CIUDADANA	
	GOBERNABILIDAD Y POLITICAS PÚBLICAS	
	JUSTICIA AMBIENTAL Y DERECHOS DE LA NATURALEZA	
	PLURALISMO JURÍDICO Y PLURINACIONALIDAD	
GESTION DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS	EMPRENDIMIENTO, ECONOMÍA POPULAR Y SOLIDARIA	
	BIOTURISMO	
	ADMINISTRACIÓN PÚBLICA	

**Nota 1:** Las sublíneas, programas y/proyectos de Investigación son cambiantes de acuerdo a la realidad y dinámica del contexto.

**Nota 2:** Existen ejes transversales que son esenciales en todos los procesos: **Interculturalidad y Saberes Ancestrales, Equidad y Participación Ciudadana, Ecología Social y Ambiental.**



(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

#### TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Duración del proyecto en meses

24 meses

#### FINACIAMIENTO DEL PROYECTO

Monto total del financiamiento proyecto 36.820,00 (USD)

Monto Financiamiento Contraparte

*De ser el caso, ingrese el monto del financiamiento del proyecto con el que contribuirá la Institución Ejecutora*

#### B. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

##### COBERTURA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

*(Seleccione sólo un tipo de cobertura)*

Zona 5 (Bolívar, Guayas, Los Ríos y Santa Elena)

Zonas de Planificación

Provincial

Local

*Especifique las provincias en las que se ejecutará su proyecto  
Especifique la Provincia y Cantones donde se ejecutará su proyecto*

#### C. DATOS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EJECUTORA



FORMULARIO PARA LA PRESENTACIÓN DE I+D+I  
UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR  
VICERRECTORADO ACADÉMICO Y DE INVESTIGACIÓN  
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN  
WWW.UEB.EDU.EC/APP/INVESTIGACION/

(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

<i>Nombre de Grupo de Investigación Ejecutora</i>				
<b>Coordinador del Grupo</b>	<b>Ing. Juan Gaibor Chávez</b>	<b>Cédula de Identidad</b>	<b>0201051687</b>	
<b>Director del Proyecto</b>	<b>Ing. Zulay M. Niño R. PhD</b>	<b>Cédula de Identidad</b>	<b>1757560303</b>	
<b>Teléfonos</b>	<b>0979717336</b>	<b>Fax</b>		<b>Correo Electrónico</b> <b>znino09@gmail.com</b>
<b>Dirección</b>	<b>Avenida Che Guevara y Gabriel Secaira – Vía Ambato</b>			
<b>Página Web Institucional</b>	<b><a href="http://www.ueb.edu.ec">http://www.ueb.edu.ec</a></b>			
<b>Órgano Ejecutor</b>	<b>Departamento de Investigación de la Universidad Estatal del Bolívar</b>			

**D. INVESTIGACIÓN COMPARTIDA**

<b>Universidad Politécnica de Valencia</b>			
<b>Representante Legal</b>	<b>Francisco J. Mora Mas (Rector de la Universidad)</b>	<b>Cédula de Identidad</b>	<b>Q4618002B CIF universidad</b>
<b>Teléfonos</b>	<b>0034 655438581</b>	<b>Correo Electrónico</b>	<b><a href="mailto:ccd@upv.es">ccd@upv.es</a></b>
<b>Dirección</b>	<b>Camino de Vera s/n 46022 Valencia (España)</b>		
<b>Página Web Institucional</b>	<b><a href="http://www.upv.es">http://www.upv.es</a></b>		
<b>Órgano Ejecutor</b>	<b>Centro de Cooperación para el Desarrollo</b>		

*La Universidad Politécnica de Valencia (UPV) colaborará en este proyecto a través de un programa propio de cooperación para el desarrollo denominado ADSIDEO, a través del cual se articulan ayudas para que personal de la UPV (alumnos y técnicos) puedan visitar la UEB para su participación en el proyecto.*



E. **PERSONAL CIENTÍFICO-TÉCNICO DEL PROYECTO**

**PERSONAL DEL PROYECTO**

*Nota: Debe incluirse al personal tanto de la institución postulante, como de la(s) institución(es) que comparten la investigación. Si es necesario añade una fila por cada miembro del equipo científico-técnico del proyecto*

FUNCIÓN	CÉDULA DE IDENTIDAD	NOMBRE COMPLETO	ENTIDAD A LA QUE PERTENECE	TELÉFONO FIJO, CELULAR Y CORREO ELECTRÓNICO
Director del Proyecto	0979717336	Zulay Marina Niño Ruíz Ing. Químico PhD en Ing. Química	Universidad Estatal de Bolívar	Fijo: 2982383 Celular: 0979717336 Correo: znino09@gmail.com
Investigador 1	0201051687	Ing. Juan Alberto Gaibor Chávez. Ingeniero Agroindustrial y Master en Salud con Enfoque de Ecosistemas	Universidad Estatal de Bolívar	032983057 – 0997838109 juanelogaibor@gmail.com
Investigador 2	0601587280	Herminia Del Rosario Sanaguano Doctora en Química	Universidad Estatal de Bolívar	0997865026 hrosario@hotmail.com
Investigador 3	29187428Z	Dr. Borja Velázquez Martí	U. Politécnica de Valencia – España	0034 655438581 birvemar@dmta.upv.es

F. **RESUMEN EJECUTIVO**

El Grupo de Investigación de Biomasa, perteneciente al Centro de Investigación del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar, continuando con sus investigaciones en el área de Biomasa, aborda la problemática de valorización y disposición de residuos orgánicos generados en las actividades agrícolas mediante el estudio del proceso de co-digestión anaeróbica de residuos agrícolas (RA) con estiércol de ganado (EG).

Para ello se plantean los siguientes objetivos: 1.- Definir la relación de mezcla óptima para la co-



(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

digestión anaerobia de RA y EG a nivel de laboratorio; 2.- Probar la relación de mezcla óptima para la co-digestión anaerobia de RA y EG en un reactor por carga. 3.- Evaluar el efecto del tipo de residuo sobre la co-digestión de RA y EG y 4.- determinar la viabilidad de la co-digestión anaerobia como tratamiento de estos residuos agrícolas.

Las pruebas experimentales se realizarán en el bioreactor de laboratorio que actualmente se encuentra en etapa de adquisición y que será instalado en el Laboratorio de Biomasa ubicado en el campus Laguacoto II de la UEB. Los mejores resultados serán extrapolados al bioreactor Piloto ubicado en la Matriz Guaranda de la Universidad Estatal de Bolívar. Los factores a analizar serán el tipo de residuo (maíz, lechero y álamo) y la proporción C/N la cual se ubica entre 25 y 30, para ello se aplicará un diseño experimental AxB con tres y dos niveles respectivamente.

Entre los parámetros a medir experimentalmente se tienen: pH, Temperatura, además de composición de los gases producidos y rendimiento del metano.

Los resultados esperados permitirán tener un pleno conocimiento del proceso de co-digestión anaerobia de Residuos agrícolas y Estiércol de ganado, realizando pruebas experimentales para mejorar el proceso y conocer el efecto de la relación C/N y del tipo de residuo con el fin de optimizar el proceso de biodigestión. Al lograr este propósito, se tendría una idea clara de la calidad del biogás producido (% de CH<sub>4</sub> y de CO<sub>2</sub>) y del tiempo de residencia del proceso, parámetros fundamentales para la propuesta de instalación del bioreactor de prueba en una comunidad, siendo necesario determinar los costos de utilización, y amortización, y finalmente el coste del kJ, es decir, USD/kJ o USD/kWh, lo que beneficiaría directamente a la economía de los agricultores.

#### G. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO

##### LÍNEA BASE DEL PROYECTO

Uno de los grandes problemas de la humanidad es su dependencia de los combustibles fósiles, que además de ser limitados (Callejón-Ferre et al., 2011), provocan un fuerte impacto ambiental y diversos trastornos económicos. El reto está en conseguir que las energías alternativas y renovables vayan sustituyendo paulatinamente a esos combustibles (González-Salazar et al, 2014; Demirbas y Demirbas, 2007). En este sentido la biomasa juega un papel muy importante (Manzano-Agugliaro et al., 2013).

El término biomasa hace referencia a toda la materia que puede obtenerse a través de fotosíntesis. La mayoría de las especies vegetales utilizan la energía solar para crear azúcares del agua y del dióxido de carbono y la almacenan en forma de moléculas de glucosa y almidón, oleaginosas, celulosas y lignocelulosas (Velázquez-Martí B. 2006). Existen diferentes tipos de biomasa que pueden ser utilizados como recurso energético. Aquí nos ocuparemos de la **Biomasa Residual**: la cual es la



(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

generada por cualquier actividad humana, principalmente en los procesos agrícolas, ganaderos y los del propio hombre, tal como, basuras y aguas residuales. Incluye los residuos forestales y agrícolas, los residuos producidos por industrias forestales y agrícolas, los residuos sólidos urbanos y los residuos biodegradables como efluentes ganaderos, lodos de depuradoras, aguas residuales urbanas, etc.

El gobierno ecuatoriano ha impulsado una reforma de la matriz productiva del país, cuyo objetivo es aprovechar de forma eficiente todos los recursos disponibles para lograr el buen vivir en el medio social y económico globalizado existente a nivel mundial (SENPLADES, 2013). En el ámbito energético Ecuador propone la sustitución del uso de gas doméstico por el uso de la electricidad. Se pretende ahorrar 800 millones de dólares al año con la migración de las cocinas de gas a cocinas de inducción y la instalación de calentadores de agua caliente sanitaria. Esta situación provocará en determinadas zonas rurales, sin suministro de electricidad o sin medios económicos para la implantación de sistemas eléctricos, una revitalización del uso de recursos madereros para estos fines, existiendo el peligro de sobreexplotación descontrolada de áreas forestales. Sin embargo, una gran cantidad de biomasa residual con posible uso energético puede ser extraída de la gestión de la agricultura ecuatoriana, especialmente en operaciones de poda, renovación de plantaciones o restos de cosecha (Gaibor et al, 2016).

La biomasa puede transformarse en energía aprovechable por diferentes métodos tales como: los termoquímicos y los biológicos.

Métodos termoquímicos: se basan en la utilización del calor como fuente de transformación de la biomasa. Están muy desarrollados para la biomasa seca, sobre todo para la paja y la madera. Se utilizan los procesos de Combustión y Pirolysis

Métodos biológicos: es la transformación de la biomasa por la acción de bacterias y hongos, entre estos se encuentran: Fermentación alcohólica y Digestión anaeróbica

**La digestión anaeróbica** es un proceso biológico en el que la materia orgánica, en ausencia de oxígeno, y mediante la acción de un grupo de bacterias específicas, se descompone en productos gaseosos o “biogás” ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , etc.), y en digestato, que es una mezcla de productos minerales (N, P, K, Ca, etc.) y compuestos de difícil degradación (Deublien y Steinhauser, 2008). En los fermentadores, o digestores, la biomasa se degrada en un gas, el cual contiene alrededor de 60-70% de metano y 30-40% de  $\text{CO}_2$ . Para este proceso la temperatura puede variar entre 25-55 ° C. Uno de los objetivos de la digestión anaerobia es la producción de metano, que se puede convertir en electricidad mediante su combustión.

La producción de biogás, que es un gas rico en metano, por un proceso de digestión anaerobia implica un consorcio de microorganismos que degradan sustratos orgánicos presentes en los residuos biológicos. La digestión anaerobia (DA) es considerada como uno de los procesos más importantes y ventajosas en el tratamiento de residuos de estiércol de ganado. Representa la posibilidad de reducir el peligro ambiental, mientras que al mismo tiempo proporciona biogás para las necesidades energéticas locales (Chynoweth et al, 1998).

Entre los beneficios que presenta la biodigestión anaeróbica se pueden citar:

**Permite la reducción de la carga orgánica de los residuos sólidos**, evitando así: malos olores,



(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

proliferación de roedores e insectos, liberación de los agentes patógenos de origen animal, contaminación de aguas superficiales y subterráneas, deterioro de la estructura biológica de la tierra, y los derrames catastróficos (Sakar et al, 2009).

**Reducción de emisiones de efecto invernadero**, el CH<sub>4</sub> es producido de manera controlada, evitando su emisión espontánea al ambiente. (Stefen et al, 1998).

**Aprovechamiento energético de los residuos orgánicos**, se produce energía renovable que sustituye a una fuente de energía fósil, reduciendo la producción de CO<sub>2</sub>. (Pagés et al, 2011). El biogás no sólo es un combustible limpio, sino también tiene un valor calorífico inferior cerca del poder calorífico inferior del metano, es decir, 50,28 MJ kg<sup>-1</sup> (Bejan, 1997).

**Aprovechamiento de los subproductos**, por otra parte, los residuos restantes, tanto líquidos como sólidos, pueden ser utilizados como biofertilizantes (Lomas et al 1999).

La relación C/N determinará la cantidad de materia orgánica introducida por unidad de volumen. Valores bajos implican baja concentración en el influente y/o elevado tiempo de retención, se debe entonces encontrar un valor óptimo técnico/económico para cada instalación y residuo a tratar. (Chynoweth et al 1988).

La digestión anaerobia tiende a fallar sin la adición de nutrientes externos y agentes buffer (Demeril, 2008) por lo tanto, codigestión con sustratos que tienen una alta capacidad tampón (alcalinidad) como el estiércol puede ser una buena alternativa para el tratamiento eficaz de los materiales altamente biodegradables (como RA).

La adición de materia orgánica fácilmente biodegradable en el digestor con el estiércol animal podría aumentar significativamente la producción de biogás. (EI-Mashad, 2007; Li R, 2009)

El mantenimiento del balance entre carbono y nitrógeno sugiere la evaluación de **co-digestión anaerobia (digestión anaerobia conjunta de dos o más sustratos de diferente origen)**. En el caso de residuos orgánicos y estiércol de ganado hay una sinergia de la mezcla: residuos ganaderos altos en alcalinidad y en macro y micronutrientes y residuos agrícolas altos en relación C/N y en materia orgánica biodegradable.

#### DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En este proyecto se abordará el problema de valorización de residuos orgánicos, mediante el estudio de la co-digestión anaerobia de residuos agrícolas (RA), con estiércol de ganado (EG) a nivel de laboratorio y en el biodigestor instalado en la Universidad Estatal de Bolívar. De esta manera se contribuirá al tratamiento eficaz de los desechos para la reducción de la carga orgánica de los residuos, pero también se producirá un combustible ecológico (Bouallagui, 2003). Los objetivos específicos son:

- 1.- Definir la relación de mezcla óptima para la co-digestión anaerobia de RA y EG a nivel de laboratorio
- 2.- Probar la relación de mezcla óptima para la co-digestión anaerobia de RA y EG en un reactor por carga.



(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

3.- Evaluar el efecto del tipo de residuo sobre la co-digestión de RA y EG y

4.- Determinar la viabilidad de la co-digestión anaerobia como tratamiento de estos residuos agrícolas.

Mediante esta investigación se pretende dar respuesta a lo establecido en el PNBV 2013-2017 (SENPLADES, 2013), para la Zona 5, a la cual pertenece la provincia de Bolívar, donde se encuentra entre las principales líneas de acción establecidas

### **Objetivo 7. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global**

*Políticas y lineamientos:*

7.7	<b><i>Promover la eficiencia y una mayor participación de energías renovables sostenibles como medida de prevención de la contaminación ambiental</i></b>
7.7.b.	Promover investigaciones para el uso y la generación de energías alternativas renovables, bajo parámetros de sustentabilidad en su aprovechamiento.
7.7.d.	Elaborar un inventario de fuentes y demanda de energías renovables y no renovables, así como de sus emisiones, incorporando alternativas tecnológicas

### **Objetivo 10. Impulsar la transformación de la matriz productiva**

*Políticas y lineamientos:*

10.1	<b><i>Diversificar y generar mayor valor agregado en la producción nacional</i></b>
10.1.f.	Articular la educación y la investigación a la generación de capacidades técnicas y de gestión, para dinamizar la transformación productiva
10.2	<b><i>Promover la intensidad tecnológica en la producción primaria, de bienes intermedios y finales</i></b>
10.2.a.	Articular la investigación científica, tecnológica y la educación superior con el sector productivo, para una mejora constante de la productividad y competitividad sistémica, en el marco de las necesidades actuales y futuras del sector productivo y el desarrollo de nuevos conocimientos.

### **Objetivo 11. Asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica**

*Políticas y lineamientos:*

11.1	<b><i>Reestructurar la matriz energética bajo criterios de transformación de la matriz productiva, inclusión, calidad, soberanía energética y sustentabilidad, con incremento de la participación de energía renovable</i></b>
11.1.b.	Aprovechar el potencial de desarrollo de la bioenergía, sin detrimento de la soberanía alimentaria y respetando los derechos de la naturaleza



(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

11.1.n.	Optimizar el uso de los recursos no renovables en la generación de energía eléctrica, a través del empleo de tecnologías eficientes
11.1.t.	Fortalecer la investigación científica en los ámbitos energéticos, de industrias básicas y de generación y uso sustentable de energía renovable, para la industria, los hogares, el transporte y la producción

Sumado a lo mencionado, resalta la inexistencia de estudios sobre la producción de biogás y digestato, buscando su calidad y disminución de material orgánico residual del tipo producido en la provincia de Bolívar, lo que provoca un aumento de las emisiones atmosféricas de CH<sub>4</sub>, producidas por la descomposición in situ de dichos residuos.

### METODOLOGÍA

El estudio se realizará en el Laboratorio de Biomasa de la Universidad Estatal de Bolívar, perteneciente al Departamento de Investigación de la UEB, ubicado en la Laguacoto II, km 1 ½ vía San Simón.

Las muestras de RA (maíz, álamo y lechero) se recolectarán en el Cantón San Miguel mientras que el estiércol bovino se obtendrá de una finca ubicada en el Cantón Guaranda, de la misma provincia. Los RA serán pre tratados mediante cortado y molido hasta alcanzar un tamaño de aproximadamente 0.5 mm, luego serán mezclados con la muestra de estiércol fresco. Se diluirá la mezcla con agua obtenida del acueducto de la ciudad, en una proporción de 0.35 kg de mezcla/L. Las pruebas de laboratorio se realizaran en un montaje como el mostrado en la figura 1:

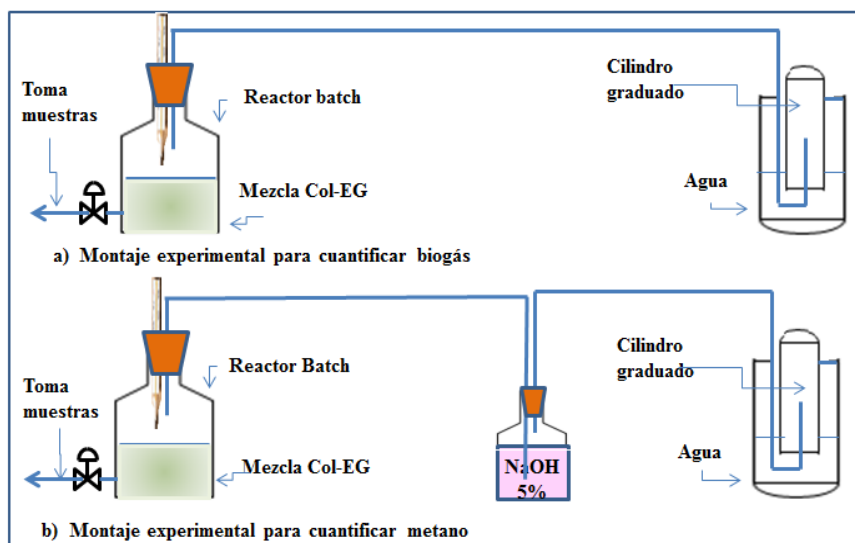


Figura 1. Montaje experimental para el estudio de la codigestión de RA con EG ganadero.

Los mejores resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio se probarán en el Bioreactor existente en la matriz Guaranda de la UEB. La figura 2 muestra un esquema del reactor piloto, donde se observa el tanque biodigestor con una capacidad de 200 L.

(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

Se trabajara a temperatura ambiente y con la mínima agitación afín de simular las condiciones que podrán encontrarse en el campo, cuando se aplique la tecnología.

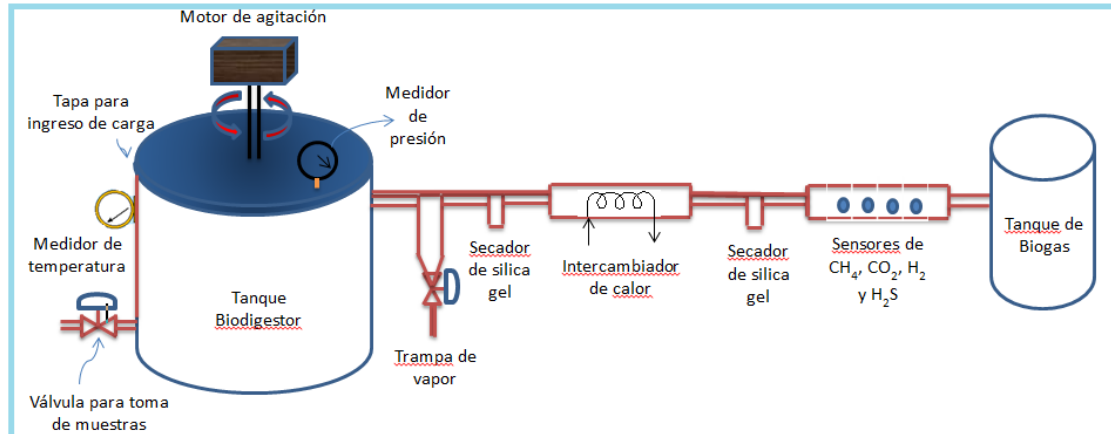


Figura 2.- Esquema del bioreactor piloto existente en la Universidad Estatal de Bolívar

Se estudiarán dos factores:

La relación C/N en la mezcla de RA co-digerida con EG

El tipo de residuo sobre la co-digestión de RA y EG.

El diseño experimental para las pruebas en el laboratorio es:

Variables	Relación C/N	Tipo de residuo
Niveles	R1: 25	TR1: Maíz
	R2: 30	TR2: álamo
		TR3: Lechero

Se aplicará un diseño experimental de 2x3 con dos repeticiones, lo que corresponde a 6 tratamientos y 12 unidades experimentales de 1 Kg cada uno. Lo que genera:

Ensayo	Tratamiento
1	R1TR1
2	R1TR2
3	R1TR3
4	R2TR1
5	R2TR2
6	R2TR3
7	R1TR1
8	R1TR2
9	R1TR3
10	R2TR1
11	R2TR2
12	R2TR3



(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

Para determinar si existe diferencia entre tratamientos se aplicará un análisis de varianza (ANOVA), prueba de medias al 5% para la determinación de los mejores tratamientos. Los parámetros experimentales a ser evaluados en la materia prima se muestran a continuación.

Características a determinar	EG	RA
TS (%)		
VS (%)		
TVFA (mg L <sup>-1</sup> )		
TA (mg L <sup>-1</sup> )		
pH		
TCOD (mg L <sup>-1</sup> )		
DBO (mg L <sup>-1</sup> )		
N		
C		

Al producto final se le determinará los siguientes parámetros

Tratamiento/ Variables	Sustrato inicial (g VSL <sup>-1</sup> )	Rendimiento del biogás (mLg <sup>-1</sup> VS)	Rendimiento de metano (mLg <sup>-1</sup> VS)	Remoción de SV (%)	Composición del gas (%)			
					CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S
R1TR1								
R1TR2								
R1TR3								
R2TR1								
R2TR2								
R2TR3								

Adicionalmente, también se determinaran los valores de DBO<sub>5</sub>, pH, acidez, alcalinidad, y sólidos suspendidos volátiles (VSS) utilizando la metodología estándar [APHA].

#### RESULTADOS ESPERADOS

La relación óptima de mezcla de residuos agrícolas y estiércol de ganado para la co-digestión anaerobia en un reactor piloto por carga.

El mejor residuo para la co-digestión anaeróbica

Los resultados planteados permitirán tener un pleno conocimiento del proceso de co-digestion anaerobia de RA y EG, realizando pruebas experimentales para mejorar el proceso y conocer la acción de la relación C/N y el tipo de residuo con el fin de optimizar el proceso de biodigestión. Al lograr este propósito, se tendría una idea clara de la calidad del biogás



(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

producido (% de CH<sub>4</sub> y de CO<sub>2</sub>) y del tiempo de residencia del proceso, parámetros fundamentales para la propuesta de instalación del biorreactor de prueba en una comunidad, siendo necesario determinar los costes de utilización, y amortización, y finalmente el coste del kJ, es decir, USD/kJ o USD/kWh lo que beneficiaría directamente a la economía de los agricultores.

#### **H. SOSTENIBILIDAD**

El proyecto dispone del equipo necesario (Bioreactor) para realizar más investigaciones relacionadas con la obtención de biogas, como también dispone de equipos de alta tecnología que permite la realización de análisis de los principales parámetros necesarios para caracterizar el producto obtenido; además el proyecto cuenta con profesionales de alto nivel que permiten la identificación de nuevos proyectos como la aplicación de los resultados obtenidos en otras mezclas de residuos orgánicos.

El proyecto cuenta además con el apoyo de investigadores de alta calificación científica internacional, quienes enfrentaran este desafío a través de una estrategia que implique la interacción de la investigación, la extensión, la capacitación y la educación en el área agroindustrial, con la aplicación de nuevas tecnologías y resultados obtenidos en proyectos ejecutados acorde a la literatura científica existente. Se espera que los resultados obtenidos estimulen a otros investigadores, estudiantes y grupos de investigación a encabezar proyectos similares

Es de recalcar que la Universidad Estatal de Bolívar a través del Departamento de Investigación, constantemente se encuentra en la búsqueda de soluciones tecnológicas que permitan resolver problemas existentes en áreas contempladas dentro del Plan del Buen Vivir y la contribución al cambio de la matriz productiva, todo lo cual apoya la continuidad del proyecto.

Existen interés por parte de otras instituciones en participar en futuros proyectos relacionados con la obtención de biogas, tal como la red Ecumasa del Ecuador, situación que avisa una continuación al proyecto.

Por otro lado la activa participación de docentes, técnicos y estudiantes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, de la Universidad Estatal de Bolívar, producirá efectos positivos en el proceso enseñanza - aprendizaje lo que redundará en la formación profesional de alto nivel académico. Todas las acciones del proyecto estarán encaminadas a conseguir su sustentabilidad luego de su período de ejecución.



(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

### ***I. EFECTOS MULTIPLICADORES***

El presente proyecto dado su carácter multidisciplinario puede constituir un referente para el desarrollo de tesis de pregrado de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, así como para trabajos de investigación de estudiantes de postgrado del componente del equipo, publicaciones que sirvan de base para planificación y ejecución de proyectos en el área obtención de biogás y biodigestato por organismos e instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

Además, se espera que el equipo de investigación que conforma el proyecto se consolide a través de una concepción más integral en disciplinas afines, promoviendo nuevos proyectos en el futuro e implementando técnicas y metodología con vistas a procesos de acreditación de la Universidad (UEB) y la consolidación de Grupos Científicos de Investigación.

### ***J. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO***

#### **BENEFICIARIOS DIRECTOS**

Se beneficiarán directamente los investigadores y estudiantes de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial.

Se beneficiará de la transferencia de resultados la comunidad agrícola de Guaranda, ya que se podrá obtener un proceso de valorización de residuos agrícolas nocivos para el ambiente generando productos aprovechables por la comunidad.

#### **BENEFICIARIOS INDIRECTOS**

La realización de este proyecto fomentará la identificación de potenciales temas de estudio en el área de biodigestión, manejo de bioreactores, y utilización de biomasa como materia prima para la obtención de biogás y digestato; estos estudios podrán ser realizados por docentes – investigadores del Departamento de Investigación, de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial.

Este tipo de estudio puede interesar a otras instituciones que trabajan con biomasa, tal es el caso de la Universidad de Valencia, España, a través del proyecto ADSIDEO y la red de biomasa del Ecuador ECUMASA.



(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

***K. IMPACTO DEL PROYECTO***

La promoción y desarrollo de subprogramas de investigación para otras localidades y la capacitación de los agricultores, a través de técnicas participativas, que permitirán aplicar los resultados obtenidos del proyecto y mejorar sus ingresos.

Contribuir a consolidar la personalidad científica de la Universidad Estatal de Bolívar en la provincia y el país, pudiéndose constituir en el futuro, en un Centro de Referencia en el estudio de biomasa residual para obtener biogás y digestato.

Reducción a largo plazo de emisiones de gases efecto invernadero, nocivas para la población.

***L. TRANSFERENCIA DE RESULTADOS***

Se publicarán artículos en revistas de alto impacto (JCR), derivados de los resultados obtenidos.

Se dictarán cursos, seminarios y talleres en la comunidad y en la Universidad Estatal de Bolívar.

Se presentarán los resultados en ferias, talleres y congresos afines al tema.

***M. FACILIDADES DE TRABAJO***

Para la realización de este proyecto se cuenta con el equipo necesario, un biorreactor por carga (batch) nivel piloto, instalado en la matriz Guaranda de la UEB, además con los equipos necesarios para los análisis de laboratorio. Se utilizara la administración existente en la UEB para los aspectos administrativos y financieros del proyecto.

Se cuenta con parte de la mano de obra como es el caso del investigador principal y subrogante., además de pasantes y tesis que pueden formarse con esta investigación

***N. IMPACTO AMBIENTAL***

Este proyecto es 100% beneficioso para el ambiente, ya que se estudiará una técnica que permite el uso de los residuos orgánicos agrícolas en la producción de biogás y digestato, ambos productos aprovechables para la comunidad

El presente proyecto investigativo contribuye al conocimiento en la búsqueda de la implantación de tecnologías que cooperen con la conservación del medio ambiente, que son requeridas globalmente. En un mundo que atraviesa las consecuencias del cambio climático al que contribuye la contaminación, es importante cualquier medida de mitigación, sobre todo la aplicación de la



(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

tecnología de digestión anaerobia de residuos sólidos urbanos que trae consigo beneficios ambientales tales como: **contribuye a la salud de los habitantes y ambiente de la comunidad, produce energía renovable, reduce la emisión de gases de efecto invernadero, conserva la capacidad de los rellenos sanitarios y produce fertilizante para suelos a partir de una fuente renovable**

#### *o. ASPECTOS BIOÉTICOS Y SOCIALES*

Este proyecto no se desarrollará de manera aislada, sino que se trabajara en conjunto con los agricultores y productores de los residuos agrícolas y del estiércol de ganado quienes estarán informados de los avances del proyecto. En cuanto a la parte bioética no se trabaja con seres humanos ni animales, son solo desechos orgánicos.

#### *p. REFERENCIAS CITADAS*

Alkaya, E., Erguder, T.H., Demirer, G.N., Effect of operational parameters on anaerobic co-digestion of dairy cattle manure and agricultural residues: a case study for the Kahramanmaraş region in Turkey. *Eng. Life Sci.* 2010, 10, 552–559.

Bejan, A. 1997. *Advanced Engineering Thermodynamics*, second ed., Wiley, New York, (Chapter 7).

Bouallagui, H. 2003. Mesophilic biogas production from fruit and vegetable waste in a tubular digester, *Bioresour. Technol.* 86. 85-89.

Bisschops, I., Spanjers, H., and Schuman, E. (2009). *Development of Decentralised Anaerobic Digestion Systems for Application in the UK: Phase 1 – Final Report*. Available at: [http://www.communitycompost.org/CCN\\_documents/Small\\_scale\\_AD\\_for\\_CCN\\_Phase1\\_report.pdf](http://www.communitycompost.org/CCN_documents/Small_scale_AD_for_CCN_Phase1_report.pdf)

Callejón-Ferre A.J., Velázquez-Martí B., López-Martínez J.A., Manzano-Agugliaro F. 2011. Greenhouse crop residues: Energy potential and models for prediction of their higher heating value. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15(2): 948-955

Chynoweth, D. P., Wilkie, A. C., Owens, J. M., 1998 *Anaerobic processing of piggery wastes: a review*. Proceedings of the ASAE Annual International Meeting, Orlando, Florida, USA.

Demirbas A.H., Demirbas I. 2007. Importance of rural bioenergy for developing countries. *Energy Conversion and Management*. 48, 2386-2398.



- Demirer, G., Chen, S., Two-phase anaerobic digestion of unscreened dairy manure. *Proc. Biochem.* 2005, 40, 3542–3549.
- Deublien Dieter and Steinhauser Angelika (2008) *Biogas from Waste and Renewable Resources*. Wiley-Vch.
- El-Mashad, H. M., Zeeman, G., van Loon, W. K., Bot, G. P., Lettinga, G., et al.. 2004. Effect of temperature and temperature fluctuation on thermophilic anaerobic digestion of cattle manure. *Bioresour. Technol.* 95, 191–201.
- Gaibor-Chávez, S. Pérez-Pacheco, B. Velázquez-Martí, Z. Niño-Ruiz, V. Domínguez- Narváez. (2016). Dendrometric characterization of corn cane residues and 1 drying models in natural conditions in bolivar province (Ecuador). *Renewable Energy* 86 (2016) 745-750.
- Gonzalez-Salazar M., Morini M. Pinelli M., Spina P., Venturini M., Finkenrath M., Poganietz W. 2014. Methodology for biomass energy potential estimation: Projections of future potential in Colombia. *Renewable Energy* 69 (2014) 488 -505
- Li, R., Chen, S., Li, X., Lar, J. S. et al., Anaerobic codigestion of kitchen waste with cattle manure for biogas production. *Energy & Fuels* 2009, 23, 2225–2228.
- Lomas J.M., C. Urbano, L.M. Camarero. 1999. Evaluation of a pilot scale downflow stationary fixed film anaerobic reactor treating piggery slurry in the mesophilic range, *Biomass Bioenergy* 17, 49-58.
- Manzano-Agugliaro F., Alcayde A., Montoya F.G., Zapata-Sierra A., Gil C. 2013. Scientific production of renewable energies world wide: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews.* 18(1), 134-143, doi:10.1016/j.rser.2012.10.020
- Pagés Díaz J, Ileana Pereda Reyes, Magnus Lundin y Ilona Sárvári Horváth. 2011. *Bioresource Technology*. Co-digestion of different waste mixtures from agro-industrial activities: Kinetic evaluation and synergetic effects. 102, 10834–10840
- Sadaka, S., Engler, C., Effects of mixing on anaerobic composting of beef manure. *Proceeding of ASAE Annual International Meeting, Technical papers: Engineering Solutions for a New Century*, Milwaukee, WI, USA 9–12 July 2000.
- Sakar, S., Yetilmezsoy, K., Kocak, E., 2009. Anaerobic digestion technology in poultry and livestock waste treatment—a literature review. *Waste Manage. Res.*, 27, 3–18.
- SENPLADES (Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo), 2013. *Plan Nacional de*



(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

Desarrollo/Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. [En línea]. Quito: SENPLADES, 2013a. 600 p. Recuperado el 22 de Septiembre de 2014, de <http://documentos.senplades.gob.ec/Plan%20Nacional%20Buen%20Vivir%202013-2017.pdf>

Steffen, R., Szolar, O., Braun, R., 1998. Feedstocks for anaerobic digestion. Institute of Agrobiotechnology Tulin, University of Agricultural Sciences, Vienna.

Velázquez-Martí B. 2006. Aprovechamiento de los residuos forestales para uso energético. Universidad Politécnica de Valencia; Ref. 2006-766.

Wang, Junye (2014) Decentralized biogas technology of anaerobic digestion and farm ecosystem: opportunities and challenges. Front. Energy Res., 26 March 2014 | doi: 10.3389/fenrg.2014.00010

#### g. DECLARACIÓN FINAL

El Grupo de investigadores, representado por el Director del Proyecto, de forma libre y voluntaria declaran lo siguiente:

- Que el proyecto descrito en este documento es una obra original, cuyos autores forman parte del Grupo de Investigadores “**GRUPO DE INVESTIGACION DE BIOMASA**”, por lo tanto, asumimos la completa responsabilidad legal en el caso de que un tercero alegue la titularidad de los derechos intelectuales del proyecto, exonerando a la UEB de cualquier acción legal que se derive por este causal.
- Que el presente proyecto no causa perjuicio alguno al ambiente y no transgrede norma ética alguna, y que en el caso de que la investigación requiera de permisos previo a su ejecución, el Director del Proyecto remitirá una copia certificada de los mismos a la UEB.
- Que este proyecto no ha sido presentado por ningún grupo de investigadores, de otras unidades académicas de la universidad, para el financiamiento del presupuesto solicitado a la UEB. El incumplimiento de este acuerdo será causal para que el proyecto no sea financiado o para la terminación anticipada unilateral del convenio firmado con la UEB.
- De otorgarse financiamiento por la UEB para la ejecución del proyecto, aceptamos que los bienes adquiridos con estos fondos permanecerán bajo la responsabilidad del grupo postulante durante la ejecución del proyecto, pero el Departamento de Investigación de la UEB se reserva el derecho de determinar el destino final de los mismos, una vez finalizado el proyecto.



(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

- Aceptamos que si el proyecto se accede a financiamiento de la UEB y como parte de los resultados del mismo se genera algún producto o procedimiento susceptible de obtener derechos de propiedad intelectual, de los cuales se deriven beneficios, éstos serán compartidos por la UEB, el grupo postulante, y la(s) instituciones que compartieron la investigación, en los términos definidos en el respectivo convenio específico.
- Como Centro de I+D+i AMBIENTE, el Grupo de Investigación: “GRUPO DE INVESTIGACION DE BIOMASA”, nos comprometemos que desde que es aprobado el proyecto, anualmente a presentar **DOS (2)** Artículos Científicos.

**Lugar:** Guaranda,

**Fecha:** 31-01-2017

Nombre: *Zulay M.Niño R.*  
CI: **1757560303**

**Director del Proyecto**

Nombre: *Nombres y Apellidos*  
CI:

**Representante Legal de la  
Institución Beneficiaria**



**FORMULARIO PARA LA PRESENTACIÓN DE I+D+I**  
**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR**  
**VICERRECTORADO ACADÉMICO Y DE INVESTIGACIÓN**  
**DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN**  
[WWW.UEB.EDU.EC/APP/INVESTIGACION/](http://WWW.UEB.EDU.EC/APP/INVESTIGACION/)

---

(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

# ANEXOS

***NOTA: Los tres Anexos al Formulario para Presentación de Proyectos de I+D+i constan en un archivo formato Excel con el título “ANEXOS Formulario de Proyectos”. Una vez que los Anexos hayan sido completados en el archivo Excel, debe imprimirlos y adjuntarlos al Formulario de Presentación de Proyectos de I+D+i..***



FORMULARIO PARA LA PRESENTACIÓN DE I+D+I  
 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR  
 VICERRECTORADO ACADÉMICO Y DE INVESTIGACIÓN  
 DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN  
 WWW.UEB.EDU.EC/APP/INVESTIGACION/

(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

**ANEXO 1. MATRIZ DE MARCO LÓGICO**

**Proyecto:** Estudio de la co-digestión anaerobia de residuos agrícolas con estiércol de ganado en un biodigestor por carga  
**Director:** Dra. Zulay Niño

**ANEXO 1**

JERARQUÍA DE OBJETIVOS	DEFINICIÓN DEL INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
<b>Fin</b>			
Objetivo superior o finalidad: Incremento de la investigación en el área agroindustrial de la UEB	A finales de 2018, Papers enviados y/o publicados en revistas indexadas de circulación internacional	Carta de recepción y/o aceptación de publicación del paper emitida por el editor de la revista	Existencia de un grupo de trabajo motivado y con mística de trabajo. Existencia de un alto grado de compromiso por parte de la UEB
<b>Propósito</b>			
Valorización de residuos orgánicos generados en las actividades agrícolas mediante el estudio del proceso de co-digestión anaeróbica de residuos agrícolas (RA) con estiércol de ganado (EG).	Hasta finales del 2018 se habrán valorado varios residuos orgánicos de la Provincia de Bolívar, Ecuador generado un banco de datos sobre las características energéticas de dichos residuos.	Base de datos generada y disponible en la página WEB de la red ECUMASA y en la página WEB del Departamento de Investigación de la UEB.	Recursos humanos y financieros , a aportar por la UEB, disponibles al inicio del proyecto
<b>Componentes</b>			



**FORMULARIO PARA LA PRESENTACIÓN DE I+D+I**  
**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**VICERRECTORADO ACADÉMICO Y DE INVESTIGACIÓN**  
**DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN**  
[WWW.UEB.EDU.EC/APP/INVESTIGACION/](http://WWW.UEB.EDU.EC/APP/INVESTIGACION/)

(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

Objetivo 1. - 1.- Definir la relación de mezcla óptima para la co-digestion anaerobia de RA y EG a nivel de laboratorio	La mezcla óptima para la codigestion anaeróbica de RA y EG se encuentra determinada	Reportes de laboratorio según tipo de análisis	Se dispone de recursos económicos y talento humano debidamente capacitado
Objetivo 2.- Probar la relación de mezcla óptima para la co-digestión anaerobia de RA y EG en un reactor por carga.	Se conoce el rendimiento de la mezcla óptima del laboratorio en el proceso en el biodigestor	Reportes de resultados. Reportes de avance, informes.	Se dispone de las metodologías necesarias para la realización de los análisis. Se encuentra funcionando los equipos del Laboratorio de Biomasa (CEB), como también funcionando el laboratorio de Análisis Instrumental.
Objetivo 3. Evaluar el efecto del tipo de residuo sobre la co-digestión de RA y EG y	Se conoce el uso potencial de los residuos analizados para la co-digestión anaerobia de RA y EG en un reactor por carga y su capacidad para la obtención de biogás	Reportes de laboratorio. Reportes de avance, informes.	Se dispone de los recursos necesarios
Objetivo 4.- Determinar la viabilidad de la co-digestión anaerobia como tratamiento de estos residuos agrícolas.	Se cuenta con una propuesta de utilización de los resultados en las comunidades	Reportes de avance, informes	Se dispone de comunidades interesadas en el resultado del proyecto
<b>Actividades</b>			
<b>Componente 1: Definición de la relación de mezcla óptima para la co-digestión anaerobia de RA y EG a nivel de laboratorio.</b>			



**FORMULARIO PARA LA PRESENTACIÓN DE I+D+I**  
**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR**  
**VICERRECTORADO ACADÉMICO Y DE INVESTIGACIÓN**  
**DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN**  
[WWW.UEB.EDU.EC/APP/INVESTIGACION/](http://WWW.UEB.EDU.EC/APP/INVESTIGACION/)

(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

<p>1) Revisión Bibliográfica relacionada al proceso de biodigestión 2) determinación de la cantidad necesaria de Residuos Agrícolas y de estiércol de ganado para la relación C/N requerida en la experiencia 3) Recolección de la materia prima 4) Pre tratamiento de la materia prima 5) Realización de los ensayos experimentales 6) Recolección de la data 7) Tratamiento estadístico de los datos 8) Análisis de los resultados y definición de los resultados a utilizar en la próxima etapa</p>	<p>Datos tomados en el laboratorio</p>	<p>Reportes con los datos de laboratorio de las experiencias realizadas</p>	<p>Se dispone de recursos económicos, talento humano debidamente capacitado y equipos de laboratorio completamente operativos</p>
<p align="center"><b>Componente 2: Prueba de la relación de mezcla óptima para la co-digestión anaerobia de RA y EG en un reactor por carga.</b></p>			
<p>1) Conocimiento y puesta en marcha de la planta piloto para bio igestión de Biomasa 2) Recolección de la materia prima a utilizar 3) pre tratamiento de la materia prima 4) Realización de las experiencias 5) Recolección de la data</p>	<p>Se realizan los ensayos para el diseño experimental planteado y se recolecta la data</p>	<p>1. Reuniones realizadas 2. Data experimental recolectada. 3. Resultados obtenidos</p>	<p>Se dispone de recursos económicos, talento humano debidamente capacitado y el equipo biodigestor piloto completamente operativo</p>
<p align="center"><b>Componente 3: Evaluación del efecto del tipo de residuo sobre la co-digestión de RA y EG</b></p>			
<p>1) Análisis estadístico de los resultados 2) Determinación de la mezcla óptima</p>	<p>Se analizan estadísticamente los resultados , se grafican los datos y se determina la mezcla óptima</p>	<p>Resultados obtenidos analizados e</p>	<p>Se dispone de software estadístico para el análisis</p>
<p align="center"><b>Componente 4: Determinación de la viabilidad de la co-digestión anaerobia como tratamiento de estos residuos agrícolas.</b></p>			
<p>1) Definición de una propuesta de instalación del bioreactor de prueba en una comunidad 2) Estudio económico del proceso</p>	<p>Se analizan los resultados , se grafican los datos y se determina la mezcla óptima</p>	<p>Resultados obtenidos analizados e interpretados Artículo presentado en revista indexada</p>	<p>Se dispone de comunidades interesadas en el resultado del proyecto</p>



**FORMULARIO PARA LA PRESENTACIÓN DE I+D+I**  
**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**VICERRECTORADO ACADÉMICO Y DE INVESTIGACIÓN**  
**DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN**  
 WWW.UEB.EDU.EC/APP/INVESTIGACION/

(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

**ANEXO 2. CRONOGRAMA DE TRABAJO POR OBJETIVOS**

Proyecto:	Año 2																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Director:	Año 1																								
<b>Objetivo Específico 1</b>																									
Revisión Bibliográfica relacionada al proceso de biodigestión																									
Determinación de la cantidad necesaria de RA y EG para la relación C/N requerida en la experiencia																									
Recolección de la materia prima																									
Pre tratamiento de la materia prima																									
Realización de los ensayos experimentales																									
Recolección de la data																									
Tratamiento estadístico de los datos																									
Análisis de los resultados y definición de los resultados a utilizar en la próxima etapa																									
<b>Objetivo Específico 2</b>																									
Conocimiento y puesta en marcha de la planta piloto para biodigestión de Biomasa																									





FORMULARIO PARA LA PRESENTACIÓN DE I+D+I  
 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR  
 VICERECTORADO ACADÉMICO Y DE INVESTIGACIÓN  
 DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN  
 WWW.UEB.EDU.EC/APP/INVESTIGACION/

(FORMULARIO TOMADO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA – SENESCYT)

**ANEXO 3. PRESUPUESTO MENSUAL POR LÍNEAS DE FINANCIAMIENTO**

**ANEXO 3: PRESUPUESTO MENSUAL POR LINEAS DE FINANCIAMIENTO**

**Proyecto:** Estudio de la co-digestión anaerobia de residuos agrícolas con estiércol de ganado en un biodigestor por carga

**Director:** Dra. Zulay Niño

**PRESUPUESTO MENSUAL POR LÍNEAS DE FINANCIAMIENTO, FONDOS UEB**

Rubros / Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
<b>1) RECURSOS HUMANOS</b>																									
Ing. agroindustrial, ing. químico o afines																									
Asistente de investigación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Modo de Contratación: tiempo parcial (1/3 del tiempo)																									
Subtotal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400

<b>2) VIAJES TECNICOS</b>																									
Movilización al campo a recolectar las muestras	0	0	0	120	0	120	0	0	120	0	0	0	0	0	0	120	0	120	0	120	0	0	0	0	0
Subtotal	0	0	0	120	0	120	0	0	120	0	0	0	0	0	0	120	0	120	0	120	0	0	0	0	0

<b>3) EQUIPOS</b>																									
-------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--







**ANEXO 4. RESUMEN DEL RESUPUESTO DEL PROYECTO**

**Proyecto:** Estudio de la co-digestión anaerobia de residuos agrícolas con estiércol de ganado en un biodigestor por carga

**Director:** Dra. Zulay Niño

RUBROS	APORTES UEB		TOTAL
	EFFECTIVO	EFFECTIVO	EFFECTIVO
	Año 1	Año 2	
<b>1. Remuneración recursos humanos</b> (Director, Investigadores, asistente de investigación)	0.00	4,800.00	4,800.00
<b>2. Viajes Técnicos</b>	360.00	360.00	720.00
<b>3. Capacitación</b> (cursos, seminarios)	0.00	0.00	0.00
<b>4. Equipos</b>	10,000.00	7000.00	17,000.00
<b>5. Recursos Bibliográficos y Software.</b>	0.00	0.00	0.00
<b>6. Materiales y Suministros</b>	2,500.00	3,000.00	5,500.00
<b>7. Transferencia de resultados</b>	0.00	2,500.00	2,500.00
<b>8. Subcontratos y servicios</b>	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>12,860.00</b>	<b>17,660.00</b>	<b>30,520.00</b>





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA  
Y COMPETITIVIDAD



## PROGRAMA RETOS 2017

“DESARROLLO DE UN NUEVO INSUMO PARA LA AGRICULTURA SOSTENIBLE:  
MULCH DE PAJA DE ARROZ CON INCORPORACIÓN DE BACTERIAS  
PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS (PGPB) Y MECANIZACIÓN  
INTEGRAL DE PROCESOS”

PROYECTO SMART MULCH

RETO 2: SEGURIDAD Y CALIDAD ALIMENTARIAS: ACTIVIDAD AGRARIA PRODUCTIVA Y SOSTENIBLE,  
RECURSOS NATURALES, INVESTIGACIÓN MARINA Y MARÍTIMA.

# MEMORIA TÉCNICA Y ECONÓMICA



UNIVERSITAT  
POLITÀCNICA  
DE VALÈNCIA



universidad  
de león

MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD.  
PROGRAMA RETOS COLABORACIÓN 2017.

“DESARROLLO DE UN NUEVO INSUMO PARA LA AGRICULTURA SOSTENIBLE: MULCH DE PAJA DE ARROZ CON INCORPORACIÓN DE BACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS (PGPB) Y MECANIZACIÓN INTEGRAL DE PROCESOS”

PROYECTO “SMART MULCH”

RETO 2: SEGURIDAD Y CALIDAD ALIMENTARIAS; ACTIVIDAD AGRARIA PRODUCTIVA Y SOSTENIBLE, RECURSOS NATURALES, INVESTIGACIÓN MARINA Y MARÍTIMA.

# MEMORIA TÉCNICA Y ECONÓMICA

## Contenido

1. RESUMEN EJECUTIVO.....	4
2. OBJETIVOS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS E INNOVACIONES TECNOLÓGICAS DEL PROYECTO .....	6
2.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	6
2.2. PRINCIPALES ELEMENTOS INNOVADORES DEL PROYECTO .....	8
2.2.1. ESTADO DEL ARTE .....	8
2.2.2. JUSTIFICACIÓN DEL CARÁCTER INNOVADOR DE LA PROPUESTA CON RESPECTO AL ESTADO ACTUAL DE LA TÉCNICA.....	15
3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y PLAN DE TRABAJO.....	17
3.1. PLAN DE TRABAJO .....	17
TAREA 1: CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL DE PARTIDA (PAJA DE ARROZ) Y DE LAS CONDICIONES PARTICULARES DE SU ÁMBITO DE ORIGEN.....	20
TAREA 2: EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL EMPLEO DE LA PAJA DE ARROZ COMO MULCH EN CULTIVOS LEÑOSOS, EN PRODUCCIÓN ECOLÓGICA Y CONVENCIONAL .....	23
TAREA 3: DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE INCORPORACIÓN DE MICROORGANISMOS FIJADORES DE NITRÓGENO ATMOSFÉRICO EN VIDA LIBRE ADAPTADAS A LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE LOS AGROSISTEMAS DE DESTINO .....	28
TAREA 4: MECANIZACIÓN INTEGRAL DE PROCESOS .....	38
TAREA 5: DESARROLLO DE PRODUCTO .....	42
TAREA 6: DIVULGACIÓN .....	44
TAREA 7: GESTIÓN .....	47
3.2. TAREAS QUE REALIZARÁN LAS ENTIDADES QUE PARTICIPEN COMO SUBCONTRATADAS .....	49
3.3. INDICADORES DE LA EVOLUCIÓN DEL PROYECTO .....	50
4. PRESUPUESTO DEL PROYECTO .....	54
4.1. PRESUPUESTO GLOBAL DEL CONSORCIO .....	54
4.2. PRESUPUESTO DE GIRSA .....	55
4.3. PRESUPUESTO UPV .....	58

4.4. PRESUPUESTO UNIVERSIDAD DE LEÓN .....	62
5. CAPACIDAD DEL CONSORCIO .....	65
5.1. ANTECEDENTES DE LAS ORGANIZACIONES PARTICIPANTES Y PAPEL QUE DESEMPEÑAN EN EL PROYECTO .....	65
GIRSA .....	65
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.....	66
UNIVERSIDAD DE LEÓN .....	70
5.2. PARTICIPACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL CONSORCIO EN PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS.....	73
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.....	73
UNIVERSIDAD DE LEÓN .....	73
5.3. PERFIL PROFESIONAL DEL EQUIPO DE TRABAJO DE CADA ENTIDAD PARTICIPANTE .....	74
GIRSA .....	74
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.....	74
UNIVERSIDAD DE LEÓN .....	78
5.4. INDICACIÓN DEL RESPONSABLE DE LA COORDINACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO .....	80
5.5. RECURSOS MATERIALES E INSTALACIONES CON QUE CUENTAN LAS ENTIDADES PARA ABORDAR EL PROYECTO .....	80
GIRSA .....	80
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.....	80
UNIVERSIDAD DE LEÓN .....	81
6. EXPLOTACIÓN DE RESULTADOS .....	83
6.1. IDENTIFICACIÓN DEL MERCADO OBJETIVO. ESTUDIOS DE MERCADO NACIONALES E INTERNACIONALES, ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA Y PREVISIONES DE COMERCIALIZACIÓN A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO .....	83
ANÁLISIS ECONÓMICO PRELIMINAR DE COSTES Y AHORROS DE LA TÉCNICA DE MULCH .....	83
ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE NEGOCIO EN MERCADO REGIONAL.....	85
ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE NEGOCIO EN MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL.....	86
SITUACIÓN ACTUAL DEL MERCADO NACIONAL.....	86
6.2. PATENTES Y/O MODELOS DE UTILIDAD QUE ESTÁ PREVISTO GENERAR CON LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO .....	88
7. IMPACTO SOCIOECONÓMICO.....	89
7.1. CREACIÓN DE EMPLEO DIRECTO DE LOS MIEMBROS DEL CONSORCIO .....	89
7.2. MEDIDAS DE IGUALDAD DE GÉNERO IMPLANTADAS EN LAS ENTIDADES PARTICIPANTES .....	89
7.3. INVERSIÓN PRIVADA MOVILIZADA POR LOS MIEMBROS DEL CONSORCIO. PLAN DE INDUSTRIALIZACIÓN E INVERSIONES PREVISTAS DERIVADAS DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO .....	91
8. INTERNACIONALIZACIÓN .....	92
8.1. PARTICIPACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL CONSORCIO EN PROGRAMAS INTERNACIONALES DE I+D+i RELACIONADOS CON LA TEMÁTICA DEL PROYECTO, DETALLANDO CONVOCATORIA Y AYUDA CONCEDIDA .....	92
8.2. CAPACIDAD PARA LA APERTURA DE MERCADOS Y RELACIONES INTERNACIONALES DE LAS ENTIDADES PARTICIPANTES EN EL CONSORCIO.....	94

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo principal del proyecto es el diseño y desarrollo de un nuevo producto “insumo” destinado a la producción agrícola sostenible. Se trata de un “mulch inteligente” confeccionado con paja de arroz, a la que se le incorporarán cultivos de bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (PGPB), para incrementar las ventajas agronómicas de su uso. Además, se realizará la mecanización integral de todos los procesos, con el propósito de ajustar al máximo los costes productivos.

El proyecto pretende dar solución a un problema medioambiental de gran importancia en la Albufera de Valencia, convirtiendo la paja de arroz, que actualmente es un subproducto/residuo de origen agrícola, en un nuevo insumo, dotado de alto valor añadido, que pueda ser trasladado al mercado. Todas las tecnologías desarrolladas podrán ser replicadas en otras áreas de producción arroceras, tanto a nivel nacional como internacional.

Para alcanzar su objetivo general, el proyecto se plantea alcanzar cuatro objetivos parciales:

1. Acreditar y cuantificar, en términos económicos, las ventajas agronómicas que el empleo de la técnica de mulch con paja de arroz reporta en la fruticultura, tanto en modalidad de cultivo convencional, como en producción ecológica.
2. Aportar mediante la técnica de mulch, cultivos de bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (PGPB), adaptadas a las condiciones ambientales de los agrosistemas de la zona de aplicación. La aplicación de microorganismos PGPB junto con el ‘mulch’ de paja de arroz en los cultivos de cítricos y caqui, presenta grandes ventajas para incrementar la productividad de los cultivos, de manera directa e indirecta.
3. Diseñar y optimizar la mecanización integral de todo el proceso, desde su origen en la Albufera, hasta su aplicación en campo, pasando por todos los requisitos intermedios de acondicionamiento y mejora.
4. Desarrollar el producto final, cuyos principales atributos serán definidos a través de las distintas actividades del proyecto. Este producto será finalmente trasladado al mercado por la mercantil GIRSA, coordinadora de este proyecto.

Para conseguir todos estos objetivos se plantean 7 tareas generales; 1) Caracterizaciones previas, 2) Evaluación agronómica, 3) Introducción de diazotrofos, 4) Diseño de mecanización, 5) Desarrollo de producto, 6) Divulgación y 7) Coordinación.

El Consorcio lo forman una sociedad mercantil; Gestión Integral de Residuos Sólidos SA, y dos Universidades Públicas; Universidad Politécnica de Valencia y Universidad de León.

La consecución de todos los objetivos del proyecto supondrá, no sólo el desarrollo de un nuevo producto destinado a la agricultura sostenible, sino que se espera poder obtener distintas patentes y modelos de utilidad, que han de redundar en un mejor aprovechamiento de la tecnología desarrollada. Asimismo, supone una serie de beneficios sociales, como es la creación de cuatro nuevos empleos directos, y diez posibles para la fase de comercialización del producto final.

Se pretende, en una primera fase, abordar el mercado regional de productores de cultivos leñosos, que puedan favorecerse con este nuevo producto. En una segunda fase se intentará trasladar el producto a otras zonas de producción arroceras con proximidad de cultivos leñosos a nivel nacional. Finalmente, en tercera fase se abordará el mercado internacional, aprovechando los canales de comercialización y la experiencia en el sector tanto de la sociedad coordinadora como de las universidades participantes.

Los estudios de mercado realizados muestran unos escenarios positivos para el producto final, dado lo anárquico del sector y la inexistencia de otros productos sustitutivos. Los volúmenes de negocio del desarrollo aumentarán conforme el proyecto se afiance, contándose con unos resultados económicos esperados muy positivos.

## 2. OBJETIVOS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS E INNOVACIONES TECNOLÓGICAS DEL PROYECTO

### 2.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo principal del proyecto es el diseño y desarrollo de un nuevo producto “insumo” destinado a la producción agrícola sostenible. Se trata de un “mulch inteligente” confeccionado con paja de arroz, a la que se le incorporarán cultivos de bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (PGPB), para incrementar las ventajas agronómicas de su uso. Además, se realizará la optimización de la mecanización integral de todos los procesos, con el propósito de ajustar al máximo los costes productivos, y mejorar la viabilidad del producto final.

El proyecto pretende dar solución a un problema medioambiental de gran importancia en la Albufera de Valencia, convirtiendo la paja de arroz, que actualmente es un subproducto/residuo de origen agrícola, en un nuevo insumo, dotado de alto valor añadido, que pueda ser trasladado al mercado. Todas las tecnologías desarrolladas podrán ser replicadas en otras áreas de producción arroceras, tanto a nivel nacional como internacional.

El destino que tradicionalmente se le ha dado a la paja del arroz de la Albufera de Valencia ha sido la quema. Los agricultores consideran que esta práctica favorece la destrucción de esporas de hongos, como la *Pyricularia oryzae*, así como algunas bacterias y semillas de malas hierbas. Además, facilita la reincorporación al suelo de determinados nutrientes. Pero esta práctica, muy generalizada entre los arroceros por su facilidad de realización y por sus efectos fitosanitarios, puede producir también serios problemas de salubridad en las zonas circundantes a las zonas de cultivo, en este caso la ciudad de Valencia con 800.000 habitantes, así como considerables daños medioambientales. La quema de la paja es una fuente importante de emisiones a la atmósfera en forma de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), hidrocarburos, dioxinas y partículas de distinta naturaleza.

La paja de arroz debe ser vista como un recurso interesante, ya que se pueden proponer diferentes usos y aplicaciones de la misma. Los inconvenientes más destacados cuando se opta por la retirada de la paja como modelo de gestión son: la escasa demanda y el reducido aprovechamiento que se hace de ella actualmente, así como la falta de maquinaria especializada que pueda ayudar a minimizar los costes de la recolección y la retirada de la paja de los arrozales, siendo precisamente el elevado coste de esta práctica uno de los factores más determinantes. Otra limitación puede ser el hecho de que con su retirada se manifieste un rápido agotamiento de algunos nutrientes del suelo como son el potasio y el silicio. Unido a esto, el principal obstáculo desde un punto de vista práctico, está relacionado con el escaso interés que perciben los agricultores en realizar esta labor adicional. Es recomendable que, para optar de forma generalizada por esta opción, se favorezca paralelamente la creación de industrias capaces de generar usos alternativos y atractivos económicamente que permitan compensar el coste de la recogida y almacenamiento. ALTERNATIVAS DE GESTIÓN DE LA PAJA DE ARROZ EN LA ALBUFERA DE VALENCIA M. Ribó R. Albiach F. Pomares R. Canet IVIA Mayo 2017

Para alcanzar el objetivo general se deberá alcanzar cuatro objetivos parciales:

1. Acreditar y cuantificar, en términos económicos, las ventajas agronómicas que el empleo de la técnica de mulch con paja de arroz reporta en la fruticultura, tanto en modalidad de cultivo convencional, como en producción ecológica. Este objetivo constituye uno de

los principales atributos del producto, y resulta clave de cara a su posterior comercialización.

Las ventajas agronómicas se concretarán en cuatro aspectos:

- a. Reducción de las necesidades de agua de riego, a través de la reducción de la evaporación de agua del suelo por efecto del acolchado.
  - b. Reducción de la erosión y mejora de las propiedades físico-químicas del suelo, por efecto del acolchado y de su incorporación progresiva.
  - c. Reducción de las necesidades de control de malas hierbas, por efecto físico del acolchado. Esta ventaja resultará de gran interés, especialmente en condiciones de producción ecológica.
  - d. Incremento de la producción y/o calidad de cosechas.
2. Aportar mediante la técnica de mulch, cultivos de bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (PGPB), adaptadas a las condiciones ambientales de los agrosistemas de la zona de aplicación. La aplicación de microorganismos PGPB junto con el 'mulch' de paja de arroz en los cultivos de cítricos y caqui, presenta grandes ventajas para incrementar la productividad de los cultivos, de manera directa e indirecta.:
- a. Fijación de nitrógeno atmosférico: Este proceso contribuye a la compensación del bloqueo o inmovilización temporal del Nitrógeno del suelo como consecuencia de la evolución natural del 'mulch' de paja de arroz, de elevada relación C/N. Por esta razón se seleccionarán PGPB diazotrofos.
  - b. Otros efectos de promoción del crecimiento de los cultivos, con efectos significativos en el rendimiento y la calidad, como consecuencia de los siguientes procesos: Mejora de la asimilación de nutrientes como el fósforo mineral por solubilización y el hierro mediante la quelación con sideróforos (compuestos de naturaleza orgánica secretados por los microorganismos); síntesis de fitohormonas (auxinas principalmente citoquininas y giberelinas); reducción de los efectos del estrés abiótico mediante los efectos de la actividad ACC desaminasa.
3. Diseñar y optimizar la mecanización integral de todo el proceso, desde su origen en la Albufera, hasta su aplicación en campo, pasando por todos los requisitos intermedios de acondicionamiento y mejora. Este objetivo está directamente relacionado con los costes de producción, y resulta clave de cara a la posterior comercialización del producto.
4. Desarrollar el producto final, cuyos principales atributos serán definidos a través de las distintas actividades del proyecto. Este producto será finalmente trasladado al mercado por la mercantil GIRSA, coordinadora de este proyecto, apoyándose en las redes de transferencia de tecnología de las universidades participantes y otros colaboradores.

## 2.2. PRINCIPALES ELEMENTOS INNOVADORES DEL PROYECTO

### 2.2.1. ESTADO DEL ARTE

#### Uso de la paja de arroz como mulch en cultivos leñosos

La pérdida de suelo y agua en la agricultura es un problema importante en todo el mundo, y especialmente en las áreas mediterráneas. La erosión del suelo es ampliamente conocida como uno de los factores desencadenantes de la degradación de la tierra y de la desertificación en todo el mundo (Ola *et al.*, 2015). La erosión puede conllevar la degradación del suelo a través de la disminución de la productividad del suelo y de la capacidad de almacenamiento de agua, debido a los cambios en la estructura y en la profundidad del suelo y a las pérdidas de nutrientes y materia orgánica. Dado el equilibrio hídrico específico en los suelos mediterráneos, el papel del espesor del suelo en el mantenimiento de rendimientos sostenibles será probablemente importante debido a que sirve como una forma de almacenar el agua en su ciclo hidrológico.

Uno de los efectos más significativos del uso de cubiertas es la reducción de la erosión del suelo (Prosdocimi *et al.*, 2016) que puede provocar mermas en el rendimiento de los cultivos (Bakker *et al.*, 2004).

El 'mulch' de paja ha demostrado ser eficaz para evitar tanto la erosión como las pérdidas de agua (Cerdá *et al.*, 2016; Prosdocimi *et al.*, 2016), así como para controlar las malas hierbas (Ramakrishna *et al.*, 2006). Se produce muy poco crecimiento de malas hierbas debajo del mantillo ya que el 'mulch' impide la penetración de la luz o excluye ciertas longitudes de onda de luz que son necesarias para que las plántulas de malas hierbas crezcan (Ossom *et al.*, 2001). Rahman *et al.* (2005) emplearon paja de arroz como 'mulch' observando un efecto significativo en la conservación de la humedad inicial del suelo y en la reducción del crecimiento de malas hierbas, todo ello son factores clave en un sistema productivo (Ramakrishna *et al.*, 2006).

El 'mulch' puede producir cambios en el microclima del suelo, afectando tanto a la humedad del suelo como a la evaporación del agua. El 'mulch' retrasa en gran medida la pérdida de humedad del suelo. Como resultado, se mantiene un régimen de humedad del suelo más alto y uniforme, reduciendo la frecuencia de riego. Por otro lado, el 'mulch' de paja afecta también a la temperatura del suelo, lo que a su vez influye en el crecimiento del cultivo, especialmente en los cultivos de invierno. El 'mulch' actúa como un aislante que mantiene más estable la temperatura del suelo ya que la energía del sol pasa a través del 'mulch' y calienta el aire y el suelo debajo del éste y luego el calor queda atrapado por el "efecto invernadero" (Hu *et al.*, 1995). El 'mulch' también promueve el desarrollo del cultivo y la cosecha temprana, y aumentan los rendimientos.

La descomposición de la paja de arroz es una fuente de nutrientes para el suelo, aunque su elevada relación C/N hace necesario un aporte externo de nitrógeno. Hay que tener en cuenta que la temperatura y la humedad del suelo interactúan de forma no lineal sobre la actividad microbiana y por tanto sobre procesos como la descomposición (Chen *et al.*, 1999). Hay estudios en los que se observa al aplicar 'mulch' un incremento en el contenido en carbono orgánico lábil pero no observan un incremento en el contenido total en carbono del suelo (Blair *et al.*, 1995). Por tanto, es necesario estudiar tanto el contenido en materia orgánica del suelo como sus fracciones, especialmente el carbono orgánico lábil.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, y con la finalidad de evaluar el impacto de la paja de arroz sobre el suelo se propone medir la humedad y temperatura del suelo a varias profundidades, así como medir la materia orgánica, el carbono orgánico soluble del suelo, la

densidad aparente y la estabilidad estructural con la finalidad de estudiar el efecto de la paja sobre el suelo. Además, se colocarán bolsas de descomposición en el campo con la misma dosis de paja que se ha añadido, con la finalidad de estudiar su degradación.

Los cultivos por excelencia en la Comunidad Valenciana son los cítricos, ocupando el mandarino 77.541 ha y el naranjo 73.775 ha. El arroz es el segundo cultivo dentro de los cereales de grano con mayor superficie, su superficie representa el 31,23 % de la superficie dedicada a cereales de grano. La superficie dedicada al arroz en la Comunidad Valenciana es de 15.850 ha. El caqui es el segundo cultivo con mayor superficie dentro de los frutales no cítricos, representando el 9,78 % de los frutales no cítricos. La superficie del caqui es de 14.659 ha, y de ellas 164 son de secano y 14.495 de regadío. Cabe resaltar que no hay estudios relativos a la aplicación de la paja de arroz en cítricos y en caqui, de ahí el interés de valorizar un residuo como la paja de arroz utilizándolo para mejorar la gestión del agua y las malas hierbas en cultivos de regadío mayoritarios en la Comunidad Valenciana. Un beneficio ambiental adicional es el efecto de conservación del carbono orgánico de la paja, limitando las emisiones de gases con efecto invernadero.

La mejora de la gestión de los cultivos mediante la investigación y posterior transferencia de los resultados obtenidos es la única alternativa para aumentar la productividad de los cultivos.

### **Incorporación de microorganismos promotores del crecimiento vegetal, con capacidad de fijar nitrógeno en vida libre**

La utilización de microorganismos en agricultura está recibiendo una creciente atención en los últimos tiempos, ya que el uso adecuado de los mismos puede permitir incrementar los rendimientos de los cultivos, gracias a un mejor aprovechamiento de los nutrientes y a una potenciación de los mecanismos de defensa naturales de las plantas, reduciendo considerablemente la utilización de los compuestos químicos de síntesis (Bhardwaj et al. 2014, Pastor-Bueis et al. 2017a). El uso intensivo de fertilizantes minerales, pesticidas y otros suplementos, ha conducido a la aparición de problemas como la polución y sus consecuencias sobre la salud humana, el gasto elevado en insumos y la pérdida del carbono del suelo (Good and Beatty, 2011; Nkoa, 2014).

La interacción entre microorganismos y cultivos más explotada históricamente es la simbiosis producida en los nódulos de las raíces de las leguminosas con las bacterias del género *Rhizobium* y afines, por lo que desde hace más de un siglo se producen y comercializan inoculantes que permite reemplazar la fertilización nitrogenada en los cultivos de legumbres por la fijación biológica de nitrógeno (FBN) que tienen lugar en dichos nódulos (Lupwayi et al. 2006, Checcucci et al. 2017, Thilakarathna y Raizada, 2017). No obstante, las acciones beneficiosas de los microorganismos en agricultura no se restringen a la FBN por parte de los rizobios en los cultivos de leguminosas, sino que abarcan otro tipo de interacciones, que son las que van a explotarse en el presente proyecto. Este otro tipo de interacciones tienen como consecuencia mejoras del rendimiento de los cultivos con reducción de insumos químicos. (Bhardwaj et al. 2014, Bhattacharyya et al. 2012), y los inoculantes que tratan de explotar este otro tipo de interacciones se han denominado biofertilizantes de segunda generación (Mulas et al. 2013) para diferenciarlos de los inoculantes de rizobios para leguminosas. Los modos de actuación de los fertilizantes de segunda generación son variados, destacando efectos hormonales directos o indirectos, FBN por parte de microorganismos de vida libre o diazotrofos (*Azotobacter*, *Azospirillum* y otros), y solubilización de Fósforo, Hierro, etc., que en su conjunto produce un mejor estado nutricional de la planta (Hayat et al. 2010, Dobbeleare et al. 2003); por otra parte producen efectos hormonales indirectos que mejoran la respuesta de los cultivos ante situaciones de estrés abiótico (Forni et al. 2017, Dichos microorganismos pueden ser hongos micorrízicos (Baum et al.

2015), o las denominadas bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (Plant Growth Promoting Bacteria, PGPB).

En los últimos años los inoculantes basados en este tipo de microorganismos están cobrando protagonismo en agricultura, como complementos de los métodos convencionales, con una mayor o menor tasa de sustitución parcial de los mismos (Bhattacharyya and Jha, 2012). En América del Sur, la industria de los inoculantes basada en PGPB está muy desarrollada para cultivos extensivos como cereales (trigo, maíz, arroz), caña de azúcar, existiendo numerosos productos comerciales (Okon et al 2015) y evidencias científicas de su eficiencia en campo, tanto en Europa como en América, en combinación con dosis reducidas de fertilizantes minerales nitrogenados (Pastor-Buies et al. 2017a, Fukami et al. 2016, Hayat et al. 2010). Debido a que el Nitrógeno está considerado junto con el agua el “factor limitante” más importante en la producción agraria, gran parte de los esfuerzos realizados con las PGPB se han centrado en las bacterias fijadoras de nitrógeno en vida libre (Okon et al. 2015, Hayat et al. 2010, Dobbeleare et al. 2003).

La paja de arroz presenta una relación C/N muy alta (120), lo que trae como consecuencia el bloqueo temporal de importantes cantidades de Nitrógeno durante el proceso de mineralización de la paja (Williams et al. 1968). El consorcio solicitante del proyecto tiene experiencias preliminares que apuntan a una dosis de aplicación de mulch de paja de arroz de 4 t por ha cada dos años, sin existir datos de la proporción que se mineraliza durante el lapso de tiempo entre dos aplicaciones consecutivas, y la que es arrastrada por los fenómenos meteorológicos y la maquinaria.

Hace casi 50 años (Williams et al. 1968) ya se observó que en los campos de arroz, la inmovilización de Nitrógeno era una tercera parte de la observada en otro tipo de cultivos, lo que se atribuyó a la FBN realizada por el microbioma característico de estos agrosistemas inundados, que incluye fijadores libres de nitrógeno adaptados condiciones anaerobias o microaerófilas. En los cultivos de cítricos y de caqui, en los que se utilizará el mulch de paja de arroz, no existe este tipo de microbioma, por lo que es necesario aportar nitrógeno para evitar los efectos agronómicos negativos en el cultivo como consecuencia del bloqueo del nutriente. Un trabajo de 2017 (Pan et al. 2017) ha comprobado en un ensayo en cámara en condiciones controladas, que la aplicación de paja al suelo hace que se incremente el Nitrógeno edáfico de la biomasa microbiana, y éste actúa como sumidero o como fuente de Nitrógeno de manera alternativa, pero en cualquier caso es necesario aportar nitrógeno externo para mantener un nivel adecuado que permita la nutrición de un hipotético cultivo.

El presente proyecto propone restablecer en cierta medida, el desequilibrio creado al utilizar la paja de arroz en los cultivos de cítricos y caqui, en los que no existe el microbioma fijador de Nitrógeno adaptado a los arrozales en condiciones de encharcamiento, el cual favorece la evolución de la paja en dicho agrosistema. Para restablecer ese equilibrio seleccionaremos microorganismos capaces de fijar Nitrógeno en vida libre, bien adaptados a los agrosistemas de producción de cítricos y caqui, y los formularemos junto con el mulch de paja de arroz, de manera que la FBN de éstos favorezca la evolución de la paja sin detrimento del cultivo, y reduciendo en la proporción que se determinen en el proyecto, las necesidades de aporte de nitrógeno en forma de fertilizantes convencionales. Por tanto, esta solución es una alternativa ambientalmente óptima para favorecer la correcta evolución del mulch de arroz. La combinación del mulch, debidamente acondicionado, y los microorganismos fijadores de nitrógeno definirá un nuevo producto que denominamos Smart Mulch. El aislamiento de bacterias autóctonas tiene la finalidad de optimizar la adaptación a las condiciones agroclimáticas locales, pues tal como se ha demostrado (Mulas et al. 2013), la adaptación de los genotipos microbianos autóctonos es más fácil.

En cuanto a la capacidad de fijación de Nitrógeno de los diazotrofos, ésta es menor que la alcanzada por la simbiosis nodular rizobios-leguminosas, siendo especialmente escasa cuando abundan formas de nitrógeno edáfico aportadas por los fertilizantes minerales, lo que ha sido demostrado para las bacterias del género *Azospirillum* con la forma de nitrógeno  $\text{NH}_4^+$  (Bageshwar et al. 2017, Cassan y García de Salomone, 2008). Esto ha llevado a algunos autores a afirmar que los indiscutibles efectos positivos de los diazotrofos en los cultivos se deben no solamente a la FBN, sino también a otros efectos sobre la promoción del crecimiento vegetal, como los indicados anteriormente (Fibach-Paldi et al. 2011; Spaepen et al. 2009). Por consiguiente, aunque el efecto buscado es la compensación del bloqueo de Nitrógeno inherente a la evolución del mulch, mediante la acción de los microorganismos diazotrofos, en los ensayos de campo del proyecto se analizará el posible efecto promotor del crecimiento vegetal sobre el cultivo, de los microorganismos utilizados para enriquecer el mulch, y no solamente se medirá la FBN.

Algunas bacterias de las denominadas PGPB son también desencadenantes de fenómenos de resistencia sistémica inducida, e incluso de control de patógenos, por lo que actúan como “microorganismos de biocontrol” (Olanrewaju et al. 2017). La inscripción y registro de estos microorganismos debe hacerse en el registro de productos fitosanitarios (ámbito del Reglamento. 1107/2009), lo que obliga a unos ensayos mucho más estrictos y costosos económicamente, que si el microorganismo se registra según alguno de los efectos que le hacen caer dentro del ámbito de los productos fertilizantes. Según el borrador del Real Decreto que modifica el Real Decreto 506/2013 de 28 de Junio sobre productos fertilizantes, cuya versión definitiva verá la luz en fechas próximas el cierre de esta convocatoria, si el microorganismo tiene algunos de los efectos que a continuación se especifican, será registrado como producto fertilizante y no como fitosanitario. Los efectos indicados son los siguientes: i) mejora de la eficiencia en el uso de los nutrientes, ii) la tolerancia a estrés abiótico o iii) mejora la calidad de la cosecha. Para que el microorganismo pueda inscribirse como producto fertilizante es necesario que la acción positiva que se reivindica para su inscripción sea diferente a la resistencia a plagas o enfermedades. No se pide que el microorganismo no tenga esa acción, sino que el resultado del ensayo para inscribir el producto como producto fertilizante, tiene que ser independiente de dicho efecto. Con carácter general si el microorganismo figura en la lista UE de sustancias activas de productos fitosanitarios en el momento de solicitar la inscripción en el registro de productos fertilizantes (salvo modificación ley europea) no se puede inscribir como fertilizante

Por consiguiente, en el presente proyecto los aspectos sobre los que se focalizará la evaluación de los microorganismos serán aquellos compatibles con su inscripción como productos fertilizantes. Se analizarán posibles efectos agronómicos sobre el cultivo, pero sobretodo se analizará la fijación de nitrógeno por métodos indirectos y directos.

### **Mecanización de procesos de recogida, transporte, acondicionamiento y extendido de paja como mulch en cultivos leñosos**

Aunque los efectos positivos de la aplicación de la paja de arroz como mulch en cultivos frutales queda demostrada, la adopción práctica de esta técnica estaría supeditada a que económicamente fuese rentable. La rentabilidad depende de los costes de recogida, transporte, carga y esparcido de la paja, siendo en este sentido muy importante cuantificar y reducir estos costes evaluando las posibilidades técnicas que en este momento existen en el mercado (empacadoras, camiones y remolques para el transporte, sistemas de carga y máquinas extendedoras de la paja), con mayor o menor grado de desmenuzado.

El empacado se puede realizar con empacadoras convencionales de pequeñas pacas prismáticas, con grandes empacadoras rotativas y con empacadoras de grandes pacas prismáticas, esta tecnología es totalmente comercial, y está adaptada a campos secos, pero en el caso del arroz, cuando se trabaja en zonas inundadas, el movimiento de los equipos se complica y suele ser necesario recurrir a máquinas con neumáticos especiales, anchos de vía adaptados, etc. El equipo DIRA trabajó en el proyecto BIOCOMPOST (programa LIFE, 2001) y se adaptaron algunas empacadoras rotativas para que fueran capaces de trabajar en estas situaciones, en la actualidad hay al menos tres de estas máquinas, que dependen del Ayuntamiento de Valencia y se utilizan de forma marginal para recolectar la paja de los campos cercanos a la pinada del Saler, con el que se podría establecer una colaboración para su uso en este proyecto, ampliando su rango de actuación, lo que reduciría la superficie de paja quemada y por ende los problemas medioambientales y de molestias a la población que esta práctica supone (Garzó, 2017).

Una vez empacada la paja, el siguiente reto es el de su transporte eficiente hasta los puntos de acopio intermedios y desde éstos hasta los campos donde se utilizaría. Son numerosas las técnicas que se pueden utilizar para optimizar las rutas y estrategias de transporte, como aproximaciones meramente manuales, modelos de grafos (Gracia, 2014; Velázquez-Martí, 2009; Velázquez-Martí, 2010), modelos de redes neuronales (Buckmaster, 2005; Amiama, 2008; Cascudo, 2017), etc, pero en todos los casos es necesario realizar los cálculos teniendo en consideración las restricciones de la zona donde se va a actuar. El estudio de costes, en función de las rutas y estrategias óptimas de acopio y transporte permitiría construir mapas de costes que permitirían decidir la extensión de la zona óptima de uso de esta técnica.

Por último, el extendido de la paja en los campos de cítricos y frutales exigirá el uso y adaptación de equipos que realizan acciones similares, como máquinas esparcidoras de estiércol, máquinas para extender paja como cama para el ganado, etc, que si bien existen comercialmente, requerirán adaptaciones para poder transitar por los campos mencionados.

---

## Bibliografía

- Amiama, C., Bueno, J., Álvarez, C. J. & Pereira, J. M. 2008. Design and field test of an automatic data acquisition system in a self-propelled forage harvester, *Computers and Electronics in Agriculture*, 61(2), 192-200.
- APHA. 2012. Standard methods for the examination of water and wastewater. Federation, Water Environmental, and American Public Health Association. American Public Health Association Washington, DC, USA.
- Bageshwar, U.K., M. Srivastava, P. Pardha-Saradhi, S. Paul, S. Gothandapani, R.S. Jaat, P. Shankar, R. Yadav, D.R. Biswas y P.A. Kumar. 2017. An Environmentally Friendly Engineered *Azotobacter* Strain can Replaces a Substantial Amount of Urea Fertilizer while Sustaining the Same Wheat Yield. *Applied and Environmental Microbiology*. 83, 15.
- Bakker, M. M., Govers, G., & Rounsevell, M. D. (2004). The crop productivity–erosion relationship: an analysis based on experimental work. *Catena*, 57(1), 55-76.
- Bashan, Y., y L.E. de-Bashan. 2015. Inoculant Preparation and Formulations for *Azospirillum* spp. In, D. Cassán, Y. Okon y C.M. Creus (Ed) *Handbook for Azospirillum Technical Issues and Protocols*, 26, 469-487.
- Baum, C., W. El-Tohamy y N. Gruda. 2015. Increasing the productivity and product quality of vegetable crops using arbuscular mycorrhizal fungi. *Scientia Horticulturae*. 187, 131-141.
- Bellenger, J.P., T. Wichard y A.M.L. Kraepiel. 2008. Vanadium Requirements and Uptake Kinetics in the Dinitrogen-Fixing Bacterium *Azotobacter vinelandii*. *Applied and Environmental Microbiology*. 74, 5, 1478-1484.
- Bellenger, J.P., Y. Xu, X. Zhang y F.M.M. Morel. 2014. Possible contribution of alternative nitrogenases to nitrogen fixation by symbiotic N<sub>2</sub>-fixing bacteria in soils. *Soil Biology and Biochemistry*. 69, 413-420.
- Bhardwaj, D., M.W. Ansari, R.K. Sahoo y N. Tuteja. 2014. Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. *Microbial Cell Factories*. 13, 66.

- Bhattacharyya, P. y D. Jha. 2012. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 1-24.
- Blair, G. J., Lefroy, R. D., & Lisle, L. (1995). Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. *Australian journal of agricultural research*, 46(7), 1459-1466.
- Buckmaster, D. R. & Hilton, J.W. 2005. Cycle analysis of harvest, transport, and unload systems, *Documentation: Computers and Electronics in Agriculture*, 47, 137-147.
- Callaway, T.R., S.E. Dowd, R.D. Wolcott, Y. Sun y J.L. McReynolds. 2009. Evaluation of the bacterial diversity in fecal contents of laying hens fed various molting diets by using bacterial tag-encoded FLX amplicon pyrosequencing. *Poultry Science*. 88, 298-302.
- Caporaso, J.G., F.D. Bittinger, T.Z. Bushman, G.L. DeSantis, R. Andersen y R. Knight. 2010. PyNAST: A flexible tool for aligning sequences to a template alignment, *Bioinformatics*. 26, 266-267.
- Cascudo N. 2017. Caracterización de la cosecha mecanizada de maíz forrajero en Galicia. Estudios de caso y desarrollo de herramientas de ayuda a la decisión. Tesis doctoral. Universidad Santiago de Compostela.
- Cassán F.D. 2015. Protocol for the Quality Control of *Azospirillum* spp. Inoculants. REDCAI, In, F. Cassán, Y.
- Cerdà, A., González-Pelayo, Ó., Giménez-Morera, A., Jordán, A., Pereira, P., Novara, A., ... & Orenes, F. G. (2016). Use of barley straw residues to avoid high erosion and runoff rates on persimmon plantations in Eastern Spain under low frequency–high magnitude simulated rainfall events. *Soil Research*, 54(2), 154-165.
- Chen, J., Saunders, S. C., Crow, T. R., Naiman, R. J., Brosofske, K. D., Mroz, G. D., Broockshire, B.L., y Franklin, J. F. (1999). Microclimate in Forest Ecosystem and Landscape Ecology Variations in local climate can be used to monitor and compare the effects of different management regimes. *BioScience*, 49, 288-297.
- Cassan, F.D. y I. Garcia Salamone. 2008. *Azospirillum* sp.: Cell physiology, Plant Interactions and Agronomic Research in Argentina. Asociación Argentina de Microbiología, Buenos Aires.
- Checucci, A., G.C. DiCenzo, M. Bazzalupo y A. Mengoni. 2017. Trade, Diplomacy, and Warfare: The Quest for Elite Rhizobia Inoculant Strains Alice. *Frontiers in Microbiology*. 9, 8, 2207.
- Dobbelaere, S., J. Vanderleyden y Y. Okon. 2003. Plant Growth-Promoting Effects of Diazotrophs in the Rhizosphere. *Critical Reviews in Plant Sciences* 22, 2: 107-149.
- Döbereiner, J., V. Baldani e I. Baldani. 1995. Como aislar e identificar bacterias diazotróficas de plantas nao-leguminosas. MAARA-EMBRAPA-CNPAB. Brasilia, Brazil. pp. 60.
- Fibach-Paldi, S., S. Burdman y Y. Okon. 2012. Key physiological properties contributing to rhizosphere adaptation and plant growth promotion abilities of *Azospirillum brasilense*. *FEMS Microbiology Letters*. 326, 2, 1, 99-108.
- Forni, C., D. Daiana y B. Glick. 2017. Mechanisms of plant response to salt and drought stress and their alteration by rhizobacteria. *Plant and Soil*. 410, 1-2, 335-356.
- Fukami, J., M.A. Nogueira, R.S. Araujo y M. Hungria. 2016. Accessing inoculation methods of maize and wheat with *Azospirillum brasilense*. *AMB Express*. 20166, 3.
- Garzó A. 2017. El humo de la quema de la paja de arroz se extiende por la Costera, la Canal y la Vall. <http://www.levante-emv.com/costera/2017/10/12/humo-quema-paja-arroz-extiende/1626933.html> (visitado 8/12/2017)
- Good, A.G. y P.H. Beatty. 2011. Fertilizing nature: a tragedy of excess in the commons. *PLoS Biology*. 9.
- Gracia C., Velázquez-Martí B., Estornell J. 2014. An application of the vehicle routing problem to biomass transportation. *Biosystems Engineering* 124: 40 – 52.
- Hardy, R.W., R. Holsten, E. Jackson y R. Burns. 1968. The acetylene-ethylene assay for N<sub>2</sub> fixation: laboratory and field evaluation. *Plant Physiology*. 43, 1185-1207.
- Hayat, R., S. Ali, U. Amara, R. Khalid y I. Ahmed. 2010. Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. *Annals of Microbiology*. 60, 4, 579-598.
- Kuske, C.R., S.M. Barns, C.C Grow, L. Merrill y J. Dunbar. 2006. Environmental survey for four pathogenic bacteria and closely related species using phylogenetic and functional genes. *Journal of Forensic Sciences*. 51, 548-558.
- Lupwayi N. Z., G.W. Clayton y W.A. Rice. 2006. Rhizobial inoculants for legume crops. *Journal of Crop Improvement*. 15, 289-321.
- Marcano, I.E., C.A. Díaz-Alcántara, B. Urbano y F. González-Andrés. 2016. Assessment of bacterial populations associated with banana tree roots and development of successful plant probiotics for banana crop. *Soil Biology and Biochemistry*. 99, 1-20.

- Mulas, D., C.A. Díaz-Alcántara, R. Mulas; I. Marcano, M. Barquero, P. Serrano y F. González-Andrés. 2013. Inoculants Based in Autochthonous Microorganisms, a Strategy to Optimize Agronomic Performance of Biofertilizers. Beneficial plant-microbe interactions: Ecology and Applications. 300 - 328. CRC Press.
- Mulas, R. F. González-Andrés, J. Brañas-Lasala y D. Mulas. 2015. A complex mineral fertilizer comprising the *Rhizobium leguminosarum* microorganism, production and uses thereof. Patente Europea. Entidad titular: FERTIBERIA S.A. EP15382201.0.
- Mulas, R., R. Pastor-Bueis, N. Ortíz-Liévana y F. González-Andrés. 2017. Biofertilizantes con rizobios para leguminosas en sistemas ecológicos. Tierras Agricultura. 257, 44-51.
- Nkoa, R. 2014. Agricultural benefits and environmental risks of soil fertilization with anaerobic digestates: a review. Agronomy for Sustainable Development. 34, 473-492.
- Okon, Y., C. Labandera Gonzales, M. Lage y P. Lage. 2015. Agronomic application of *Azospirillum* and other PGPR in de Brujin F. (Ed) Biological Nitrogen Fixation. John Wiley & Sons.
- Ola, A., Dodd, I. C., & Quinton, J. N. (2015). Can we manipulate root system architecture to control soil erosion? *Soil*, 1(2), 603-612.
- Olanrewaju, O.S., G. Bernard y B. Olubukola Oluranti. 2017. Mechanisms of action of plant growth promoting bacteria. World Journal of Microbiology & Biotechnology. 33, 11, 197.
- Oliveira, A.L.M., O.J.A.P. Santos, M.L.K. Milani, M.Y.A. Zuluaga, C. Zucareli y L.S.A. Gonçalves. 2017. Maize Inoculation with *Azospirillum brasilense* Ab-V5 Cells Enriched with Exopolysaccharides and Polyhydroxybutyrate Results in High Productivity under Low N Fertilizer Input. *Frontiers in Microbiology*. 8:1873.
- Ossoml, E. M., Pace, P. F., Rhykerd, R. L., & Rhyker, C. L. (2001). Effect of mulch on weed infestation, soil temperature, nutrient concentration, and tuber yield in *Ipomoea batatas* (L.) Lam. in Papua New Guinea. *Tropical agriculture*.
- Pan, F.F., W.T. Yu, Q. Ma, H Zhou, C.M. Jiang, Y.G. Xu y J.F. Ren. 2017. Influence of 15N-labeled ammonium sulfate and straw on nitrogen retention and supply in different fertility soils. *Biology and Fertility of Soils*. 53, 3, 303-313.
- Pastor-Bueis, R., R. Mulas y F. González-Andrés. 2015. Innovative liquid formulations for biofertilizers based in PGPR, using treated bio-residues. IV Congreso Luso-Español de Fijación de Nitrógeno y XV Reunión Nacional de la Sociedad Española de Fijación de Nitrógeno. (SEFIN). León, España.
- Pastor-Bueis, R., R. Mulas, X. Gómez-Barrios y F. González-Andrés. 2017. Innovative liquid formulation of digestates for producing a biofertilizer based on *Bacillus siamensis*: Field-testing on sweet pepper. *Journal of Plant Nutrition Soil Science*. 180, 6, 748-758.
- Pastor-Bueis, R., R. Mulas, X. Gómez-Barrios y F. González-Andrés. 2017. Efectos agronómicos de la inoculación de *Bacillus siamensis* en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*). Congreso de Microbiología de Plantas MIP'17. Salamanca, España.
- Prosdociimi, M., Jordán, A., Tarolli, P., Keesstra, S., Novara, A., & Cerdà, A. (2016). The immediate effectiveness of barley straw mulch in reducing soil erodibility and surface runoff generation in Mediterranean vineyards. *Science of the Total Environment*, 547, 323-330.
- Rahman, M. A., Chikushi, J., Saifizzaman, M., & Lauren, J. G. (2005). Rice straw mulching and nitrogen response of no-till wheat following rice in Bangladesh. *Field Crops Research*, 91(1), 71-81.
- Ramakrishna, A., Tam, H. M., Wani, S. P., & Long, T. D. (2006). Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. *Field Crops Research*, 95(2), 115-125.
- Rebah, B.F., D. Prevost, A. Yezza y R. Tyagi. 2007. Agro-industrial waste materials and wastewater sludge for rhizobial inoculant production: a review. *Bioresource Technology*. 98, 3535-3546.
- Rodríguez Cáceres E. 1982. Improved medium for isolation of *Azospirillum* spp. *Applied and Environmental Microbiology*. 44, 4: 990-991.
- Rueda, D., G. Valencia, N. Soria, B.B. Rueda, B. Manjunatha, R.R. Kundapur, M. Selvanayagam. 2016. Effect of *Azospirillum* spp. and *Azotobacter* spp. on the growth and yield of strawberry (*Fragaria vesca*) in hydroponic system under different nitrogen levels. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 6, 01, 048-054.
- Sempere, A., J. Oliver y C. Ramos. 2006. Simple determination of nitrate in soils by second-derivative spectroscopy. *Journal of Soil Science*. 44, 4.
- Shiau, Y.J., M.F. Lin, C.C. Tan, G. Tian, C.Y. Chiu. 2017. Assessing N2 fixation in estuarine mangrove soils. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 189, 84-89.
- Spaepen, S. J. Vanderleyden y Y Okon. 2009. Plant growth-promoting actions of rhizobacteria. *Advances in Botanical Research*. 51, 283-320.
- Tejera, N., C. Lluç y M.V. Martínez-Toledo. 2005. Isolation and characterization of *Azotobacter* and *Azospirillum* strains from the sugarcane rhizosphere. *Plant and Soil*. 270, 1-2, 223-232.

Thilakarathna, M.S. y M.N. Raizada. 2017. A meta-analysis of the effectiveness of diverse rhizobia inoculants on soybean traits under field conditions. *Soil Biology. Biochemistry.* 105, 177-196.

Velázquez-Martí B., Annevelink E. 2009. GIS application to define biomass collection points as sources for linear programming of delivery networks. *Transactions of ASABE* 52(4): 1069-1078.

Velázquez-Martí B., Fernandez-Gonzalez E. 2010. Mathematical algorithms to locate factories to transform biomass in bioenergy focused on logistic network construction. *Renewable Energy* 35(9): 2136-2142.

Williams, W.A., D.S. Mikkelsen, K.E. Mueller y J.E. Ruckman. 1968. Nitrogen immobilization by rice straw incorporated in lowland rice production. *Plant and Soil.* 1, 49-60.

Zheng, M., W. Zhang, Y. Luo, T. Mori, Q. Mao, S. Wang, J. Huang, X. Lu y J. Mo. 2017. Different responses of asymbiotic nitrogen fixation to nitrogen addition between disturbed and rehabilitated subtropical forests. *Science of The Total Environment.* 1, 601-602, 1505-1512.

## 2.2.2. JUSTIFICACIÓN DEL CARÁCTER INNOVADOR DE LA PROPUESTA CON RESPECTO AL ESTADO ACTUAL DE LA TÉCNICA

ESTADO ACTUAL	INNOVACIÓN
La paja de arroz es un subproducto/residuo del cultivo del arroz, que no es aprovechado para ningún uso, siendo destinado, mayoritariamente, a la quema. Esto es causa de diferentes problemas medioambientales y de salud pública de gran importancia.	El proyecto pretende la valorización agrícola de la paja de arroz, mediante el diseño y <b>desarrollo de un nuevo producto “insumo” para la agricultura sostenible.</b> Esto reducirá los problemas ambientales y de salud pública y favorecerá las condiciones agronómicas en los cultivos de destino.
No se dispone de datos acreditados sobre el ahorro en costes reales que supone el empleo de la técnica de mulch en cultivos leñosos en el ámbito de la agricultura mediterránea.	La evaluación agronómica del empleo de la técnica de mulch en cítricos y caqui se hará para dos modalidades de cultivo diferentes (convencional y ecológico) y será traducida a <b>términos económicos (costes reales)</b> con el propósito de definir uno de los atributos principales del nuevo producto en desarrollo.
Los microorganismos PGPB se utilizan como inoculantes en agricultura, principalmente como inoculantes de semillas o suelos en cultivos herbáceos y plantones de cultivos leñosos.	<b>Empleo de microorganismos PGPB</b> en agricultura con una finalidad innovadora, como es la mejora del comportamiento agronómico del <b>mulch de paja de arroz en cultivos leñosos.</b>
Cuando se diseñan inoculantes de microorganismos PGPB se suele trabajar con cepas de colección, que no siempre se adaptan a las condiciones edafoclimáticas de los agrosistemas de destino.	El proyecto propone un aislamiento de microorganismos autóctonos y por tanto bien <b>adaptados a las condiciones locales.</b>
La formulación de microorganismos PGPB suele estar dirigida a semillas, suelo, o en el caso de la patente Europea No. 15382201.01, a un fertilizante.	En el proyecto se diseñará una formulación del inoculante que sea <b>compatible con el mulch de paja de arroz.</b>
El empacado de la paja del arroz sólo se realiza de forma puntual en zonas inundadas cercanas a áreas forestadas, para evitar el riesgo de incendio que su quema supone.	El proyecto pretende potenciar el uso del <b>empacado de la paja de arroz, tanto de zonas inundables como secas,</b> para valorizar su uso en otras aplicaciones como el mulch, y así

	reducir los efectos nocivos de la quema o incorporación directa al arrozal.
Existen multitud de herramientas para planificar de forma óptima la logística del transporte de cualquier producto, pero es necesario recopilar la información básica de capacidades de trabajo de las máquinas, tiempos de transporte.... Para poder realizar los cálculos prácticos.	La logística del manejo de la paja entre los arrozales de la zona de influencia de la Albufera de Valencia y los campos en los que se aplicaría no está estudiada, y la creación de unos <b>modelos basados en datos reales</b> , permitiría conocer el coste y potencial de esta técnica.
En la actualidad no se está aplicando el extendido de paja como mulch en los cultivos de caqui y cítricos en la Comunidad Valencia.	Sería necesario <b>adaptar y ensayar varias máquinas existentes en el mercado</b> , que realizan trabajos similares, a la casuística especial de estos cultivos, con marcos estrechos, parcelas pequeñas y presencia de caballones y faldas en el arbolado.
Existe gran cantidad de modelos teórico-prácticos para optimizar la logística del acopio y transporte de cualquier producto, pero necesitan ser alimentados con datos reales para poder dar soluciones prácticas.	Aunque hay modelos teóricos que sirven para casi todo, normalmente en estos problemas, en los que se combinan diferentes alternativas y multitud de rutas, las combinaciones posibles son muy grandes, y de hecho, los sistemas computacionales deterministas no siempre pueden encontrar la solución óptima. En este proyecto se dispondría de datos sobre las restricciones típicas para este producto y zona y se podría avanzar en las <b>soluciones más apropiadas para este problema, que además, se podrían generalizar a zonas y problemas similares.</b>

## 3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y PLAN DE TRABAJO

### 3.1. PLAN DE TRABAJO

El Consorcio lo forman una sociedad mercantil:

- Gestión Integral de Residuos Sólidos, SA (GIRSA)



Y dos Universidades Públicas:

- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA (UPV)
  - o Departamento de Producción Vegetal (DPV)
  - o Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria (DIRA)



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

- UNIVERSIDAD DE LEÓN (UNILEON)
  - o Instituto de Investigación de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Biodiversidad. Concretamente participará la Unidad de Investigación Consolidada (UIC067 de la Junta de Castilla y León) denominada Ingeniería Química, Ambiental y Bioprocesos (IQUIMAB).



Los roles a desarrollar por cada uno de los miembros del Consorcio son:

- La Universidad Politécnica de Valencia, a través de su Departamento de Producción Vegetal (UPV-DPV) liderará todas las actividades relacionadas con la evaluación agronómica de la técnica de mulch con paja de arroz en los cultivos ensayados.
- La Universidad Politécnica de Valencia, a través de su Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria (UPV-DIRA) liderará todas las actividades relacionadas con el diseño y la optimización de la mecanización integral de procesos.
- La Universidad de León, a través del Grupo de Investigación de Ingeniería Química, Ambiental y Bioprocesos (UNILEON-IQUIMAB) liderará todas las actividades relacionadas con la incorporación de microorganismos PGPB diazotrofos al mulch de paja de arroz.

- La sociedad Gestión Integral de Residuos Sólidos, SA (GIRSA) liderará todas las actividades relacionadas con la caracterización previa, diseño y desarrollo de producto, así como la divulgación y coordinación del proyecto. Finalmente será la responsable de trasladar al mercado el producto desarrollado.

El proyecto se iniciará el 1 de enero de 2018 y se prevé su finalización el 31 de diciembre de 2021, lo que equivale a una duración de 48 meses. La larga duración del proyecto es debido a su naturaleza agronómica, ya que requiere la evaluación de al menos tres campañas completas de cultivo, así como la realización de los procesos de aislamiento y cultivo de microorganismos PGPB autóctonos.

De acuerdo con lo expuesto, la relación de tareas del proyecto queda como sigue:

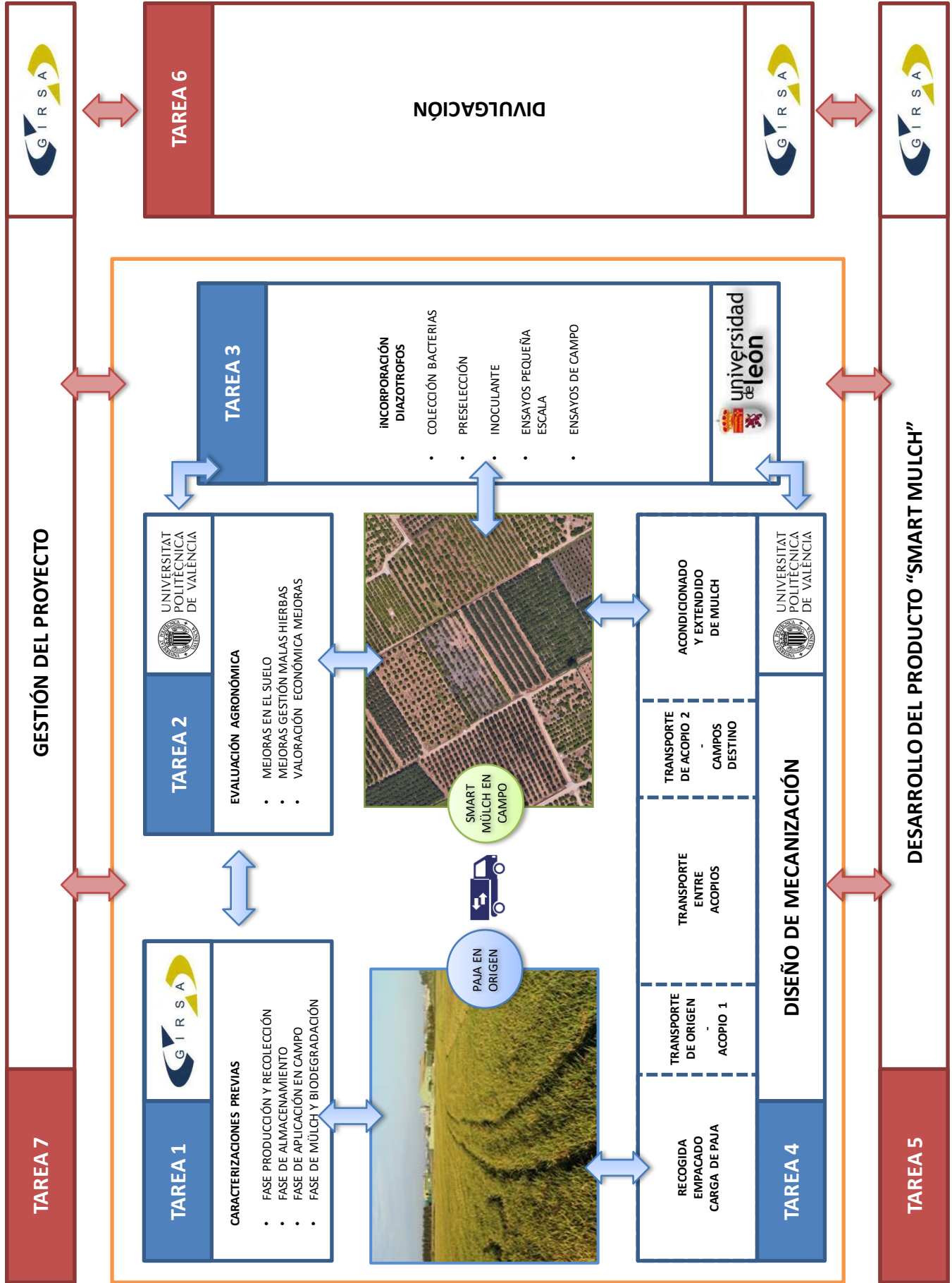
TAREAS	GIRSA	UPV	UNILEON
1. CARACTERIZACIONES PREVIAS	R		
2. EVALUACIÓN AGRONÓMICA		R	
3. INCORPORACIÓN DIAZOTROFOS			R
4. DISEÑO DE MECANIZACIÓN		R	
5. DESARROLLO DE PRODUCTO	R		
6. DIVULGACIÓN	R		
7. GESTIÓN	R		

Asignación de tareas. R: Responsable

Y el cronograma de desarrollo del proyecto:

TAREAS	2018				2019				2020				2021			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1. CARACTERIZACIONES PREVIAS																
2. EVALUACIÓN AGRONÓMICA																
3. INCORPORACIÓN DIAZOTROFOS																
4. DISEÑO DE MECANIZACIÓN																
5. DESARROLLO DE PRODUCTO																
6. DIVULGACIÓN																
7. GESTIÓN																

A continuación, se ofrece un gráfico donde se refleja el esquema de tareas del proyecto, y a continuación de éste se describen todas las tareas y sus correspondientes subtareas.



## TAREA 1: CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL DE PARTIDA (PAJA DE ARROZ) Y DE LAS CONDICIONES PARTICULARES DE SU ÁMBITO DE ORIGEN

# Tarea 1

### Caracterizaciones previas



Análisis y determinación de todas las características físicas y químicas de la paja de arroz para conocer su comportamiento en las distintas fases del proceso.

- Fase de producción y recolección
- Fase de almacenamiento
- Fase de distribución y aplicación en campo
- Fase de empleo como mulch

Participante responsable: GIRSA  
Otros participantes: UPV y UNILEON

### OBJETIVOS A ALCANZAR

El objetivo de esta tarea es caracterizar el insumo principal del proyecto, la paja del arroz, tanto cuantitativa como cualitativamente, para todas aquellas propiedades significativas para el desarrollo del proyecto.

La tarea se organiza en diferentes Subtareas en función de las propiedades necesarias a caracterizar para las fases principales del proyecto.

### METODOLOGÍA

#### Subtarea 1.1. Caracterización de la paja del arroz para la fase de producción y recolección.

En esta Subtarea y para el ámbito de estudio se realizará un estudio de detalle de la producción de la paja del arroz y sus características determinantes para la fase de recolección.

Se recopilará información de campañas anteriores que se complementará con revisiones bibliográficas y estadísticas y una fase de comprobación en campo con los productores.

Las determinaciones concretas de esta sub-tarea serán entre otras:

- Rendimientos de producción de paja por unidad de superficie. Estimación de producción total en el ámbito de estudio.
- Diferencias de rendimientos en función de variedades.
- Tamaño de la paja en campo después de la fase de recolección del arroz en función de la mecanización empleada para la misma.
- Periodo de tiempo o ventana de trabajo disponible para la recolección de la paja, en función de la gestión natural de la zona húmeda (fases de inundación) y de las

diferentes labores necesarias del cultivo. Definición de áreas homogéneas en función de plazos.

- Caracterización de las propiedades del suelo implicadas en la definición de la mecanización; textura, contenido en humedad, etc. Zonificación por zonas y fechas.
- Caracterización de las propiedades físicas de la paja implicadas para el proceso de recolección y empacado.

### **Subtarea 1.2. Caracterización de la paja para la fase de almacenamiento.**

La paja se recolectará en un periodo relativamente corto de tiempo y deberá almacenarse para su aplicación en campo a lo largo de todo el año.

Esta sub-tarea tiene como objetivo definir las condiciones óptimas de almacenamiento de la paja en función de los diferentes sistemas de empacado y las condiciones de su almacenamiento. En función de los resultados de esta sub-tarea se determinará y definirán las características de los emplazamientos de acopio.

### **Subtarea 1.3. Caracterización de la paja para la fase de distribución y aplicación en campo.**

Para la aplicación en campo será necesario definir y determinar determinadas características que condicionan esta tarea:

- Caracterización al corte de la paja del arroz para definir la operación de triturado.
- Comportamiento a la humectación para determinar momento y sistema de aplicación ideal de las bacterias fijadoras.
- Comportamiento físico y mecánico de la paja del arroz aplicada al suelo; efecto del tránsito de maquinaria, vientos, lluvias,...

### **Subtarea 1.4. Caracterización de la paja para la fase de empleo como mulch.**

En este apartado se caracterizarán las propiedades químicas y biológicas de la paja del arroz que puedan resultar significativas durante su fase de aprovechamiento y funcionamiento como mulch, definición de vida útil del mismo y fase de bio-degradación o eliminación natural e incorporación natural al suelo.

Caracterización química: Contenido en elementos nutricionales básicos, relación C/N.

Caracterización biológica: Contenido en semillas de malas hierbas, contenido en esporas de hongos, bacterias, ..

## DURACIÓN

6 Meses

TAREAS	2018				2019				2020				2021			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<b>1. CARACTERIZACIONES PREVIAS</b>																
1.1. Caracterización de la paja del arroz para la fase de producción y recolección																
1.2. Caracterización de la paja para la fase de almacenamiento																
1.3. Caracterización de la paja para la fase de distribución y aplicación en campo																
1.4. Caracterización de la paja para la fase de empleo como mulch																

## ENTREGABLES

- E.1.1.: Informe sobre caracterización de la paja del arroz para la fase de producción y recolección. (M6).
- E.1.2.: Informe sobre caracterización de la paja para la fase de almacenamiento. (M6).
- E.1.3.: Informe sobre caracterización de la paja para la fase de distribución y aplicación en campo. (M6).
- E.1.4.: Informe sobre caracterización de la paja para la fase de empleo como mulch. (M6).

## TAREA 2: EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL EMPLEO DE LA PAJA DE ARROZ COMO MULCH EN CULTIVOS LEÑOSOS, EN PRODUCCIÓN ECOLÓGICA Y CONVENCIONAL

# Tarea 2

### Evaluación agronómica



#### Evaluación agronómica de la técnica de mulch en cultivos leñosos.

- Dimensión del plan experimental
- Mejora de las condiciones del suelo
- Efecto sobre las malas hierbas
- Análisis económico

Participante responsable: UPV

Otros participantes: GIRSA y UNILEON

### OBJETIVOS A ALCANZAR

Acreditar y cuantificar, en términos económicos, las ventajas agronómicas que el empleo de la técnica de mulch con paja de arroz, con aporte de microorganismos PGPB, reporta en cítricos y caquis, tanto en modalidad de cultivo convencional, como en producción ecológica.

### METODOLOGÍA

#### Subtarea 2.1. Dimensión del plan experimental y de las parcelas de ensayo.

La primera Subtarea consistirá en definir la dimensión del plan experimental. Como avance del mismo se cuenta con el ensayo de dos cultivos (cítricos y caqui), en dos modalidades productivas (convencional y producción integrada), en dos emplazamientos diferentes y con diferentes modalidades de aporte de mulch (grosor de capa, tamaño de partícula, incorporación de bacterias PGPB).

Inicialmente, se estima necesaria una superficie de ensayo de 2 Hectáreas.

#### Subtarea 2.2. Efecto del 'mulch' sobre la mejora de las condiciones del suelo.

##### 2.2.1. Dinámica de la humedad y temperatura del suelo

En el año 2018 se instalarán en cada una de las parcelas (2 zonas x 2 cultivos x 2 sistemas de cultivo x 2 tratamientos) dos estaciones de medida de la humedad y temperatura del suelo formadas por un 'datalogger' EM50, 4 sondas de medida de la humedad del suelo y una sonda de medida de temperatura del suelo. Las sondas se instalarán a dos profundidades, 5 y 20 cm en

el caso de la humedad y a 10 cm en el caso de la temperatura. Las sondas se localizarán en la cercanía del bulbo del gotero y alejado del mismo. El total de estaciones será, por tanto, de 32.

Los 'dataloggers' se programarán para registro horario. No obstante, la escala de trabajo habitual será la diaria, ya que los registros horarios generan un volumen de datos muy elevado, que dificulta su tratamiento y aumenta los tiempos de computación, por lo que los datos se pasarán a escala diaria. En el caso de la temperatura de suelo se crearán series de temperatura máxima diaria, mínima diaria, promedio diario y amplitud térmica. En el caso de la humedad, se puede optar por tomar la humedad puntual a las 24 h como valor diario (Cobos y Campbell, 2007).

Los valores de temperatura de suelo se tratarán mediante el análisis de series temporales. Se ha asumido que todas las series temporales de una misma variable (temperatura promedio diaria del suelo, temperatura máxima diaria del suelo, humedad de suelo, etc.) siguen un proceso estocástico con la misma estructura. Así, se busca el modelo que mejor describe el comportamiento de cada variable en la mayoría de series del conjunto total. Una vez identificado el modelo, se comparan los parámetros entre puntos y parcelas, con el objetivo de identificar cuáles de ellos son sensibles al tratamiento. Las series de temperatura de aire y suelo presentan, como es esperable dada la latitud de las parcelas, una marcada estacionalidad anual de forma sinusoidal. Se realizará un análisis de Fourier para identificar los componentes de frecuencia que más contribuyen a la varianza de las series, y poderlos extraer (Persaud y Chang, 1984).

Tras el análisis de la información acumulada se podrá determinar, en base a la dinámica de la humedad en los suelos, si la dosis de riego aplicada puede ser modificada a la baja y, con ello, abordar uno de los principales objetivos de este proyecto.

### 2.2.2. Descomposición de la paja

Para el estudio de la descomposición de la paja se empleará el método de las bolsas de descomposición o "litterbags". El método consiste en colocar una cantidad conocida de paja en bolsas de malla e ir midiendo la pérdida de peso en ellas a través del tiempo. Para la construcción de las bolsas se han seguido las recomendaciones recogidas por Harmon *et al.* (1999). Estos autores recomiendan emplear en zonas con elevada radiación UV malla de fibra de vidrio de 1,5 mm. El tamaño de las bolsas es 15 x 20 cm y van cosidas con hilo de nylon. Cada bolsa contiene 10 g de paja.

El material de relleno de las bolsas (pajas), se obtendrá de la paja empleada para el tratamiento de 'mulch'. Este material se dejará secar al aire unos días antes de proceder al llenado de las bolsas, para evitar diferentes humedades iniciales al ser recogido el material en días diferentes. Los intervalos de recogida son mensuales durante los primeros 2 meses y bimensuales el resto del tiempo hasta completar 2 años, formando un total de 13 fechas de recogida. El diseño se ha hecho de tal forma que se recogen 4 bolsas por parcela y fecha. Las bolsas se colocarán en 2 grupos de 13 bolsas. Los dos grupos de bolsas se situarán en cada una de las dos repeticiones de medida de humedad y temperatura del suelo en cada parcela, tratando de colocarlas en zonas representativas de la mayor y menor cobertura vegetal media de la parcela.

El número total de bolsas construidas será de 416 (2 manejos x 1 tratamiento x 2 especies x 2 localidades x 2 repeticiones x 2 localizaciones de las bolsas x 13 fechas). Cada bolsa se introducirá en un sobre cerrado para poder medir las pérdidas de hoja causadas por el transporte y manipulación el día de su colocación en campo. Las bolsas se clavarán en el suelo empleando ganchos de 5 cm para evitar su arrastre por el viento y facilitar el contacto con el suelo. Cada bolsa lleva en su interior una placa de plástico identificadora para facilitar su procesado posterior.

Al recoger las bolsas en campo se introducen inmediatamente en una bolsa de plástico hermética para su traslado. Una vez en laboratorio se limpian cuidadosamente para quitar restos de suelo y materia orgánica ajena al contenido inicial y se pesa en fresco. A continuación, se introduce en estufa a 65°C hasta peso constante y se anota el peso. El mismo proceso se ha aplicado a submuestras del material inicial (fecha 0). Para estudiar la serie temporal de descomposición del residuo vegetal el método más común empleado en la literatura científica es el modelo de Olson (1963). Este modelo describe la descomposición como una función exponencial negativa, de la forma:

$$W_t = W_0 e^{-kt}$$

en donde  $W_t$  es el peso restante del material en tiempo  $t$ ,  $W_0$  es el peso del material inicial y  $k$  la constante de descomposición. También se obtendrá el valor de  $T_{50}$ , definido como el tiempo necesario para que la paja de arroz pierda un 50% de su peso seco. Se calcula empleando la expresión  $T_{50} = -\ln(0,5) / k$ .

### 2.2.3. Evolución de la materia orgánica y la estabilidad estructural del suelo

Se realizará un muestreo, para la caracterización inicial de los suelos de las parcelas. Se elegirán 3 puntos por parcela y en cada uno de ellos se tomará una muestra inalterada para la determinación de la densidad aparente y una muestra alterada compuesta, de 0 a 20 cm de profundidad, para la determinación de textura pH, y contenido de materia orgánica.

Posteriormente, con una periodicidad semestral se muestreará el suelo para la determinación en laboratorio del contenido de materia orgánica oxidable, el carbono orgánico soluble y la estabilidad de los agregados del suelo. En cada muestreo se tomarán tres muestras de suelo a 15 cm de profundidad con sonda Kopecki (para poder estimar la densidad aparente del suelo en cada muestra).

Salvo para el análisis de determinadas propiedades físicas o biológicas que requieren que la muestra se mantenga con la misma estructura o humedad que tiene en el campo, el tratamiento normal de las muestras consiste en un proceso de secado al aire, posteriormente se rompen los agregados y se pasa el suelo por un tamiz de 2 mm. La fracción que pasa a través del tamiz se conoce como tierra fina. El resultado obtenido sobre masa de suelo seco al aire se corrige multiplicando por un factor de corrección de humedad que se debe determinar de forma independiente en cada una de las muestras de suelo.

La determinación de la estabilidad estructural se llevará a cabo empleando un método adaptado de los propuestos por Spaccini *et al.*, 2004 y Martens *et al.* 2000, sobre material pasado a través de 8 mm.

### 2.2.4. Evolución de parámetros relacionados directa o indirectamente con la aplicación de bacterias PGPB.

En los ensayos de campo se tomarán muestras y se analizarán todos los parámetros sobre los que directamente o indirectamente inciden las bacterias PGPB incluidas en el *Smart Mulch*. En concreto se analizarán en campo los mismos parámetros que en invernadero, que están incluidos en el apartado 3.5.2. Muestreos y parámetros a analizar (ver Subtarea 3.5).

## **Subtarea 2.3. Efecto del 'mulch' sobre las malas hierbas.**

### 2.3.1. Caracterización del banco de semillas de malas hierbas

La mayor parte de los individuos de una comunidad de potenciales malas hierbas, se encuentra en forma de semillas en el suelo, el banco de semillas ('seedbank'). Su conocimiento permite tener una idea de la flora potencial que puede desarrollarse en una parcela de cultivo y su composición (nº de especies y cantidad de semillas de las misma) variará de unas parcelas a otras y en el tiempo se ve modificada por las prácticas de cultivo que se realicen en la parcela.

Como punto de partida, en cada una de las parcelas y tratamientos correspondientes a los ensayos, se determinará la composición inicial del banco de semillas por métodos indirectos. Se utilizarán dos métodos, puesto que, dependiendo de las especies presentes, se adecúa más uno u otro: a) el de Barralis que utiliza muestras desagregadas químicamente y b) procesado de muestras sin desagregar químicamente. Para ello, de cada una de las parcelas elementales se tomarán muestras de suelo para su posterior procesado en laboratorio.

Esta determinación se realizará durante los 4 años del proyecto para hacer el seguimiento del banco de semillas en los diferentes manejos.

### 2.3.2. Efecto de los tratamientos sobre las malas hierbas

En los ensayos de campo se evaluará el efecto de los tratamientos sobre las malas hierbas, realizándose inventarios de las malas hierbas presentes en cada uno de los tratamientos, evaluándose el grado de recubrimiento de las diferentes especies y su densidad. Se realizarán 3 inventarios a lo largo del año en cada uno de los ensayos, con el fin de recoger tanto las especies de desarrollo primaveral estival como las de desarrollo otoñal-invernal. Los inventarios se realizarán durante los 4 años del proyecto, durante los meses de marzo-abril, septiembre-octubre y diciembre-enero.

## **Subtarea 2.4. Análisis económico.**

El objetivo de esta Subtarea es definir en términos económicos las ventajas económicas que reporta la técnica de mulch sobre los cultivos ensayados. Es importante recalcar que esta evaluación se hará tanto para el cultivo convencional como el ecológico.

La metodología consistirá en el análisis comparado de los costes de producción del sistema con mulch y el sistema sin mulch.

Para ello se partirá de los datos de seguimiento de las distintas variables agronómicas del ensayo y se cuantificarán los siguientes efectos:

- Reducción de costes productivos por ahorro de agua de riego
- Reducción de costes productivos por mejora de las propiedades físico-químicas del suelo, por efecto del acolchado y de su incorporación progresiva.
- Reducción de costes productivos por ahorro en control de malas hierbas
- Incremento de ingresos por efectos positivos sobre la producción y la calidad de la cosecha

## DURACIÓN

42 meses

TAREAS	2018				2019				2020				2021			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<b>2. EVALUACIÓN AGRONÓMICA</b>																
2.1. Dimensión del plan experimental y de las parcelas de ensayo																
2.2. Efecto del 'mulch' sobre la mejora de las condiciones del suelo																
2.3. Efecto del 'mulch' sobre las malas hierbas																
2.4. Análisis económico																

## ENTREGABLES

- E.2.1.: Informe final de dimensión del plan experimental y de las parcelas de ensayo. (M7).
- E.2.2.: Informe semestral sobre la dinámica de la humedad y de la temperatura del suelo. (M12, M18, M24, M30, M36, M42, M48).
- E.2.3.: Informe semestral sobre la descomposición de la paja. (M12, M18, M24, M30, M36, M42, M48).
- E.2.4.: Informe semestral sobre evolución de la materia orgánica y estabilidad estructural del suelo. (M12, M18, M24, M30, M36, M42, M48).
- E.2.5.: Informe semestral sobre caracterización del banco de semillas de malas hierbas. (M12, M18, M24, M30, M36, M42, M48).
- E.2.6.: Informe semestral sobre efecto de los tratamientos sobre las malas hierbas. (M12, M18, M24, M30, M36, M42, M48).
- E.2.7.: Informe anual sobre análisis económico. (M24, M36, M48)

## TAREA 3: DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE INCORPORACIÓN DE MICROORGANISMOS FIJADORES DE NITRÓGENO ATMOSFÉRICO EN VIDA LIBRE ADAPTADAS A LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE LOS AGROSISTEMAS DE DESTINO

### Tarea 3

#### Incorporación de diazotrofos



##### Selección de las cepas más eficientes para el ecosistema específico

- Colección de bacterias
- Preselección de bacterias
- Método de producción del inoculante
- Formulación del inoculante
- Ensayos a pequeña escala
- Producción de inoculante

Participante responsable: UNILEON

Otros Participantes: GIRSA y UPV

#### OBJETIVOS A ALCANZAR

Desarrollar y adaptar la técnica de utilización de PGPB en agricultura, a la finalidad de incorporar mediante la técnica de mulch, bacterias PGPB diazotrofas, capaces de contrarrestar el efecto de inmovilización del Nitrógeno por la evolución natural del mulch, y promover por otros mecanismos el desarrollo de los cultivos. Las bacterias serán preferentemente autóctonas, para lo que se realizarán nuevos aislamientos, ya que se trata de optimizar la adaptación de las PGPB a las condiciones ambientales de los agrosistemas de la zona de aplicación.

La evaluación en campo de los efectos sobre el cultivo de la incorporación de estos microorganismos al mulch será realizada en la Tarea 2

#### METODOLOGÍA

##### Subtarea 3.1. Establecimiento de una colección de bacterias fijadoras de nitrógeno en vida libre

Por una parte, se trabajará con bacterias de colección de los géneros diazotrofos *Azotobacter* y *Azospirillum*, y por otra parte se establecerá una colección de aislados autóctonos, pertenecientes también a estos dos géneros. La utilización de microorganismos autóctonos mejora la adaptación e integración en el agrosistema, de los microorganismos utilizados en el inoculante (Mulas et al. 2013), y por esta razón se procederá al aislamiento de cepas autóctonas de la Comunidad Valenciana. Las cepas de colección, serán los testigos o controles contra los que se comparará el efecto agronómico de los nuevos aislados.

### 3.1.1. Recopilación de bacterias de colección pertenecientes a los géneros *Azotobacter* y *Azospirillum*.

El intercambio de material biológico se gestionará a través de la red de contactos de las sociedades SEFIN (Sociedad Española de Fijación de Nitrógeno) de la que forma parte el grupo IQUIMAB y ALAR (Asociación Latinoamericana de Rizobiología), ambas relacionadas entre sí. Existe un contacto directo a través de los congresos bienales que cada una de las dos asociaciones realiza por separado, y también a través la reunión conjunta de ambas cada cuatro años (Congreso de Interacciones Beneficiosas Microorganismos-Plantas-Ambiente IBEMPA). Un resumen del estado del estado del arte en cuanto a la disponibilidad de productos basados en fijadores libre de nitrógeno se encuentra en Okon et al. (2013), firmado por investigadores integrantes de las sociedades indicadas.

### 3.1.2. Aislamientos de fijadores de nitrógeno en vida libre, autóctonos de la Comunidad Valenciana.

Se fijará como objetivo el aislamiento de cepas de los géneros *Azospirillum* y *Azotobacter*, ambos presentes en la Península Ibérica (Tejera et al. 2005). Se partirá exclusivamente de suelo rizosférico de plantaciones de cítricos y kaki de la Comunidad Valenciana, realizando diluciones decimales seriadas. Para la primera dilución decimal se utilizarán 10 g de suelo rizosférico en 90 ml de solución fisiológica. Será necesario realizar un primer tanteo para decidir las diluciones que se plaquearán. Se utilizarán dos medios semiselectivos para el plaqueo de las diluciones correspondientes, uno de ellos para favorecer el crecimiento de *Azospirillum* y el segundo para favorecer el crecimiento de *Azotobacter*, teniendo en cuenta que no existen medios completamente selectivos. Para el aislamiento de *Azospirillum* el plaqueo se hará en medio de cultivo RC (Rodríguez Cáceres, 1982) suplementado con cicloheximida (10mg/l) para evitar el crecimiento de hongos, incubándose durante un mínimo de 4 y un máximo de 6 días a 28 – 30 °C. Siguiendo el protocolo de REDCAI (2010), las colonias que, una vez comprobada su pureza, tengan en el medio RC el aspecto morfológico de *Azospirillum* se observarán al microscopio, y si las bacterias presentan las características típicas de este género, serán sometidas a una prueba de crecimiento en medio de cultivo NFB semisólido (Döbereiner et al. 1995, modificado por REDCAI, 2015), con objeto de comprobar que son capaces de crecer en ausencia de nitrógeno en condiciones de microaerofilia, que es una característica del género *Azospirillum*, aunque esta prueba tampoco excluye otros taxa bacterianos. Para el aislamiento de *Azotobacter* el plaqueo se hará en el medio libre de nitrógeno de Ashby-manitol y Ashby-glucosa suplementado con cicloheximida (10 mg/l), incubando las placas durante 7 días a 30 °C, según el protocolo descrito por Rueda et al. (2016). Las colonias que, una vez comprobada su pureza, tengan el aspecto morfológico típico de *Azotobacter* se observarán al microscopio, y si las bacterias presentan las características típicas de este género (Rueda et al., 2016) pasarán a la fase de identificación con métodos moleculares.

### 3.1.3. Confirmación de la identidad taxonómica de los aislados autóctonos de la Comunidad Valenciana.

Es necesario confirmar la identidad taxonómica de todos los aislados mediante secuenciación del gen 16S rRNA (tarea subcontratada a MacroGen Europa). Esto es debido a que el método de aislamiento y la observación del aspecto morfológico de la colonia y de la bacteria al microscopio, no permite conocer la identidad de las bacterias aisladas, necesitando una identificación molecular. Una vez recibido el archivo electrónico con la secuencia de cada bacteria, los investigadores analizarán dichas secuencias para la identificación de las cepas mediante comparación con la base de datos de cepas tipo EZ-Taxon ([www.ezbiocloud.net](http://www.ezbiocloud.net)). Las bacterias pertenecientes a los géneros *Azotobacter* y *Azospirillum* serán aceptadas. Esto es

debido a que en el Proyecto de Real Decreto que modifica el RD 506/2013 de 28 de Junio sobre productos fertilizante, que saldrá a la luz en fechas coincidentes con el cierre de la convocatoria parece prácticamente seguro que se admitirán estos géneros, junto con otros (por ejemplo *Rhizobium* y afines), existiendo en el momento de presentar esta memoria una gran incertidumbre sobre la admisión de otros géneros.

### **Subtarea 3.2. Preselección de bacterias de la colección creada en la Subtarea 3.1, basada en ensayos específicos de fijación de Nitrógeno y de otras propiedades de promoción del crecimiento de las plantas (PGPB)**

La preselección tiene como objeto trabajar en los ensayos de microcosmos y campo, solamente con aquellas cepas que en ensayos *in vitro* presenten una mayor capacidad potencial de fijar nitrógeno atmosférico en vida libre, y de potenciar el crecimiento de las plantas. Para esta preselección se utilizarán los siguientes criterios: i) capacidad de fijación de Nitrógeno, lo que se medirá en cultivos celulares puros; ii) presencia de otros mecanismos de fitoestimulación que puedan contribuir al mejor desarrollo del cultivo; iii) y compatibilidad entre las cepas de cara a la posible formulación de consorcios que combinen varias de ellas.

#### 3.2.1. Análisis de la capacidad de fijación de Nitrógeno en cultivos puros líquidos.

La fijación de Nitrógeno se analizará en cultivos puros líquidos utilizando la metodología la reducción de acetileno, incubando 5 ml de suspensión celular en viales de 60 ml, conteniendo una mezcla de aire y acetileno (10:1 (vol:vol) aire a acetileno). A intervalos regulares, se tomarán muestras del gas que ocupa el espacio libre superior del vial, y se analizará la producción de etileno (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) midiendo la presencia de este gas con un cromatógrafo de gases, todo según la metodología descrita por Bellenger et al. (2014). El medio de cultivo líquido para *Azotobacter* será el propuesto por Bellenger et al (2008).

#### 3.2.2. Análisis *in vitro* de otras actividades promotoras del crecimiento vegetal.

En cuanto a otras actividades promotoras del crecimiento vegetal, se analizarán la producción de fitohormonas que estimulan el crecimiento de las plantas (ácido indol acético), la actividad ACC desaminasa que contribuye a superar las situaciones de estrés por parte de la planta, y la solubilización de fosfato mineral insoluble presente en el suelo, siguiendo la metodología de Marcano et al. (2016).

#### 3.2.3. Comprobación de la compatibilidad entre las cepas seleccionadas por sus propiedades de fijación de nitrógeno y otras actividades promotoras del crecimiento.

En placas *Petri* con medio de cultivo adecuado para el crecimiento de las bacterias, se inoculará uno de los microorganismos, a partir de inóculo en forma líquida que se distribuirá mediante asa de digralsky. Se realizarán hendiduras circulares de 0,5 cm de diámetro perpendiculares a la base de la placa, en las que se introducirán 100 microlitros de una suspensión con 10<sup>7</sup> ufc por ml de la bacteria con la que se pretende comprobar la compatibilidad. La placa se incubará en estufa y se observará en su caso la posible presencia de un halo de inhibición.

### **Subtarea 3.3. Establecimiento del método de producción del inoculante a escala piloto.**

El medio de cultivo para la producción del inoculante debe permitir alcanzar una concentración de microorganismos, en fermentador piloto con control del pH, la temperatura y la oxigenación, en torno a 1x10<sup>9</sup> ufc/ml. Además para la producción comercial del inoculante, el medio de cultivo

debe ser el más barato posible de los que cumplan con el requisito anterior. Por esta razón, una buena alternativa es utilizar residuos seguros para el ser humano, el medio ambiente y el cultivo, generalmente procedentes de la industria agroalimentaria (Ben Rebah et al., 2007). El grupo IQUMAB tiene amplia experiencia en el desarrollo de este tipo de medios de cultivo, a escala piloto (Pastor-Buies 2015, 2017a,b), y en su escalado a nivel industrial.

### 3.3.1. Puesta a punto a escala piloto del proceso fermentativo de producción del inoculante, seleccionando el medio de cultivo más adecuado económica y técnicamente.

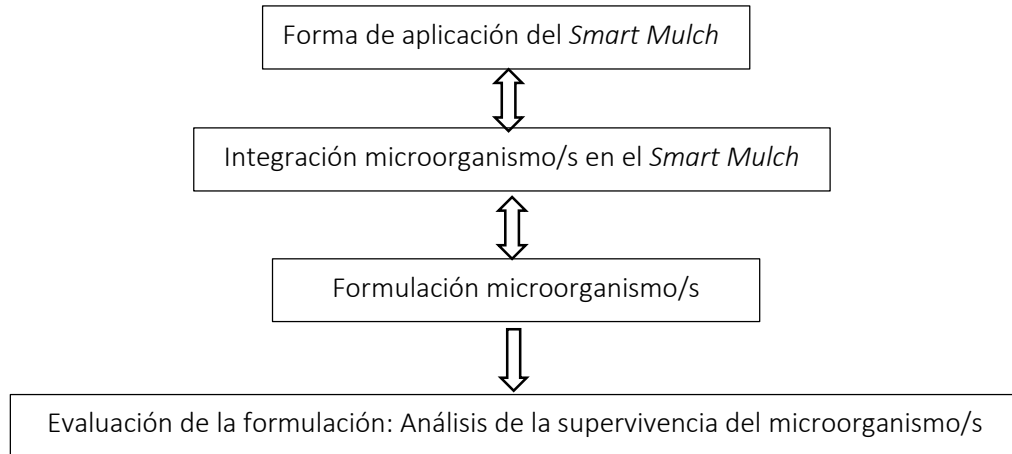
En primer lugar se analizarán las fuentes de carbono y nitrógeno utilizables por las bacterias seleccionadas, información necesaria para definir los sustratos viables para su producción en planta piloto. Como fuentes de carbono se utilizarán diferentes azúcares, monosacáridos y polisacáridos y como fuentes de nitrógeno se utilizarán sales de nitrógeno inorgánicas derivadas de nitratos y amonio. Se ensayará la utilización como fuente de N y de C de diferentes aminoácidos. Se seguirá la metodología descrita para cada uno de los dos taxa bacterianos incluidos, y se utilizarán asimismo diferentes kits comerciales para este propósito.

Tomando como base la información del párrafo anterior y la disponibilidad local de diferentes materias primas (preferentemente residuos de la industria alimentaria) para la elaboración de los medios de cultivo de las bacterias seleccionadas, se realizará un análisis multicriterio teniendo en cuenta el precio, la disponibilidad de la materia prima, la regularidad de dicha disponibilidad y sus características técnicas. En primer lugar se hará una prueba con los medios seleccionados a pequeña escala (250 ml de medio en matraces de 1 litro) en incubador con agitación. Los medios que mejor resultado proporcionen en esta prueba a pequeña escala, serán utilizados para los ensayos a escala piloto en un fermentador automatizado Sartorius BIOSTAT Bplus de 5 litros, en los que se optimizarán los parámetros que deben controlarse en la producción industrial del inoculante.

### **Subtarea 3.4. Definición de la formulación del inoculante a escala piloto.**

Las poblaciones de bacterias inoculadas en el suelo decrecen rápidamente si no se formulan correctamente, utilizando protectores celulares adecuados (Bashan y Bashan, 2015). En este caso existe otro reto que es combinar de la manera más adecuada los dos componentes principales del *Smart Mulch*, la paja y el inoculante.

La formulación del microorganismo tiene como finalidad, optimizar la viabilidad del microorganismo en el *Smart Mulch*, y también su acción en el agrosistema. Por esta razón la mecanización en la aplicación del *Smart Mulch* va a condicionar la forma de integración del microorganismo o consorcio microbiano en el mismo, y a su vez, esto va a condicionar la formulación del microorganismo



Integración entre la formulación del inoculante y el método de distribución del mulch.

#### Planteamiento general

Se utilizarán las siguientes formulaciones:

- **Formulación líquida**, consistente en una suspensión celular junto con el resto de componentes coadyuvantes y protectores que se seleccionarán. La formulación líquida se aplicará, en campo, mediante el sistema de riego localizado, y por tanto el inoculante se localizará bajo la cubierta de mulching.
- **Formulación sólida** sobre alguno de los soportes con que trabaja el grupo IQUIMAB. En este caso la aplicación del inoculante, en campo, se realizará simultáneamente al proceso de distribución del mulch, mediante las correspondientes adaptaciones en la maquinaria de distribución del mismo, de manera que alcance directamente el suelo, y no quede retenido en la paja.

#### 3.4.1. Elección de los coadyuvantes más adecuados para incrementar la viabilidad de las bacterias y mejorar las características técnicas del inoculante

Los coadyuvantes tienen varias misiones: i) en todas las formulaciones incrementar la viabilidad de las bacterias tanto durante el almacenamiento y la distribución, como una vez aplicadas al campo; ii) y en las formulaciones líquidas actuar como dispersante y surfactante. Se probarán varios productos como por ejemplo alginato, carboximetilcelulosa, goma garrofín, carragenina, trehalosa, glicerol, FeEDTA, etc tomando como base la experiencia previa del grupo (Pastor-Bueis et al. 2017a, 2015, patente en Europa No. 15382201.0 1) y también los trabajos de Oliveira et al. (2017) y Bashan y Bashan (2015). Se elegirán las sustancias más compatibles con un representante de cada una de las especies bacterianas seleccionadas. Se obtendrá una suspensión celular en fase estacionaria y se le aplicará la sustancia correspondiente a la concentración que nuestro grupo tiene determinada como la óptima. Las sustancias deben ser previamente esterilizadas por irradiación en bolsas de polietileno termoselladas, ya que de no hacerlo las bacterias que inevitablemente existen en el producto, interfieren en el recuento de microorganismos. El tratamiento se subcontratará a la empresa IONISOS Ibérica que utiliza un método basado en la ionización por electrones acelerados o de alta energía, utilizando una dosis superficial garantizada de 113 kGy. En los días 0, 15 y meses 1 y 3 se realizarán diluciones seriadas

para comprobar la cantidad de microorganismos viables. Se seleccionará para cada bacteria la sustancia o combinación de las mismas que optimice la supervivencia a largo plazo.

#### 3.4.2. Evaluación de posibles formulaciones sólidas, utilizando como criterio de selección la supervivencia del microorganismo durante la etapa de almacenamiento y distribución.

Las formulaciones líquidas están compuestas del caldo microbiano y los coadyuvantes, ya seleccionados. Sin embargo, para las sólidas es necesario además elegir el soporte (denominado también *carrier*) más adecuado, que debe cumplir dos condiciones: i) ser tecnológicamente compatible con el sistema de distribución del mismo; ii) y optimizar la supervivencia de los microorganismos durante la etapa de almacenamiento y distribución. Los soportes a evaluar serán los habitualmente utilizados por el grupo IQUIMAB. Se evaluará la supervivencia del inóculo a intervalos de tiempo (típicamente días 0, 15; meses 1 y 3). El recuento se realizará mediante diluciones decimales seriadas en solución salina estéril y plaqueo en medios semiselectivos (no puede hablarse de medio selectivos) para el microorganismo en cuestión (*Azotobacter* o *Azospirillum*), que han sido especificados en la Tarea 3.1 en el apartado 3.1.2. La primera dilución decimal será 1:10 (peso:vol). El recuento se hará en las placas que contengan 30 – 300 colonias, y aparte de la experiencia del grupo IQUIMAB, se tendrán en cuenta las recomendaciones de REDCAI (2010). En la placa pueden crecer otros microorganismos cuyas colonias tengan un aspecto morfológico similar al del inoculante, pues como se ha indicado no existen medios completamente selectivos. Por tanto, las colonias presuntamente positivas se observarán al microscopio y si vuelven a ser positivas, se analizará su perfil RAPD para compararlo con el perfil correspondiente al de la/s bacteria/s del inoculante, tal como recomienda REDCAI (2010), si bien en nuestro caso analizaremos el perfil RAPD con el primer M13 (5'- GAGGGTGGCGGTTCT -3'), tal como describe Pastor-Bueis et al. (2017a). El análisis de los perfiles de RAPD se llevará a cabo utilizando el paquete informático Bionumerics version 4.0 software (Applied Maths, Austin, TX).

#### **Subtarea 3.5. Ensayos a pequeña escala (microcosmos) de la eficiencia del inoculante.**

Estos ensayos se simultanearán con los ensayos de campo, existiendo retroalimentación mutua entre ambos.

En la Subtarea 3.4 se han seleccionado formulaciones de bacterias / consorcios bacterianos. En la Tarea 2 se evaluará su efecto agronómico en campo. En la presente Tarea se analizará el efecto de las formulaciones seleccionadas en la fijación de Nitrógeno y el ciclo del Nitrógeno en microcosmos. Trabajar en microcosmos es necesario para realizar a mínimo coste una primera evaluación, de las soluciones adoptadas en las Tareas anteriores, antes de abordar los ensayos en campo a gran escala. Su gran ventaja es que permite trabajar independientemente de las condiciones ambientales, y permite obtener siempre resultados.

Los parámetros a determinar permitirán estimar la fijación de nitrógeno en el suelo, el efecto del *Smart Mulch* sobre las formas de nitrógeno del suelo, y también sobre la composición bacteriana del suelo.

#### 3.5.1. Diseño del experimento.

El ensayo en microcosmos se realizará en invernadero automatizado, utilizando bandejas de cultivo de una superficie aproximada de 0,15 metros cuadrados y una profundidad de 25 – 30 cm, rellenas con suelo real, en las que se simulará a pequeña escala, el resultado de la distribución del *Smart Mulch* sobre el suelo. El diseño estadístico dentro del invernadero será de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Los factores a analizar serán los siguientes:

Tipo de *Smart Mulch*: Se probarán las formulaciones seleccionadas en la Subtarea 3.4 junto con controles que consistirán en el mulch sin el inóculo, y otro control consistente en suelo sin mulch

Dosis de microorganismos: Se analizarán 2 dosis de microorganismos, la primera la más habitual que es en torno a  $4 \times 10^{10}$  ufc por ha, y otra superior, de  $4 \times 10^{13}$  ufc por ha.

### 3.5.2. Muestras y parámetros a analizar.

Se realizarán muestreos de suelos los días 1, 15, y los meses 1, 3, 6, 12, 15, 18, 21 después de la aplicación del *Smart Mulch*, realizándose las siguientes determinaciones:

#### *Medición de la fijación de nitrógeno en el suelo mediante el ensayo de reducción de acetileno.*

Se utilizará la metodología habitual en estos ensayos (Hardy et al. 1968), descrita más recientemente por Bellenger et al. (2014), Shiau et al. (2017) o Zheng et al. (2017), que consiste en la incubación de suelo en viales herméticos de un volumen adecuado al tamaño de la muestra de suelo, e incubarlo en una atmósfera compuesta por una mezcla de aire y acetileno (10:1 (vol:vol) aire a acetileno). A intervalos regulares, se tomarán muestras del gas que ocupa el espacio libre superior del vial, y se analizará la producción de etileno ( $C_2H_2$ ) midiendo la presencia de este gas con un cromatógrafo de gases.

#### *Medición de la presencia de diferentes formas de Nitrógeno en el suelo y del Carbono Orgánico Total.*

Por una parte, se medirán las concentraciones de  $NH_4^+$  y  $NO_3^-$  en el suelo. Para ello se utilizará la metodología habitualmente utilizada en el grupo IQUIMAB. La concentración de nitrógeno nítrico se hará en un extracto obtenido con una solución saturada de  $CaSO_4$  mediante la lectura de la segunda derivada en la absorbancia, a una longitud de onda entre 219-225 nm en un espectrofotómetro UV-visible BECKMAN SU 640, según el método descrito por Sempere et al. (2006). En cuanto al nitrógeno amoniacal, la extracción se hará con una disolución de KCl 2M, en una relación suelo:extractante 1:10 (peso:vol), agitando durante 30 minutos y procediendo a un filtrado final. El filtrado será sometido a determinación de amonio siguiendo la metodología estándar publicada por APHA (2012) que se basa en la utilización de un medidor de pH/Ion (781 pH/Ion Meter de Methrom) constituido por un electrodo de ión-selectivo. La concentración de Nitrógeno inorgánico se calculará como la suma de las dos fracciones anteriores. También se determinará la concentración de Nitrógeno total mediante una digestión microKjeldahl.

Finalmente se determinará el Carbono Orgánico Total de las muestras de suelo mediante oxidación con dicromato potásico y valoración con una solución de  $Fe^{2+}$  (Zheng et al, 2017).

Los resultados numéricos obtenidos serán analizados mediante el análisis de varianza adecuado al diseño experimental.

#### *Análisis del efecto del Smart Mulch sobre la composición bacteriana del suelo, mediante métodos de secuenciación masiva del ADN edáfico.*

El ADN genómico se extraerá de muestras de suelo con el Kit Soil DNA Isolation Plus Kit® (NORGEN Biotek Corp., Canada), siguiendo las instrucciones del fabricante. Los extractos del DNA edáfico total se utilizarán para la secuenciación masiva de las librerías de genes 16S rRNA de las Eubacterias (Kuske et al., 2006, Callaway et al., 2009), actividad que se subcontratará a MrDNA (<http://www.mrdnalab.com/>). Las lecturas obtenidas serán sometidas a procesamiento

bioinformático utilizando el software QIIME software version 1.8.0 (Caporaso et al., 2010), que se utilizará para el alineaamiento de secuencias y detección de quemeras. La clasificación de las Unidades Taxonómicas Operativas (OTUs en inglés) se realizará usando Ribosomal Database Project (RDP) Bayesian Classifier (<http://rdp.cme.msu.edu>).

### Subtarea 3.6. Producción del inoculante para los ensayos de evaluación agronómica en campo a gran escala.

Con el *know-how* desarrollado con el proyecto, en el momento de iniciar cada uno de los ensayos de campo, se producirá la suficiente cantidad de inóculo para dichos ensayos

#### Actividades a realizar

Producción de microorganismos, mediante proceso fermentativos en el fermentador piloto, con el medio de cultivo elegido en los ensayos realizados. Se utilizarán los fermentadores piloto del equipo IQUIMAB.

Formulación del inoculante, con los coadyuvantes y soporte (en el caso del sólido) elegidos en los ensayos realizados. Se utilizará la maquinaria a escala piloto de la que dispone el grupo IQUIMAB.

### DURACIÓN

33 meses

TAREAS	2018				2019				2020				2021			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<b>3. INCORPORACIÓN DIAZOTROFOS</b>																
3.1. Establecimiento de una colección de bacterias fijadoras de nitrógeno en vida libre																
3.2. Preselección de bacterias de la colección, basada en ensayos específicos de fijación de Nitrógeno y de otras propiedades de promoción del crecimiento de las plantas (PGP)																
3.3. Establecimiento del método de producción del inoculante a escala piloto.																
3.4. Definición de la formulación del inoculante a escala piloto.																
3.5. Ensayos a pequeña escala (microcosmos) de la eficiencia del inoculante.																
3.6. Producción del inoculante para los ensayos de evaluación agronómica en campo a gran escala.																

### ENTREGABLES

- E.3.1.: Informe final sobre establecimiento de una colección de bacterias fijadoras de nitrógeno en vida libre + Colección de microorganismos de los géneros *Azotobacter* y *Azospirillum*, conservada en glicerol y ultracongelación, con dos copias, una base y otra activa. Todos los microorganismos estarán identificados por técnicas moleculares (secuenciación gen 16S rRNA). Esta colección tendrá dos secciones, la

de bacterias autóctonas de la Comunidad Valenciana, y la de bacterias de colecciones preexistentes. (M12).

- E.3.2.: Informe final sobre preselección de bacterias de la colección, basada en ensayos específicos de fijación de Nitrógeno y de otras propiedades de promoción del crecimiento de las plantas (PGP), con una base de datos con cada una de las accesiones indicadas en el entregable de la Tarea 3.2, en la que incorporarán campos con la información relativa a las características analizadas, expresado en unidades estandarizadas en la bibliografía existente + Una lista de cepas preseleccionadas para su utilización en las siguientes actividades, conociendo también la compatibilidad entre ellas para crear consorcios. (M15).
- E.3.3.: Informe final sobre establecimiento del método de producción del inoculante a escala piloto, que incluirá un protocolo de producción del microorganismo o consorcio microbiano en fermentador a escala industrial. Este protocolo describirá el óptimo y rangos de tolerancia para los siguientes parámetros: pH, aireación, temperatura, tiempo de incubación, y proporción de inóculo primario. (M21).
- E.3.4.: Informe final sobre definición de la formulación del inoculante a escala piloto, con descripción de al menos una formulación líquida y otra sólida del *Smart Mulch*, elegidas por optimizar la supervivencia del inóculo, que serán las que pasarán a los ensayos de microcosmos y campo. La definición de una formulación incluye: microorganismo o consorcio de microorganismos compatibles, coadyuvante/s, y en el caso de la formulación, y soporte (sólido o líquido) + Fabricación de un formulado a escala piloto con una concentración microbiana a concentración de  $1 \times 10^9$  ufc por g o ml de producto, que será utilizado para posteriores ensayos. (M24).
- E.3.5.: Informe semestral sobre ensayos a pequeña escala (microcosmos) de la eficiencia del inoculante, con caracterización de cada una de las formulaciones del *Smart Mulch* analizadas a escala piloto, incluyendo la siguiente información: i) fijación de nitrógeno en el suelo mediante la prueba de reducción del acetileno; ii) balance de formas nitrogenadas en el suelo; iii) composición microbiana del suelo. (M39).
- E.3.6.: Informe de campaña sobre Producción del inoculante para los ensayos de evaluación agronómica en campo a gran escala. Se producirá la suficiente cantidad de inoculante formulado para realizar los ensayos de campo propuestos (M21, M33, M45).

Subtarea 3.1  
COLECCIÓN BACTERIAS FIJADORAS N

- Actividad 3.1.1  
Bacterias de colección
- Actividad 3.1.2  
Aislamiento bacterias autóctonas
- Actividad 3.1.3  
Identidad taxonómica



Subtarea 3.2  
PRESELECCIÓN POR FIJACIÓN N Y  
OTRAS CARACTERÍSTICAS PGPB



Subtareas 3.3 y 3.4  
ESTABLECIMIENTO DEL MÉTODO DE  
PRODUCCIÓN DEL INOCULANTE Y  
DE SU FORMULACIÓN A ESCALA  
PILOTO

Subtarea 3.6  
PRODUCCIÓN DE INOCULANTES  
PARA ENSAYOS DE CAMPO



Subtarea 3.5  
ENSAYOS EN MICROCOSMOS



Subtarea 2.2.4  
ENSAYOS DE CAMPO



+



Smart Mulch

# Tarea 4

## Diseño de mecanización



### Optimización de la mecanización del proceso integral Adaptaciones y creación de maquinaria específica

- Dimensión del plan experimental
- Recolección y empacado
- Recogida, carga y transporte
- Estudio de rutas
- Acondicionamiento y aplicación
- Modelo del proceso logístico

Participante responsable: UPV

Otros Participantes: GIRSA

### OBJETIVOS A ALCANZAR

Diseñar y optimizar la mecanización integral de todo el proceso, desde su origen en la Albufera, hasta su aplicación en campo, pasando por todos los requisitos intermedios de acondicionamiento y mejora.

### METODOLOGÍA

#### Subtarea 4.1. Dimensión del plan experimental y de las parcelas de ensayo.

La primera Subtarea consistirá en definir la dimensión final del plan experimental. Como avance del mismo se cuenta con el ensayo de dos cultivos (cítricos y caqui), en dos modalidades productivas (convencional y producción integrada), en dos emplazamientos diferentes y con diferentes modalidades de aporte de mulch (grosor de capa y tamaño de partícula).

Inicialmente se estima necesaria una superficie de ensayo de 2 Hectáreas, adicionales a las superficies del ensayo de evaluación agronómica.

#### Subtarea 4.2. Selección de máquinas para el empacado de la paja, contemplando dos escenarios: zonas inundadas y zonas secas

En esta fase se identificarán todos los sistemas posibles para realizar la recogida de la paja de arroz en las condiciones específicas de la albufera de Valencia. Se evaluará específicamente la recogida de la paja empleando empacadoras convencionales, rotoempacadoras, y macroempacadoras de grandes pacas prismáticas, trabajando tanto en zonas inundadas, como en zonas secas. Se determinarán entre otras, las capacidades de trabajo de estas máquinas, la calidad de su trabajo (porcentaje de paja recogida del total), y los costes de dichas operaciones en una parcela tipo.

Para realizar esta tarea se deberán realizar varias pruebas de campo, donde se monitorizarán las diferentes máquinas trabajando tanto en zonas inundadas como en zonas secas.

#### **Subtarea 4.3. Estudio de los sistemas de recogida/carga/transporte de la paja desde el interior de las parcelas hasta el primer punto de acopio.**

Una vez se haya realizado el empacado de la paja de arroz, ésta deberá cargarse y transportarse desde el interior de las parcelas a un primer punto de acopio. En esta fase será necesario estudiar todos los sistemas posibles para realizar la recogida, carga y transporte de la paja de arroz en las condiciones específicas de la albufera de Valencia. En este punto se evaluará entre otros, los cargadores frontales del tractor, los remolques autocargadores, las picadoras-cargadoras, y los remolques para el transporte de paja. Se determinarán las capacidades de trabajo de estas máquinas y los costes de dichas operaciones en función de la distancia de la parcela al primer punto de acopio.

Una vez la paja se ha transportado hasta el primer punto de acopio ésta deberá almacenarse hasta su posterior distribución en campo, debiéndose estudiar el número de puntos de acopio y las dimensiones óptimas de éstos, además del método adecuado para almacenar la paja y apilado de las pacas.

Para realizar esta tarea se deberán realizar varias pruebas de campo donde se monitorizarán los diferentes equipos, trabajando y transportando la paja hasta el primer punto de acopio.

#### **Subtarea 4.4. Estudio de rutas y medios de transporte óptimos desde el punto de acopio 1 (cercanía al punto de recogida) hasta el punto de acopio 2 (cercanía a los campos de aplicación del mulch)**

A través de los grafos se aplicarán modelos de Selección de fuentes de aprovisionamiento, problema de la ruta más corta, problema del viajero, problemas de localización: de parcelas a aprovechar, puntos de acopio, lugar óptimo de las plantas de transformación (Gracia C., Velázquez-Martí B., Estornell J. 2014. An application of the vehicle routing problem to biomass transportation. Biosystems Engineering 124: 40 - 52).

Se estudiará el modelo de la distancia límite de rentabilidad.

#### **Subtarea 4.5. Selección y adaptación de equipos para el acondicionamiento de la paja y su extendido en los campos**

Una vez la paja se encuentra almacenada en los puntos de acopio próximos a la zona de aplicación, ésta deberá acondicionarse adecuadamente para su posterior distribución en campo. En esta fase deberán seleccionarse y adaptarse los equipos que se vaya a emplear en el desmontado de pacas, en el picado y acondicionamiento de la paja, y en el transporte y extendido en campo. Se determinarán entre otras, las capacidades de trabajo de las máquinas utilizadas y los costes de dichas operaciones en función del tratamiento que se le dé a la paja (tamaño de partícula del mulch) y de cómo tenga que quedar distribuida la paja en el campo (en el centro de la calle, debajo de los árboles, etc).

#### **Subtarea 4.6. Modelos teórico-prácticos de todo el proceso logístico.**

Las tareas que más encarecen la cadena de aprovechamiento de los residuos agrícolas son la recogida, transporte y suministro. El desarrollo de la investigación operativa ha proporcionado un conjunto valioso de herramientas que permiten modelizar sistemas logísticos, y resultan de enorme utilidad para la optimización del aprovechamiento de los residuos agrícolas, como es la

paja del arroz, debido a que éstos están generalmente dispersos en la superficie de las parcelas. Por tanto, del desarrollo de herramientas que optimicen su recolección, concentración y transporte se ofrece como una posibilidad de mejorar la rentabilidad de su aprovechamiento. Entre las técnicas más importantes destacan la aplicación de la programación lineal y el análisis de redes, modelizados a través de sistemas de información geográfica. Ambas van a ser analizadas este trabajo.

Generalmente la información básica para el desarrollo de un modelo logístico supone la cuantificación del recurso disponible en el sistema a explotar, por ello se va a tratar de en esta investigación; definir sus diferentes localizaciones; cuantificar el coste de obtención (cosecha) y transporte, almacenado, y distribución; y determinar cuáles son las necesidades del recurso según la escala productiva de las zonas de aplicación, que pueden estar localizadas en un punto o en varios puntos. Todo ello permitirá la optimización logística en cuanto a la distribución del producto valorizado hasta llegar al consumidor final.

Para minimizar los costes y maximizar los beneficios del aprovechamiento de los restos de la paja del arroz se va a aplicar un análisis de redes en forma de grafos. Los grafos están formados por nodos (origen y destinos) que se unen a través de arcos que representan rutas. En esta investigación vamos a aplicar un algoritmo para la construcción de grafos a partir de mapas de Sistemas de Información Geográfica, a través del llamado *borvemar model* (Velázquez-Martí B., Annevelink E. 2009. GIS application to define biomass collection points as sources for linear programming of delivery networks. Transactions of ASABE 52(4): 1069-1078. Velázquez-Martí B., Fernandez-Gonzalez E. 2010. Mathematical algorithms to locate factories to transform biomass in bioenergy focused on logistic network construction. Renewable Energy 35(9): 2136-2142).

Se presentarán modelos realistas. Se va a considerar para la localización de centros logísticos, la infraestructura de apoyo, así como las limitaciones administrativas, de agua, energía y transporte. Sin embargo, para simplificar el cálculo, los criterios utilizados en el algoritmo para localizar plantas de transformación de biomasa sólo serán los siguientes:

- Todo el material producido por cada parcela debe ser recogido
- Todo lo que debe ser transportado y aplicado a un coste mínimo

## DURACIÓN

42 meses

TAREAS	2018				2019				2020				2021			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<b>4. DISEÑO DE MECANIZACIÓN</b>																
4.1. Dimensión del plan experimental y de las parcelas de ensayo																
4.2. Selección de máquinas para el empacado de la paja, contemplando dos escenarios: zonas inundadas y zonas secas																
4.3. Estudio de los sistemas de recogida/carga/transporte de la paja desde el interior de las parcelas hasta el primer punto de acopio.																
4.4. Estudio de rutas y medios de transporte óptimos desde el punto de acopio 1 (cercanía al punto de recogida) hasta el punto de acopio 2 (cercanía a los campos de aplicación del mulch)																
4.5. Selección y adaptación de equipos para el acondicionamiento de la paja y su extendido en los campos																
4.6. Modelos teórico-prácticos de todo el proceso logístico.																

## ENTREGABLES

- E.4.1.: Informe final sobre dimensión del plan experimental y de las parcelas de ensayo. (M7).
- E.4.2.: Informe semestral sobre selección de máquinas para el empacado de la paja, contemplando dos escenarios: zonas inundadas y zonas secas. (M12, M18, M24, M30, M36).
- E.4.3.: Informe semestral sobre estudio de los sistemas de recogida/carga/transporte de la paja desde el interior de las parcelas hasta el primer punto de acopio. (M18, M24, M30, M36).
- E.4.4.: Informe semestral sobre estudio de rutas y medios de transporte óptimos desde el punto de acopio 1 (cercanía al punto de recogida) hasta el punto de acopio 2 (cercanía a los campos de aplicación del mulch). (M24, M30, M36, M42, M48).
- E.4.5.: Informe semestral sobre selección y adaptación de equipos para el acondicionamiento de la paja y su extendido en los campos. (M24, M30, M36, M42, M48).
- E.4.6.: Informe semestral sobre modelos teórico-prácticos de todo el proceso logístico. (M24, M30, M36, M42, M48).

## TAREA 5: DESARROLLO DE PRODUCTO

# Tarea 5

### Desarrollo de producto



Desarrollo del producto final "Smart Mulch" como insumo agrícola ecológico y fertilizante

- Producción
- Marketing y venta

Participante responsable: GIRSA  
Otros Participantes: UPV y UNILEON

### OBJETIVOS A ALCANZAR

Desarrollar un nuevo producto insumo para la agricultura sostenible, cuyos principales atributos serán obtenidos a través de este proyecto, que será trasladado al mercado por la mercantil GIRSA.

Con las tareas 1 a 4 se completarán los requisitos previos del Diseño de Producto; i) Definición estratégica, ii) Diseño de concepto, iii) Diseño en detalle y iv) Verificación y testeo.

En esta tarea se abordarán las actividades correspondientes al Desarrollo de Producto; v) Producción y vi) Marketing y Venta

### METODOLOGÍA

#### Subtarea 5.1. Producción

##### Actividades

- Definición de recursos
  - o Recursos mecánicos
  - o Recursos humanos
  - o Recursos materiales
- Análisis de costes y beneficios
  - o Estimar costes de producción
  - o Estimar beneficios
- Selección de proveedores
  - o Proveedores de recursos mecánicos
  - o Proveedores de otros recursos materiales
- Implementación del plan de recursos
  - o Poner a disposición los recursos necesarios
- Planificación de contingencias

- Medición de procesos
- Cambios en programación establecida
- Realización del proceso de registro del producto final como fertilizante
- Realización del proceso de obtención de patentes y/o modelos de utilidad

## Subtarea 5.2. Marketing y Venta

### Actividades

- Investigación de mercado
  - Estimar volúmenes de venta
  - Estimar precio
- Lanzamiento del producto
  - Actividades de promoción
  - Plan de distribución
- Comercialización
  - Venta

### DURACIÓN

36 meses

TAREAS	2018				2019				2020				2021			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<b>5. DESARROLLO DE PRODUCTO</b>																
5.1. Producción																
5.2. Marketing y Venta																

### ENTREGABLES

- E.5.1.: Informe semestral sobre Marketing y Ventas. (M18, M24, M30, M36, M42, M48).
- E.5.2.: Informe trimestral sobre Producción. (M39, M42, M45, M48).

# Tarea 6

## Divulgación



### Promoción, divulgación del proyecto y del producto comercial

- Comunicación y publicaciones
- Web de seguimiento del proyecto
- Divulgación en revistas técnicas y congresos
- Internacionalización

Participante Responsable: GIRSA

Otros Participantes: UPV, UNILEON

### OBJETIVOS A ALCANZAR

El objeto de esta tarea es dar a conocer los resultados y acciones que se van realizando y obteniendo a lo largo del desarrollo del proyecto.

Con los resultados, ensayos, pruebas y datos obtenidos se valorará la posibilidad de publicación de los mismos en los medios pertinentes con vías a la diseminación de las actuaciones obtenidas.

Se prevé, siempre que los resultados alcanzados así lo permitan, la publicación en revistas especializadas del sector, la promoción y publicitación de los resultados obtenidos vía conferencias, congresos, así como exposición, si procede, en ferias sectoriales.

A partir del séptimo mes del desarrollo previsto, se pretende iniciar las actividades de difusión y diseminación que ya no se interrumpirán durante todo el proyecto.

### METODOLOGÍA

Se procederá mediante diferentes métodos, que pasamos a describir abreviadamente:

- Habrá un *Notice Board* donde se describirá el proyecto en lugares públicos y estratégicos para dar a conocer al proyecto, así como los beneficios que reporta éste para el conjunto de la sociedad.
- Se creará una página *web*, en ella se mostrará las características del proyecto de una manera general, también se mostrarán los avances tecnológicos que conlleva y los resultados. El sitio Web se irá actualizando de una manera periódica.
- Se anunciará en los *medios de comunicación* como *prensa escrita*.
- Se organizarán *mesas redondas, seminarios y meetings* entre personal especializado del sector que pueda estar interesado y actuar posteriormente como prescriptor del producto.
- Se producirán *folletos* publicitarios informativos

Todas las entidades participantes intervendrán de forma activa en la etapa de difusión y diseminación de aquellos resultados más relevantes que se hayan obtenido a lo largo de la vida del proyecto a través de diferentes actividades.

Se llevará a cabo la creación de una página web propia del proyecto en la cual se muestren las características principales de éste (presupuesto, objetivos, socios integrantes, etc.), los avances técnicos conseguidos más importantes, imágenes y vídeos representativos de las instalaciones o de algunas de las fases del proyecto, así como el posicionamiento en los buscadores más importantes.

Se realizarán además las siguientes acciones de divulgación:

- Se colocarán *paneles informativos* que describan el proyecto en lugares estratégicos accesibles para el público.
- Se incluirá una descripción del proyecto en el sitio web creado y se proporcionará información completa sobre sus objetivos, acciones, progresos y resultados. El sitio web se actualizará con regularidad durante el proyecto.
- Inserción en los medios de comunicación previstos de los eventos más importantes: conferencias de prensa, reuniones o visitas de periodistas, preparación de artículos de prensa...
- Organización de eventos: reuniones para informar al público, reuniones con grupos de interés, visitas guiadas...
- Talleres, seminarios y conferencias.
- Elaboración de folletos, vídeos, etc.
- Publicaciones técnicas sobre el proyecto
- Los equipos seleccionados para realizar tanto las tareas de empacado como de esparcido de la paja serán dados a conocer a los agricultores en una demostración final del proyecto.
- Grabación de vídeos divulgativos y su difusión en canales como YOUTUBE.
- Difusión de resultados en revistas divulgativas (Vida rural, Levante Agrícola, Agrícola Vergel...)
- Difusión de resultados en revistas científicas (Spanish journal Agricultural Research, biosystems engineering, Transactions of ASABE...)
- Presentación de resultados en Congresos nacionales como el Congreso Ibérico de Agroingeniería, organizado por la Asociación Española de Agroingeniería (SEA, <http://www.agroingenieria.es>), en el Congreso Ibérico de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas, o similares, que ofrecen la posibilidad de difundir los resultados entre la comunidad científica española.
- Presentación de resultados en conferencias internacionales de la materia como AGENG, organizados por la Asociación Europea de Ingenieros Agrónomos (EurAgEng, <http://www.eurageng.net>), la Sociedad Americana de Ingenieros Agrícolas (ASABE) o la Sociedad Internacional de Ciencias Hortícolas (ISHC) o similares, que ofrecen la posibilidad de difundir los resultados entre la comunidad científica Internacional.
- Los grupos solicitantes participan directamente en la organización de la feria bianual de maquinaria agrícola organizada por ASMAVA (Asociación de Fabricantes de Maquinaria Agrícola de la Comunidad Valenciana, <http://www.asmava.com/>) con la colaboración del DIRA de la UPV y del Centro de Agroingeniería (CA) del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), que se celebra cada dos años en las

instalaciones del IVIA y representa una oportunidad para mostrar los avances realizados durante el proyecto, incluyendo demostraciones en campo.

Se detallan finalmente las diferentes acciones previstas:

- Página web.
- Paneles informativos.
- Comunicación (prensa, radio, tv).
- Realización de eventos: partes interesadas no especializadas.
- Realización de eventos: partes interesadas especializadas.
- Edición material de difusión (público en general).
- Edición material técnico de difusión.

## DURACIÓN

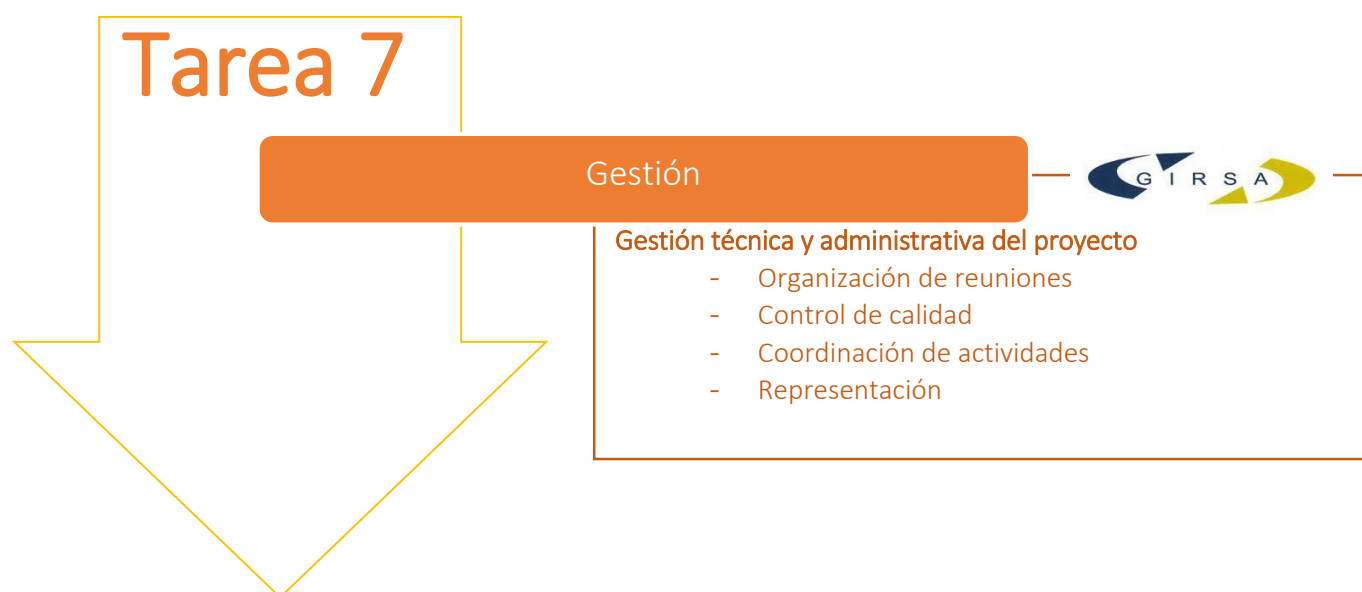
42 meses.

TAREAS	2018				2019				2020				2021			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<b>6. DIVULGACIÓN</b>																
6.1. Plan de comunicación																
6.2. Página web + logo																
6.3. Publicaciones/Notas de prensa																
6.4. Edición material de difusión																
6.5. Paneles informativos																
6.6. Jornadas técnicas																

## ENTREGABLES

- E.6.1.: Plan de comunicación. (M24).
- E.6.2.: Página web + logo. (M24).
- E.6.3.: Publicaciones/Notas de prensa. (M12, M18, M24, M30, M36, M42, M48).
- E.6.4.: Edición material de difusión. (M15, M27, M39, M48).
- E.6.5.: Paneles informativos. (M15, M27, M39).
- E.6.6.: Jornadas técnicas. (M18, M24, M30, M36, M42, M48).

## TAREA 7: GESTIÓN



Participante Responsable: GIRSA

Otros Participantes: UPV, UNILEON

### OBJETIVOS A ALCANZAR

Este paquete de trabajo incluye todas las actividades relacionadas con la gestión del proyecto, tanto en aspectos de tipo administrativo como de carácter técnico:

- Enfocar de forma global la dirección y objetivos del proyecto.
- Coordinar y administrar de forma integrada las actividades del proyecto.
- Asegurar un adecuado nivel de cooperación, comunicación, difusión de conocimientos y consenso entre los miembros del proyecto velando por el cumplimiento de los diferentes hitos, coordinando en el tiempo las actuaciones de cada uno de los participantes y resolviendo posibles solapamientos entre paquetes de trabajo y/o participantes.
- Organizar las reuniones del proyecto.
- Revisar y controlar la calidad del trabajo realizado en el proyecto, concentrándose en los entregables procedentes de cada paquete de trabajo para conformar una documentación de proyecto única y coherente.
- Proporcionar los procedimientos y medios adecuados para acelerar la explotación de los resultados del proyecto y la difusión de los mismos protegiendo la propiedad intelectual de modo adecuado.

### METODOLOGÍA

Se llevará a cabo por medio de las siguientes actuaciones:

- Organización de las reuniones de lanzamiento y de cierre del proyecto.
- Nombramiento de un director/coordinador de Proyecto: Se designará a una persona adecuada de la propia organización beneficiaria del proyecto como coordinador del

mismo. Sus funciones serán las de dirigir y garantizar la correcta ejecución del proyecto.

- Conformación de un Comité de Dirección del proyecto: El Comité de Dirección estará conformado por el Director del Proyecto y un representante de cada uno de los socios participantes, y sus funciones serán básicamente las de efectuar el seguimiento económico- administrativo del proyecto y servir de nexo de unión entre los participantes en el mismo. Este Comité se reunirá trimestralmente a lo largo del periodo de ejecución del proyecto, con el fin de asegurar la buena marcha en la ejecución de las tareas previstas tanto por parte de los socios como, globalmente, del conjunto del Proyecto.
- Acuerdo de Consorcio: Cada beneficiario asociado firmará un acuerdo con el beneficiario- coordinador.
- Reuniones de Finalización de Anualidad. Se realizarán cuatro reuniones, una por cada año natural del proyecto.
- Justificaciones Técnico-Económicas. Se justificarán tanto técnica como económicamente todos los trabajos realizados. La documentación recogida se enviará al Ministerio siguiendo los cauces habilitados para tal fin.
- Auditoría. Se procederá a la realización de una auditoría independiente a la finalización de cada año natural y a la finalización del proyecto.
- Estudio Económico. Se valorará económicamente todo el desarrollo efectuado con miras a establecer la viabilidad del mismo.
- Informe Final. A la finalización del proyecto se redactará un informe final en el que se valore tanto técnica como económicamente todas las tareas realizadas.

El Comité de Dirección será responsable de asegurar el correcto desarrollo del proyecto. No obstante, se llevarán a cabo acciones de supervisión independiente para evaluar y documentar la eficacia de las acciones del proyecto en comparación con la situación inicial, los objetivos y los resultados esperados.

Se asume que la estructura del Consorcio es adecuada para resolver cualquier problemática que pudiese surgir, aunque, en todo caso, aquellas circunstancias que pudieran afectar de modo sustancial al desarrollo del proyecto se pondrían, inmediatamente, en conocimiento del Ministerio con el fin de evitar retrasos o modificaciones en el proyecto. Las acciones, e informes de seguimiento permitirán garantizar la realización del proyecto de acuerdo con lo establecido en la propuesta aprobada.

## DURACIÓN

48 meses

TAREAS	2018				2019				2020				2021			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
7. GESTIÓN																

## ENTREGABLES

- E.7.1.: Acuerdo de Consorcio. (M0).
- E.7.2.: Informes de Seguimiento Técnico anuales (M12, M24, M36, M48).
- E.7.3.: Informes de Justificación Técnico-Económica (M4, M16, M28, M30, M42, M48).

### 3.2. TAREAS QUE REALIZARÁN LAS ENTIDADES QUE PARTICIPEN COMO SUBCONTRATADAS

#### SUBCONTRATAS GIRSA

De acuerdo con lo reflejado en el presupuesto de GIRSA, las subcontrataciones a realizar con cargo al presupuesto del proyecto son las siguientes:

	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto Total
Página web + logotipo proyecto	1.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	1.000,00 €
Ensayos para la caracterización analítica de la paja	4.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	4.000,00 €
Ensayos para el registro del producto como fertilizante	0,00 €	0,00 €	1.750,00 €	1.750,00 €	3.500,00 €
<b>Total</b>	5.000,00 €	0,00 €	1.750,00 €	1.750,00 €	8.500,00 €

Las actividades subcontratadas son aquéllas que la participante no puede realizar por sus propios medios:

- Página web + logotipo, necesarios para realizar una adecuada divulgación del proyecto y de sus logros, incluyendo el desarrollo del producto final.
- Ensayos para caracterización analítica de la paja de arroz, necesarios para la Tarea 1.
- Ensayos para el registro del producto final como fertilizante, necesarios para la Tarea 5.

#### SUBCONTRATAS UNIVERSIDAD DE LEÓN

De acuerdo con lo reflejado en el presupuesto de la UNIVERSIDAD DE LEÓN, las subcontrataciones a realizar con cargo al presupuesto del proyecto son las siguientes:

	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto Total
IONISOS IBERIA: Esterilización coadyuvantes	500,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	500,00 €
MACROGEN EUROPE. Secuenciación gen 16S rRNA para identificación de aislados	3.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	3.000,00 €
MRDNA: Pirosecuenciación ADN total de suelo	0,00 €	2.000,00 €	0,00 €	2.000,00 €	4.000,00 €
<b>Total</b>	3.500,00 €	2.000,00 €	0,00 €	2.000,00 €	7.500,00 €

IONISOS IBERIA: Se encargará de la esterilización por ionización de los coadyuvantes a analizar, ya que cualquier otro método de esterilización puede alterar las propiedades de éstos. Solamente se utilizará para los ensayos de la Subtarea 3.4.1.

MACROGEN: Se encargará de la secuenciación de los nuevos aislados, según se indica en la Subtarea 3.1.3.

MR DNA: Se encargará de la pirosecuenciación del ADN edáfico total, según se indica en la Subtarea 3.5.2. La mitad el año 2019 y la otra mitad el año 2021, puesto que se almacenará el ADN que se vaya extrayendo durante 2020 y al finalizar todos los ensayos se enviará a pirosecuenciar.

### 3.3. INDICADORES DE LA EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

#### TAREA 1

##### Entregables

- E.1.1.: Informe sobre caracterización de la paja del arroz para la fase de producción y recolección. (M6).
- E.1.2.: Informe sobre caracterización de la paja para la fase de almacenamiento. (M6).
- E.1.3.: Informe sobre caracterización de la paja para la fase de distribución y aplicación en campo. (M6).
- E.1.4.: Informe sobre caracterización de la paja para la fase de empleo como mulch. (M6).

##### Indicadores de seguimiento

El seguimiento se realizará mediante la entrega al Coordinador de los informes relacionados con esta tarea.

#### TAREA 2

##### Entregables

- E.2.1.: Informe final de dimensión del plan experimental y de las parcelas de ensayo. (M7).
- E.2.2.: Informe semestral sobre la dinámica de la humedad y de la temperatura del suelo. (M12, M18, M24, M30, M36, M42, M48).
- E.2.3.: Informe semestral sobre la descomposición de la paja. (M12, M18, M24, M30, M36, M42, M48).
- E.2.4.: Informe semestral sobre evolución de la materia orgánica y estabilidad estructural del suelo. (M12, M18, M24, M30, M36, M42, M48).
- E.2.5.: Informe semestral sobre caracterización del banco de semillas de malas hierbas. (M12, M18, M24, M30, M36, M42, M48).
- E.2.6.: Informe semestral sobre efecto de los tratamientos sobre las malas hierbas. (M12, M18, M24, M30, M36, M42, M48).
- E.2.7.: Informe anual sobre análisis económico. (M24, M36, M48).

##### Indicadores de seguimiento

El seguimiento se realizará mediante la entrega al Coordinador de los informes relacionados con esta tarea.

## TAREA 3

### Entregables

- E.3.1.: Informe final sobre establecimiento de una colección de bacterias fijadoras de nitrógeno en vida libre + Colección de microorganismos de los géneros *Azotobacter* y *Azospirillum*, conservada en glicerol y ultracongelación, con dos copias, una base y otra activa. Todos los microorganismos estarán identificados por técnicas moleculares (secuenciación gen 16S rRNA). Esta colección tendrá dos secciones, la de bacterias autóctonas de la Comunidad Valenciana, y la de bacterias de colecciones preexistentes. (M12).
- E.3.2.: Informe final sobre preselección de bacterias de la colección, basada en ensayos específicos de fijación de Nitrógeno y de otras propiedades de promoción del crecimiento de las plantas (PGP), con una base de datos con cada una de las accesiones indicadas en el entregable de la Tarea 3.2, en la que incorporarán campos con la información relativa a las características analizadas, expresado en unidades estandarizadas en la bibliografía existente + Una lista de cepas preseleccionadas para su utilización en las siguientes actividades, conociendo también la compatibilidad entre ellas para crear consorcios. (M15).
- E.3.3.: Informe final sobre establecimiento del método de producción del inoculante a escala piloto, que incluirá un protocolo de producción del microorganismo o consorcio microbiano en fermentador a escala industrial. Este protocolo describirá el óptimo y rangos de tolerancia para los siguientes parámetros: pH, aireación, temperatura, tiempo de incubación, y proporción de inóculo primario. (M21).
- E.3.4.: Informe final sobre definición de la formulación del inoculante a escala piloto, con descripción de al menos una formulación líquida y otra sólida del *Smart Mulch*, elegidas por optimizar la supervivencia del inóculo, que serán las que pasarán a los ensayos de microcosmos y campo. La definición de una formulación incluye: microorganismo o consorcio de microorganismos compatibles, coadyuvante/s, y en el caso de la formulación, y soporte (sólido o líquido) + Fabricación de un formulado a escala piloto con una concentración microbiana a concentración de  $1 \times 10^9$  ufc por g o ml de producto, que será utilizado para posteriores ensayos. (M24).
- E.3.5.: Informe semestral sobre ensayos a pequeña escala (microcosmos) de la eficiencia del inoculante, con caracterización de cada una de las formulaciones del *Smart Mulch* analizadas a escala piloto, incluyendo la siguiente información: i) fijación de nitrógeno en el suelo mediante la prueba de reducción del acetileno; ii) balance de formas nitrogenadas en el suelo; iii) composición microbiana del suelo. (M39).
- E.3.6.: Informe de campaña sobre Producción del inoculante para los ensayos de evaluación agronómica en campo a gran escala. Se producirá la suficiente cantidad de inoculante formulado para realizar los ensayos de campo propuestos (M21, M33, M45).

### Indicadores de seguimiento

El seguimiento se realizará mediante la entrega al Coordinador de los informes relacionados con esta tarea.

## TAREA 4

### Entregables

- E.4.1.: Informe final sobre dimensión del plan experimental y de las parcelas de ensayo. (M7).
- E.4.2.: Informe semestral sobre selección de máquinas para el empacado de la paja, contemplando dos escenarios: zonas inundadas y zonas secas. (M12, M18, M24, M30, M36).
- E.4.3.: Informe semestral sobre estudio de los sistemas de recogida/carga/transporte de la paja desde el interior de las parcelas hasta el primer punto de acopio. (M18, M24, M30, M36).
- E.4.4.: Informe semestral sobre estudio de rutas y medios de transporte óptimos desde el punto de acopio 1 (cercanía al punto de recogida) hasta el punto de acopio 2 (cercanía a los campos de aplicación del mulch). (M24, M30, M36, M42, M48).
- E.4.5.: Informe semestral sobre selección y adaptación de equipos para el acondicionado de la paja y su extendido en los campos. (M24, M30, M36, M42, M48).
- E.4.6.: Informe semestral sobre modelos teórico-prácticos de todo el proceso logístico. (M24, M30, M36, M42, M48).

### Indicadores de seguimiento

El seguimiento se realizará mediante la entrega al Coordinador de los informes relacionados con esta tarea.

## TAREA 5

### Entregables

- E.5.1.: Informe semestral sobre Marketing y Ventas. (M18, M24, M30, M36, M42, M48).
- E.5.2.: Informe trimestral sobre Producción. (M39, M42, M45, M48).

### Indicadores de seguimiento

Inicialmente se propone realizar el seguimiento mediante la entrega al Coordinador de los informes relacionados con esta tarea. En fases más avanzadas del proyecto se propondrán indicadores de seguimiento más adecuados a las características de esta tarea.

## TAREA 6

### Entregables

- E.6.1.: Plan de comunicación. (M24).
- E.6.2.: Página web + logo. (M24).
- E.6.3.: Publicaciones/Notas de prensa. (M12, M18, M24, M30, M36, M42, M48).
- E.6.4.: Edición material de difusión. (M15, M27, M39, M48).
- E.6.5.: Paneles informativos. (M15, M27, M39).
- E.6.6.: Jornadas técnicas. (M18, M24, M30, M36, M42, M48).

## Indicadores de seguimiento

GIRSA, como responsable de esta actividad se encargará de realizar un informe cada seis meses de la marcha de los diferentes actos y acciones que se llevan a cabo, suscribiéndolo al resto de socios. En este informe se recalarán datos de interés como:

- Eventos realizados y asistentes.
- Visitas a la página Web.
- Número de folletos publicitarios.
- Y cualquier acto publicitario de difusión.

## TAREA 7

### Entregables

- E.7.1.: Acuerdo de Consorcio. (M0).
- E.7.2.: Informes de Seguimiento Técnico anuales (M12, M24, M36, M48).
- E.7.3.: Informes de Justificación Técnico-Económica (M4, M16, M28, M30, M42, M48).

### Indicadores de seguimiento

- Protocolo de supervisión: cada uno de los socios emitirá informes periódicos del estado de las acciones de que son responsables. Sus informes serán analizados en las reuniones periódicas del Comité de Dirección con los responsables de la supervisión con el fin de tomar, en su caso, las medidas necesarias para asegurar el desarrollo del proyecto de acuerdo con la propuesta aprobada.
- Indicadores de supervisión: serán diferentes en función del aspecto evaluado:
  - o Indicadores de seguimiento económicos: comparación de los costes incurridos respecto de la planificación prevista de acuerdo con el estado de ejecución del proyecto y el tiempo transcurrido y, en su caso, corrección de errores/desviaciones con el fin de asegurar la correcta ejecución del proyecto.
  - o Indicadores de seguimiento técnicos: evaluación del estado de ejecución de las tareas programadas respecto del calendario establecido con el fin de asegurar que la realización del proyecto se ajusta a lo establecido y se cubren los objetivos propuestos.
- Fuentes de verificación: Como referencia se usarán los informes de estado, así como los contactos periódicos con éstos y las visitas periódicas a los puntos en que se estén realizando las acciones del Proyecto. Respecto de cada una de las tareas se utilizarán, como referencia y fuente de verificación, los hitos, los entregables finalizados y todo material realizado en el período analizado.
- Realización de informes de seguimiento basados en las conclusiones de las reuniones periódicas y en la evaluación/análisis de los indicadores de seguimiento y fuentes de supervisión. Los informes se realizarán semestralmente.

Las reuniones periódicas del Comité de Dirección del Consorcio tienen como objetivo analizar el grado de cumplimiento de los objetivos del Proyecto, teniendo en cuenta realización de actuaciones, cumplimiento de plazos y de presupuestos de modo que sea posible detectar y solucionar en tiempo y forma cualquier problema que pueda surgir o dificultar la realización del Proyecto de acuerdo con lo establecido en la propuesta.

## 4. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

### 4.1. PRESUPUESTO GLOBAL DEL CONSORCIO

#### PRESUPUESTO GLOBAL DEL CONSORCIO POR PARTICIPANTES Y ANUALIDADES

PARTICIPANTE	2018	2019	2020	2021	TOTALES	PORCENTAJES
GIRSA	120.114 €	191.697 €	108.142 €	79.966 €	499.919 €	60,74%
UPV	59.895 €	51.008 €	42.098 €	41.867 €	194.868 €	23,68%
UNILEÓN	18.113 €	51.066 €	44.166 €	14.864 €	128.209 €	15,58%
<b>TOTAL</b>	<b>198.123 €</b>	<b>293.771 €</b>	<b>194.406 €</b>	<b>136.697 €</b>	<b>822.996 €</b>	<b>100,00%</b>

#### PRESUPUESTO GLOBAL DEL CONSORCIO POR CONCEPTOS Y ANUALIDADES

CONCEPTO	2018	2019	2020	2021	TOTALES	PORCENTAJES
a) Personal	92.760 €	173.513 €	122.250 €	75.364 €	463.886 €	56,37%
b) Aparatos y Equipos	- €	- €	- €	- €	- €	0,00%
c) Materiales	11.449 €	16.697 €	13.197 €	7.997 €	49.340 €	6,00%
d) Auditorias	2.400 €	2.400 €	2.400 €	2.400 €	9.600 €	1,17%
e) Subcontrataciones	8.500 €	2.000 €	1.750 €	3.750 €	16.000 €	1,94%
f) Otros Costes Directos	69.800 €	74.800 €	36.800 €	34.800 €	216.200 €	26,27%
Patentes	- €	- €	- €	8.000 €	8.000 €	0,97%
Consultoría	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	40.000 €	4,86%
Asistencias técnicas y Contratos	54.500 €	59.500 €	22.500 €	12.500 €	149.000 €	18,10%
Viajes y dietas	5.300 €	5.300 €	4.300 €	4.300 €	19.200 €	2,33%
Costes indirectos	13.214 €	24.361 €	18.009 €	12.386 €	67.970 €	8,26%
<b>TOTALES</b>	<b>198.123 €</b>	<b>293.771 €</b>	<b>194.406 €</b>	<b>136.697 €</b>	<b>822.996 €</b>	<b>100,00%</b>

## PRESUPUESTO TOTAL CONSORCIO POR TAREAS Y CONCEPTOS

TAREAS	Personal	Aparatos y Equipos	Materiales	Auditoría	Subcontratación	Otros Costes Directos	Costes indirectos	Total por Tarea	Porcentajes
1. CARACTERIZACIONES PREVIAS	28.421 €	- €	- €	- €	4.000 €	1.143 €	3.271 €	36.835 €	4,48%
2. EVALUACIÓN AGRONÓMICA	80.892 €	- €	26.773 €	- €	- €	34.843 €	14.059 €	156.567 €	19,02%
3. INCORPORACIÓN DIAZOTROFOS	95.640 €	- €	16.733 €	- €	7.500 €	13.843 €	16.347 €	150.062 €	18,23%
4. DISEÑO DE MECANIZACIÓN	95.103 €	- €	5.833 €	- €	- €	104.343 €	13.177 €	218.455 €	26,54%
5. DESARROLLO DE PRODUCTO	103.231 €	- €	- €	- €	3.500 €	8.010 €	12.289 €	127.030 €	15,44%
6. DIVULGACIÓN	37.405 €	- €	- €	- €	1.000 €	3.010 €	4.619 €	46.034 €	5,59%
7. GESTIÓN	23.194 €	- €	- €	9.600 €	- €	51.010 €	4.209 €	88.013 €	10,69%
<b>TOTAL POR SECCIÓN</b>	<b>463.886 €</b>	<b>- €</b>	<b>49.340 €</b>	<b>9.600 €</b>	<b>16.000 €</b>	<b>216.200 €</b>	<b>67.970 €</b>	<b>822.996 €</b>	<b>100,00%</b>

## 4.2. PRESUPUESTO DE GIRSA

### PRESUPUESTO TOTAL GIRSA POR CONCEPTOS Y ANUALIDADES

CONCEPTO	2018	2019	2020	2021	TOTALES	PORCENTAJES
a) Personal	68.756 €	113.656 €	62.317 €	39.485 €	284.214 €	56,85%
b) Aparatos y Equipos	- €	- €	- €	- €	- €	0,00%
c) Materiales	2.000 €	3.000 €	2.500 €	1.000 €	8.500 €	1,70%
d) Auditorías	- €	- €	- €	- €	- €	0,00%
e) Subcontrataciones	5.000 €	- €	1.750 €	1.750 €	8.500 €	1,70%
f) Otros Costes Directos	36.500 €	62.500 €	34.500 €	32.500 €	166.000 €	33,21%
Patentes	- €	- €	- €	8.000 €	8.000 €	1,60%
Consultoría	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	40.000 €	8,00%
Asistencias técnicas y contratos	24.500 €	50.500 €	22.500 €	12.500 €	110.000 €	22,00%
Viajes y dietas	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	8.000 €	1,60%
g) Costes indirectos	7.858 €	12.541 €	7.075 €	5.231 €	32.705 €	6,54%
<b>TOTALES</b>	<b>120.114 €</b>	<b>191.697 €</b>	<b>108.142 €</b>	<b>79.966 €</b>	<b>499.919 €</b>	<b>100,00%</b>

## GIRSA: PERSONAL

Identificación	Años					Presupuesto Total
	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021		
Personal propio 1 Licenciado	Luis Tejedor					
	Dedicacion	80	210	50	10	350
	Coste/Hora	33,77	33,77	33,77	33,77	13.219,50 €
Personal propio 2 Diplomado	Pedro López					
	Dedicacion	600	900	150	75	1.725
	Coste/Hora	18,40	18,40	18,40	18,40	31.740,00 €
Personal propio 3 Licenciado	José Egea					
	Dedicacion	120	400	100	10	630
	Coste/Hora	28,05	28,05	28,05	28,05	17.671,50 €
Personal propio 4 Licenciado	Ignacio Machi					
	Dedicacion	120	400	100	10	630
	Coste/Hora	23,34	23,34	23,34	23,34	14.704,20 €
Personal propio 5 Licenciado	Marilys Castañer					
	Dedicacion	45	75	35	10	165
	Coste/Hora	36,48	36,48	36,48	36,48	6.019,20 €
Personal propio 6 Licenciado	David Cebolla					
	Dedicacion	120	400	100	10	630
	Coste/Hora	22,94	22,94	22,94	22,94	14.452,20 €
Personal propio 7 Licenciado	Álvaro Bayo					
	Dedicacion	250	400	150	20	820
	Coste/Hora	30,95	30,95	30,95	30,95	25.379,00 €
Persona a contratar 1	Persona a contratar 1					
	Dedicacion	1.582	1.582	1.582	1.500	6.246
	Coste/Hora	18,00	18,00	18,00	18,00	112.428,00 €
Persona a contratar 2	Persona a contratar 2					
	Dedicacion	440	880	880	500	2.700
	Coste/Hora	18,00	18,00	18,00	18,00	48.600,00 €
<b>Total</b>		3.357	5.247	3.147	2.145	13.896
		68.756,30 €	113.655,70 €	62.316,80 €	39.484,80 €	284.213,60 €

GIRSA: APARATOS Y EQUIPOS

	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto Total
<b>Total</b>	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

GIRSA: MATERIALES

	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto Total
Compra de paja	1.000,00 €	2.000,00 €	1.500,00 €	0,00 €	4.500,00 €
Materiales para almacenamiento y conservación de la paja	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	4.000,00 €
<b>Total</b>	2.000,00 €	3.000,00 €	2.500,00 €	1.000,00 €	8.500,00 €

GIRSA: AUDITORÍAS

	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto Total
Auditoría	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
<b>Total</b>	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

GIRSA: SUBCONTRATACIONES

	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto Total
Página web + logotipo proyecto	1.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	1.000,00 €
Ensayos para la caracterización analítica de la paja	4.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	4.000,00 €
Ensayos para el registro del producto como fertilizante	0,00 €	0,00 €	1.750,00 €	1.750,00 €	3.500,00 €
<b>Total</b>	5.000,00 €	0,00 €	1.750,00 €	1.750,00 €	8.500,00 €

GIRSA: OTROS COSTES DIRECTOS

	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto Total
Gastos de solicitud de las patentes generadas por el proyecto	0,00 €	0,00 €	0,00 €	8.000,00 €	8.000,00 €
Consultoría para la gestión y justificación del proyecto	10.000,00 €	10.000,00 €	10.000,00 €	10.000,00 €	40.000,00 €
Asistencia técnica especializada para el registro del producto como fertilizante	0,00 €	0,00 €	2.500,00 €	2.500,00 €	5.000,00 €

Taller mecánico en adaptación de maquinaria	6.000,00 €	10.000,00 €	6.000,00 €	3.000,00 €	<b>25.000,00 €</b>
Alquiler de maquinaria	12.000,00 €	26.000,00 €	7.000,00 €	3.000,00 €	<b>48.000,00 €</b>
Arrendamiento de parcelas para el acopio de la paja	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	<b>4.000,00 €</b>
Arrendamiento de parcelas para ensayos agronómicos	1.500,00 €	3.000,00 €	3.000,00 €	1.500,00 €	<b>9.000,00 €</b>
Arrendamiento de parcelas para ensayos de mecanización	1.500,00 €	3.000,00 €	3.000,00 €	1.500,00 €	<b>9.000,00 €</b>
Adaptación de instalaciones de riego en parcelas de ensayos	2.500,00 €	7.500,00 €	0,00 €	0,00 €	<b>10.000,00 €</b>
Viajes	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	<b>8.000,00 €</b>
<b>Total</b>	<b>36.500,00 €</b>	<b>62.500,00 €</b>	<b>34.500,00 €</b>	<b>32.500,00 €</b>	<b>166.000,00 €</b>

#### GIRSA: COSTES INDIRECTOS

	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto Total
Costes indirectos	7.858,00 €	12.541,00 €	7.075,00 €	5.231,00 €	<b>32.705,00 €</b>
<b>Total</b>	<b>7.858,00 €</b>	<b>12.541,00 €</b>	<b>7.075,00 €</b>	<b>5.231,00 €</b>	<b>32.705,00 €</b>

### 4.3. PRESUPUESTO UPV

#### PRESUPUESTO TOTAL UPV POR CONCEPTOS Y ANUALIDADES

CONCEPTO	2018	2019	2020	2021	TOTALES	PORCENTAJES
a) Personal	15.753 €	27.152 €	27.228 €	27.454 €	<b>97.587 €</b>	50,08%
b) Aparatos y Equipos	- €	- €	- €	- €	- €	0,00%
c) Materiales	7.949 €	6.497 €	6.497 €	5.997 €	<b>26.940 €</b>	13,82%
d) Auditorías	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	<b>4.800 €</b>	2,46%
e) Subcontrataciones	- €	- €	- €	- €	- €	0,00%
f) Otros Costes Directos	32.000 €	11.000 €	2.000 €	2.000 €	<b>47.000 €</b>	24,12%
Patentes	- €	- €	- €	- €	- €	0,00%
Consultoría	- €	- €	- €	- €	- €	0,00%
Asistencias técnicas y Contratos	30.000 €	9.000 €	- €	- €	39.000 €	20,01%
Viajes y dietas	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	8.000 €	4,11%
g) Costes indirectos	2.993 €	5.159 €	5.173 €	5.216 €	<b>18.541 €</b>	9,51%
<b>TOTALES</b>	<b>59.895 €</b>	<b>51.008 €</b>	<b>42.098 €</b>	<b>41.867 €</b>	<b>194.868 €</b>	<b>100,00%</b>

## UPV: PERSONAL

Identificación	Años					Presupuesto Total
	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto 2021	
Personal propio IP PTU	<b>Vicente Castell Zeising</b>					
	Dedicacion	12	12	12	20	56
	Coste/Hora	32,48	32,48	32,48	32,48	1.818,88 €
Personal propio 2 PTU	<b>José María Osca Lluch</b>					
	Dedicacion	12	12	12	20	56
	Coste/Hora	32,48	32,48	32,48	32,48	1.818,88 €
Personal propio 3 PTU	<b>Diego Gómez de Barreda Ferraz</b>					
	Dedicacion	22	26	26	34	108
	Coste/Hora	32,48	32,48	32,48	32,48	3.507,84 €
Personal propio 4 PC	<b>Nuria Pascual Seva</b>					
	Dedicacion	26	30	30	34	120
	Coste/Hora	29,89	29,89	29,89	29,89	3.586,80 €
Personal propio 5 PTU	<b>Antonio Lidón Cerezuela</b>					
	Dedicacion	20	6	6	22	54
	Coste/Hora	32,48	32,48	32,48	32,48	1.753,92 €
Personal propio 6 PTU	<b>Inmaculada Bautista Carrasco</b>					
	Dedicacion	30	26	26	42	124
	Coste/Hora	32,48	32,48	32,48	32,48	4.027,52 €
Personal propio 7 PC	<b>Cristina Llull Noguera</b>					
	Dedicacion	20	46	46	42	154
	Coste/Hora	29,89	29,89	29,89	29,89	4.603,06 €
Personal propio 8 CU	<b>Antonio Torregrosa Mira</b>					
	Dedicacion	30	56	57	36	179
	Coste/Hora	43,39	43,39	43,39	43,39	7.766,81 €
Personal propio 9 PTU	<b>Borja Velázquez Martí</b>					
	Dedicacion	30	56	57	36	179
	Coste/Hora	32,48	32,48	32,48	32,48	5.813,92 €
Persona a contratar	<b>Persona a contratar</b>					
	Dedicacion	825	1.650	1.650	1.650	5.775
	Coste/Hora	10,89	10,89	10,89	10,89	62.889,75 €
<b>Total</b>		1.027	1.920	1.922	1.936	6.805
		15.753,37 €	27.152,22 €	27.228,09 €	27.453,70 €	97.587,38 €

## UPV: APARATOS Y EQUIPOS

	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto Total
<b>Total</b>	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

## UPV: MATERIALES

	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto Total
Reactivos, instrumental para el análisis de las muestras de suelo	2.000,00 €	4.000,00 €	4.000,00 €	4.000,00 €	14.000,00 €
Material estudio descomposición de la paja de arroz	400,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	400,00 €
Bandejas cultivo banco semillas	4.736,00 €	1.184,00 €	1.184,00 €	1.184,00 €	8.288,00 €
Reactivos determinación banco semillas	150,00 €	150,00 €	150,00 €	150,00 €	600,00 €
Substratos de cultivo	63,00 €	63,00 €	63,00 €	63,00 €	252,00 €
Bolsas, sacos, material diverso toma de muestras de suelo	100,00 €	100,00 €	100,00 €	100,00 €	400,00 €
Material fungible para ensayos de campo y laboratorio de mecanización	500,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	500,00 €	3.000,00 €
<b>Total</b>	7.949,00 €	6.497,00 €	6.497,00 €	5.997,00 €	26.940,00 €

## UPV: AUDITORÍAS

	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto Total
Auditoría	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	4.800,00 €
<b>Total</b>	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	4.800,00 €

## UPV: SUBCONTRATACIONES

	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto Total
<b>Total</b>	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

UPV: OTROS COSTES DIRECTOS

	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto Total
Instalación de sistema de monitorización de variables ambientales para la evaluación agronómica de las parcelas de ensayo	21.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	21.000,00 €
Adaptación mecánica de los equipos empleados en la mecanización del proceso a las condiciones específicas de la zona y del material manejado.	9.000,00 €	9.000,00 €	0,00 €	0,00 €	18.000,00 €
Desplazamientos personal UPV toma de muestras suelos banco de semillas, análisis, etc.	527,00 €	664,00 €	664,00 €	962,00 €	2.817,00 €
Alquiler vehículo transporte para material	550,00 €	0,00 €	0,00 €	550,00 €	1.100,00 €
Desplazamientos del personal contratado	923,00 €	1.336,00 €	1.336,00 €	488,00 €	4.083,00 €
<b>Total</b>	32.000,00 €	11.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	47.000,00 €

UPV: COSTES INDIRECTOS

	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto Total
Costes indirectos	2.993,00 €	5.159,00 €	5.173,00 €	5.216,00 €	18.541,00 €
<b>Total</b>	2.993,00 €	5.159,00 €	5.173,00 €	5.216,00 €	18.541,00 €

#### 4.4. PRESUPUESTO UNIVERSIDAD DE LEÓN

##### PRESUPUESTO TOTAL UNILEÓN POR CONCEPTOS Y ANUALIDADES

CONCEPTO	2018	2019	2020	2021	TOTALES	PORCENTAJES
a) Personal	8.250 €	32.705 €	32.705 €	8.425 €	<b>82.085 €</b>	64,02%
b) Aparatos y Equipos	- €	- €	- €	- €	- €	0,00%
c) Materiales	1.500 €	7.200 €	4.200 €	1.000 €	<b>13.900 €</b>	10,84%
d) Auditorias	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	<b>4.800 €</b>	3,74%
e) Subcontrataciones	3.500 €	2.000 €	- €	2.000 €	<b>7.500 €</b>	5,85%
f) Otros Costes Directos	1.300 €	1.300 €	300 €	300 €	<b>3.200 €</b>	2,50%
Patentes	- €	- €	- €	- €	- €	0,00%
Consultoría	- €	- €	- €	- €	- €	0,00%
Asistencias técnicas y Contratos	- €	- €	- €	- €	- €	0,00%
Viajes y dietas	1.300 €	1.300 €	300 €	300 €	3.200 €	2,50%
g) Costes indirectos	2.363 €	6.661 €	5.761 €	1.939 €	<b>16.724 €</b>	13,04%
<b>TOTALES</b>	<b>18.113 €</b>	<b>51.066 €</b>	<b>44.166 €</b>	<b>14.864 €</b>	<b>128.209 €</b>	<b>100,00%</b>

##### UNILEÓN: PERSONAL

Identificación	Años					
	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto Total	
Personal propio IP PTU	<b>Fernando González Andrés</b>					
	Dedicacion	10	40	40	5	<b>65</b>
	Coste/Hora	35,00	35,00	35,00	35,00	<b>3.325,00 €</b>
Personal propio 2 PTU	<b>Xiomar A. Gómez Barrios</b>					
	Dedicacion	25	90	90	35	<b>240</b>
	Coste/Hora	35,00	35,00	35,00	35,00	<b>8.400,00 €</b>
Personal propio 3 CU	<b>Antonio Morán Palao</b>					
	Dedicacion	5	25	25	5	<b>60</b>
	Coste/Hora	45,00	45,00	45,00	45,00	<b>2.700,00 €</b>
Persona a contratar	<b>Persona a contratar</b>					
	Dedicacion	400	1.590	1.590	400	<b>3.980</b>
	Coste/Hora	17,00	17,00	17,00	17,00	<b>67.660,00 €</b>
<b>Total</b>		440	1.745	1.745	445	<b>4.375</b>
		8.250,00 €	32.705,00 €	32.705,00 €	8.425,00 €	<b>82.085,00 €</b>

UNILEÓN: APARATOS Y EQUIPOS

	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto Total
<b>Total</b>	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

UNILEÓN: MATERIALES

	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto Total
Reactivos para el cultivo y caracterización molecular de microorganismos: Medios para el aislamiento y cultivo in vitro de bacterias; para la determinación de las actividades PGP de cepas bacterianas; para la producción y formulación de inoculantes a escala piloto (microcosmos y campo); para la caracterización molecular (extracción de ADN de cultivos puros bacterianos y total de suelo y realización RAPD, ya que la secuenciación se subcontrata)	1.500,00 €	4.500,00 €	2.200,00 €	0,00 €	8.200,00 €
Materiales para el establecimiento y evaluación para los ensayos de microcosmos y campo: bandejas y sustratos para microcosmos; reactivos para determinación de FBN mediante reducción de acetileno y para el análisis de las formas de N en el suelo en microcosmos como en campo	0,00 €	2.700,00 €	2.000,00 €	1.000,00 €	5.700,00 €
<b>Total</b>	1.500,00 €	7.200,00 €	4.200,00 €	1.000,00 €	13.900,00 €

UNILEÓN: AUDITORÍAS

	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto Total
Auditoría	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	4.800,00 €
<b>Total</b>	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	4.800,00 €

UNILEÓN: SUBCONTRATACIONES

	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto Total
IONISOS IBERIA: Esterilización coadyuvantes	500,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	500,00 €
MACROGEN EUROPE, Secuenciación gen 16S rRNA para identificación de aislados	3.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	3.000,00 €
MRDNA: Pirosecuenciación ADN total de suelo	0,00 €	2.000,00 €	0,00 €	2.000,00 €	4.000,00 €
<b>Total</b>	3.500,00 €	2.000,00 €	0,00 €	2.000,00 €	7.500,00 €

UNILEÓN: OTROS COSTES DIRECTOS

	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto Total
Viajes de: coordinación, recolección de suelos para extracción de bacterias autóctonas y muestreo en los ensayos de campo para evaluar actividad bacterias	1.300,00 €	1.300,00 €	300,00 €	300,00 €	3.200,00 €
<b>Total</b>	1.300,00 €	1.300,00 €	300,00 €	300,00 €	3.200,00 €

UNILEÓN: COSTES INDIRECTOS

	Presupuesto 2018	Presupuesto 2019	Presupuesto 2020	Presupuesto 2021	Presupuesto Total
Costes indirectos	2.363,00 €	6.661,00 €	5.761,00 €	1.939,00 €	16.724,00 €
<b>Total</b>	2.363,00 €	6.661,00 €	5.761,00 €	1.939,00 €	16.724,00 €

## 5. CAPACIDAD DEL CONSORCIO

### 5.1. ANTECEDENTES DE LAS ORGANIZACIONES PARTICIPANTES Y PAPEL QUE DESEMPEÑAN EN EL PROYECTO

#### GIRSA

**GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS S.A. (GIRSA)**, nace en año 1993 de la mano de la Excm. Diputación Provincial de Valencia, con clara vocación de servicio a los Ayuntamientos en el sector medioambiental.

Desde 1999, la empresa Fomento de Construcciones y Contratas, S.A. (F.C.C.), participa en un 49% en el capital social de GIRSA.

Tras veinte años de servicio público, nuestro reto es continuar siendo un referente en la Provincia de Valencia, para ello, hemos ampliado la oferta de servicios a la comunidad, apostando por la puesta en valor de espacios degradados, la gestión sostenible y el impulso de soluciones globales medioambientales y de eficiencia energética.

Hoy, contribuimos también a la mejora de nuestro medio a través de instalaciones destinadas al tratamiento de residuos industriales, extendiendo nuestra oferta de gestión integral de residuos al ámbito privado.



Desde GIRSA hemos contribuido durante años a la mejora del entorno local, restaurando espacios deteriorados por los vertidos incontrolados de residuos, Limpieza playas, Limpieza barrancos...

Movidos por esta cultura de empresa y conocedores de que la paja de arroz es uno de los residuos más difíciles de gestionar, especialmente en entornos naturales y con alto valor ecológico, ha surgido en GIRSA el proyecto "Smart Mulch". Pretendemos evitar el destino que tradicionalmente se le ha dado a esta paja, que ha sido la quema, contribuyendo a reducir emisiones que puede ocasionar problemas de contaminación local, igualmente el uso del "mulch" en los cultivos, produce un ahorro en el uso de agua y apoya al agricultor en la economía de consumos, necesarios para reducir las malas hierbas. Buscamos además añadir un elemento innovador, como es la adición de bacterias que faciliten la fijación del nitrógeno al suelo, lo que produce un enriquecimiento de este y un ahorro en la aplicación de nutrientes.

GIRSA dispone para afrontar este proyecto con equipos, maquinaria y personal especializado para estas tareas. En la actualidad, disponemos de más de ochenta vehículos para el desarrollo de nuestras actividades. Todos ellos de las marcas más reconocidas del sector: ROS ROCA, SCANIA, MERCEDES, CATERPILLAR,.. De nuestro parque móvil, se puede destacar desde el modelo más pequeño, hasta los modelos de maquinaria pesada para el desarrollo de las tareas propias de extensión y cubrición de residuos en los vertederos de RNP.

GIRSA, consciente del compromiso que contrae con la sociedad en el desarrollo de sus actividades, ha establecido, implantado e implementando un Sistema de Gestión Integrado, en el que se engloban: la Gestión de Calidad, la Gestión Ambiental y la Gestión de Prevención de Riesgos Laborales, fundamentado en la MEJORA CONTINUA, la SATISFACCIÓN DEL CLIENTE, la PROTECCIÓN DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES y la PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.

Para ello, todas nuestras actividades se encuentran certificadas atendiendo a los estándares internacionales:

Calidad: ISO 9001:2008

Medio Ambiente: ISO 14001:2004

Seguridad y Salud en el Trabajo: OHSAS 18001:2007



La naturaleza de esta empresa, vinculada intensamente a todas las actividades de gestión ambiental determina que su papel en el consorcio sea liderar las tareas correspondientes al desarrollo del producto, así como sus caracterizaciones previas, coordinación general del proyecto y su divulgación.

## UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

### Departamento de Producción Vegetal (DPV)

En cuanto a los antecedentes de los investigadores pertenecientes al Departamento de Producción Vegetal y de los que colaboran con él en esta propuesta, cabe destacar su implicación en los siguientes proyectos relacionados con el estudio de la humedad en suelo, riego, cultivo de arroz, nutrientes en suelo.

#### **Osca Lluch, José M<sup>a</sup>; Gómez de Barreda Ferraz, Diego; Castell Zeising, Vicente**

Nombre del proyecto: Manejo integrado de infestaciones de *Echinochloa* spp. y *Leptochloa* spp. en arroz cultivado en inundación (RTA2014-00033-C03-02)

Nombre investigador principal: Osca Lluch, José M<sup>a</sup>

Periodo: 17/09/15 - 17/09/18

Investigación competitiva proyectos. Instituto Nacional de Inv. y Tecnol. Agraria y Alimentaria

Nombre del proyecto: Mejora del cultivo del arroz mediante fertilización y protección sostenibles. estudio de diferentes técnicas de cultivo de arroz y su influencia en la aparición de *Pyricularia oryzae* (AGL2002-04532-C03-02)

Nombre investigador principal: Osca Lluch, José M<sup>a</sup>

Periodo: 01/12/02 - 01/12/05

Proyectos de investigación con coordinador. Ministerio de Ciencia y Tecnología

#### **Osca Lluch, José M<sup>a</sup>; Castell Zeising, Vicente**

Nombre del proyecto: Deciphering the genetic basis of field resistance to blast in European rice varieties to improve breeding for durable resistance (GEN2006-27764-C4-4-E)

Nombre investigador principal: Osca Lluch, José M<sup>a</sup>

Periodo: 01/04/07 - 01/10/10

Otras acciones de I+D competitivas. Ministerio de Educación

Nombre del proyecto: La energía microondas como alternativa a los pesticidas (bromuro de metilo) en procesos industriales de desinsectación de arroz destinado a consumo humano (1FD97-2235-C03-03)

Nombre investigador principal: Osca Lluch, José M<sup>a</sup>

Periodo: 31/12/99 - 31/12/01

Proyectos de investigación con coordinador. Ministerio de Hacienda y Administraciones Publicas

Nombre del proyecto: Aplicación de microondas para la desinfección de suelos agrícolas y eliminación de malas hierbas (1FD97-0179)

Nombre investigador principal: Gracia López, Carlos

Periodo: 01/11/98 - 16/10/01

Proyectos de investigación. Ministerio de Educación

### **Osca Lluch, José M<sup>a</sup>, Bautista Carrascosa, Inmaculada**

Nombre del proyecto: Contribución a la sostenibilidad del cultivo de arroz en Saint Louis (Senegal)

Nombre investigador principal: Sanjuán Pellicer, María Nieves

Periodo: 01/01/16 - 01/01/19

Investigación competitiva proyectos. Universitat Politècnica de València

### **Gómez de Barreda Ferraz, Diego**

Nombre del proyecto: Laboreo de conservación en arrozales para la reducción de las dosis de herbicidas. Evaluación de riegos ambientales sobre fitoplancton de los herbicidas (1FD97-0963-C03-03)

Nombre investigador principal: Carrasco Dorrien, José Maria

Periodo: 01/06/99 - 01/01/02

Proyectos de investigación con coordinador. Ministerio de Hacienda y Administraciones Publicas

Nombre del proyecto: Validación de métodos predictivos para la evaluación de los riesgos ambientales debido al uso de plaguicidas en los arrozales de las zonas húmedas mediterráneas

Periodo: 01/07/96 - 01/07/99

Proyectos de investigación. Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología.

### **Castell Zeising, Vicente**

Nombre del proyecto: Evaluación de métodos químicos y mulching como alternativa a la erradicación en zonas dunares de la planta exótica invasora (GVPRE/2008/134)

Nombre investigador principal: Fos Causera, Mariano

Periodo: 01/01/08 - 01/01/09

Investigación competitiva proyectos. Generalitat Valenciana

### **Pascual Seva, Nuria**

Nombre del proyecto: Estrategias para el ahorro de agua y energía en jardinería mediterránea. Comparación de las necesidades de riego determinadas con modelos agro-hidrológicos y sondas de humedad de suelo e integración en la gestión hidráulica

Nombre investigador principal: Manzano Juarez Juan

Entidad/es financiadora/s: Universitat Politècnica de València

Fecha de inicio: 31/12/2012 Duración: 24 meses

Cuantía total: 7.500 €

Nombre del proyecto: Estudio de la eficiencia y sostenibilidad del regadío en los Sistemas agrarios valencianos: tecnologías de ahorro de agua y gestión compatible con el medio ambiente

Entidad financiadora: Generalitat Valenciana

Fecha de inicio: 01/01/2008      Duración: 48 meses  
Cuantía total: 364.930 €

Nombre del proyecto: estudio de la respuesta productiva del cultivo de la chufa a diferentes estrategias de riego y marcos de plantación

Nombre investigador principal: Pascual España Bernardo

Entidad financiadora: Consejo Regulador D.O. Chufa de Valencia

Fecha de inicio: 17/05/2006      Duración: 47 meses

Cuantía total: 83.343,14 €

Nombre del proyecto: Estudio de la eficiencia y sostenibilidad del regadío en los sistemas agrarios

Nombre investigador principal: Carles Genovés José

Entidad financiadora: Generalitat Valenciana

Fecha de inicio: 01/01/2004      Duración: 48 meses

Cuantía total: 738.750 €

#### **Lidón Cerezuela, Antonio L.; Bautista Carrascosa, Inmaculada; Lull Noguera, Cristina**

Nombre del proyecto: Efecto de diferentes sistemas de aclareo de masa forestal sobre la disponibilidad de agua, nutrientes y la regeneración de la masa arbórea y arbustiva en parcelas de pinar

Nombre investigador principal: Antonio Lidón Cerezuela

Entidad financiadora: Generalitat Valenciana

Fecha de inicio: 01/01/2006      Duración: 12 meses

Cuantía total: 23.217€

Nombre del proyecto: Caracterización biológica y bioquímica de suelos bajo distintos tratamientos selvícolas en Tuéjar

Nombre investigador principal: Cristina Lull Noguera

Entidad financiadora: Generalitat Valenciana

Fecha de inicio: 04/12/2008      Duración: 24 meses

Cuantía total: 10.000€

#### **Lidón Cerezuela, Antonio L.**

Nombre del proyecto: Integración de medidas de suelo, planta y modelos de simulación para el manejo eficiente del nitrógeno en los cultivos hortícolas.

Nombre del investigador principal: Carlos Ramos Mompó

Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia e Innovación- Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.

Fecha de inicio: 01/12/2011      Duración: 36 meses

Cuantía total: 75.000 €

Nombre del proyecto: El uso eficiente del nitrógeno en las rotaciones hortícolas.

Nombre del investigador principal: Carlos Ramos Mompó

Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia e Innovación- Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.

Fecha de inicio: 01/01/2009      Duración: 36 meses

Cuantía total: 117.195 €

En coherencia con estos antecedentes investigadores, el grupo DPV se responsabilizará de liderar la realización de la Tarea 2 "Evaluación agronómica del empleo de la paja de arroz como mulch en cultivos leñosos, en producción ecológica y convencional".

## Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria (DIRA)

El personal del DIRA participó activamente en el siguiente proyecto, relacionado con el ámbito en el que se desarrollará el que ahora nos ocupa:

FICHA DEL PROYECTO

ACRÓNIMO: LIFE BIOCOMPOST

TÍTULO: El compostaje como alternativa a la quema de la paja de arroz en el Parque Natural de l'Albufera.

CÓDIGO LIFE+: LIFE00 ENV/E/000555

BENEFICIARIO: Ayuntamiento de Valencia (Servicio Devesa-Albufera)

SOCIOS: FUVAMA-Fundación Valenciana de Agricultura y Medio Ambiente

DURACIÓN: De 1 de agosto de 2001 a 31 de julio de 2004

PRESUPUESTO: 1.438.844,30 €

CONTRIBUCIÓN Ayto. Valencia: 716.496,30 €

CONTRIBUCIÓN UE: 716.496,30 €

RESUMEN DEL PROYECTO:

El 67% de la superficie del Parque Natural de l'Albufera está dedicada al cultivo del arroz. Sus campos inundados son el refugio de gran cantidad de aves que se toman en ellos un descanso en sus rutas migratorias o que han decidido establecerse, por lo que se considera que esta práctica agrícola es compatible con la protección del medio ambiente. Excepto una vez al año. Tras la cosecha del arroz se produce una lamentable escena en pleno Parque Natural: inmensas columnas de humo provenientes de la quema de los rastrojos. Entre septiembre y octubre la paja del arroz queda en los campos, que pocos días después deben ser inundados. La solución más sencilla para eliminar estos rastrojos consiste en quemarlos en el mismo terreno, con los consiguientes problemas de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera; impacto sobre la flora y fauna; afecciones sobre la salud humana y riesgo para la seguridad vial por la falta de visibilidad en las carreteras debido al humo.

Con el proyecto LIFE Biocompost se demostró la viabilidad de la retirada de la paja de los campos de arroz mediante empacadoras, y se ofreció dicho servicio de forma gratuita a los agricultores de Valencia. Durante tres campañas de cosechado (2001, 2002 y 2003) se recogieron más de 2.200 toneladas de paja de arroz con un dispositivo coordinado que utilizaba los prototipos para operar de forma rápida y eficaz. Con la paja recogida se elaboró abono orgánico o compost mezclándola con lodos de depuradora.

En la actualidad el Departamento de Ingeniería Rural tiene una colaboración con la empresa Ludan Renewable Energy S.L que desde el año 2015 está realizando diversos planteamientos y desarrollos en el entorno de la Albufera de Valencia, enmarcados la mayor parte de ellos en el proyecto Life+ Sostrice <http://www.sostrice.eu/es/>, donde se están buscando alternativas para la gestión de la paja del arroz, y realizando ensayos de valorización energética (biogás y biomasa), producción de fertilizantes y optimización extractiva y logística. La labor del Departamento consiste en buscar alternativas rentables de mecanización de un nuevo cultivo en estas zonas como es la Maralfalfa (*Pennisetum violaceum*).

Sociedades y Asociaciones:

Asociación de Fabricantes de Maquinaria Agrícola de la Comunidad Valenciana (ASMAVA)

Sociedad Española de Agroingeniería

American Society of Agricultural Engineers (ASABE)

European Society of Agricultural Engineering (EURAGENG)

En coherencia con estos antecedentes investigadores, el grupo DIRA se responsabilizará de liderar la realización de la Tarea 4 “Mecanización integral de procesos”.

## UNIVERSIDAD DE LEÓN

### Grupo de investigación IQUIMAB (ULE)

El grupo de investigación de la Universidad de León es una Unidad de Investigación Consolidada, reconocida como tal por la Junta de Castilla y León, con el código UIC067, que se dedica a la investigación básica y aplicada, con especial énfasis en la transferencia de la tecnología creada a las empresas y en la investigación colaborativa con éstas, destacando dentro de la Universidad de León en cuanto al volumen de los proyectos desarrollados con empresas, correspondiendo a programas RETOS-COLABORACIÓN, CEDETI y también convenios de investigación (artículos 83).

Se trata de un grupo pluridisciplinar, que actualmente consta de 21 miembros que trabajan en varias líneas de investigación (<http://institutos.unileon.es/ingenieria-quimica-ambiental-y-bioprosesos/>). En varias de las líneas de trabajo se abordan temas relacionados con los bioprosesos basados en consorcios microbianos diseñados *ad hoc*, y concretamente la línea “Biofertilizantes para agricultura sostenible”, creada en 2005, desarrolla consorcios microbianos para agricultura. Esta línea, está asociada a la Sociedad Española de Fijación de Nitrógeno (SEFIN) (<http://sefin-fbn.es/grupos-de-investigacion/biofertilizantes-agricultura-sostenibleagricultura-urbana/>). La SEFIN una sociedad científica de ámbito nacional creada en 1983, que forma parte de la Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE).

En los últimos diez años la labor del grupo se viene estructurando en dos grandes líneas:

- Producción agraria sostenible, mediante la reducción progresiva del uso de químicos y sustitución por biofertilizantes, productos de control biológico y prácticas agronómicas
- Valorización de los bio-residuos según los planteamientos de la economía circular, cerrando los ciclos y poniendo el énfasis en la reducción de la huella de carbono.

La línea de Producción Agraria Sostenible se ha centrado desde 2005 en el desarrollo de biofertilizantes y biocontroladores, mediante proyectos competitivos nacionales e internacionales y contratos de investigación con empresas, con el objetivo de explotar desde el punto de vista de la Producción Vegetal, las interacciones planta-microorganismo-ambiente, desarrollando los siguientes temas:

- Aislamiento, caracterización, selección y ensayo en campo de:
  - o Bacterias promotoras del crecimiento vegetal fijadoras de Nitrógeno atmosférico como biofertilizantes y biocontroladores en cultivos como cereales, leguminosas, pimiento y banano. Hongos micorrízicos y bacterias *helper* de la micorriza (*Mycorrhiza Helper Bacteria*, MHB) como inoculantes de cultivos de interés agrícola y forestal . Rizobios como inoculantes de leguminosas para la sustitución total del abono mineral nitrogenado. Como consecuencia del desarrollo de estas actividades, el grupo IQUIMAB posee una banco de 1.124 cepas de microorganismos rizosféricos promotores del crecimiento vegetal (PGPR), incluyendo también rizobios fijadores de Nitrógeno en simbiosis con diferentes especies de leguminosas, y 5

accesiones de hongos micorrícicos. Las bacterias están conservadas en una disolución de glicerol en ultracongelación, incluyendo una colección base y otra activa. Todas las accesiones están identificadas por técnicas moleculares (secuenciación del gen 16S rRNA y en los rizobios genes *housekeeping* y comparación con bases de datos), y de la mayor parte de ellas también se ha caracterizado su capacidad promotora del crecimiento vegetal. Por otra parte tal como atestigua el elenco de publicaciones, algunos de los aislados han sido descritos como nuevas especies de bacterias.

- Producción y formulación de biofertilizantes, seleccionando protectores y soportes.
- Diseño y operación de fermentadores a diferentes escalas y plantas piloto para la producción de biofertilizantes.
- Diseño de fertilizantes innovadores basados en bioresiduos

Durante los últimos 5 años, el grupo IQUMAB de la ULE ha iniciado 8 **proyectos competitivos de investigación**, de convocatorias Europeas (H2020), internacionales no europeas, nacionales y autonómicas, y aparte ha continuado con otros ya iniciados en años anteriores. De los iniciados en los últimos 5 años, los que presentan mayor relación con el tema del proyecto son los siguientes:

OBTENCIÓN DE BIOPRODUCTOS HIPOCARBÓNICOS AVANZADOS POR MEDIO DE LA TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS Y SUBPRODUCTOS BIOMÁSICOS. Consorcio con empresas. MINECO. Convocatoria Retos-Colaboración 2016. Plan Nacional de I+D+i. Breve descripción: Obtención de biofertilizantes basados en microorganismos rizosféricos seleccionados, y biorresiduos.

BIORELC DISEÑO DE CONSORCIOS PROBIÓTICOS CON RHIZOBIUM Y BACTERIAS ENDÓFITAS PARA APLICACIÓN A CULTIVOS DE LEGUMINOSAS Y CEREALES C3 Y C4. Convocatoria de Excelencia Retos a la Sociedad 2014. Plan Nacional de I+D+i.

NUTRIENT RECOVERY FROM BIOBASED WASTE FOR FERTILISER PRODUCTION (NEWFERT).- Proyecto Europeo. HORIZON 2020. Breve descripción: Nuevos fertilizantes minerales basados en materias primas procedentes de biorresiduos, y su efecto en la planta y el microbioma edáfico.

DESARROLLO DE PLANTA DE JARA (CISTUS LADANIFER) ECTOMICORRIZADA CON HONGOS COMESTIBLES DE LA ESPECIE BOLETUS EDULIS E INOCULADA CON BACTERIAS PROMOTORAS DE LA MICORRIZACIÓN (CIBABOL). Convocatoria Retos-Colaboración 2014. Plan Nacional de I+D+i.

SISTEMA FLEXIBLE DE GESTIÓN DE RESIDUOS PARA PRODUCCIÓN DE BIO-ENERGÍA Y VALORIZACIÓN DEL DIGERIDO.- Convocatoria INNPACTO 2013. Plan Nacional de I+D+i Breve descripción: Valorización energética de biorresiduos, y aprovechamiento de los subproductos para la producción de biofertilizantes microbianos basados en cepas rizosféricas seleccionadas.

INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA CADENA DE VALOR DE PRODUCTOS AGROALIMENTARIOS ESTRATÉGICOS PARA LA REPÚBLICA DOMINICANA. Proyecto AECID 2014 de convocatoria nacional y desarrollo internacional.

El número de **contratos con empresas** se eleva a 14 iniciados en los últimos 5 años, de los cuales los que se indican a continuación son los que mayor relación tienen con el tema del proyecto:

INNOVACIÓN EN LA APLICACIÓN DE COMPUESTOS NUTRICIONALES DE APLICACIÓN FOLIAR. Empresa: SIPCAM IBERIA. Año de inicio 2016

DESARROLLO DE PROCEDIMIENTO PARA LA PRODUCCIÓN Y CERTIFICACIÓN DE UN FERTILIZANTE BIOTECNOLÓGICO. Empresa: FERTIBERIA. Año de inicio: 2016

ELABORACIÓN DE BIO-FERTILIZANTE LÍQUIDO CON ACCIÓN FITOFORTIFICANTE A PARTIR DE UN DIGERIDO DE DIGESTIÓN ANAEROBIA. Proyecto de la convocatoria CLAMBER. Empresa Biomasa Peninsular. Año de inicio: 2015

ENSAYOS DE MICROORGANISMOS EN FERTILIZANTES NITROGENADOS. Empresa: FERTIBERIA. Año de inicio: 2014

ANALYSIS OF INTERACTIONS BETWEEN LACTIC FLORA AND PSEUDOMONAS SPP AND BETWEEN PSEUDOMONAS AND FUNGAL REFINING FLORA IN CHEESE. Empresa: ESA – Angers (Francia). Año de inicio: 2013.

ENSAYO TÉCNICO-AGRONÓMICO DE PRODUCTOS FERTILIZANTES BIOTECNOLÓGICOS. Empresa: FERTIBERIA. Año de inicio: 2013

El número **de publicaciones en la lista de SCOPUS** durante los 5 últimos años del grupo IQUMAB es de 37, de las cuales se destacan a continuación las cinco más afines al proyecto:

J. Araújo; J.D. Flores-Félix; J.M. Igual; A. Peix; F. González-Andrés; C.A. Díaz-Alcántara; E. Velázquez. *Bradyrhizobium cajani* sp. Nov. isolated from nodules of *Cajanus cajan*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 67 - 7, pp. 2236 -2241. 2017.

L. Carro; R. Mulas; R. Pastor-Bueis; D. Blanco; A. Terrón; F. González-Andrés; A. Peix; E. Velázquez. *Delftia rhizosphaerae* sp. Nov. isolated from the rhizosphere of *Cistus ladanifer*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 67 - 6, pp. 1957 -1960. 2017.

R. Pastor-Buies; R. Mulas; X Gomez-Barrios; F. González-Andrés. Innovative liquid formulation of digestates for producing a biofertilizer based on *Bacillus siamensis*: Field testing on sweet pepper. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. in press.

Iris-Esther Marcano; César-Antonio Díaz-Alcántara; Beatriz Urbano; Fernando González-Andrés. Assessment of bacterial populations associated with banana tree roots and development of successful plant probiotics for banana crop. *Soil Biology and Biochemistry*. 99, pp. 1 - 20. 2016.

J. Araujo; C.-A. Díaz-Alcántara; E. Velázquez; B. Urbano; F. González-Andrés. *Bradyrhizobium yuanmingense* related strains form nitrogen-fixing symbiosis with *Cajanus cajan* L. in Dominican Republic and are efficient biofertilizers to replace N fertilization. *Scientia Horticulturae*. 192, pp. 421 - 428. 2015.

El grupo cuenta con 4 **patentes**, de las cuales una está estrechamente relacionada con el proyecto: EP 3 085 679 A1 “A COMPLEX MINERAL FERTILIZER COMPRISING THE RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM MICROORGANISM, PRODUCTION PROCESS AND USES THEREOF”

En coherencia con estos antecedentes investigadores, el grupo IQUMAB se responsabilizará de liderar la realización de la Tarea 3 “Diseño de estrategias de incorporación de microorganismos fijadores de nitrógeno atmosférico en vida libre adaptadas a las condiciones ambientales de los agrosistemas de destino”.

## 5.2. PARTICIPACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL CONSORCIO EN PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS

### UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

**Listado plataformas tecnológicas con participación institucional de la UPV** (en el caso de entidades con personalidad jurídica, se incluyen únicamente las autorizadas por el Consejo Social de la Universitat).

Asociación Española de Robótica y Automatización Tecnologías de Producción  
Asociación Plataforma Tecnológica del Vino  
Asociación Plataforma Tecnológica del AGUA  
Asociación cluster autogas  
PLATAFORMA TECNOLÓGICA ESPAÑOLA DE LA CONSTRUCCIÓN  
Plataforma Tecnológica FABRE  
European Rail Research Network of Excellence (EURNEX)  
Biobased Industries Consortium (BIC)  
EUROPEAN TECHNOLOGY PLATFORM FOR HIGH PERFORMANCE COMPUTING (ETP4HPC)  
EUROPEAN FACTORIES OF THE FUTURES RESEARCH ASSOCIATION (EFFRA)  
A. SPIRE AISBL (Sustainable Process Industry through Resource and Energy Efficiency)  
European Green Vehicles Initiative (EGVIA)  
Alliance of Internet of Things Innovation, AIOTI  
Big Data Value Association, BDVA  
Nuclear Gen II & III Association (NUGENIA)  
European Energy Research Alliance

### UNIVERSIDAD DE LEÓN

**Se detallan exclusivamente aquellas en las que participa el grupo IQUMAB**

Biobased Industries Consortium (BIC)  
Plataforma Tecnológica Española de CO2 contra el cambio climático.  
Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible  
Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa (BIOPLAT)

### 5.3. PERFIL PROFESIONAL DEL EQUIPO DE TRABAJO DE CADA ENTIDAD PARTICIPANTE

#### GIRSA

El personal propio propuesto por GIRSA para participar en el proyecto es un equipo multidisciplinar formado por profesionales con dilatada experiencia (en todos los casos superior a diez años) y diferentes titulaciones:

- Luís Tejedor. Licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales. (Gerencia)
- Pedro López. Ingeniero Técnico Agrícola. (Departamento de Medio Ambiente)
- José Egea. Ingeniero Agrónomo. (Departamento de Producción)
- Ignacio Machí. Ingeniero Industrial. (Departamento de Producción)
- Marilys Castañer. Licenciada en Derecho. (Departamento Jurídico)
- David Cebolla. Licenciado en Ciencias Químicas. (Departamento de Producción)
- Álvaro Bayo. Licenciado ADE. (Departamento de Administración)

Todos estos profesionales forman parte del staff de la empresa y cuentan con gran experiencia en la prestación de servicios de gestión ambiental, manejando recursos humanos, mecánicos y materiales.

Su aportación revestirá al proyecto de un carácter eminentemente práctico, orientado al cliente y buscando, como objetivo principal, la consecución de un producto final que pueda ser trasladado al mercado con garantías de éxito.

Además de este personal propio, se propone la contratación adicional de dos personas más; una de ellas tendrá un perfil de gestión económica, y la segunda un perfil más técnico.

#### UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

##### Departamento de Producción Vegetal (DPV)

**Vicente Castell Zeising.** Responsable del proyecto por parte de la UPV.

Dr. Ingeniero Agrónomo. Profesor Titular de Universidad del Departamento de Producción Vegetal de la UPV (ETSIAMN) desde noviembre de 2007. Máster en Citricultura por la UPV. Tesis Doctoral (1996) "Determinación y tipificación agronómica de clones de chufa (*Cyperus esculentus* L.) cultivados en L'Horta Nord de Valencia".

En la actualidad es docente en las asignaturas de 'Agricultura Sostenible', 'Fitotecnia', 'Fundamentos de paisajismo', 'Jardinería y Paisajismo', 'Manejo de agrosistemas mediterráneos', 'Necesidades y programación del riego y de la fertilización', 'Taller de proyectos de paisaje', 'Tratamiento, gestión y uso agrícola de los residuos orgánicos'. Docente en diversas ediciones del "Curso de conservación y degradación de suelos. Indicadores de la degradación: suelo, clima y vegetación" impartiendo la materia: 'Métodos agronómicos de conservación de suelos'.

Ha colaborado en diversos proyectos y contratos:

- Manejo integrado de infestaciones de *Echinochloa* spp. y *Leptochloa* spp. en arroz cultivado en inundación (RTA2014-00033-C03-02)

- Obtención de patrones de pimiento tolerantes a bajos insumos de fósforo y genética de la adaptación radicular a estreses abióticos (RTA2013-00022-C02-02)
- Evaluación de métodos químicos y 'mulching' como alternativa a la erradicación en zonas dunares de la planta exótica Invasora (GVPRE/2008/134)
- 'Deciphering the genetic basis of field resistance to blast in European rice varieties to improve breeding for durable resistance' (GEN2006-27764-C4-4-E)
- Influencia del manejo del cultivo en la dinámica del carbono en suelos agrícolas valencianos de viña y olivar (GV04B/369)
- Mejora del cultivo del arroz mediante fertilización y protección sostenibles. Estudio de diferentes técnicas de cultivo de arroz y su influencia en la aparición de *Pyricularia oryzae* (AGL2002-04532-C03-02)
- Influencia de la dosis de siembra y fertilización sobre el cultivo del arroz, sus plagas.
- Conservación de los campos de cultivo abandonados
- Suelos y comunidades vegetales en zonas deprimidas. Cultivos de montaña y campos de cultivo abandonados. Medidas para su conservación (PPI-6-99 5098)
- La energía microondas como alternativa a los pesticidas (bromuro de metilo) en procesos industriales de desinsectación de arroz destinado a consumo humano (1FD97-2235-C03-03)
- Diversidad del suelo y de las comunidades vegetales de los campos de cultivo abandonados. Medidas para su conservación (GV99-186-1-06)
- Sensibilidad de los suelos de montaña y de los antiguos sistemas agrarios a los cambios ambientales. Medidas para amortiguar su degradación y asegurar su conservación
- Aplicación de microondas para la desinfección de suelos agrícolas y eliminación de malas hierbas (1FD97-0179)
- Microondas para la desinfección de suelos agrícolas (1FD97-0179)
- 'Technical support service for the value for cultivation and use trials realization on new varieties of turf grasses'.

### **Nuria Pascual Seva**

Dra. Ingeniera Agrónoma. Profesora Contratada Doctor del Departamento de Producción Vegetal de la UPV (ETSIAMN). 'MSc in Water Management' por la Cranfield University. Tesis Doctoral (2011) "Estudios agronómicos del cultivo de la chufa: estrategias de riego, tipos de plantación, absorción de nutrientes y análisis fitoquímico".

En la actualidad es docente en las asignaturas 'Fitotecnia general', 'Manejo de Agrosistemas Mediterráneos', 'Necesidades y programación del riego y de la fertilización', 'Productividad y Manejo en Sistemas Agrícolas', 'Propagación Vegetal', 'Taller de proyectos de paisaje'.

Ha colaborado en diversos proyectos y contratos:

- Estructuras de gestión multifamiliar de las explotaciones en los sistemas agrarios valencianos: los casos de L'Horta Sud y la Ribera (GV/2015/075)
- Selección de accesiones y obtención de híbridos como patrones de pimiento resistentes a estreses abióticos y bióticos. Caracterización fisiológica y agronómica (RTA2013-00022-C02-00)
- Estrategias para el ahorro de agua y energía en jardinería mediterránea. Comparación de las necesidades de riego determinadas con modelos agro-hidrológicos y sondas de humedad de suelo e integración en la gestión hidráulica (SP20120823)
- Mejora y evaluación de material vegetal en pimiento como estrategia frente al estrés abiótico. Beneficios medioambientales (RTA2010-00038-C03-00)
- Problemáticas de cultivo implicadas en la calidad comercial de algunas hortalizas de hoja: escarola y perejil
- Estudio de la eficiencia y sostenibilidad del regadío en los sistemas agrarios valencianos: tecnologías de ahorro de agua y gestión compatible con el medio ambiente (T4799000)

- Estudio de la respuesta productiva del cultivo de la chufa a diferentes estrategias de riego y marcos de plantación

Es corresponsable de la obtención y patente de dos variedades de chufa (*Cyperus esculentus* L.).

**Cristina Lull Noguera.** Profesora Contratada

**Inmaculada Bautista Carrascosa.** Profesor Titular Universitario

**Antonio L. Lidón Cerezuela.** Profesor Titular Universitario

Profesores pertenecientes al departamento de Química donde imparten docencia en diferentes asignaturas relacionadas con la Edafología y Climatología. En su labor investigadora pertenecen al Instituto de Investigación de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA) de la UPV, donde desarrollan diferentes trabajos enmarcados en la biogeoquímica de suelos (ciclos de carbono y nitrógeno en el suelo) y en las relaciones agua-planta-suelo.

En los últimos años han participado en los siguientes proyectos de investigación:

- 'Validation of earth observation data and products at the Valencia and the Alacant Anchor Stations'

- Desarrollo de conceptos y criterios para una gestión forestal de base eco-hidrológica como medida de adaptación al Cambio Global (SILWAMED)

- 'Hydrological characterization of forest structures at plot scale for an adaptive management (HYDROSIL)'

- Integración de medidas de suelo, planta y modelos de simulación para el manejo eficiente del nitrógeno en los cultivos hortícolas

En los últimos años han participado en la dirección de diferentes tesis doctorales:

- Jaramillo González, Claudia Ximena. Mineralización de la gallinaza y de los restos de cosecha en el suelo. Aplicación al cultivo de la coliflor en la Huerta de Valencia. Dirección: Antonio Lidón y Carlos Ramos. Febrero 2016

- Sánchez De Oleo, Carlos Manuel. Estimación de parámetros en modelos de transporte de agua y nitrógeno en el suelo. UPV: Dep. Matemática aplicada. Dirección: Damián Ginestar y Antonio Lidón. Enero 2016.

- Lado Monserrat, Luis. Efecto de tratamientos selvícolas de diferente intensidad sobre los ciclos de nutrientes de un bosque de pino carrasco. Dirección: Inmaculada Bautista y Antonio Lidón. Diciembre 2015.

Algunos de los trabajos publicados en los últimos años relacionados con los anteriores proyectos:

- Di Prima, S.; Bagarello V.; Angulo-Jaramillo R.; Bautista, I.; Cerda, A.; Campo García, A. ... Maetzke, F. (2017) Impacts of thinning of a Mediterranean oak forest on soil properties influencing water infiltration. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 3 (65), 276 - 286.

- Di Prima S.; Bagarello V.; Lassabatere L.; Angulo-Jaramillo R.; Bautista, I.; Burguet, M. ... Prodoscimi, M. (2017) Comparing Beerkan infiltration tests with rainfall simulation experiments for hydraulic characterization of a sandy-loam soil. *Hydrological Processes* (31)3520 - 3532.

- del Campo, A. D., González-Sanchis, M., Lidón, A., García-Prats, A., Lull, C., Bautista, I., ... & Francés, F. (2017). Ecohydrological-based forest management in semi-arid climate. In *Ecosystem services of headwater catchments* (pp. 45-57). Springer, Cham.

- Bautista, I.; Boscaiu, M.; Lidón A.; Llinares, J. V.; Lull C.; Donat-Torres, M.P. ... Vicente, O. (2016). Environmentally induced changes in antioxidant phenolic compounds levels in wild plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 1 (38), 1 - 15.

- Belda, R.M., Lidón, A., Fornes, F. (2016). Biochars and hydrochars as substrate constituents for soilless growth of myrtle and mastic. *Industrial Crops and Products* 94, pp 132–142.

- Fornes, F., Belda, R.M., Lidón, A. (2015). Analysis of two biochars and one hydrochar from different feedstock: Focus set on environmental, nutritional and horticultural considerations. *Journal of Cleaner Production*, 86, pp. 40-48.

- Lado-Monserrat, L., Lidón, A., Bautista, I. (2015). Litterfall, litter decomposition and associated nutrient fluxes in *Pinus halepensis*: influence of tree removal intensity in a Mediterranean forest. *European Journal of Forest Research*, 12 p. DOI: 10.1007/s10342-015-0893-z.
- Lado-Monserrat, L., Lull, C., Bautista, I., Lidón, A., Herrera, R. (2014). Soil moisture increment as a controlling variable of the "Birch effect". Interactions with the pre-wetting soil moisture and litter addition. *Plant and Soil*, 379 (1-2), pp. 21-34.
- Fornes, F., Jaramillo, C.X., García-de-la-Fuente, R., Belda, R.M., Lidón, A. (2014). Composted organic wastes from the pharmaceutical and agro-food industries induce soil bioactivity and nodulation in alfalfa. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94 (14), pp. 3030-3037.
- Fenollosa, M. L., Ribal, J., Lidón, A., Bautista, I., Juraske, R., Clemente, G., & Sanjuan, N. (2014). Influence of Management Practices on Economic and Environmental Performance of Crops. A Case Study in Spanish Horticulture. *Agroecology and sustainable food systems*, 38(6), 635-659.
- Gil, R., Bautista, I., Boscaiu, M., Lidón, A., Wankhade, S., Sánchez, H., ... & Vicente, O. (2014). Responses of five Mediterranean halophytes to seasonal changes in environmental conditions. *AoB Plants*, 6.

### **José María Osca Lluch**

Dr. Ingeniero Agrónomo. Profesor Titular de Universidad. Actualmente Director de Departamento de Producción Vegetal de la Universitat Politècnica de València.

Es profesor de 'Cultivos Herbáceos' en el grado de Ingeniería Agroalimentaria y Medio Rural y de 'Malherbología' en el Máster de Ingeniería Agronómica en la UPV.

Las líneas de investigación principales se centran en el cultivo de arroz y el manejo de las malas hierbas, concretándose en los últimos años en los siguientes proyectos de investigación:

- Contribución a la sostenibilidad del cultivo de arroz en Saint Luis, Senegal
- Manejo integrado de infestaciones de *Echinochloa* spp. y *Leptochloa* spp. en arroz cultivado en inundación (RTA2014-00033-C03-02)
- 'Deciphering the genetic basis of field resistance to blast in European rice varieties to improve breeding for durable resistance' (GEN2006-27764-C4-4-E)
- Mejora del cultivo del arroz mediante fertilización y protección sostenibles. Estudio de diferentes técnicas de cultivo de arroz y su influencia en la aparición de *Pyricularia oryzae* (AGL2002-04532-C03-02)
- Desarrollo de un demostrador de un horno de microondas para la desinfección de substratos de tierra (PPI-05-01 6072)
- La energía microondas como alternativa a los pesticidas (bromuro de metilo) en procesos industriales de desinsectación de arroz destinado a consumo humano (1FD97-2235-C03-03)
- Influencia de la dosis de siembra y fertilización sobre el cultivo de arroz, sus plagas y enfermedades
- Aplicación de microondas para la desinfección de suelos agrícolas y eliminación de malas hierbas (1FD97-0179)

### **Diego Gómez De Barreda Ferraz**

Dr. Ingeniero Agrónomo. Profesor Titular de Universidad del Departamento de Producción Vegetal de la UPV (ETSIAMN) desde agosto de 2007. Tesis Doctoral (1999) "Comportamiento de herbicidas residuales en suelos, Posible contaminación de acuíferos".

En la actualidad es docente en las asignaturas de 'Horticultura', 'Cultivos Herbáceos', 'Jardinería y Paisajismo', 'Tecnologías Especiales para la Producción de Cultivos Herbáceos'.

Ha colaborado en diversos proyectos y contratos:

- Posibilidades de uso de productos fitofortificantes como sustitutivos de productos fitosanitarios de síntesis en especies cespitosas (PRODUCTOS FITOFORTIFICANTES (UPV) 20150038)
- Manejo integrado de infestaciones de *Echinochloa* spp. y *Leptochloa* spp. en arroz cultivado en inundación (RTA2014-00033-C03-029)
- Mejora del cultivo del arroz mediante fertilización y protección sostenibles. Estudio de diferentes técnicas de cultivo de arroz y su influencia en la aparición de *Pyricularia oryzae* (AGL2002-04532-C03-02)
- Laboreo de conservación en arrozales para la reducción de las dosis de herbicidas. Evaluación de riesgos ambientales sobre fitoplancton de los herbicidas (1FD97-0963-C03-03)
- Validación de métodos predictivos para la evaluación de los riesgos ambientales debido al uso de plaguicidas en los arrozales de las zonas húmedas mediterráneas
- 'Evaluation of A20058a on a golf putting green under stress in Spain'
- 'Biostimulants in turf'
- 'Technical support service for the value for cultivation and use trials realization on new varieties of turf grasses'
- 'Technical support service, for the value for cultivation, use and sustainability (VCUS) trials realization on new varieties of turf grasses'
- 'Technical support service for the value for cultivation and use trials realization on new varieties of turf grasses'
- Asesoramiento en el ámbito deportivo
- 'The value for cultivation and use trials realization on varieties of turf grasses'
- Análisis y mejora de la seguridad alimentaria en las comunidades campesinas de Melkagassi y Chuka en Etiopía
- Prestaciones de Servicio para SEMILLAS DALMAU S.L.

### **Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria (DIRA)**

**Antonio Torregrosa Mira**, es doctor ingeniero agrónomo y catedrático de universidad del Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria de la Universitat Politècnica de València, habiendo desarrollado la mayor parte de su actividad investigadora en maquinaria para la recolección de frutas y hortalizas. Tiene patentadas una cosechadora para la recolección de pimientos para pimentón, unas estructuras receptoras para la recolección de frutos arbóreos y una máquina para el aclareo de frutales. Ha participado en numerosos proyectos de investigación nacionales y autonómicos.

**Borja Velázquez Martí**, es doctor ingeniero agrónomo, profesor titular de Universidad del Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria de la Universitat Politècnica de València especialista en manejo de biomasa, ha publicado artículos científicos y técnicos sobre las posibilidades de la biomasa residual agroforestal y ha patentado algoritmos de optimización de rutas de suministro de biomasa. Sus líneas de trabajo se han centrado en desinfección de suelos y sustratos agrícolas por métodos físicos: calentamiento con microondas, infrarrojos, vapor de agua, aire caliente; evaluación de la sostenibilidad de sistemas agrícolas y forestales; valoración, sistemas de aprovechamiento y logística de biomasa agrícola y forestal para destino energético.

## UNIVERSIDAD DE LEÓN

### **Grupo de investigación IQUMAB (ULE)**

Debido al tamaño y la pluridisciplinariedad del grupo de investigación IQUMAB, el equipo humano participante en este proyecto estará compuesto por los miembros que trabajan directamente con biofertilizantes microbianos y otros tipos de fertilizantes basados en bioresiduos. Esto incluye

a la investigación y desarrollo de dichos productos, su producción mediante diferentes bioprocesos, y su evaluación agronómica.

El personal propio de la Universidad directamente implicado en el proyecto será el siguiente:

**Dr. Fernando González Andrés.** Responsable del proyecto por la Universidad de León.

Dr. Ingeniero Agrónomo con formación y experiencia en Microbiología. Es Profesor Titular de Producción Vegetal con acreditación ANECA a Catedrático de Universidad (Mayo de 2013), y está especializado en las interacciones microorganismo-planta y en la evaluación agronómica de biofertilizantes. En los últimos 5 años ha participado bien como investigador principal o como investigador participante, en 23 proyectos y contratos de investigación. Destaca el proyecto NEWFERT de la convocatoria H2020, que tiene como objetivo desarrollar nuevos fertilizantes basados en los principios de la economía circular, utilizando como materias primas bioresiduos. También ha participado en proyectos del Plan Nacional de Investigación del MINECO (proyecto IPEBIDA y BIORELC), destacando los pertenecientes a la convocatoria RETOS-COLABORACIÓN del MINECO, que están específicamente diseñados para la investigación e innovación en colaboración con empresas. Ha sido investigador principal en la Universidad de León en los proyectos INNPEFFER y CIBABOL e investigador en los proyectos FLEXINER y LIGNOBIO. De estos proyectos 2 están activos en la actualidad. En el capítulo de publicaciones es co-autor de una patente europea (No. 15382201.0 1), y desde el punto de vista más académico de la investigación, es autor de 50 trabajos de investigación recogidos en Scopus. También ha sido editor o autor de capítulos en libros, y autor de numerosos artículos de divulgación científica. Las ponencias en congresos internacionales o nacionales se aproximan al centenar. Todos los proyectos y publicaciones mencionados están directamente relacionados con el tema del presente proyecto.

**Dr. Antonio Morán Palao**

Es Catedrático de Universidad de Ingeniería Química y Procesos Industriales Microbianos. Es líder del Grupo de Investigación en Ingeniería Química y Ambiental – Bioprocesos (IQUIMAB), que está reconocido como Unidad de Investigación Consolidada (UIC) por la Junta de Castilla y León. Tiene gran experiencia en la coordinación de proyectos Europeos de los programas Marco y del H2020. Destaca en su trayectoria la coordinación de proyectos de investigación e innovación en colaboración con empresas a nivel Europeo (Biobased Industries – joint undertaking BBI) y Español (Programa Retos-Colaboración y contratos de investigación). Ha participado en varias patentes. En la vertiente más académica es autor de 10 artículos de investigación recogidos en Scopus.

**Dra. Xiomar A. Gómez Barrios**

Es Profesora Titular de Ingeniería Química y Bioprocesos. Tiene una gran experiencia como investigadora ya que ha participado en proyectos de investigación Europeos y Españoles, destacando su participación como IP en proyectos de del Plan Nacional de Investigación en las convocatorias Retos a la Sociedad (de investigación aplicada) y Retos-Colaboración de investigación e innovación con empresas. Además, es investigadora en proyectos europeos, destacando dentro de la convocatoria H2020 el proyecto NEWFERT, que corresponde a la colaboración entre UE y las empresas basadas en bioproductos que se denomina BBI: Biobased Industries – joint undertaking. Es autora de varias patentes, y en la vertiente más académica ha publicado 58 artículos registrados en la lista de Scopus.

El personal a contratar con el proyecto será el siguiente:

**Rebeca Mulas García**

Dra. en Ingeniería de Biosistemas por la Universidad de León. Es investigadora contratada con cargo a proyectos en la Unidad de Investigación Consolidada IQUIMAB. Desde 2010 ha publicado

7 trabajos recogidos en Scopus, y además es coautora de capítulos de libros y artículos de divulgación. Es coautora de la Patente Europea a la que nos hemos referido en esta solicitud (EP 3 085 679 A1) ya publicada y en fase de evaluación. El número de comunicaciones y ponencias en congresos nacionales e internacionales se aproxima a la decena. Su trabajo ha estado financiado por contratos con empresas, proyectos del Plan Nacional de Investigación español y por un proyecto del H2020.

#### 5.4. INDICACIÓN DEL RESPONSABLE DE LA COORDINACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

La coordinación técnica del proyecto será realizada por la mercantil GIRSA, quien designará a una persona adecuada de la propia organización como coordinador del mismo. Sus funciones serán las de dirigir y garantizar la correcta ejecución del proyecto.

#### 5.5. RECURSOS MATERIALES E INSTALACIONES CON QUE CUENTAN LAS ENTIDADES PARA ABORDAR EL PROYECTO

##### GIRSA

GIRSA pondrá a disposición del proyecto, y conforme a los requerimientos del mismo, todos los medios humanos, mecánicos y materiales de los que dispone.

En este sentido, GIRSA cuenta con una plantilla de 150 trabajadores y un parque de maquinaria y medios de transporte adecuado para la realización de sus actividades cotidianas:

- Recogida y transporte de residuos sólidos urbanos
- Recogida y transporte de residuos de poda
- Gestión de planta de valorización (Picassent)
- Gestión de dos vertederos de residuos no peligrosos (Pedralba y Ontinyent)

Entre los recursos mecánicos se cuenta con más de ochenta vehículos para el desarrollo de estas actividades, todos ellos de las marcas más reconocidas en el sector; ROS ROCA, SCANIA, MERCEDES, CATERPILLAR. Se trata de camiones adaptados a la recogida de contenedores, autocargantes para residuos vegetales, bañeras, centauros, volquetes, así como maquinaria de carga y de movimientos de tierras.

Las oficinas centrales de la empresa se encuentran en la Calle Profesor Beltrán Báguena de Valencia, y cuentan con todas las instalaciones necesarias para la celebración de reuniones de trabajo y todo tipo de medios ofimáticos.

##### UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

##### Departamento de Producción Vegetal (DPV)

El grupo realiza su actividad académica/investigadora en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural (ETSIAMN) y dispone de:

- Invernadero y herramientas para trabajo de campo

- Laboratorios con: cámaras de cultivo, germinador, estufas, autoclave, cámara de flujo laminar y pequeño instrumental como balanzas, agitadores, lupas binoculares, *etc.*
- Laboratorio de edafología, con todas las instalaciones, equipamiento y material necesario para el procesado de las muestras de suelo a procesar en este ensayo.

### **Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria (DIRA)**

El grupo realiza su actividad académica/investigadora en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural (ETSIAMN) y dispone de:

- Nave – taller mecánico de 750 m<sup>2</sup>, dotado de bancos de trabajo, herramientas, máquinas herramientas (soldadura, torno, *etc.*) e instrumentación necesarios para la construcción y ensayo de los prototipos o adaptaciones que fuera necesario realizar.
- Equipo completo de acelerometría para la medición y registro de vibraciones consistente en un osciloscopio digital conectable a PC, un acelerómetro triaxial y 8 acelerómetros monoaxiales, todos ellos piezoeléctricos y acondicionadores de la señal para nueve acelerómetros.
- Freno dinamométrico para la medida de la potencia en la tdf de tractores
- Equipos de medida del combustible de tractores
- Equipos de medida de presión y caudal hidráulico
- Gancho dinamométrico
- Sistemas de posicionamiento global (GPS)
- Dos cámaras de alta velocidad, de hasta 100 y 1200 fps respectivamente, para estudios dinámicos.
- Equipos ofimáticos y software para los trabajos de gabinete.

## UNIVERSIDAD DE LEÓN

### **Grupo de investigación IQIMAB (ULE)**

El Grupo desarrolla su labor investigadora en el Instituto de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Biodiversidad de la Universidad de León, que es completamente funcional para trabajos de bioprocesos y biotecnología agrícola, por lo que aparte del material inespecífico, cuenta con el siguiente equipamiento que se empleará directamente en alguna de las actividades del proyecto:

- Ocho invernaderos con control de iluminación y temperatura, con mesas de cultivo y sistema de riego automatizado en algunos de ellos. Se utilizarán para los ensayos de microcosmos
- Cinco cámaras de cultivo (fitotrón) con control de fotoperíodo, temperatura y humedad. Se utilizarán para la producción de plantas, y también en parte de los ensayos de microcosmos.

- Laboratorio específico para microbiología: Autoclaves, cabinas de flujo laminar y de seguridad biológica, incubadores, algunos con refrigeración, ultracongeladores, equipamiento de microscopía óptica, fermentadores de diversos tamaños y niveles de automatización destacando el Sartorius BIOSTAT Bplus de 5 litros, etc. Se utilizarán en todas las tareas que requieran el cultivo de microorganismos, a diferentes escalas.
- Equipamiento para análisis moleculares de ADN: Termocicladores, equipos de electroforesis, transiluminadores UV, captura de imágenes de geles, pequeño equipamiento etc. Se utilizará para la identificación molecular de microorganismos.
- Equipamiento a escala piloto: Dos laboratorios específicos para el tratamiento y valorización de residuos, incluyendo plantas de digestión anaerobia tanto en discontinuo como en continuo, varios fermentadores aerobios, y equipos de pirólisis. Tal como se indica en el proyecto las bacterias se producirán y formularán, preferentemente utilizando residuos de disponibilidad constante, por su bajo coste, que serán procesados en estas plantas.
- Otro equipamiento: Tres cromatógrafos de gases, analizador de carbono orgánico total, analizador de distribución de tamaño de partícula, termobalanza acoplada a masas. Se utilizarán para el análisis de gases asociada a los ensayos de reducción de acetileno.

## 6. EXPLOTACIÓN DE RESULTADOS

### 6.1. IDENTIFICACIÓN DEL MERCADO OBJETIVO. ESTUDIOS DE MERCADO NACIONALES E INTERNACIONALES, ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA Y PREVISIONES DE COMERCIALIZACIÓN A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO

#### ANÁLISIS ECONÓMICO PRELIMINAR DE COSTES Y AHORROS DE LA TÉCNICA DE MULCH

A continuación, se ofrece una estimación preliminar del balance entre costes y ahorros que la técnica de mulch con paja de arroz puede aportar a un ciclo de dos años de producción de cítricos, tanto en modalidad de cultivo convencional, como en producción ecológica.

#### COSTES PROCESADO + APLICACIÓN PAJA

	Pts/Kg	€/kg	€/Tm
Empacado	3	0,0180 €	18,03 €
Carga	1	0,0060 €	6,01 €
Descarga	1	0,0060 €	6,01 €
Transporte (40-60 km)	3	0,0180 €	18,03 €
Reagrupamiento de balas	1,5	0,0090 €	9,02 €
Picado y encamado / mulch	3	0,0180 €	18,03 €
	Pts/Kg	€/kg	€/Tm
Recogida, empackado y transporte	9,5	0,0571 €	57,10 €
Picado + Aplicación mulch	3	0,0180 €	18,03 €
<b>Total costes aplicación paja en forma de mulch por Tm</b>	<b>12,5</b>	<b>0,08 €</b>	<b>75,13 €</b>

Coste de aplicación mulch por ha

Dosis aplicación paja (Tm/Ha)	4
Coste por Tm	75,13 €

<b>Total coste aplicación paja en forma de mulch por ha de cítrico</b>	<b>300,51 €</b>
<b>Total precio venta aplicación paja en forma de mulch por ha de cítrico</b>	<b>357,60 €</b>

(Se supone una vida útil para el mulch aportado con dosis de 4 Tm/Ha de 2 años)

#### VALORACION ECONOMICA INICIAL BENEFICIOS MULCH EN CITRICOS

(Solo riego + desbrozado malas hierbas)

##### AGUA DE RIEGO

Consumo agua de riego m3/Ha.año	6000
Precio agua de riego (0,08 - 0,19 €/m3)	0,15
<b>Coste riego anual en cítricos (€/Ha)</b>	<b>900</b>
% de ahorro de agua con mulch (25-40 %)	media estimada 30
<b>Total ahorro en agua de riego en primer año (€/Ha.año)</b>	<b>270,00 €</b>
% de ahorro de agua con mulch 2º año de la aplicación (15-20%)	media estimada 15
<b>Total ahorro en agua de riego en segundo año (€/Ha.año)</b>	<b>135,00 €</b>
<b>TOTAL AHORRO AGUA DE RIEGO 2 AÑOS</b>	<b>405,00 €</b>

## TRATAMIENTOS HERBICIDAS

Datos año 2010 "Guía de agricultura ecológica en cítricos" Tabla 30 Pag 109

Coste manejo de malas hierbas en producción convencional (€/Ha.año)		461,00 €
Coste manejo de malas hierbas en producción ecológica (€/Ha.año)		764,00 €
% reducción tratamientos malas hierbas mulch 1er año (40 - 70%)	media estimada	40
Total ahorro en manejo de malas hierbas en convencional primer año (€/Ha.año)		184,40 €
Total ahorro en manejo de malas hierbas en ecológico primer año (€/Ha.año)		305,60 €
* Porcentajes de efectividad muy conservadores		
% reducción tratamientos malas hierbas mulch 2º año (20 - 50%)	media estimada	20
Total ahorro en manejo de malas hierbas en convencional segundo año (€/Ha.año)		92,20 €
Total ahorro en manejo de malas hierbas en ecológico segundo año (€/Ha.año)		152,80 €
* Porcentajes de efectividad muy conservadores		
<b>TOTAL AHORRO MANEJO HIERBA 2 AÑOS (CONVENCIONAL)</b>		<b>276,60 €</b>
<b>TOTAL AHORRO MANEJO HIERBA 2 AÑOS (ECOLOGICO)</b>		<b>458,40 €</b>

## BALANCE

TOTAL COSTES APLICACIÓN MULCH (€/Ha)	<b>357,60 €</b>
Total ahorro 1er año (convencional) (€/Ha.año)	454,40 €
Total ahorro 2º año (convencional) (€/Ha.año)	227,20 €
Total ahorro 2 años en cultivo convencional (€/Ha)	<b>681,60 €</b>

**BALANCE EN CONVENCIONAL 324,00 €**

TOTAL COSTES APLICACIÓN MULCH (€/Ha)	<b>357,60 €</b>
Total ahorro 1er año (ecológico) (€/Ha.año)	575,60 €
Total ahorro 2º año (ecológico) (€/Ha.año)	287,80 €
Total ahorro 2 años en cultivo ecológico (€/Ha)	<b>863,40 €</b>

**BALANCE EN ECOLOGICO 505,80 €**

## ELEMENTOS ECONOMICOS QUE NO SE HAN TENIDO EN CUENTA EN LA VALORACION PRELIMINAR

El aporte de fertilizante debido a la descomposición y mineralización de la paja.

La mejora de la Capacidad de Cambio Cationico (CCC) que redunda en un mayor aprovechamiento de los fertilizantes aplicados.

Mejora de la estructura física del suelo, que mejora las condiciones fitosanitarias.

Mejora de las condiciones térmicas del horizonte de cultivo , lo que redunda en una mayor producción.

El beneficio medioambiental producido por la no quema del residuo.

El beneficio medioambiental producido por la reducción de la lixiviación de nutrientes a aguas subterráneas.

Este balance muestra que, en el caso del cultivo en modalidad convencional, el ahorro potencial de la técnica puede alcanzar la cifra del **90,60 %** de su coste. Para el caso de la producción ecológica este porcentaje se dispara hasta el **141,44 %**.

Los datos que arroja este análisis preliminar resultan muy esperanzadores. Uno de los objetivos principales del proyecto es la acreditación de estas cifras a través de un proceso experimental contrastado.

## ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE NEGOCIO EN MERCADO REGIONAL

A continuación, se ofrece una proyección a 5 años de los volúmenes de paja a procesar, con cálculo de costes de producción, ingresos y márgenes brutos:

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>PRODUCCIÓN</b>					
Paja recolectada de la Albufera (Tm/año)	8.000	14.250	20.500	26.750	33.000
Superficie acolchada (Ha)	2.000	3.563	5.125	6.688	8.250
<b>COSTES DE PRODUCCIÓN</b>					
Recogida, empaqueo y transporte (€/año)	456.800	813.675	1.170.550	1.527.425	1.884.300
Picado + aplicación en parcela (€/año)	144.240	256.928	369.615	482.303	594.990
<b>TOTAL COSTES DE PRODUCCIÓN (€)</b>	<b>601.040</b>	<b>1.070.603</b>	<b>1.540.165</b>	<b>2.009.728</b>	<b>2.479.290</b>
<b>TOTAL COSTES MEDIOS DE PRODUCCIÓN (€/Ha)</b>	<b>300,52</b>	<b>300,52</b>	<b>300,52</b>	<b>300,52</b>	<b>300,52</b>
<b>INGRESOS POR VENTA</b>					
Margen bruto sobre Costes (%)	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%
Margen bruto medio (€/Ha)	57,10	57,10	57,10	57,10	57,10
Precio medio de venta (€/Ha)	357,62	357,62	357,62	357,62	357,62
<b>TOTAL INGRESOS POR VENTA (€)</b>	<b>715.238</b>	<b>1.274.017</b>	<b>1.832.796</b>	<b>2.391.576</b>	<b>2.950.355</b>
<b>TOTAL MARGEN BRUTO (€)</b>	<b>114.198</b>	<b>203.414</b>	<b>292.631</b>	<b>381.848</b>	<b>471.065</b>

La Albufera de Valencia tiene una superficie dedicada a la producción de arroz que suma aproximadamente 15.000 Hectáreas. Cada una de las cuales produce anualmente entre 5 y 6 Tm de paja. Es decir, la producción de paja anual de esta área productiva se sitúa entre 75.000 y 90.000 Tm.

En la provincia de Valencia encontramos unas 185.000 Hectáreas dedicadas a la producción de cítricos y unas 15.000 Hectáreas dedicadas a la producción de caquis. Esto suma un total de 200.000 Hectáreas dedicadas a la producción frutal.

Para el primer año de nuestra proyección hemos supuesto que podemos procesar el 10% del total de la paja producida en la Albufera (8.000 Tm), y para el último año el 40% (33.000 Tm).

Teniendo en cuenta una dosis de aplicación de 4 Tm/Ha, podemos calcular la superficie total acolchada para cada cantidad de paja extraída de la Albufera. Para el primer año (2.000 Hectáreas) estaríamos hablando de un 1% de la superficie total dedicada a la fruticultura en la provincia de Valencia. Para el último año (8.250 Hectáreas) supondría el 4,13% de esa misma superficie total.

A partir de este breve análisis preliminar podemos ver que el volumen de negocio total generado se situaría en unos 700.000 € para el primer año y unos 3.000.000 € para el último. Estas cifras son muy interesantes.

## ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE NEGOCIO EN MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL

Tomando como punto de partida los datos de producción en la Albufera de Valencia, y sabiendo que ésta representa el 14% del total nacional, no es descabellado pensar que esta técnica puede ser exportada a otras áreas de producción arroceras en España; (Delta del Ebro y Marismas del Guadalquivir), duplicando, al menos, los volúmenes de paja a procesar.

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>PRODUCCIÓN</b>					
Paja recolectada de la Albufera (Tm/año)	16.000	28.500	41.000	53.500	66.000
Superficie acolchada (Ha)	4.000	7.125	10.250	13.375	16.500

Si cambiamos el escenario por el de un mercado europeo, estas cifras se disparan, ya que solamente un país (Italia) por sí mismo representa una producción arroceras que es 3,5 veces superior a la española.

## SITUACIÓN ACTUAL DEL MERCADO NACIONAL

Los datos sobre el mercado nacional de la paja arrojan cifras sorprendentes para lo que cabría esperar de este tipo de producto. Para ilustrar la situación actual del mercado reproducimos el texto del artículo de Vidal Maté, publicado en EL PAÍS el pasado 8 de agosto de 2017:

La humilde paja es un negocio de cerca de 400 millones de euros al año solo en España, según estiman algunas fuentes del sector. Considerada tradicionalmente como un subproducto de los cultivos de cereal, es utilizada para cubrir los suelos de las cabañas ganaderas de vacuno y ovino; para alimentación animal; para las explotaciones de champiñones (ofreciendo un sustrato nutritivo para los hongos), e, incluso, para generar combustible. Con la implantación progresiva de las máquinas para empacar en las propias parcelas de cultivo, la paja ha ido ganando valor hasta desarrollarse como una mercancía importante en las principales lonjas de productos agrícolas. Las ventas se realizan tanto dentro como fuera del país, con exportaciones hasta a Japón.

La paja española “destaca por su calidad”, según Fernando Martínez, gerente de la empresa Nual, “debido al componente de fibra de la caña a raíz de las condiciones climatológicas en las que se desarrolla el cultivo de los cereales de invierno y hasta por su color frente al que presentan otros productores del norte de la Unión Europea”. Nual, ubicada en Arenillas de Muñó, en el alfoz de Burgos, ha experimentado un fuerte crecimiento en los últimos años al comercializar paja picada y desfibrada por un volumen de 24.000 toneladas. El 75% se exporta.

Con casi seis millones de hectáreas cultivadas de cereales de invierno, España puede considerarse un gran productor de paja. En un año normal, por cada hectárea cultivada se obtienen aproximadamente 2.500 kilos de grano (sobre todo trigo de invierno y cebada) y 1.000 kilos de paja. Pero 2017 no está siendo un año normal: por la sequía, la producción amenaza con reducirse a cinco millones de toneladas. Responsables de la empresa abulense Europaja calculan que el 80% de la paja disponible este año será de esta campaña y que el resto procederá de las existencias de la cosecha anterior en manos de los agricultores. “Hasta no hace demasiado tiempo, muchos agricultores sin cabañas ganaderas quemaban la paja en los rastrojos, pero eso ya no se puede hacer porque está prohibido”, explican. “Hoy, en la mayoría

de los casos la paja se recoge, salvo en las tierras donde se practique la agricultura de conservación”, explican.

#### Efecto en los precios

El efecto al alza en el precio del producto ya se nota en el mercado, y ello repercutirá sobre todo en mayores costes para las explotaciones de ganado vacuno y caballar. La cotización arrancó entre seis y 11 céntimos de euro por kilo en origen y empacado dependiendo del tipo de producto. A medida que avanzó la recolección, los precios se han ido encareciendo semana tras semana. Actualmente, rondan de media los ocho céntimos por kilo en origen. Además, la paja que se obtiene en las zonas del norte, más lluviosas y productivas, tiene un color oscuro que no facilita una buena salida en los mercados. El campo y los ganaderos están ahora a merced del clima de los próximos dos meses y del volumen final de producción. Los costes de transporte son elevados, pero muy variables en función de la distancia: si no hay lluvias suficientes o hay escasez, la cotización de la paja se disparará.

El precio final también tendrá un impacto en las exportaciones del sector. La firma Europaja, que opera en todo el territorio español y en todas las etapas del negocio, vende en el exterior la mitad de su cosecha. Un 10% se destina a la producción de combustible y el resto al consumo animal, bien directamente en las explotaciones o para fábricas de piensos. En España es cada vez menor la demanda de paja por el cierre o la reducción de cabezas en cabañas ganaderas extensivas frente al crecimiento o la estabilidad en otros tipos de explotaciones, como avicultura y sobre todo en el porcino, donde el consumo de paja es muy reducido o inexistente.

El principal mercado para la venta de paja se halla en los países del norte de Europa, especialmente en Holanda, Noruega o Dinamarca, donde los compradores son sobre todo las explotaciones avícolas; lo mismo suceden con Francia, cuya industria de la oca es una gran consumidora. Otros mercados importantes son el italiano y el portugués, también para las explotaciones ganaderas.

#### Exportaciones

Fuera de la UE, destacan las exportaciones a los países del golfo Pérsico y Marruecos. La venta de paja a estos mercados árabes se ha sumado al ingente negocio de la comercialización de animales vivos, especialmente de vacuno y ovino, que se engordan y sacrifican en la zona en función de la demanda.

Capítulo aparte merecen las exportaciones de paja a Japón por la distancia y el coste que supone colocar allí el producto. Según los datos manejados por los operadores, el precio de una tonelada de paja española para un ganadero japonés se sitúa entre los 180 y los 200 euros por tonelada a partir de un precio en origen de 50 euros a los que se suman, como mínimo, otros 30 euros por gastos de manipulación, picado y empaquetado en plantas, y 20 euros más por transporte a puerto y distribución en destino.

#### DATOS BÁSICOS

1. Volumen. El mercado está valorado en 400 millones de euros. Se suelen producir cinco millones de toneladas, pero este año se prevé un millón menos por la sequía.
2. Precio. Dada la menor producción, la cotización ha llegado a 8 céntimos el kilo para la paja de trigo y 11 para la de cebada. Es previsible que el precio siga ascendiendo.
3. Exportaciones. Holanda, Noruega, Dinamarca y Francia son grandes clientes europeos. También se vende a Japón, Marruecos y el golfo Pérsico.”

## 6.2. PATENTES Y/O MODELOS DE UTILIDAD QUE ESTÁ PREVISTO GENERAR CON LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO

Del desarrollo del proyecto se espera poder obtener distintas patentes y modelos de utilidad que han de redundar en un mejor aprovechamiento comercial de la tecnología desarrollada.

Así, entre otras, se espera poder proteger a través de la figura de patente o modelo de utilidad:

- Formulaciones líquidas y/o en polvo de microorganismos PGPB obtenidas de los agrosistemas en ensayo, así como de los procedimientos para su incorporación al mulch de paja de arroz previamente acondicionado.
- Adaptaciones sobre máquinas comerciales necesarias, al menos, para las tareas de extendido en campo del mulch de paja de arroz.
- Software para el proceso de optimización de la logística del transporte.

Será el propio desarrollo del proyecto el que determine finalmente las patentes y modelos de utilidad propuestos. No se descarta, de la misma manera, la posibilidad de registrar patentes o modelos de utilidad distintos de los propuestos, que surjan de las distintas actividades desarrolladas a lo largo del proyecto.

## 7. IMPACTO SOCIOECONÓMICO

Desde un punto de vista social el proyecto aportará varios impactos positivos, entre los que podemos destacar los siguientes:

- Creación de empleo directo durante la vida del proyecto, así como tras la conclusión del mismo.
- Reducción del problema medioambiental ocasionado por la quema de la paja del arroz en la zona de la Albufera de Valencia.
- Diseño de nuevas tecnologías que favorecerán las condiciones de cultivo, especialmente en producción ecológica.
- Posibilidad de reducir el consumo de agua de los cultivos.

### 7.1. CREACIÓN DE EMPLEO DIRECTO DE LOS MIEMBROS DEL CONSORCIO

En la siguiente tabla se muestra la generación de puestos de trabajo directos previstos en el desarrollo del proyecto:

ENTIDAD	2018	2019	2020	2021	TOTAL
GIRSA	2	2	2	2	<b>8</b>
UPV	0,50	1	1	1	<b>3,50</b>
UNILEÓN	0,25	1	1	0,50	<b>2,75</b>
<b>CONSORCIO</b>	<b>2,75</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3,50</b>	<b>14,25</b>

Tras la finalización del proyecto la previsión de creación de empleo se centra en las actividades de comercialización y producción del producto final:

ENTIDAD	2022	2023	2024	2025	TOTAL
GIRSA	5	6	6	6	<b>23</b>
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>23</b>

### 7.2. MEDIDAS DE IGUALDAD DE GÉNERO IMPLANTADAS EN LAS ENTIDADES PARTICIPANTES

Actualmente se reconoce la importancia de la participación de la mujer en el proceso de desarrollo social, político y económico de un país. Es indiscutible su papel como un agente de desarrollo con capacidad de suplir las necesidades básicas de su familia y de contribuir de manera efectiva en la toma de decisiones, no solamente en el ámbito local sino en el regional y nacional.

El desarrollo de nuevas tecnologías y de nuevas formas de organización y producción, que la mayor parte de las veces son complementarias unas de otras, son instrumentos básicos de modernización y competitividad. En este contexto, emerge una nueva gestión donde los recursos humanos se configuran como activo principal y donde el principio de igualdad de oportunidades se convierte en eje conductor: formación continua, motivación, desarrollo de un buen clima laboral, conciliación de la vida familiar, personal y laboral, se convierten en factores básicos para mejorar la productividad, pero también para atraer y mantener a personal cualificado.

Las distintas entidades que integran el consorcio del proyecto presentan una política de no discriminación en función del sexo, apoyando la participación de mujeres y manteniendo una constante preocupación por conseguir el nivel paritario tanto en número, como en nivel de responsabilidad, en los distintos ámbitos de gestión del proyecto, así como en las responsabilidades de carácter científico-técnico.

En el proyecto que se presenta, no hay un porcentaje equitativo de hombres y mujeres, pero sí de todos los factores antes mencionados. Se ha incorporado el personal más cualificado para maximizar la consecución de objetivos marcados, teniéndose en cuenta sólo criterios de cualificación profesional.

Podemos afirmar además que existe un alto grado de conciliación familiar del personal destinado al desarrollo del proyecto.

De igual manera, es de destacar que la UPV, cuenta con un Plan de Igualdad aprobado por la Comisión de Igualdad en fecha 17 de enero de 2014.

A modo de resumen se incluye la siguiente tabla en la que se especifican los datos aportados en este apartado:

ENTIDAD	PERSONAL PROPIO		PERSONAL NUEVA CONTRATACIÓN	
	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
GIRSA	6	1	0	2
UPV	6	3	0	1
UNILEÓN	2	1	0	1
<b>CONSORCIO</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>4</b>

De la lectura de esta tabla se concluye que en puestos de trabajo relacionados con el proyecto la proporción es de **14 puestos masculinos y 9 puestos femeninos**.

Si a estos puestos les repercutimos la dedicación horaria de cada uno de ellos obtenemos que de las 25.076 horas totales de dedicación prevista para el proyecto, **19.504 (77,78%) serán realizadas por mujeres y 5.572 horas (22,22%), serán realizadas por hombres**.

### 7.3. INVERSIÓN PRIVADA MOVILIZADA POR LOS MIEMBROS DEL CONSORCIO. PLAN DE INDUSTRIALIZACIÓN E INVERSIONES PREVISTAS DERIVADAS DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO

Si el proyecto se desarrolla como se espera y se van cumpliendo los objetivos previstos, se pretende la comercialización directa del producto final. Para ello se ha previsto un plan de industrialización del proceso que se detalla a continuación:

1. Conforme se vayan cumpliendo las etapas del proceso, se habrá conseguido todo el bagaje tecnológico necesario para la puesta en el mercado del producto final. Como se detalla en el programa de trabajos, en primer lugar se desarrollan y optimizan las tecnologías necesarias, para después aplicar todos los conocimientos adquiridos en esta fase, en el desarrollo de un producto final, cuyos atributos principales se definirán a través de las actividades del propio proyecto. Con esta fase concluye el presente proyecto.
2. El siguiente paso del desarrollo es la implementación de todos los medios mecánicos y materiales para el suministro del producto a las distintos clientes que lo demanden, así como para su lanzamiento y promoción comercial. Dada la fragmentación tanto de la oferta como de la demanda y las peculiaridades del mercado, no se crearán canales de comercialización, sino que se aprovecharán los ya existentes. En este sentido, el conocimiento del mercado de GIRSA resultará indispensable. En este punto del desarrollo serán fondos propios de la mercantil GIRSA los que se movilizarán. Se estima necesaria una inversión que rondará los 500.000 €.
3. Finalmente se prevé la comercialización de la tecnología a otras zonas de producción arrocera, tanto a nivel nacional, como internacional. Para ello se acudirá a algún programa europeo tipo ECO-INNOVATION o similar para conseguir la introducción en el mercado internacional y para alcanzar unas cotas de mercado importantes. En este último punto del Plan de industrialización y comercialización ya se buscarán fuentes de financiación pública, aunque parece necesaria una movilización de capital privado, básicamente para la apertura de nuevos canales de distribución. La financiación en este punto se pretende que se movilice desde fondos privados, centrándose básicamente a través de constitución de sociedades tipo joint ventures con empresas del sector.

En la tabla siguiente se analiza el tipo y cuantía de financiación en cada fase del desarrollo:

FASE	TIPO DE FINANCIÓN	CARACTERÍSTICAS	CUANTÍA
Desarrollo de la tecnología y del producto final.	PÚBLICO-PRIVADA	PROGRAMA RETOS 2017 + FONDOS PROPIOS	823.000 €
Producción y Comercialización en primera fase	PRIVADA	FONDOS PROPIOS	500.000 €
Internacionalización.	PÚBLICO-PRIVADA	PROGRAMAS EUROPEOS-JOINT VENTURE	500.000 €

## 8. INTERNACIONALIZACIÓN

Las técnicas desarrolladas en este proyecto pueden tener proyección tanto a nivel nacional, en todas las zonas arroceras (Andalucía, Cataluña, Aragón, Extremadura...), como a nivel internacional.

Para ello será necesario explotar las capacidades de los miembros del consorcio para establecer relaciones en los mercados de destino. Esto es especialmente importante para el caso de los mercados internacionales.

### 8.1. PARTICIPACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL CONSORCIO EN PROGRAMAS INTERNACIONALES DE I+D+i RELACIONADOS CON LA TEMÁTICA DEL PROYECTO, DETALLANDO CONVOCATORIA Y AYUDA CONCEDIDA

La **Universidad Politécnica de Valencia** participa actualmente en 204 Programas internacionales de I+D+i, entre los que se han seleccionado las 27 referencias relacionadas con el ámbito de la Agricultura.

#### PROYECTOS INTERNACIONALES I+D+i DE TEMÁTICA AGRÍCOLA EN LOS QUE PARTICIPA UPV

Acronym	Title
BIODET	Networking in the application of biosensors to pesticide detection in fruits and vegetables
HOEBERICHTS , FRANK	Novel strategies to improve salt-tolerance of agricultural crops based on anti-apoptotic genes
RAMON ORY	Enrichment of staple foods with functional supplements by using multilayered encapsulation strategies and hybrid-drying technologies
	Engineering monocotyledonous plants for a higher tolerance to abiotic stress
	Genetic engineering of salt and drought tolerance in rice cultivars
	A molecular analysis of plant cell fate determination
DESCOD	Improved quality and shelf life of desalted cod and easy to use product of salted cod.
TOMSTRESS	Engineering tomato against environmental stress
	Structure/function analysis of LRR proteins and their ligands in plant pathogen interactions and engineered resistance
	Structure-function relationship in plant plasma membrane proton pumps
	IMPROVED QUALITY AND SHELF-LIFE IN VEGETABLES
CAPMEDIT	THE CAP REFORM AND THE DEVELOPMENT OF MEDITERRANEAN AGRICULTURE
ERAFE	EUROPEAN HARMONIZATION OF METHODS FOR RABBIT FEED EVALUATION
CAPRI	COMMON AGRICULTURAL POLICY REGIONAL IMPACT ANALYSIS
	IMPROVEMENT OF OVERALL FOOD QUALITY BY APPLICATION OF OSMOTIC TREATMENTS IN CONVENTIONAL AND NEW PROCESSES
	Ion transport and signal transduction pathways contributing to salt tolerance in plants
	NEW STRATEGIES FOR IMPROVING SALT STRESS TOLERANCE IN CROP PLANTS
	THE DEVELOPMENT OF RAPID DIAGNOSTIC METHODS FOR THE DETECTION OF COLLETOTRICHUM SPECIES PATHOGENIC TO STRAWBERRY PLANTS IN EUROPE
	BACILLUS THURINGIENSIS AS A MEANS OF CONTROLLING DACUS OLEAE. ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF STRAINS AND GENES FOR INCREASED TOXICITY
	REDUCING OR ELIMINATING AGRO-CHEMICAL INPUTS IN EFFICIENT PRODUCTION OF HIGH QUALITY PRODUCE WITH CONVENTIONAL, SUSTAINABLE AND ORGANIC FARMING SYSTEM

	IMPROVING THE IMPACT OF PUBLIC INSTITUTIONS OF LAGGING RURAL AND COASTAL REGIONS
	REDUCTION OF PESTICIDE INPUTS TO FRUIT AND VINEYARD CROP PRODUCTION BY IMPROVING THE CONTROL, OPERATION AND DESIGN OF SPRAY APPLICATION EQUIPMENT
	Development of minimally processed products from tropical fruits using vacuum impregnation techniques
	REACTIVITY OF FATTY ESTERS AND GLYCEROL : NEW METHODS
	A MULTIDISCIPLINARY RESEARCH NETWORK STUDY AND IMPROVE THE ABIOTIC STRESS TOLERANCE OF EUROPEAN AGRICULTURAL CROPS
	Optimal management of surface and underground reservoirs (conjunctive use) for irrigation
	PROGRAMME REGIONAL DE DESHYDRATATION ET AGROINDUSTRIE RURALE EN AMERICA CENTRALE

La exposición en detalle de la información correspondiente queda fuera del alcance de esta memoria. Para conocer en profundidad las características de todos los proyectos I+D+i internacionales en los que participa y/o ha participado la UPV se puede obtener la información a partir de los siguientes enlaces:

Información UPV disponible en:

- [http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/organisations/partner\\_search.html](http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/organisations/partner_search.html)

Selección de la entidad en el campo “Organisation name” (valor búsqueda: “UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA”)

- [http://cordis.europa.eu/search/advanced\\_en?projects](http://cordis.europa.eu/search/advanced_en?projects)

Selección del programa en el campo “Programme”

Selección de la entidad en el campo “Organisation” (valores búsqueda: “UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA” o “UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA”)

La **Universidad de León** es una institución de enseñanza superior joven y dinámica con interés en la educación internacional desde sus inicios en 1979. Sus dos campus sirven a 12.000 estudiantes en un variado menú de grados, masters y doctorado. Con una oficina de proyectos fuerte y centralizada desde 2014 (<https://www.opiule.com/>), reúne un potencial suficiente para organizar y gestionar proyectos internacionales. En lo que respecta a proyectos auspiciados por la Unión Europea recogidos en la base de datos de la Comisión ([http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/organisations/partner\\_search.html](http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/organisations/partner_search.html)) en la actualidad participa en 15, a los que hay que sumar otros de ámbito no Europeo, entre los que destacan proyectos con Iberoamérica, de los cuales más adelante se detalla uno en el que participa el grupo IQUIMAB. ULE es miembro fundador del Grupo Santander y el Grupo Compostela. Inscrita en programas de intercambio internacional desde 1987, envía anualmente 440 estudiantes a los destinos de la UE y 120 a instituciones académicas fuera de Europa y recibe anualmente 400 estudiantes extranjeros.

En concreto el grupo de investigación IQUIMAB, participa en los siguientes proyectos internacionales:

ACRONIMO	DESCRIPCIÓN
NEWFERT	Nombre del proyecto: Nutrient recovery from biobased waste for fertilizer production Entidad/es financiadora/s: European Comission H2020 Fecha de inicio-fin: 01/07/2015 - 31/12/2018 Cuantía total: 2.419.740 € <a href="http://www.newfert.org">http://www.newfert.org</a>
-	Nombre del proyecto: Innovación para el desarrollo de la cadena de valor de productos agroalimentarios estratégicos para la República Dominicana. Ámbito geográfico: Internacional no UE. Entidad de realización: Agencia Española de Cooperación Internacional Entidad/es participante/s: Bionergia y desarrollo Tecnológico; Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) (República Dominicana); PROYECTA (República Dominicana); Universidad Autónoma de Santo Domingo (República Dominicana); Universidad de León. Tipo de participación: Coordinador Fecha de inicio-fin: 17/12/2015 - 17/03/2018 Cuantía total: 128.301 €

Por otra parte el grupo IQUIMAB participa en el proyecto CIBABOL del Plan Nacional de I+D+i (convocatoira Retos-Colaboración) que desarrolla una parte de la experimentación en terceros países.

ACRONIMO	DESCRIPCIÓN
CIBABOL	Nombre del proyecto: CIBABOL Desarrollo de planta de jara /Cistus ladanifer) ectomicorrizada con hongos comestibles de la especie Boletus edulis e inoculada con consorcios bacterianos innovadores basados en Michorrhiza Helper Bacteria (MHB) Entidad/es financiadora/s: Ministerio de Economía y Hacienda Fecha de inicio-fin: 01/10/2014 - 31/12/2017 Cuantía total: 578.013,1 €

## 8.2. CAPACIDAD PARA LA APERTURA DE MERCADOS Y RELACIONES INTERNACIONALES DE LAS ENTIDADES PARTICIPANTES EN EL CONSORCIO

Los países objetivo para transferir la tecnología del proyecto son aquéllos que tengan zonas productoras de arroz y fruticultura, así como desarrollo o iniciativas relacionadas con la agricultura ecológica.

Dentro de esta consideración podemos incluir los siguientes:

- EUROPA: Italia, Francia, Portugal, Bulgaria, Grecia, Hungría, Rumanía y Rusia.
- CENTRO Y SUR AMERICA. También existe un núcleo importante de producción en Centro y Sur América. Aquí casi todos los países son productores, dominando Brasil, Uruguay, Perú, Argentina y Colombia.
- El gran productor ASIA y el emergente AFRICA. No creemos que en el momento actual tengan mercados receptivos para la utilización del producto desarrollado. Pero podrían ser considerados en fases más avanzadas.

La capacidad para la apertura de mercado y establecimiento de relaciones internacionales por parte de los miembros del consorcio es considerable, dada la naturaleza de las entidades que lo conforman.

La estrategia de promoción para este fin se realizaría a tres niveles:

- UNIVERSIDADES Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN, donde los dos socios del Consorcio (UPV y UNILEÓN) pueden aportar una gran capacidad de relación institucional para comunicar los resultados del proyecto y crear sinergias colaborativas con equipos de trabajo de otros países, empezando por aquéllos con los que ya se está colaborando actualmente.
- ADMINISTRACIONES PÚBLICAS, apoyo en las administraciones públicas gestoras del sector agrícola para realizar tareas de divulgación. En este sentido, la DIPUTACIÓN DE VALENCIA, como co-propietaria de la mercantil GIRSA, puede aportar su capacidad de relación institucional para establecer puentes con otras administraciones.
- MERCADOS INTERNACIONALES. La multinacional española FCC, SA es co-propietaria de GIRSA al 49%, y en el ámbito de la internacionalización es una referencia. Tiene una gran presencia internacional en todos los mercados referidos, y puede aportar su conocimiento y capacidad de relación para establecer los apoyos requeridos.







UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA