



MEMORIA PARA LA CREACIÓN DEL:

***CENTRO
“TORDESILLAS”
DE RELACIONES CON
IBEROAMÉRICA***

Universidad de Valladolid

(CTRI-UV^a)

II.3. Equipo “Ingeniería agroforestal y agroambiental”

II.3.A. Integrantes del equipo en el Instituto:

Investigadores:

Luis Manuel Navas Gracia-Coordinador

Jaime Gómez Gil

Jesús Martín Gil

Salvador Hernández Navarro

Mercedes Sánchez Bascones

Joaquín Navarro Hevia

Juan Manuel Díez Hernández

Pablo Martínez Zurimendi

Investigadores vinculados:

Adriana Correa Guimaraes- Universidad Europea Miguel de Cervantes

Becarios:

Gonzalo Ruiz Ruiz

II.3.B. Presentación del equipo.

El equipo coincide esencialmente con el equipo sobre Nuevas Tecnologías para el Desarrollo Agroforestal y Agroambiental del GIR TADRUS (Tecnologías Avanzadas aplicadas al Desarrollo Rural Sostenible), coordinado por Luis Manuel Navas Gracia.

II.3.C. Objetivos investigadores del equipo:

El equipo se estructura en torno a tres líneas temáticas, por lo que contempla el desarrollo de tres líneas de trabajo cuyo fin común es la aplicación de nuevas y avanzadas técnicas y tecnologías encaminadas a la mejora del medio agroforestal y al desarrollo de los medios productivos y la sociedad rural, todo ello dentro del paradigma de la preservación del medio ambiente.

Los objetivos de I+D+i de estas líneas temáticas se exponen a continuación.

a. Línea de Agricultura de Precisión y Tecnologías de Automatización

El objetivo de esta línea temática es la docencia, la investigación y el desarrollo de aplicaciones y productos para los sectores agrario, forestal, alimentario y medioambiental, haciendo uso de las nuevas tecnologías de la electrónica, informática y comunicaciones. Dentro del equipo investigador se están desarrollando actividades y se han conseguido logros valorables dentro de campos tan diversos como el guiado GPS de la maquinaria agrícola, la

telegestión del riego o la visión artificial aplicada a procesos agroforestales y agroambientales. El equipo de investigación que interviene en esta línea lo constituyen las siguientes personas:

- Luis Manuel Navas Gracia
- Jaime Gómez Gil
- Fernando González Herrero
- Gonzalo Ruiz Ruiz

Las sublíneas de I+D+i que constituyen esta línea de trabajo son las siguientes:

1. Asistencia al guiado basado en GPS empleando dispositivo de propósito específico
Estamos trabajando en el campo de la asistencia al guiado mediante GPS. Fruto de este trabajo ha surgido una patente de un dispositivo de asistencia al guiado, que destaca por su sencillez de uso y su adecuación a parcelas de geometría irregular. Por medio de una colaboración con la empresa GMV Sistemas, situada en el Parque Tecnológico de Boecillo (Valladolid), dicha patente se está explotando bajo el nombre comercial de AGROSAT, y en la actualidad está compitiendo con otros productos existentes en el mercado.
2. Asistencia al guiado basado en GPS empleando dispositivo PocketPC
Hemos desarrollado un segundo dispositivo en el campo de la asistencia al guiado, que trabaja sobre un dispositivo PocketPC, y permite mostrar un mapa de la zona tratada y zona sin tratar. Además, permite trazar paralelas, y medir áreas de forma exacta. El algoritmo interno para almacenamiento y procesado de la información de este dispositivo se basa en técnicas quadtree.
3. Guiado autónomo basado en GPS y sistema inercial
Hemos adaptado un tractor EBRO 8110DT para permitir un guiado autónomo por toda la parcela, incluidas las cabeceras. Las adaptaciones permiten controlar la dirección del tractor, la altura del apero y la posición del acelerador. El sistema desarrollado es capaz de labrar toda una parcela sin necesidad de conductor.
4. Guiado autónomo basado en visión artificial
Dentro del campo de la visión artificial, se ha desarrollado una aplicación capaz de realizar un guiado autónomo, detectando la franja entre zona tratada y zona sin tratar. Este guiado se puede realizar cuando el tractor a su paso por el terreno deja la zona tratada con diferente tonalidad que la zona sin tratar.

5. Modelado analítico de distribuidores centrífugos
Hemos estudiado el comportamiento del fertilizante granulado dentro de los distribuidores centrífugos, y hemos desarrollado una herramienta capaz de simular y predecir el patrón de distribución y el coeficiente de variación, de un equipo de abonado centrífugo. Esta herramienta es útil en el diseño y calibración de abonadoras centrífugas, pues complementa el trabajo de una estación experimental de ensayo.
6. Manejo específico del suelo (Agricultura de precisión)
También estamos trabajando en el manejo específico del suelo. En la actualidad disponemos de herramientas que hemos desarrollado para generar mapas de rendimiento en una cosechadora, y para obtener de forma precisa el mapa de distribución de fertilizante que se produce en el abonado de una parcela.
7. Telegestión del riego agrícola
Se han desarrollado dos sistemas de gestión telemática de riego, uno basado en un controlador comercial y otro en un controlador embebido, los cuales permiten el manejo y gestión completa del riego de parcelas agrícolas y jardines, mediante comunicaciones inalámbricas de corta y larga distancia, tomando como base de decisiones las estimaciones diarias de la evapotranspiración de los cultivos.
8. Control automático avanzado de procesos agroindustriales
Estamos implementando técnicas avanzadas de monitorización y control de procesos agroindustriales, especialmente de procesos enológicos. Se está trabajando en la monitorización en tiempo real mediante espectrofotometría en línea y sensores capacitivos para la determinación de la presencia de microorganismos. Respecto al control avanzado, se están desarrollando algoritmos de control borroso y predictivo multivariable para la mejora de la calidad del manejo de los procesos enológicos.
9. Visión artificial para la detección de vegetación y de plantas dañinas
Hemos realizado estudios para la detección y clasificación de plantas mediante visión artificial. Se han empleado para la segmentación, variantes del algoritmo EASA de los autores Tian y Slaughter. Estas variantes emplean un algoritmo de aprendizaje adaptativo, seguido de un clasificador bayesiano para generar una tabla LUT. Con esa tabla y un posterior filtrado se realiza la segmentación. La clasificación se realiza mediante un algoritmo que tiene en cuenta la posición en filas de las plantas de girasol.
10. Visión artificial para la detección de dosis de fertilizante puntual

Estamos analizando algoritmos que detectan fertilizante sobre el suelo, con el fin de calcular mediante visión artificial dosis de abonado. Estas dosis se calculan suponiendo conocidas las características físicas de las partículas de fertilizante. Los algoritmos analizados emplean técnicas de agrupamiento por color, histograma y morfología. Dentro de las técnicas empleadas para la detección por morfología hemos empleado la transformada de Hough. Pretendemos en un futuro implementar una aplicación de este tipo en un dispositivo Pocket PC que disponga de una cámara de fotos integrada.

11. Visión artificial para la detección y clasificación de semillas

Hemos desarrollado una aplicación informática para la detección y clasificación de semillas de cereal mediante tecnologías de visión artificial. Una de sus utilidades es la detección de semillas no deseadas, en partidas de semillas para siembra, como por ejemplo la detección de avena loca, sobre semillas de trigo. También es útil para la detección de diferentes variedades de semilla de una misma especie, por ejemplo, semillas de girasol bajo oleico sobre semillas de girasol alto oleico. En los trabajos realizados, hemos detectado tasas de acierto superiores al 99%.

b. Línea de Tecnologías Agroambientales y Gestión Ambiental

Esta línea temática se puede dividir a su vez en dos, en los que se encuentran los siguientes temas docentes y de investigación:

1. Ingeniería para la Gestión Ambiental de los Recursos Naturales y Planificación y Ordenación del Territorio:

- Técnicas de gestión: Evaluación de impacto ambiental y auditorías ambientales. Análisis de ciclos de vida y eco-diseño. Educación Agroambiental.
- Tecnologías para el remedio de suelos contaminados.
- Explotación de recursos naturales: Tecnologías para la valorización de aguas, cultivos, residuos agrícolas y forestales.
- Tecnologías para la prevención de plagas y caracterización de contaminantes biológicos.
- Tecnologías para el ahorro energético.
- Tecnologías para la caracterización y seguimiento de efluentes gaseosos.
- Tecnologías para la ordenación del territorio: Sistemas de información geográfica, geoestadística, inventariación.
- Optimización de localización de especies vegetales mediante técnicas cartográficas.

- Aplicación de la ecología del paisaje en la ordenación medioambiental. Análisis de conectividades y corredores verdes.

2. Tecnologías del Medio Ambiente:

- Química verde: valoración, estudio y puesta en servicio de nuevos productos y procesos químicos mediante catálisis, fotoquímica y electrosíntesis.
- Estudio de contaminantes altamente tóxicos (compuestos químicos con potencial actividad antitumoral).
- Estudio de contaminantes radiactivos: recuperación de uranio.
- Control de calidad de fármacos y productos alimentarios.
- Caracterización de elementos traza en diversas patologías y en toxicología laboral.
- Caracterización de nuevos minerales y contribuciones en metalurgia extractiva.
- Tecnologías para la caracterización de contaminantes biológicos.
- Tecnologías para el estudio de los efectos de la congelación y el almacenamiento prolongado sobre materiales biológicos.
- Tecnologías para la caracterización de materiales avanzados: optoelectrónicos y materiales ultraduros y su aplicación como sensores en agricultura de precisión: nanotecnología agroalimentaria.
- Caracterización de gases residuales en procesos de pirólisis, materiales de alta pureza, aleaciones metálicas, nuevos materiales poliméricos y cerámicos superconductores.
- Tecnologías para la conservación del patrimonio histórico-artístico (tratamientos de materiales pétreos e intervenciones sobre monumentos) y para la caracterización y preservación medioambiental de materiales arqueológicos de fondos museísticos.
- Tecnologías para la valorización de residuos líquidos y sólidos.
- Empleo de técnicas de digestión aerobia y anaerobia para la eliminación y reutilización de residuos orgánicos.
- Normalización y certificación de la gestión agroforestal y medioambiental.
- Sistemas de gestión de la calidad, medioambiental y prevención de riesgos laborales.
- Certificación de productos agrarios. Certificación forestal.

El equipo de investigación que desarrolla esta línea temática está constituido por los profesores responsables de los Laboratorios de Planificación y Ordenación del Territorio y Tecnologías del Medio Ambiente. Está integrado por las siguientes personas:

- Jesús Martín Gil

- Salvador Hernández Navarro
- Adriana Correa Guimaraes
- Mercedes Sánchez Bascones

c. Línea de Hidrología Forestal

Esta línea se concreta en los siguientes ítems temáticos de interés docente, científico y tecnológico:

1. Métodos de evaluación y control de la erosión y sedimentos en proyectos agroforestales y su aplicación en acciones de vigilancia ambiental.
2. Restauración hidrológico-forestal de cuencas
3. Restauración de ríos y riberas
4. Caudales ecológicos
5. Simulación hidrológica e hidráulica

El equipo de investigación que desarrolla esta línea temática está integrado por las siguientes personas:

- Joaquín Navarro Hevia
- Juan Manuel Díez Hernández
- Pablo Martínez Zurimendi

II.3.D. Breve historial investigador del equipo y en formación de investigadores (énfasis en Iberoamérica):

a. Línea de Agricultura de Precisión y Tecnologías de Automatización

Dentro de los méritos científicos conseguidos por los integrantes del equipo investigador que desarrollan esta línea de trabajo se pueden citar las siguientes:

- Dirección y participación en más de 35 proyectos de I+D+i competitivos, pertenecientes a diversas convocatorias del Programa Marco de la UE, de los Planes Nacionales de I+D+i, de los programas PROFIT, CENIT y PETRI, y de los Planes Regionales de Investigación.
- Más de 100 publicaciones científicas en revistas y libros nacionales e internacionales, algunas de ellas en revistas de impacto internacional de nuestro ámbito científico como *Bioresource Technology*, *Biosystems Engineering*, *Environmental Engineering Science*, *International Journal of Applied Agricultural Research* o *Lecture Notes in Computer Science*.
- Dirección o participación en más de 40 contratos o convenios científico-tecnológicos con empresas e instituciones.

- 5 patentes y 3 registros de software en explotación.
- Más de 100 ponencias presentadas en congresos y reuniones científicas, nacionales e internacionales.
- 7 premios nacionales e internacionales de investigación y desarrollo tecnológico.
- Cursos de posgrado y ponencias impartidos en universidades de Portugal, Perú, Brasil, Chile, Rumania y Polonia.
- Participación en diversos comités nacionales e internacionales de relevancia científica, evaluadores de proyectos de I+D+i para diversas agencias e instituciones nacionales e internacionales, y evaluadores de diversas revistas internacionales de impacto.
- Estancias de posgrado en diversas instituciones de Portugal y Brasil.
- Coordinación de convenios de colaboración científica y académica con universidades de Brasil, Perú, Chile, Argentina y Rumania.

Dentro de las actuaciones específicas de investigación y de formación de investigadores, en concreto con la Universidad Federal de Viçosa (Brasil), destaca la intensidad de las mismas en los últimos años, desarrollándose las siguientes actuaciones:

- Desarrollo de 2 proyectos dentro del programa de cooperación interuniversitaria entre España y Brasil.
- Obtención de 2 becas de la Fundación Carolina de alta especialización de profesores brasileños en nuestros laboratorios.
- Obtención de 1 beca de estancia de investigadores extranjeros en la Universidad de Valladolid.
- Participación como Profesores Invitados, durante los 2 últimos años, de profesores del equipo de investigación en la docencia de grado de la titulación de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Federal de Viçosa.
- Codirección de una Tesis Doctoral actualmente en desarrollo.

b. Línea de Tecnologías Agroambientales y Gestión Ambiental

El curriculum investigador de los investigadores del equipo de esta línea temática se concreta en la consecución de 6 sexenios de investigación, en la realización de 150 proyectos y en la consecución de 330 publicaciones, 50 entre artículos científicos en revistas de impacto medio-alto y 140 libros y capítulos de libros, 3 patentes y 200 comunicaciones a congresos. Nuestra labor de investigación ha sido premiada por diversas entidades públicas y fundaciones.

Este grupo de trabajo viene colaborando en tareas de formación de investigadores con Universidades de Iberoamérica desde 1995, dentro del Curso de Posgrado: "Evaluación de Impacto Ambiental y Auditorías Ambientales" (1995-2003) y en Cursos de Doctorado "Ingeniería Aplicada a la Gestión de los Recursos Naturales" (1996-2003) y "Reutilización de aguas, lodos y residuos en el medio físico" (2003-2005).

El grupo cuenta con 10 proyectos previos obtenidos con Iberoamérica y con la participación de más de 30 becarios AECI. En concreto con Brasil este grupo formó a 5 becarios y ha colaborado con 3 profesores de Universidades de Brasil (Luisa Maria Lopes Alvis, Instituto de Biología de Rio de Janeiro; Clovia Marosin Mixtura, Universidad Federal de Minas Gerais; Vania Rastelly de Sousa, Universidad Federal de Bahía). En la actualidad miembros del equipo están codirigiendo una Tesis de Master y una Tesis Doctoral en la Universidad Federal de Viçosa (Brasil).

c. Línea de Hidrología Forestal

Dentro de las múltiples actividades y logros científicos alcanzados por los integrantes del equipo de esta línea temática destacamos a continuación las directamente vinculadas con la proyección hacia Iberoamérica:

1. Organización y realización de cursos.

- CURSO DE RESTAURACIÓN DE RÍOS Y RIBERAS (cursos 2005/06 y 2006/07). 40 h. En el que han participado alumnos iberoamericanos. El Curso 2007/08 se realiza en colaboración con el Instituto Interuniversitario de Estudios de Iberoamérica y Portugal.
- MODELAMIENTO ECOHIDRÁULICO DE RÍOS. 30 horas. Realizado en la Universidad Javeriana – Cali. Feb. 2006.
- EVALUACIÓN DEL HÁBITAT FLUVIAL 30 horas. Realizado en la Universidad del Cauca – Popayán. En Curso Pre-Congresual XVII Congreso Nacional de Hidráulica e Hidrología, Popayán, Colombia. Sept. 2006.
- EVALUACIÓN DE CAUDALES ECOLÓGICOS EN RÍOS. 30 horas. Maestría en Hidrosistemas, Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería. Julio 2006.
- CAPACITACIÓN RESTAURACIÓN DE RÍOS Y ECOHIDRÁULICA. 20 h. Universidad Distrital, Bogotá. Diciembre 2006.
-

2. Coordinación y desarrollo del Módulo de Hidrología Forestal (duración: 9 h) en el CURSO DE POSTGRADO SOBRE GESTIÓN FORESTAL para

Latinoamérica, de la Asociación Española de Cooperación Internacional en colaboración con el Instituto Nacional de Investigación Agraria y la Universidad de Valladolid. Octubre-Noviembre de 2007.

3. Preparación de la publicación: SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA A PARTIR DE PRECIPITACIONES HORIZONTALES Y ESCORRENTÍAS EN LADERA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y LA RESTAURACIÓN FORESTAL. Para el Instituto Interuniversitario de Estudios de Iberoamérica y Portugal, coordinando la participación de diversos grupos de trabajo españoles e iberoamericanos.
4. ESTANCIA POSTDOCTORAL Curso 2005/06 y cuatrimestre 1º de 06/07 en la Universidad Nacional de Colombia (Bogotá) en el Laboratorio de Ensayos Hidráulicos, y en la Universidad de Cauca (Popayán), Facultad de Ingeniería, estudiando temas de modelización fluvial de grandes ríos.
5. 3 PONENCIAS en el XVII Congreso Nacional de Hidráulica e Hidrología. Popayán, Colombia, sept. 2006.
6. Publicaciones entre 2005 y 2007 en las siguientes revistas iberoamericanas: Avances en Recursos Hidráulicos, Ingeniería y Competitividad, Ingeniería e Investigación, Revista EIDENAR, Ingeniería y Gestión.
7. ASESORÍA en evaluación de caudales ecológicos. Ministerio del Ambiente de Colombia, Bogotá, Colombia.
8. COMITÉ CIENTÍFICO de la Revista EIDENAR, Universidad del Valle, Cali, Colombia. (desde enero 2005).
9. DIRECCIÓN de Tesis Maestría en Recursos Hidráulicos, Universidad Nacional de Colombia – Medellín, Colombia, y de Tesis Grado en Biología, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.
10. Un miembro del equipo es Investigador Asociado del Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe, Panamá.