

Días de campo

Excmo. Sr. Dr. Emilio Gil Moya



Reial Acadèmia Europea de Doctors
Real Academia Europea de Doctores
Royal European Academy of Doctors

BARCELONA - 1914



EMILIO GIL MOYA, Catedrático de Universidad (acreditado) del Departamento de Ingeniería Agroalimentaria y Biotecnología de la Universitat Politècnica de Catalunya y Director de la Unidad de Mecanización Agraria. Ha sido Director del Master Internacional de Viticultura de la UPC. Profesor del programa de doctorado en agricultura y ciencias forestales de la Universidad de Turín. Ha sido profesor de la Universidad de Cornell (USA). Coordinador del proyecto INNOSETA del programa Europeo H2020. Asesor del Ministerio de Agricultura en la elaboración del Real Decreto de Uso Sostenible de Plaguicidas. Autor del Manual de Inspecciones de equipos de aplicación. Miembro del EIP-FOCUS GROUP Precision Agriculture (DG Rural Development). Miembro de ISO y de CEN. Training coordinator en programas de formación de la Unión Europea (DG SANTE). Experto asesor (TAIEX) para el Gobierno de Serbia. Asesor del Instituto de Investigaciones Agroalimentarias (INIA) de Chile. Miembro del Club de Bolonia. Miembro de SPISE. Miembro de ASABE. Miembro del Jurado de Novedades Técnicas de FIMA (Zaragoza). Premio de investigación vitivinícola Manuel Campos Lafuente (2002), premio a la mejor tesis doctoral (accesit) Fertiberia (2004) y premio del Colegio de Ingenieros Agrónomos de Centro y Canarias (2002). Ha publicado más de 50 artículos científicos en revistas internacionales y más de 200 artículos técnicos y de divulgación. Editor y experto revisor de las más prestigiosas revistas científicas del sector y ha dictado más de 60 conferencias invitadas en otros tantos países. Ha publicado varios libros técnicos. Ha sido Director de la Oficina del Gobierno de Aragón en Bruselas. Autor de la novela *Zarpazos en el alma* (Ed. El Gato Negro, 2017) y saxofonista de la *Banda de Música de Rivas*. Autor de los libros *Banda de música de Rivas, Celebración de un siglo y cuarto de andanzas musicales* (2008), *Historia del socialismo y el sindicalismo en Rivas* (2010) y *Entre el Riguel y La Bardena* (2011).

Días de campo

Excmo. Sr. Dr. Emilio Gil Moya

Días de campo

Discurso de ingreso en la Real Academia Europea de Doctores, como
Académico Numerario, en el acto de su recepción
el 28 de octubre de 2019
por

Excmo. Sr. Dr. Emilio Gil Moya
Doctor en Ingeniería Agrónoma

Y contestación del Académico de Número

Excmo. Sr. Dr. Javier Gil Mur
Doctor en Ingeniería Química y Metalurgia

COLECCIÓN REAL ACADEMIA EUROPEA DE DOCTORES



Reial Acadèmia Europea de Doctors
Real Academia Europea de Doctores
Royal European Academy of Doctors

BARCELONA · 1914

www.raed.academy

© Emilio Gil Moya

© Real Academia Europea de Doctores.

La Real Academia Europea de Doctores, respetando como criterio de autor las opiniones expuestas en sus publicaciones, no se hace ni responsable ni solidaria.

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del “Copyright”, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamos públicos.

Agradecimientos a la revista New Yorker por permitir la utilización de algunas de sus ilustraciones.

Producción Gráfica: Ediciones Gráficas Rey, S.L.

Impreso en papel offset blanco Superior por la Real Academia Europea de Doctores.

ISBN: 978-84-09-15178-3

Depósito Legal: B-24284-2019

Impreso en España –Printed in Spain- Barcelona

Fecha de publicación: octubre 2019

ÍNDICE

1. AGRADECIMIENTOS	9
2. SINE QUA NON	13
3. DISCURSO DE INGRESO.....	15
4. INTRODUCCIÓN.....	29
5. CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN.....	35
5.1. Introducción	35
5.2. Métodos electrónicos para la caracterización de la vegetación	41
5.3. Comentarios sobre el uso de sensores embarcados	53
5.4. Sensores remotos: drones.....	54
5.5. Conclusiones.....	60
6. APLICACIÓN VARIABLE ADAPTADA A LAS CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN	63
6.1. Introducción	63
6.2. Aplicación variable en tiempo real con sensores de proximidad.....	64
6.3. Aplicación variable en base a mapas.....	73
6.4. Beneficios de la aplicación variable en viña	84
7. DOSAVIÑA: UNA APP PARA EL SECTOR VITÍCOLA.....	89
7.1. Introducción	89
7.2. DOSAVIÑA: una APP para el sector.....	93
7.3. Fundamentos y características técnicas de DOSAVIÑA®	100
7.4. Resultados	105
7.5. Conclusiones.....	109
8. DERIVA: UN PROBLEMA A RESOLVER.....	113
8.1. Introducción	113
8.2. Nueva norma para la cuantificación de la deriva potencial: ISO 22401....	116
8.3. Establecimiento de curvas de deriva de referencia en olivar	121
8.4. Conclusiones.....	123

9. AGRICULTURA 4.0 – EQUIPOS INTELIGENTES.....	127
9.1. Introducción	127
9.2. Proyecto H2020-OPTIMA - Investigación avanzada en protección de cultivos	128
9.3. IOF - Internet of farm and food.....	135
10. LA FORMACIÓN Y LA TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO COMO PILARES PARA UNA AGRICULTURA MEJOR.....	139
10.1. Introducción	139
10.2. Acciones formativas de la Unidad de Mecanización Agraria.....	143
10.3. Europa y la formación de formadores	147
10.4. Proyecto INNOSETA: una plataforma europea para el agricultor.....	152
10.5. Ejemplos de SETAs apreciadas por el usuario	163
11. CONSIDERACIONES FINALES	169
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	173
DISCURSO DE CONTESTACIÓN.....	197
Publicaciones de la Real Academia Europea de Doctores	213



❖ 1. AGRADECIMIENTOS

Excmo. Sr. Presidente de la RAED Dr. Don Alfredo Rocafort
Sr. Rector Magnífico de la UIC, Don Xavier Gil Mur, quien
contestará a mi discurso en nombre de la Academia.

Excelentísimos académicos Joan Massons y Jaime Rodrigo de
Larrucea, padrinos en este acto de ingreso en la Academia

Sr. Decano del Colegio de Ingenieros Agrónomos de Aragón,
Navarra y País Vasco

Sr. Rector Magnífico de la Universidad Politécnica de Catalu-
nya, Don Francesc Torres Torres

Ilustrísimas autoridades

Excelentísimos Académicos

Señoras y señores, amigos y familiares

El primer recuerdo y el primer agradecimiento es para mis pa-
dres, por todo lo que me han dado y por el enorme esfuerzo
que han hecho para que yo pueda estar hoy aquí. Los miles de
kilómetros en el taxi y las duras jornadas limpiando han teni-
do su recompensa. Eso creo al menos.

Gracias de todo corazón a mi profesor, compañero y amigo
Carlos Bernat. Sin duda fue el quien me abrió todas las puertas
de este mundo tan apasionante, quien me enseñó a disfrutar
del trato con los alumnos y quien, con su aire somardón, estuvo
-y está- siempre que lo necesito.

Sin nombrar específicamente a nadie, quiero agradecer la con-
fianza y la ayuda que he tenido de todo el sector profesional.
Siempre he sido un ferviente defensor de las relaciones univer-

sidad – empresa y siempre he tenido su apoyo cuando lo he necesitado.

Un recuerdo muy especial a tres personas que no están entre nosotros y que marcaron, por uno u otro motivo, mi vida. Manuel Roig, Per Gummer Andersen y Montserrat Soliva. Gracias por vuestros consejos.

Gracias también a todos mis estudiantes. Los más de treinta cursos académicos me han dado la oportunidad de estar en permanente contacto con la juventud. De ellos he bebido energía, ideas, inconformismo. Me siento afortunado.

Gracias, de verdad, a mi amigo Xavier Gil. Hoy Magnífico Rector de la UIC y antes vicerrector de la Universitat Politècnica de Catalunya. Fue el quien creyó en este proyecto y quien nos echó una mano cuando más lo necesitábamos.

No tengo suficientes palabras de agradecimiento para ese ramillete de investigadores que están dejando lo mejor de su vida por esta causa. Un esfuerzo por incorporarse al mundo académico y a la investigación frenado por la sinrazón de esa absurda situación que vive la universidad pública en nuestro país desde hace ya demasiados años. Sin todos ellos, los éxitos y los logros por los que hoy tengo el honor de ser nombrado Académico jamás se habrían producido. Permítanme pues que dedique un par de minutos a nombrarlos uno por uno. Creo que es lo menos que puedo hacer: Adriana Ángel, Enric Armengol, Jordi Biscamps, Javier Campos, Montserrat Gallart, Marco Grella, Jordi Llop, Jordi Llorens, Antonio Miranda, Paula Ortega, Meritxell Queraltó, Bernat Salas y Ramón Salcedo. Creo que he sabido elegir lo mejor. O, mejor dicho, creo que he tenido la mejor suerte del mundo con todos ellos. Incluso alguno me acompaña en esa gran pasión Zaragocista.

Estoy realmente emocionado de ver a tantos amigos acompañándome hoy en este día tan importante para mí. Os lo agradezco de corazón. Se que muchos de vosotros habéis hecho un esfuerzo muy grande para estar hoy aquí. De verdad, gracias.

Dejo intencionadamente para el final las dos perlas más grandes. Mi hijo Javier y mi esposa Reyes. De mi hijo podría decir muchas cosas, pero me limitaré a decir que estoy orgulloso de él y que, a pesar de que suene extraño, aprendo de él cada día. Especialmente cuando tocamos juntos en nuestra Banda de música de Rivas.

Y mi esposa, Reyes. Toda una vida apoyándome, aconsejándome, queriéndome. Gracias por haber tenido el coraje y la capacidad de estar siempre en primera fila, en cualquier país, en cualquier situación, siempre, por difícil que haya sido. En este caso, detrás de una gran mujer hay un hombre. No se si grande. Feliz, por supuesto.

A continuación, paso a leer el discurso preceptivo como Académico Numerario, no sin antes agradecer a Familia Torres S.A., Pulverizadores Fede S.A.L., Antonio Carraro, S.A. y Syngenta, su apoyo en la edición de este discurso de ingreso y en la organización de este acto académico.



❖ 2. SINE QUA NON

Las grandes obras nunca son exclusivas de una sola persona. Sin ánimo que calificar lo que se describe en esta publicación como una gran obra, si que puedo decir que me siento orgulloso del trabajo que hemos realizado. Y digo hemos porque, aunque sea yo el único autor de este libro, nada de todo lo que aquí se recoge, y muchos más logros que por motivos evidentes no tienen cabida en esta publicación, son fruto del enorme trabajo de un grupo de investigación muy particular. La Unidad de Mecanización Agraria de la Universitat Politècnica de Catalunya nació hace quince años de la nada. Unos cuantos voluntariosos estudiantes junto con un profesor entusiasmado iniciaron esta andadura llena de dificultades que no han impedido llegar a lo que hoy es la UMA.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ese grupo de jóvenes (y no tan jóvenes) investigadores que, a pesar de las nada atractivas circunstancias que rodean desde hace ya demasiado tiempo a la universidad pública española, han aportado toda su energía, pasión y entusiasmo. Lástima que muchos de estos investigadores, con un potencial ciertamente envidiable, hayan tenido que buscar alternativas a la carrera profesional lejos del mundo académico. Algo debe cambiar en el sistema universitario público para evitar estas situaciones.

A todos vosotros, muchas gracias.

Adriana Ángel (UPC), Enric Armengol (UPC), Jordi Biscamps (UPC), Javier Campos (UPC), Montserrat Gallart (UPC), Anna Gras (UPC), Marco Grella (UNITO), Jordi Llop (UPC),

Jordi Llorens (UdL), Miquel Masip (UPC), Antonio Miranda (UCO), Paula Ortega (UPC), Meritxell Queraltó (UPC), Bernat Salas (UPC), Ramón Salcedo (UPC).

No hay nada más gratificante para un profesor que ver como sus alumnos le superan en conocimientos. Todo mi agradecimiento a esta generación.



❖ 3. DISCURSO DE INGRESO

La agricultura es un sector y una actividad apasionante. Tengo que decir que en mi caso es una vocación que nace en esas duras tierras de Cinco Villas (Zaragoza), en una época en la que el trabajo del campo no era precisamente atractivo y en un lugar en el que los hombres y mujeres luchaban contra los elementos sin más herramientas que sus propios sueños. Fueron aquellas experiencias las que encaminaron mi vida profesional de la mejor manera posible.

El campo y la agricultura no son bucólicas tardes de primavera admirando como los ababoles emergen altivos entre las espigas. No son, tampoco, mañanas de otoño en agradables vendimias que derivarán, meses más tarde, en esa maravillosa Garnacha de La Rabosera que con tanto placer degustamos entre amigos.

La agricultura es una actividad profesional como cualquier otra. Más importante, diría yo. No descubro nada nuevo si recuerdo que todos -ojalá así fuera - tenemos la rara costumbre de comer cada día; y de desayunar; y de cenar; y de merendar... Si, esas saludables y recomendables “cinco veces al día” están íntimamente relacionadas con la agricultura, por ser éste el sector productivo responsable de que cada día, cuando nos sentamos a la mesa, tengamos frente a nosotros un excelente aceite de oliva, unas borrajas con sabor a gloria o un ternasco que, olvidando ahora oportunistas discursos acusadores sobre contaminación, hace las delicias de grandes y pequeños.

Añadamos a todo esto el hecho de que, en los últimos tiempos, parece haber acontecido una desmesurada pasión por lo “bio”,

adjudicando a ese prefijo una serie de ventajas y propiedades en muchos casos mal entendidas o carentes de fundamentos científicos. Y todo ello ha llevado a incrementar -una vez más – la presión sobre una parte específica de la cadena productora de alimentos, curiosamente siempre la misma, cargando sobre ellos culpas o responsabilidades en la mayoría de los casos sin motivo razonable. Esta no es manera de dar protagonismo al productor primario en la cadena de alimentos, ese tan loable como difícil objetivo marcado por la Comisión Europea a través de su Comisario de Agricultura, Phil Hogan. Existen otras muchas formas de dar verdadero protagonismo a quien es el responsable de la producción de alimentos, a quien garantiza la supervivencia de la población y a quien, pese a todos los avatares, mira al cielo cada día pensando en que le deparará la climatología.

El campo como actividad profesional es duro. Los agricultores están descorazonados, no está garantizado el relevo profesional y la brecha existente entre la realidad y lo que vemos a menudo en ferias y otros eventos es muy grande. Se habla ahora de agricultura 4.0 pero, ¿de verdad llega al sector el progreso espectacular que estamos experimentando? ¿tienen los habitantes de las zonas rurales las mismas oportunidades que tenemos en las grandes ciudades? Todo esto tiene mucho que ver con la España vaciada sobre la que se habla mucho, pero se hace poco...

Es más, lejos de favorecerlo, el sector primario recibe en pleno rostro las consecuencias de guerras económicas totalmente ajenas al agro. Sin adentrarnos demasiado en la historia tenemos tristes ejemplos como el lamentable affaire de los pepinos de Almería y las falsas acusaciones de contaminación o, muy recientemente, la incontrolada reacción de uno de los países más poderosos del mundo en respuesta a circunstancias específicas ligadas al mundo de la navegación aérea en Europa. La solución

es fácil: que sean los agricultores, viticultores y olivareros fundamentalmente, los que paguen los platos rotos.

La agricultura, además, no vende. No vende entre los jóvenes cuando tienen que decidir su futuro profesional y eso se refleja en las preocupantes cifras de ingreso en las múltiples (demasiadas diría yo) universidades de agricultura en nuestro país; no vende en los medios de comunicación en los que el sector agrario es noticia solo cuando acontecen problemas; no vende entre la clase política a pesar de que todos ellos aseguran que se trata de un sector estratégico; no vende en el ámbito de la investigación: los que nos dedicamos a esto sufrimos continuamente las graves desventajas de enfrentarnos en convocatorias competitivas con otros colegas de otros sectores cuya investigación es mucho más atractiva y mediática, y en consecuencia, mucho más rica y más dotada. Y ese es un pez que se muerde la cola: las diferencias entre los grupos de investigación son cada vez más grandes y las oportunidades de los pequeños cada vez menores. En definitiva, somos un sector pequeño y poco mediático con la enorme responsabilidad de alimentar a una población cada vez más exigente.

Un último ejemplo de las dificultades del sector agro. Creo que no me equivoco si digo que es la primera vez que se celebra el acto de ingreso en la Real Academia Europea de Doctores de un Ingeniero Agrónomo...

La producción de alimentos de calidad es responsabilidad del sector, e independientemente de aranceles, acuerdos económicos o tensiones políticas, son los agricultores los que tienen la misión de poner a nuestro alcance productos cada vez más sanos, cada vez más seguros y cada vez de mayor calidad. Por ese motivo, y con criterios no siempre objetivos y justificados, los productos fitosanitarios están en el punto de mira de la socie-

dad. En algunos casos, con posiciones totalmente contrarias achacándoles toda serie de efectos negativos; en otros con miradas sospechosas como si de ellos dependiera la salud medioambiental del planeta; y en otros casos, los más abundantes, con opiniones muy críticas sin fundamento alguno. No es “socialmente correcto” defender el uso de los productos fitosanitarios y parece que es incompatible la producción de alimentos sanos con el uso de esos “venenos”. Sin embargo, y esto debe quedar claro, no sería posible la producción de alimentos necesarios para toda la población mundial sin un adecuado proceso de protección de los cultivos y de lucha contra las plagas y enfermedades.

Quiero recalcar, por otra parte, que el agricultor es el primer y más efectivo activista medioambiental que conozco. En mis más de treinta años de experiencia no he conocido a un solo hombre de campo que no estuviera preocupado por la reducción de la erosión, la gestión sostenible del agua, la correcta elección de los productos o la implantación de rotaciones de cultivo para una mejor gestión de sus parcelas.

La protección de cultivos, y muy particularmente la protección de los que recientemente han venido en llamar “*specialty crops*”, es uno de los aspectos más importantes entre las tareas propias de una explotación. La particularidad estructural de plantaciones tan variadas como olivares tradicionales, cítricos de elevada densidad, viñas emparradas o viñas en vaso, pérgolas preciosas de la cornisa Cantábrica pero enormemente difíciles de manejar, almendros aislados en laderas de secano.... hacen que el proceso de aplicación de los productos fitosanitarios sea una de las tareas más complejas desde siempre. Y estas dificultades han ido creciendo progresivamente a medida que los aspectos medioambientales, sociales y de seguridad han ido aumentando y la opinión social se ha hecho cada vez más hostil.

Uno de los aspectos que más influencia tienen en el éxito o fracaso de la aplicación de productos fitosanitarios es el relacionado con las técnicas de aplicación. El último eslabón de la cadena, la fase de utilización, *use-phase* como se conoce en Europa, tiene una implicación directa en el éxito final. En general, existe un gran conocimiento y dominio en todos los aspectos relacionados con la sintomatología, daños y evolución de las plagas y enfermedades que acechan a nuestros cultivos; se conocen también muy bien las materias activas disponibles, su modo de acción y sus efectos; sin embargo, cuando llegamos a ese último eslabón de la cadena, cuando tenemos que lidiar con el equipo adecuado, los ajustes pertinentes y los criterios para la selección de la dosis, entonces aparecen los problemas. Existe, en general, un importante desconocimiento, o más bien yo diría una falta de atención, por ese último y a la vez fundamental aspecto. Como siempre les digo a mis alumnos, a nadie se le ocurriría en estos tiempos acudir a un hospital a recibir un tratamiento y que el equipo que utilizaran para ello fuera una jeringuilla obsoleta, oxidada y carente de la limpieza adecuada.

Esas razones fueron las que motivaron el inicio de mi actividad investigadora a finales de la década de los 80, cuando empecé esta maravillosa aventura en la universidad de la mano de mi profesor, colega y amigo Carlos Bernat, a quien tanto debo. Fue entonces cuando decidí avanzar por esa línea tratando de aportar mi grano de arena en la mejora de las técnicas de aplicación, especialmente en un cultivo tan importante para nosotros como la viña. Más de treinta años han pasado y no se si habré aportado algo. Lo que es absolutamente cierto es que he aprendido muchísimo y he disfrutado enormemente con el contacto directo con agricultores y estudiantes. Lo que esos dos colectivos tan distintos me han aportado ciertamente no tiene precio.

La decisión fue, a mi modo de ver, acertada. Todas esas preocupaciones y todos esos esfuerzos por mejorar un aspecto tan específico y tan importante como la protección de cultivos tuvieron su eco institucional. Y fue a finales de 2009, hace ahora exactamente diez años, cuando el Parlamento Europeo publicó la Directiva Europea para un Uso Sostenible de Plaguicidas. Sin entrar en detalles sobre el nuevo entramado legislativo que se puso en marcha en Europa, quiero remarcar que todos los esfuerzos, avances y recomendaciones que habíamos iniciado hace años de forma voluntaria en nuestro grupo de investigación, tuvieron un reflejo institucional auspiciado por las autoridades europeas. El objetivo estaba muy claro: solo una mejora del proceso, con un especial énfasis en el último eslabón de la cadena, la fase de aplicación de los productos, podía garantizar una reducción del riesgo, una mejora en la calidad de los productos y una salvaguarda de los aspectos técnicos y económicos de las explotaciones.

Por eso, este discurso de ingreso en la Real Academia Europea de Doctores se estructura en cuatro ejes fundamentales ligados con el proceso global de la aplicación de productos fitosanitarios en cultivos arbóreos. Cultivos de enorme importancia en la agricultura Mediterránea y que, en general, sufren un retraso tecnológico en comparación con los avances experimentados en la agricultura extensiva europea.

El primer eje fundamental está relacionado con la determinación de las características estructurales y morfológicas de la vegetación. Es evidente que nada tiene que ver una vieja cepa de Calatayud con un olivo centenario en Teruel. Sin embargo, si hablamos de superficie agrícola, en los dos casos podemos hablar de una hectárea y todos tenemos clara las dimensiones de la misma. Si hemos de distribuir una determinada “medicina” a la vieja cepa y al olivo centenario, todo el mundo estará de

acuerdo en que la cantidad necesaria debería ser distinta para ambos casos. Y que esa cantidad debería estar directamente relacionada con las dimensiones del árbol. Estamos pues ante el primer gran eje conductor: es preciso caracterizar y conocer cuales son las características del objetivo que queremos proteger. En las páginas siguientes se presenta un resumen de las investigaciones llevadas a cabo con objeto de poner a punto metodologías novedosas que permitan conocer, con la mayor exactitud posible, los parámetros fundamentales que nos permitirán cuantificar la cepa y/o el olivo para, a partir de esos datos, obrar en consecuencia y ajustar de la mejor manera posible la distribución de los productos fitosanitarios necesarios.

Una vez caracterizada la vegetación empiezan a aparecer dudas razonables. ¿Son todos los olivos de la parcela iguales? ¿tienen todas las cepas la misma cantidad de hojas? ¿hay el mismo número de árboles o de cepas en dos parcelas de la misma superficie? El término variabilidad intraparcular entra en escena en este tipo de cultivos. No es un hecho novedoso ya que la llamada Agricultura de Precisión se basa en tener en cuenta esa posible variabilidad intraparcular para obrar en consecuencia. No obstante, los desarrollos y avances de la agricultura de precisión han sido excelentes en el caso de la agricultura extensiva, mucho más avanzados que en la agricultura Mediterránea que nos ocupa. Aparece entonces el segundo gran eje: el desarrollo de técnicas que permitan tener en cuenta esa variabilidad en la parcela para conseguir una aplicación variable de productos fitosanitarios. Este segundo pilar centra un gran número de proyectos de investigación llevados a cabo por parte de la UMA, especialmente en cultivos como la viña y el olivar, en los que se desarrollan y se ponen a punto equipos de elevado nivel tecnológico capaces de distribuir en su justa medida los productos fitosanitarios, manteniendo siempre criterios agrónomos, económicos y medioambientales.

La tercera línea de actuación entronca con el tema estrella de discusión en los foros internacionales especializados: la expresión de la dosis y el establecimiento de la cantidad óptima de producto. Si ya hemos sido capaces de determinar y dimensionar de forma precisa el objetivo, si ya hemos sido capaces de diseñar equipos que pueden distribuir una cantidad variable de producto en función de esa variabilidad estructural del objetivo a tratar, debemos ahora ser capaces en determinar cual es la cantidad óptima que necesita nuestra cepa de Calatayud o nuestro olivo de Teruel. Esto, que quizá desde el punto de vista médico pueda ser evidente, no lo es tanto en el sector agrario. Grandes y sorprendentes diferencias podemos encontrar en las etiquetas de los productos fitosanitarios (los prospectos de los medicamentos) recomendando dosis y condiciones de empleo que cambian en función simplemente de la marca comercial o la zona. Por eso, el grupo de investigación de la UMA inició hace ya muchos años una línea de investigación que ha culminado en la puesta en el mercado de una aplicación para Smart-phone – una App – llamada DOSAVIÑA. En tono jocosos, y como solemos decir en foros especializados, en estos tiempos es prácticamente obligatorio disponer de una App. Bromas aparte, el desarrollo ha supuesto un importante avance para el sector vitícola, ha resultado una herramienta muy bien valorada y su utilización supone, en la práctica totalidad de circunstancias, un ahorro considerable y unas ventajas interesantes para el agricultor.

El cuarto gran pilar sobre el que descansa la investigación de la UMA está relacionado con las últimas tecnologías y el vertiginoso avance de las mismas. En los últimos tiempos he tenido oportunidad de dictar numerosas conferencias en las que se me “invitaba” a hablar de la Agricultura 4.0. Pero ¿qué es exactamente agricultura 4.0? ¿Podemos asimilarlo a industria 4.0? ¿Está el sector agrario tan tecnificado y tan preparado como

el industrial para acoger y explotar los últimos avances tecnológicos? Esta fue la razón fundamental para que este grupo de investigación iniciara hace ya unos cuantos años una línea de trabajo encaminada a mejorar la tecnología de aplicación empleando desarrollos ya existentes en otros sectores. Así, podemos hablar del empleo de sensores de ultrasonidos, sensores LiDAR, cámaras multiespectrales, sensores ópticos... que embarcados en los equipos pueden mejorar sustancialmente el proceso. Hablamos también de trazabilidad, de conectividad, de “cloud” y pensamos en equipos totalmente robotizados, sin necesidad de operario, equipos con posibilidad de modificar las condiciones de aplicación en función de la ubicación y del riesgo de contaminación en la misma. Equipos “inteligentes”. Fruto de ellos son los trabajos de investigación y los resultados que se exponen en esta publicación. Y fruto son también las líneas y propuestas de investigación futuras. Este es un tema que no ha hecho más que empezar.

Y llegamos al último pilar que sustenta toda la actividad científica mostrada. Un pilar que, si tuviéramos que cuantificar su diámetro, éste sería sin duda el mayor de todos los que hasta ahora he presentado. Es un pilar que soporta a todos los demás y que su presencia resulta absolutamente imprescindible. Se trata del pilar de la formación y la educación. La caracterización de la vegetación, los dispositivos de aplicación variable, las discusiones para alcanzar un consenso en cuanto a expresión de la dosis, y las nuevas tecnologías conformando la agricultura 4.0, son ilusiones inalcanzables si no existe un sector bien formado, capaz de conocer y comprender los avances que el progreso le va ofreciendo, interesado y capacitado en absorber los nuevos conocimientos que desde diferentes ángulos le van llegando. Este ha sido, como decía antes, uno de mis grandes objetivos personales. Ser capaz de mejorar el nivel educativo y el nivel de profesionalidad de los agricultores y demás agentes

implicados. Ser capaz de hacer atractivo el sector ante las nuevas generaciones que, ciertamente, quedan sorprendidas cuando comprueban que las mismas tecnologías que se emplean para el control estricto en aeropuertos y autopistas, se están empleando también en los equipos de tratamiento que se usan en su pueblo. Por este motivo, me he permitido reservar esta última parte del discurso a relatar de forma sucinta la experiencia y los resultados obtenidos tras muchos, muchos años de acciones formativas y educativas en el sector. Cursos, jornadas, demostraciones de campo, seminarios, actividades diversas para un público muy variado: desde el más sencillo de los agricultores hasta el técnico o asesor más avanzado, pasando por responsables de las administraciones públicas locales, nacionales, comunitarias o europeas. Experiencias que, y eso puedo decirlo en voz alta, han dado unos resultados más que satisfactorios en todos los casos. Experiencias que se ubican en agriculturas y territorios tan dispares como la Unión Europea, Estados Unidos, Canadá, Perú, Brasil, Guatemala, Uruguay, Chile, Argentina, Marruecos... Resultados que han demostrado que el esfuerzo en educación y formación siempre tiene sus frutos. Formación, en este caso ligada a la transferencia. Esa mágica palabra que tan bien suena y que tan difícil es de poner en práctica. Transferir el conocimiento generado tras años de investigación en la universidad al sector profesional, al usuario final, es algo que debería ser prioritario. Y así lo ha sido al menos para este humilde grupo de investigación que me honro en dirigir. Pero, de la misma manera, la transferencia debe ser algo razonablemente valorado. Desgraciadamente, no es la transferencia uno de las actividades mejor valoradas en el sistema universitario público. Aún diría más, se trata de una actividad prácticamente desconsiderada que no reporta beneficios académicos o curriculares. De ahí que los de nuestro sector, los del agro, tengamos dificultades en competir curricularmente con colegas de otras áreas de conocimiento.

Sin embargo, y a pesar de las dificultades, me complace decir que la actividad formativa y de transferencia que hemos realizado, y continuamos haciendo, en el grupo de la Unidad de Mecanización Agraria de la Universitat Politècnica de Catalunya, ha dado unos frutos creo que excelentes. Las diferentes acciones, ya sean formativas institucionales de la mano de la Comisión Europea, privadas en colaboración con las diferentes empresas del sector, académicas a través de proyectos específicos o legales en colaboración con la administración pública, han supuesto, yo diría que en todos los casos, un gran paso adelante en la adquisición de conocimientos específicos, en la mejora de los resultados de las explotaciones, en la reducción de la contaminación y, en definitiva, en el incremento en la satisfacción de los asistentes. No tengo datos objetivos que así lo demuestren, pero os puedo asegurar que frecuentemente me encuentro con agricultores que me recuerdan lo contentos que están y lo agradecidos que quedaron tras su paso por los cursos. Ese sí que es para mí un verdadero factor de impacto. Un impacto internacional pues nuestra actividad ha trascendido las fronteras de la UE y está ahora dando sus frutos en tierras tan lejanas y diferentes como todo el continente americano.

Por todo ello, estoy absolutamente convencido de que la formación y la transferencia son la base para garantizar el mantenimiento de un sector profesional capaz de competir con cualquier otra de las actividades profesionales, que sea lo suficientemente atractivo como para garantizar el relevo generacional, y que vea recompensado en su justa medida el esfuerzo que realiza. Todo ello redundará, sin duda, en un beneficio para toda la sociedad.

Muchas gracias.





INTRODUCCIÓN

❖ 4. INTRODUCCIÓN

El uso de productos fitosanitarios en Europa se cifra en unas 290 000 toneladas, de las cuales el 45% son fungicidas. Cabe señalar la especial circunstancia de cultivos tan importantes para la zona Mediterránea como los frutales y la viña, cultivos que, aunque representan únicamente un 5% de la superficie agrícola, emplean el 20% del total de productos fitosanitarios (Eurostat, ECPA). Este hecho justifica sin duda los esfuerzos dedicados a la mejora de las técnicas de aplicación de productos fitosanitarios, donde confluyen circunstancias tan especiales como la variabilidad de la estructura de las plantaciones, el riesgo de deriva y la directa relación con la calidad del producto.

Tras la publicación de la Directiva 128/2009/CE para un uso sostenible de plaguicidas (European Parliament, 2009b), todos los estados miembros de la UE pusieron en marcha su correspondiente Plan de Acción Nacional con objeto de implementar de forma adecuada los requerimientos obligatorios establecidos en la UE, y cuyo principal objetivo es la reducción del riesgo de contaminación, lo que se traduce en un objetivo de reducción de la cantidad de plaguicidas. Este hecho ha generado una completa revisión y reforma de todos los aspectos relacionados con la protección de cultivos en general. La posibilidad real de reducir y mejorar el uso de productos fitosanitarios ha derivado en la puesta en marcha de numerosas acciones de investigación, transferencia y formación, abarcando aspectos como la expresión de dosis, las buenas prácticas agrícolas o el importante proceso de intercambio de información. Estudios realizados han demostrado que la implementación de instrucciones de

operación claras en forma de una guía del usuario permitiría reducir el uso de productos fitosanitarios en un 20% a 30%, al tiempo que se garantiza un nivel adecuado de control de plagas y un alto nivel de producción tanto en cantidad como en calidad.

La utilización de productos fitosanitarios en Europa y su relación con la producción de alimentos de una manera sostenible y eficaz ha suscitado en los últimos tiempos importantes cambios en el panorama legislativo. La actual legislación abarca desde la preservación de la calidad de las aguas (Directiva Marco de Aguas 2000/60/CE), hasta la autorización de materias activas y la elaboración del registro único (Reglamento CE 1107/2009 relativo a la comercialización de fitosanitarios que deroga la Directiva 91/414/CEE), pasando por la Directiva 2009/127/CE que regula las características medioambientales y la seguridad que tienen que cumplir los nuevos equipos de aplicación de fitosanitarios antes de su puesta al mercado. Asimismo, la Directiva 2009/128/CE sobre Uso Sostenible de Plaguicidas, que por primera vez incorpora aspectos normativos relacionados con la fase de utilización y aplicación de los productos (inspección obligatoria de equipos de aplicación en uso, formación de profesionales, etc.), enuncia que todos los estados miembros deben fijar un plan de acción orientado a reducir el uso de plaguicidas, reconsiderando todo el proceso de protección de las plantas, influyendo su correcta utilización en la calidad del producto final, el riesgo de residuos en los diferentes productos y la sostenibilidad global del proceso.

Las líneas que se suceden a continuación son un resumen de las actividades llevadas a cabo por la Unidad de Mecanización Agraria de la Universitat Politècnica de Catalunya, grupo de investigación reconocido por la Generalitat de Catalunya (2017 SGR 1349) que me honra dirigir. A lo largo de las páginas

siguientes el lector podrá hacerse una idea de las múltiples y variadas acciones que por casi veinte años se han ido encadenando con el único objetivo de mejorar y aportar nuestro grano de arena en un aspecto fundamental en la actividad agraria actual: la protección de cultivos. A la búsqueda de soluciones y propuestas que permitan la producción de alimentos de forma segura y eficaz mediante la implementación de un proceso medioambientalmente sostenible, económicamente adecuado, agrónomicamente correcto y aplicable a las especiales circunstancias de la agricultura Mediterránea, las acciones que a continuación se describen incluyen trabajos de investigación, desarrollo de dispositivos y herramientas, acciones de transferencia y una buena dosis de actividades de formación, la clave para la consecución de los objetivos planteados.





CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN

❖ 5. CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN

5.1. Introducción

Los problemas relacionados con la protección de cultivos y la aplicación de productos fitosanitarios, siguen siendo uno de los aspectos más importantes y críticos asociados con la contaminación ambiental, la seguridad de los operarios y la seguridad alimentaria (EFSA, 2018; Carvalho, 2017). Además, representa uno de los aspectos más influyentes en el equilibrio económico de la producción de alimentos (Damalas y Eleftherohorinos, 2011). Estas consideraciones justifican las actividades de investigación y transferencia llevadas a cabo en los últimos tiempos.

Teniendo en cuenta el caso específico de lo que recientemente ha venido en llamarse ‘cultivos especiales’, que incluyen árboles frutales, cítricos, olivos y viñedos, así como la horticultura de invernadero, los factores más importantes a controlar para garantizar una aplicación segura y eficaz son los relacionados con las características específicas del objetivo a tratar, la vegetación (estructura, dimensiones, sistema de formación, etc.) (Solanelles et al., 2006; Balsari et al., 2008; Rosell y Sanz, 2012; Salcedo et al, 2015; Palleja y Landers, 2015). Cada cultivo, en combinación con sus particulares características específicas (parcela, variedad, zona, etc.) está provisto de una estructura particular perfectamente definida que incluye aspectos relacionados con las dimensiones, el área y la densidad foliar, por poner algunos

ejemplos. Todos estos aspectos deben considerarse durante el proceso de ajuste / calibración del equipo de aplicación antes del proceso de pulverización. En consecuencia, en los últimos años se han llevado a cabo numerosos estudios para determinar y cuantificar la relación entre la calidad del proceso de aplicación de fitosanitarios y las diferencias en las características estructurales de la vegetación (Balsari et al. 2008; Doruchowski et al., 2009; Gil et al., 2014, Miranda-Fuentes et al., 2016; Garcera et al., 2017).

Las características estructurales del objetivo a tratar y su influencia tanto en el volumen óptimo de aplicación como en la cantidad de producto fitosanitario a aplicar es hoy en día un aspecto crucial directamente relacionado con la discusión sobre la mejor manera de expresar la dosis óptima de producto (expresión de dosis) y la cantidad adecuada de agua, aspectos fundamentales que deben incorporarse en las etiquetas de los productos fitosanitarios, y que representan ambos una fuente de información fundamental para el usuario. En el caso de los ‘cultivos especiales’, también conocidos popularmente como cultivos tri-dimensionales o ‘3D’, este tema se ha convertido en un aspecto clave, y se han iniciado numerosos trabajos, foros de participación en las distintas zonas de la UE y ensayos de campo con el fin de dar luz a un tema tan controvertido (EPPO, 2012; EPPO 2016). Resulta evidente, en cualquier caso, que la determinación del volumen óptimo de agua y la cantidad adecuada de producto fitosanitario son aspectos ambos que están directamente relacionados con las características estructurales de la vegetación. En consecuencia, en las últimas décadas se han propuesto varios métodos, no solo para la caracterización adecuada de la vegetación (Fig. 1), sino también con el objetivo de establecer una forma lógica de expresar la dosis necesaria (Walklate y Cross, 2012; Codis, et al., 2012; Gil et al. al., 2014; Toewes y Friessleben, 2012).

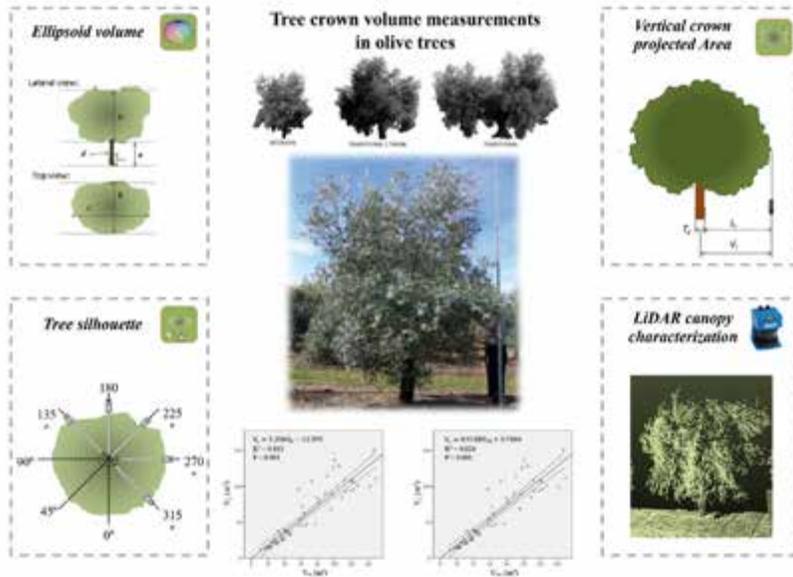


Figura 1. Ejemplo de trabajo de investigación relacionado con la caracterización de la vegetación en plantaciones de olivar tradicional (Miranda-Fuentes et al., 2015).

Sin embargo, incluso si las características específicas de la vegetación se pueden definir utilizando métodos más o menos sofisticados (Rosell et al., 2009, Llorens et al., 2011, Miranda-Fuentes, et al. 2015; Llop et al., 2016), también está clara la existencia de una cierta variabilidad dentro de la parcela. Cuando se supone una estructura uniforme de la vegetación en toda la parcela, pueden ocurrir diferencias en la cantidad total de producto fitosanitario que llega al objetivo (hoja, madera, fruto...), lo que reduce la efectividad de su aplicación e incrementa el riesgo de contaminación (exceso de deposición en zonas de escasa densidad de vegetación). Numerosos estudios que utilizan diferentes métodos de medición electrónicos y manuales han demostrado la importancia de esta variabilidad en diferentes tipos de cultivos arbóreos, siendo uno de los aspectos más desafiantes el logro de un sistema de aplicación variable adaptado a las características estructurales cambian-

tes en la parcela. Se han obtenido resultados prometedores utilizando sensores integrados como LiDAR o sensores ultrasónicos (Wei y Salyani, 2005; Lee y Ehsani, 2008; Llorens et al., 2011), que muestran en todos los casos una relación muy estrecha entre las mediciones electrónicas y manuales. Alternativamente, la caracterización de la vegetación también se ha investigado utilizando tecnologías de teledetección. Casos como la viña, los cítricos o plantaciones de manzanos, por poner algunos ejemplos, se han caracterizado utilizando sensores remotos (de Castro et al., 2018). El uso de sistemas de medición remotos y no destructivos en plantaciones convencionales distribuidas linealmente ha sido cuestionado por Jeon et al. (2011), quienes sostienen que la escala de estas técnicas de detección remota es relativamente grande y, en consecuencia, la resolución de detección puede ser insuficiente para la aplicación variable en tiempo real.

En cualquier caso, una caracterización precisa y objetiva de la estructura de la vegetación es un aspecto que está íntimamente relacionado con el concepto de aplicación variable (*VRA- Variable Rate Application*). Asumiendo que el objetivo es mantener una tasa de aplicación constante por unidad de masa/volumen/área objetivo, estos desarrollos en la medición y caracterización de la vegetación se han relacionado con investigaciones centradas en la definición y diseño de equipos capaces de modificar los parámetros de pulverización (presión de trabajo, caudal y número de boquillas, etc.) en continuo, adecuándose a los cambios observados en la vegetación (figura 2), teniendo siempre como objetivo el mantenimiento de una tasa de aplicación constante por unidad de superficie/volumen a tratar (Escolà et al., 2013; Gil et al., 2013; Du et al., 2008).



Figura 2. En parcelas de dimensiones considerables es habitual observar grandes variaciones en el desarrollo vegetativo de la plantación. La variabilidad del tipo de suelo, la distribución del agua, la irradiación, etc. pueden provocar importantes diferencias que deben ser consideradas. La imagen muestra una parcela de Bodegas Martin Codax (DO Rías Baixas, Galicia) donde se observan notables diferencias en el desarrollo vegetativo.

Los equipos normalmente empleados para los tratamientos en cultivos frutales se basan en la combinación de dos fluidos: agua y aire. Se trata, en la gran mayoría de los casos, de lo que se conoce como pulverizadores hidroneumáticos. En general, la velocidad y el caudal de aire generado por el ventilador deben ser suficientes para llevar las gotas al objetivo y mover la masa vegetal para mejorar la deposición en las partes internas de la vegetación y en la parte inferior de las hojas. En plantaciones de manzanos, los volúmenes de aire demasiado pequeños (por debajo de $7.7 \text{ m}^3/\text{s}$) dieron como resultado una deposición excesiva de las hojas más cercanas a las boquillas, y una baja proyección y deposición en las copas de los árboles (Randall, 1971). En árboles más pequeños y en viñedos, por otro lado,

los volúmenes demasiado grandes pueden reducir la deposición debido a la densidad elevada de las plantaciones (Hislop, 1991). También se ha demostrado que volúmenes de aire excesivos aumentan las pérdidas de deriva en manzanos (Cross et al. 1997) y en viñedos (Balsari y Marucco, 2004). Por lo tanto, y de la misma manera que es importante la determinación del volumen de caldo, es necesario ajustar la velocidad del flujo de aire a las necesidades reales de la vegetación, para maximizar la deposición del producto distribuido y reducir las pérdidas fuera del objetivo. Para eso es importante comprender el comportamiento del flujo de aire dentro de la masa vegetal porque afectará a la trayectoria que seguirán las gotas (Fox et al., 2008). Varios estudios han investigado las velocidades del aire generadas por el ventilador (Hetherington, 1997; García-Ramos et al., 2012), como un primer paso para comprender el efecto del movimiento del aire en la calidad de la deposición.

Además, se debe tener en cuenta que las hojas y las ramas generan resistencia aerodinámica al paso del aire. Resulta en turbulencias de flujo adicionales tanto dentro de la vegetación como en sus límites (Su et al., 2008; Finnigan et al., 2009; Salcedo et al., 2015). La vegetación disipa la energía cinética del aire, causando una reducción en su velocidad (Belcher et al., 2003; Yi, 2008; Yue et al., 2008). Los estudios sobre la naturaleza turbulenta del flujo de aire del ventilador a medida que pasa a través del follaje han confirmado reducciones en el impulso y la energía cinética turbulenta (Walklate et al., 1996). La vegetación absorbe parte de la energía producida por el ventilador, lo que puede ayudar a reducir la deriva de la pulverización (Hofman y Solseng, 2001).



Figura 3. Un exceso en la asistencia de aire puede provocar que las gotas no sean retenidas por la vegetación y atraviesen esta, generando la consiguiente falta de deposición e incrementando las pérdidas en el suelo

5.2. Métodos electrónicos para la caracterización de la vegetación

La información detallada sobre las características de la vegetación es una necesidad para un manejo adecuado de los cultivos, no solo con respecto a la aplicación de fitosanitarios, sino también para el manejo de insumos tan importantes como el agua o los fertilizantes, y para la gestión de los procesos de poda y cosecha, todos ellos aspectos importantes para lograr el objetivo principal de un alto rendimiento y una producción segura. Las características geométricas de la copa de los árboles están directamente relacionadas con el crecimiento y la productividad de los árboles (Lee et al., 2009), y esta información ha sido utilizada por diferentes autores para predecir el rendimiento (Villalobos et al., 2006; Zaman et al., 2006), la aplicación de

fertilizantes en cultivos de cítricos (Zaman et al., 2005), el consumo de agua (Lee et al., 2002) o la biomasa (Ehlert et al., 2008).

La estructura y dimensiones de cultivos como la viña o los frutales de hoja caduca (manzanos, melocotoneros, perales...) varía enormemente según la etapa vegetativa, el sistema de formación, la variedad y la densidad de plantas, y todos esos cambios afectan a la relación entre la cantidad de producto aplicado y el depósito obtenido en el cultivo objetivo (Byers et al., 1984; Walklate et al., 2000). Las aplicaciones de fitosanitarios sin ninguna consideración de la estructura del cultivo están en contradicción con el principio general de que la aplicación foliar debería generar depósitos similares, independientemente del tamaño del cultivo o la densidad del mismo (Koch, 2007). Este objetivo conducirá a un aumento considerable de la eficacia y la eficiencia durante el proceso, reduciendo la cantidad total de productos fitosanitarios requeridos, de acuerdo con las tendencias recientes de la UE (European Parliament, 2009b) y evitando los problemas más graves relacionados con la contaminación ambiental (Doruchowski y Holownicki et al., 2000; Doruchowski et al., 2009).

Las características estructurales de la vegetación se pueden determinar de forma manual. En este caso, los valores simples de la altura y el ancho promedio del cultivo se miden fácilmente y, a partir de esos valores, se pueden obtener estimaciones del volumen de copa de los árboles o de las hileras de viña. Este parámetro ha sido ampliamente utilizado por diferentes autores (Rüegg et al., 1999; Doruchowski et al., 2003; Viret et al., 2005) para establecer las tasas de aplicación, pero esas mediciones manuales suponen una estructura de cultivo homogénea en todo el campo y extrapolan las mediciones desde varios puntos en una línea de cultivo a toda el área. La superficie total de la

hoja y el índice de área foliar (LAI) también se pueden medir manualmente. Esto implica un método destructivo, lento y costoso que incluye la defoliación total del área de muestreo seleccionada, y las posteriores y costosas mediciones de laboratorio para la cuantificación de la superficie foliar individual. También en este caso, los valores obtenidos en el área de muestreo seleccionada deben extenderse a toda el área de la parcela sin tener en cuenta ninguna variabilidad “en la fila”.

La medición electrónica de las dimensiones de la copa en los cultivos arbóreos no es un concepto nuevo. En (Giles et al., 1987; Giles et al., 1988) los autores discutieron el uso de sensores ultrasónicos para medir el volumen de la vegetación en plantaciones de melocotoneros y manzanos y utilizaron esta información para mejorar el proceso de aplicación de productos fitosanitarios. El sistema de medición se basó en tres sensores ultrasónicos colocados a diferentes alturas y montados en un pulverizador hidroneumático convencional. Este trabajo fue mejorado además por los mismos autores (Giles et al., 1989) utilizando un algoritmo de control avanzado. Los resultados generaron ahorros de plaguicidas de hasta 52% en plantaciones de manzanos.

Los sensores ultrasónicos transmiten ondas sonoras de alta frecuencia hacia un objeto y detectan el eco reflejado. La distancia entre el sensor y el objeto se calcula midiendo la diferencia de tiempo entre la transmisión y la recepción de las ondas. Las mediciones de distancia mediante varios sensores montados verticalmente se han utilizado para calcular el volumen de la masa vegetal en cultivos como frutales, cítricos y viñedos (Escolà, 2010; Zaman y Salyani, 2004; Balsari y Tamagnone, 1998). Sin embargo, debido a la divergencia relativa de gran angular de las ondas ultrasónicas (Wei y Salyani, 2004), el campo de visión se hace más grande a medida que aumenta la distancia

entre el sensor y la vegetación (objetivo), lo que reduce la precisión de las mediciones y aumenta la posible interferencia en la señal recibida de dos sensores contiguos. Schumann y Zaman (2005) establecieron que para medir los manzanos con sensores ultrasónicos a distancias entre el sensor y la vegetación mayores a 2.0 m., la distancia mínima entre dos sensores ultrasónicos contiguos colocados en un poste vertical debe ser de 0.60 m para evitar interferencias. A pesar de estos inconvenientes, los sensores ultrasónicos se han convertido en una de las herramientas más interesantes para mejorar el manejo de productos fitosanitarios en plantaciones de frutales y viña en los últimos años.

La caracterización electrónica de la vegetación posibilita la implementación de técnicas para la ejecución de una aplicación variable de fitosanitarios, permitiendo la modificación de la cantidad aplicada de acuerdo con las características del cultivo detectadas por los sensores ultrasónicos (Doruchowski et al., 2009; Escolà, 2010; Zaman y Salyani, 2004; Balsari y Tamagnone, 1998; Solanelles et al., 2006; Gil y Esolà, 2007; Balsari et al., 2008; Llorens et al., 2010). En todos esos casos, el volumen de la vegetación objetivo se estimó suponiendo un ancho de cultivo promedio para cada sección de cultivo individual de acuerdo con la altura de colocación del sensor en el pulverizador. Sin embargo, este procedimiento limita e introduce un error en la estimación del volumen total, suponiendo un ancho de cultivo constante para cada área de cultivo.

La tecnología del sensor láser también se ha adaptado para determinar las características de la copa en diferentes cultivos arbóreos. La tecnología LIDAR es una técnica de detección remota basada en la medición del tiempo que tarda un pulso láser entre el sensor y un objetivo y tiene la ventaja de que el haz puede ser muy delgado y diverge muy poco. En los últimos años, el

sensor LIDAR se ha utilizado para la caracterización de árboles frutales, viñedos, cítricos y olivos, entre otros. En Lee y Ehsani (2009), los autores utilizaron un escáner láser para definir las características geométricas de los cítricos suponiendo árboles simétricos. En esas condiciones, encontraron buena precisión para los resultados obtenidos. Rosell et al. concluyeron que un sistema LIDAR es capaz de medir las características geométricas de las plantas con suficiente precisión para la mayoría de las aplicaciones agrícolas (Rosell et al., 2009). Más recientemente, Balsari et al. diseñaron un prototipo de aplicación capaz de adaptar automáticamente el volumen de caldo y aire de acuerdo con las características del objetivo, el nivel de enfermedad del cultivo y las condiciones ambientales (Balsari et al., 2008).

La precisión de las mediciones electrónicas se ha evaluado ampliamente y se han desarrollado numerosos ensayos de campo para comparar las estimaciones electrónicas con las mediciones manuales. Tumbo et al. (2002) compararon las mediciones ultrasónicas y láser del volumen de la masa vegetal en cítricos con los métodos de medición manual. Llegaron a la conclusión de que las mediciones con láser proporcionaron una mejor predicción del volumen de vegetación que el sistema ultrasónico debido a la mayor resolución inherente, pero en cualquier caso recomendaron el uso de sensores ultrasónicos o láser para la obtención de mapas de vegetación. Wei et al. (2004) desarrollaron un sistema de escaneo láser para medir la altura, el ancho y el volumen de vegetación en cítricos, obteniendo una precisión del 96% en las mediciones de longitud en tres direcciones perpendiculares (Wei y Salyani, 2004). Arnó et al. (2006) utilizaron un sensor LIDAR para evaluar el índice de área foliar en viñedos, y los resultados se compararon con mediciones manuales. Encontraron una buena correlación entre ambos valores, lo que permitió la creación de mapas de vegetación para aplicaciones posteriores. En Zaman et al. (2007)

se analizó y cuantificó el error en las mediciones de la copa de los árboles en cítricos medidos con sensores ultrasónicos y un receptor DGPS. Los autores encontraron que los factores más importantes que afectan la precisión de las medidas fueron la velocidad de avance DGPS, la temperatura del aire, el rendimiento ultrasónico y las desviaciones en la ruta de conducción. Los sensores LIDAR y ultrasónicos se utilizaron también (Escolà, 2010) para la caracterización de los árboles en plantaciones de manzanos y perales. Curiosamente, en todos los casos, las mediciones manuales fueron significativamente diferentes a las obtenidas con dispositivos electrónicos.

El objetivo del trabajo que se presenta a continuación fue evaluar la idoneidad de diferentes dispositivos electrónicos (LIDAR y sensores de ultrasonidos) para la obtención de un mapa de las características estructurales de la vegetación en una parcela de viña. Los objetivos específicos fueron la determinación del grado de correlación entre las medidas obtenidas electrónicamente y las medidas manuales tradicionales.

Sensores embarcados en el equipo

El grupo de investigación de la Unidad de Mecanización Agraria de la Unversitat Politècnica de Catalunya (<https://uma.deab.upc.edu>) ha realizado numerosos trabajos relacionados con la aplicación variable de fitosanitarios en viña. El diseño y construcción de un equipo dotado con medios electrónicos para la caracterización de la vegetación, junto con el desarrollo de los dispositivos necesarios para conseguir una aplicación variable adaptada a la estructura de la vegetación ha dado resultados interesantes.

Para la construcción del equipo de aplicación variable se colocaron tres sensores ultrasónicos con un espacio equidistante de 0.4 m en un mástil de acero inoxidable montado en el lado izquierdo de un ventilador hidroneumático convencional (Hardi LE-600 BK / 2 con un ventilador centrífugo de 400 mm de diámetro). El equipo estaba equipado con seis boquillas individuales y ajustables (tres en cada lado de la máquina). Los tres sensores se conectaron a la unidad de control central colocada en la parte trasera del pulverizador en la que se instalaron un ordenador y un Compact Field Point (National Instruments Corporation, Austin, TX, USA). El procesamiento de datos se realizó utilizando un nuevo software específico desarrollado por el propio equipo de investigación basado en LabVIEW (National Instruments) (Fig. 4).

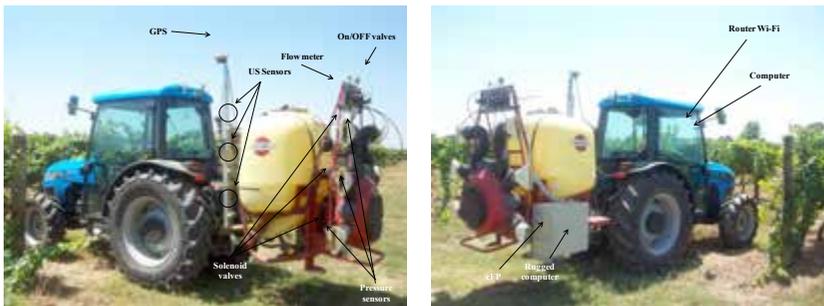


Figura 4. Pulverizador equipado con sensores ultrasónicos y LIDAR (izquierda). El sistema incluye una unidad de control con un Compact Field Point y un ordenador industrial para procesamiento de datos (derecha) (Gil et al., 2007).

En el mismo equipo se colocó también un escáner láser en el mismo mástil de acero inoxidable a una distancia de 1.40 -1.60 m sobre el nivel del suelo, dependiendo de la altura de la vegetación. El LIDAR utilizado fue un modelo LMS-200 (Sick, Düsseldorf, Alemania), un escáner láser divergente completamente automático basado en la medición del tiempo de vuelo (TOF) con una precisión de ± 15 mm en una medición de

disparo único y desviación estándar de 5 mm en un rango de hasta 8 m. El tiempo entre la transmisión y la recepción del haz láser de infrarrojo cercano pulsado se utiliza para medir la distancia entre el escáner y la superficie del objeto reflectante. El rayo láser es desviado por un espejo giratorio que gira a 4.500 rpm (75 rps), lo que da como resultado un patrón de escaneo en forma de abanico donde el ángulo máximo de escaneo es 180°. La resolución angular se puede seleccionar a 1°, 0,5° o 0,25°, haciendo 181, 361 y 400 medidas respectivamente en el rango de exploración completo con un tiempo de respuesta de 13, 26 y 53 ms respectivamente. El LMS-200 tiene un puerto serie RS232 estándar para la transferencia de datos con una velocidad seleccionable a 9.6, 19.2 o 38.4 Kbaud y un puerto serie RS422 no estándar capaz de 500 Kbaud usando una tarjeta RS422 específica (Fig. 5).

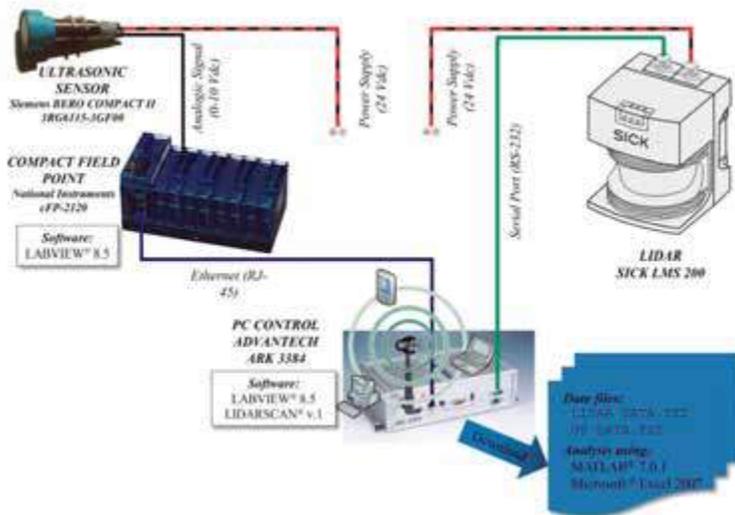


Figura 5. Esquema de las conexiones electrónicas entre todos los elementos instalados en el prototipo.

Con el equipo de aplicación variable diseñado se realizaron numerosas pruebas de campo (DO Penedés y DO Costers del Segre) en diferentes parcelas y variedades de viña (Cabernet Sauvignon, Tempranillo y Merlot). Los ensayos se repitieron a lo largo del ciclo vegetativo (Fig. 6) coincidiendo con los estadios críticos para la aplicación de productos fitosanitarios (BBCH 65, 75 y 85).

Para la caracterización manual de la vegetación se midieron tres parámetros diferentes en cada prueba de campo: altura del cultivo, ancho del cultivo e índice de área foliar. El procedimiento de medición se organizó de acuerdo con (Manktelow y Praat, 1997), donde la altura total de la vegetación se dividió en tres zonas. Las mediciones se repitieron 10 veces en plantas aleatorizadas en toda el área de prueba. Para el cálculo del índice de área foliar, todas las hojas en 1 m de longitud de fila (cinco repeticiones para cada variedad y estadio vegetativo) se recogieron por separado de acuerdo con los tres niveles previamente definidos. El área foliar correspondiente a cada uno de los tres niveles de altura se determinó aplicando la relación peso-superficie obtenida para cada variedad y etapa de cultivo (Fig. 7). La superficie foliar se midió con un planímetro electrónico LI-COR LI 3100C.



Figura 6. Momentos de caracterización de la vegetación con sensores LiDAR. Viñas en Castell del Remei (DO Costers del Segre)

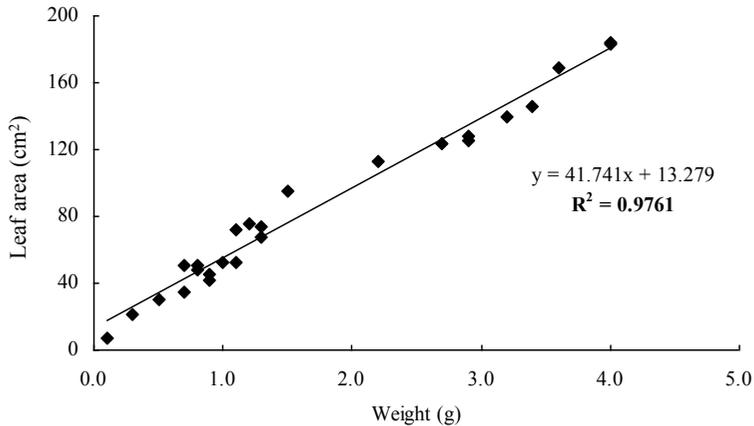


Figura 7. Relación peso-superficie en hojas de viña empleada para la determinación de la deposición (Gil et al., 2007)

Relación entre las variables obtenidas

Los valores promedio obtenidos para los parámetros más importantes utilizados para definir la estructura de la vegetación, como la altura, el ancho y el volumen de la masa vegetal obtenidos con los tres métodos analizados (manuales, ultrasónicos y sensores LIDAR) se muestran en la Tabla 1. Una evaluación preliminar indica valores relativamente cercanos de la altura medidos manualmente (C_{HM}) o con el sensor LIDAR (C_{HL}). Los valores de ancho de cultivo medidos manualmente (C_{WM}) fueron en todos los casos mayores que los obtenidos con el sensor ultrasónico (C_{WU}). El ancho de cultivo obtenido con el sensor LIDAR (C_{WL}) da como resultado los valores más bajos, probablemente debido a que es el método de escaneo más preciso y su mayor capacidad para detectar huecos en la pared de la vegetación. Luego, como consecuencia de la tendencia observada de esos parámetros, las mediciones y estimaciones del

volumen de cultivo presentan la misma clasificación, pasando de los valores más altos con determinaciones manuales (C_{VM}) a los más bajos obtenidos con el sensor LIDAR (C_{VL}).

Tabla 1. Valores de los diferentes parámetros para la caracterización de la vegetación obtenidos con los tres sistemas de medida (manual, LiDAR y ultrasonidos) (Llorens et al., 2011)

Variedad	BBCH (año)	LAI	Altura (m)		Anchura (m)			Volumen (m ³ ·m ⁻¹)		
			C_{HM}	C_{HL}	C_{WM}	C_{WU}	C_{WL}	C_{VM}	C_{VU}	C_{VL}
<i>Cabernet</i>	65 (2008)	0.6	0.69	0.58	0.62	0.37	0.25	0.42	0.23	0.06
<i>Sauvignon</i>	75 (2008)	1.1	1.03	0.79	0.56	0.49	0.31	0.58	0.55	0.17
	85 (2008)	1.0	0.77	0.82	0.59	0.46	0.25	0.45	0.49	0.11
	75 (2009)	1.1	1.00	0.72	0.54	0.46	0.31	0.54	0.48	0.16
	65 (2010)	1.1	1.06	0.74	0.48	0.39	0.21	0.50	0.35	0.10
	75 (2010)	1.3	0.97	1.21	0.78	0.52	0.27	0.76	0.52	0.17
<i>Tempranillo</i>	65 (2008)	0.6	0.37	0.56	0.62	0.29	0.19	0.22	0.15	0.04
	75 (2008)	1.2	1.14	0.79	0.59	0.42	0.21	0.67	0.43	0.06
	85 (2008)	1.6	0.90	0.90	0.57	0.37	0.22	0.51	0.33	0.08
<i>Merlot</i>	75 (2009)	1.7	0.94	0.76	0.64	0.46	0.12	0.60	0.50	0.09
	65 (2010)	1.8	1.06	0.77	0.52	0.45	0.30	0.55	0.48	0.08
	75 (2010)	1.5	1.02	0.97	0.73	0.46	0.29	0.74	0.48	0.15

El área foliar es uno de los parámetros más interesantes utilizados para caracterizar la vegetación con el fin de determinar la tasa volumétrica más adecuada en aplicaciones de fitosanitarios, pero su determinación requiere en la mayoría de los casos métodos destructivos y que requieren mucho tiempo. El uso de sensores ultrasónicos y LIDAR puede evaluarse para la estimación de este parámetro. En esta investigación, los resultados obtenidos para el volumen vegetativo, ya sea con sensores ultrasónicos (C_{VU}) o sensor LIDAR (C_{VL}) se han comparado con datos manuales del área de la hoja para todas las pruebas de campo. La figura 8 muestra la relación entre esos parámetros, dando buenos resultados para los valores del sensor ultrasónico ($R^2 = 0.51$), siendo este valor más alto que el obtenido con LIDAR ($R^2 = 0.21$). Este hecho puede

explicarse por la mayor precisión de las mediciones LIDAR en comparación con el sensor ultrasónico. Para cualquier corte de cultivo único, el volumen de la vegetación se genera con tres mediciones individuales obtenidas con los sensores ultrasónicos, mientras que, para el mismo corte, LIDAR utiliza 180 puntos medidos. Entonces hay una alta probabilidad de encontrar agujeros (huecos) en la pared de vegetación, con la consiguiente disminución del volumen calculado. Esas diferencias se pueden observar en la relación entre los volúmenes calculados con los dos sensores (Fig. 8 derecha), donde a pesar de una buena correlación entre los valores ($R^2 = 0.56$), se pueden observar diferencias en los volúmenes medidos.

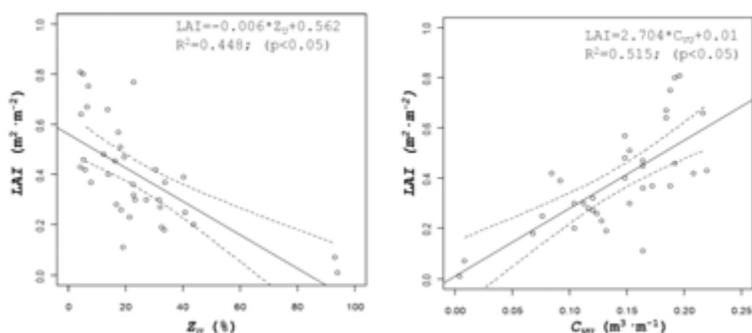


Figura 8. Curvas de correlación entre el índice de área foliar medida (LAI) y el porcentaje de valores cero obtenidos con los dos sensores (izquierda). En el lado derecho, correlación entre LAI y el volumen de cultivo estimado con sensores ultrasónicos y LIDAR. (Llorens et al., 2011)

En relación a la determinación del área foliar, uno de los parámetros más eficientes utilizados para el cálculo del volumen óptimo de aplicación y la cantidad de producto fitosanitario, los resultados de la altura media de vegetación obtenidos con el sensor LIDAR (C_{HL}) permiten el cálculo preciso del área foliar para un lado de la pared de vegetación. La comparación de los valores obtenidos con los resultados de las medidas manuales (LWA_M) demostraron que estas últimas tienden a sobreestimar los va-

lores obtenidos con el sensor LIDAR en alrededor de un 30% superior. Estas diferencias afectan sustancialmente al cálculo de la cantidad de producto fitosanitario a aplicar, con el riesgo en algunos casos de provocar dosificaciones excesivas innecesarias.

5.3. Comentarios sobre el uso de sensores embarcados

Tras los resultados obtenidos durante varios años de ensayos, se puede concluir que:

- El uso de sensores ultrasónicos permite obtener información interesante sobre el ancho del cultivo y su variabilidad a lo largo de la hilera, pero aparecen limitaciones debido al rango de actuación del sensor y al aumento de la amplitud de onda dependiendo de la posición. Las mediciones de ancho de cultivo puntual deben extrapolarse a un área de vegetación definida, con cierto riesgo de errores.
- A pesar de las dificultades mencionadas anteriormente, se puede predecir, con buena precisión, información interesante como el volumen de vegetación o incluso el índice del área foliar.
- La caracterización de la vegetación con sensores LIDAR parece un método muy preciso. Se puede obtener información valiosa, como el porcentaje de huecos en la pared del cultivo, la variabilidad de la altura a lo largo de la hilera o incluso el área de la pared de la hoja con buena precisión. Pero la parte más difícil del sensor LIDAR ocurre durante el análisis de datos posterior al procesamiento. Se debe desarrollar un software específico para obtener información precisa.
- Los datos obtenidos con sensores ultrasónicos son en general menos precisos que los obtenidos con LIDAR, pero

este hecho se puede compensar con su facilidad de uso, especialmente cuando se compara con el sensor LIDAR.

En general, el uso en campo de sensores ultrasónicos y láser, junto con un software adecuado, parecen herramientas interesantes para mejorar el proceso de aplicación de productos fitosanitarios, al usar toda la información detallada de la estructura de la vegetación en la definición de las dosis óptimas de producto y en el volumen de caldo a distribuir.

5.4. Sensores remotos: drones

La caracterización de la vegetación es un aspecto crucial para lo que se define como estrategias de gestión de manejo específico (*Site Specific Management*). Especialmente cuando se requiere información georreferenciada sobre la estructura y la variabilidad de la vegetación en la parcela (De Castro et al., 2018), el uso de tecnologías de detección remota y no destructivas se convierte en una alternativa muy útil, que ofrecen la posibilidad de una evaluación rápida de grandes áreas (Hall et al., 2002; Johnson et al., 2003). Los vehículos aéreos no tripulados (UAV) o drones se han utilizado ampliamente para transportar dispositivos de detección remota debido a su flexibilidad para la programación de vuelos, la versatilidad y la gestión asequible. Información espacial directa o indirectamente relacionada con las características de la vegetación o información sobre el área evaluada como el contenido hídrico (Baluja et al., 2012), la detección de enfermedades (Albertis et al., 2017) y la caracterización de las dimensiones geométricas de la vegetación (Ballesteros et al., 2015; Weiss et al., 2017; Mathews et al., 2013; Poblete-Echevarria et al., 2017) pueden registrarse de manera práctica y eficiente. De Castro et al (2018) desarrollaron un proceso completamente automático para la caracterización de la vegetación de viñedo adaptado a diferentes condiciones de

cultivo, lo que representa una mejora importante en el proceso de caracterización de la masa vegetal, generando un método eficiente, confiable y preciso en el tiempo, evitando posibles errores inherentes al proceso manual.

Los UAV integrados con dispositivos específicos para la adquisición de datos se han probado en diferentes condiciones y cultivos con diversos resultados (Primicerio et al., 2012; Xiongkui et al., 2017; Matese et al., 2015; Patrick y Li, 2017). Las ventajas potenciales del UAV para la caracterización de la vegetación están vinculadas a su capacidad de caracterización de grandes áreas, costo relativamente bajo de funcionamiento, gran capacidad para registrar grandes volúmenes de datos y potencial para obtener una imagen real desde arriba, brindando información complementaria sobre el cultivo distribución sobre el área medida. La teledetección, y más específicamente el NDVI (Rouse et al 1974), ha sido ampliamente estudiada y correlacionada con ciertas características estructurales y fisiológicas de las vides. Por ejemplo, LAI (índice de área foliar) se encontró fuertemente relacionado con NDVI en viñedos (Johnson 2003, Johnson et al 2003).

Sin embargo, incluso si se ha demostrado en gran medida la relación entre las características de la vegetación y la cantidad óptima de producto fitosanitario/volumen de agua durante las aplicaciones de pulverización en cultivos específicos como el viñedo, todavía hay una brecha en la investigación centrada en la tecnología de aplicación variable (*Variable Rate Application* – VRA) en este tipo de cultivos, donde la estructura y las dimensiones de la vegetación se han demostrado como uno de los factores que más afectan la eficacia del proceso.

El grupo de investigación de la UMA-UPC inició hace algún tiempo una línea de trabajo con el objetivo de encontrar una

adecuada relación entre los datos obtenidos con sensores remotos embarcados en un dron y alguna de las características que definen la estructura de la vegetación. La hipótesis de trabajo planteada fue que el NDVI es un buen indicador del vigor de la masa vegetal y, en consecuencia, es posible modificar el volumen de aplicación según las diferentes zonas de NDVI obtenidas para mantener una cobertura de aplicación aproximadamente constante.

Se plantearon una serie de ensayos de campo en el corazón de la zona vitivinícola de la Denominación de Origen Penedès, una de las zonas vitícolas de referencia en España. Se seleccionó una parcela comercial de unas 5 ha de variedad Cabernet Sauvignon en el municipio de El Plá del Penedés (Barcelona), con una densidad de plantación de unas 3000 plantas/ha. Durante todo el periodo vegetativo, y durante dos campañas, se realizaron ensayos en diversos periodos de crecimiento del cultivo.

La caracterización de la vegetación se realizó utilizando un hexacóptero (DroneHEXA, Dronetools SL, Sevilla, España) con una autonomía máxima de 15 minutos a plena carga de 2.5 kg y 25 minutos para el caso sin carga. El hexacóptero se cargó con una cámara digital (RedEDGE, Micasense, Seattle, USA) equipada con una matriz de cinco sensores, cinco lentes y sus filtros correspondientes. La función de cada filtro era adquirir la banda estrecha correspondiente en el espectro: tres en la zona visible (rojo centrado a 668 nm (R), verde a 560 nm (G) y azul a 475 (B)); uno en el RedEdge centrado a 717 nm (RE); y el último en el infrarrojo cercano centrado a 840 nm (NIR). Los anchos de banda espectrales de cada filtro fueron 10 nm para R y RE, 20 nm para B y G y 40 nm para NIR. El vuelo se realizó a 95 m sobre el nivel del suelo (AGL) a una velocidad de vuelo de crucero de 6 m/s (Fig. 9). Las zonas superpuestas se ajustaron al 80% en el sentido de vuelo y al 60% en el sentido transversal.



Figura 9. Imágenes de vuelos de caracterización de la vegetación con dron en dos estadios vegetativos diferentes

Con el fin de obtener una gama completa de datos a lo largo del todo el ciclo vegetativo, se organizaron tres vuelos diferentes con el UAV en tres etapas diferentes, correspondientes al comienzo de la floración (BBCH 61), el tamaño del guisante de las bayas (BBCH 75) y el comienzo de maduración (BBCH 81). Antes del primer vuelo, se estableció un proceso aleatorio para identificar un total de 69 puntos de muestra en la parcela (Fig. 10). Cada punto de muestra, que consistía en un tramo de hilera de 1 m, se identificó correctamente para organizar una caracterización manual completa después de cada vuelo, con el objetivo principal de determinar la posible relación entre los datos obtenidos con la tecnología de teledetección y los parámetros reales de la vegetación.



Figura 10. Puntos de muestreo seleccionados en toda la parcela para la comparación de los valores obtenidos con los diferentes métodos de caracterización de la vegetación (Campos et al., 2019)

De acuerdo con los objetivos establecidos en este trabajo, los datos obtenidos con la cámara multispectral se evaluaron para encontrar una relación adecuada con uno o varios parámetros de la vegetación obtenidos después de una caracterización manual precisa. La Tabla 2 muestra los valores promedio de los parámetros principales de la vegetación (incluido el NDVI) para los tres estadios vegetativos evaluados. Un análisis profundo de los datos indicó una buena correlación entre el volumen de vegetación, expresada como TRV (m^3/ha) y un índice generado a partir de la combinación de NDVI y el área proyectada medida por el UAV (Fig. 11). Los resultados obtenidos demostraron que la caracterización de la vegetación con el sensor remoto propuesto ofrece resultados interesantes, directamente relacionados con la propuesta para determinar un parámetro común de la vegetación (EPPO, 2016).

Tabla 2. Valores medios de NDVI y caracterización manual de la vegetación para los tres estadios vegetativos analizados (Campos et al., 2019)

Estadio ¹	NDVI	Altura (m)	Anchura (m)	TRV ² ($m^3_{canopy} \cdot ha^{-1}$)	LWA ² ($m^2_{canopy} \cdot ha^{-1}$)
BBCH 61	0.4903	0.32	0.29	334	2289
BBCH 75	0.7812	1.02	0.72	2583	7185
BBCH 81	0.4617	0.91	0.49	1580	6471

¹ Según Meier (1997) - ² LWA calculado para una distancia entre filas de 2.8 m

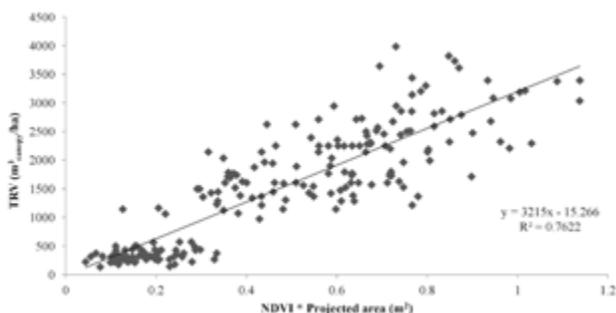


Figura 11. Relación entre el valor del TRV (medida manual) y el índice NDVI*Área proyectada (determinado a partir del vuelo con el dron). Valores obtenidos en los 69 puntos de muestreo y en los tres estadios vegetativos evaluados (BBCH 61, 75 and 81) (Campos et al., 2019).

Estos resultados se emplearon para el establecimiento de un mapa de vegetación en el que se establecieron tres niveles distintos de densidad de cultivo (Figs. 12 y 13). Los resultados obtenidos (tabla 3) se utilizaron posteriormente para la implementación de un equipo de aplicación variable en base a mapas.

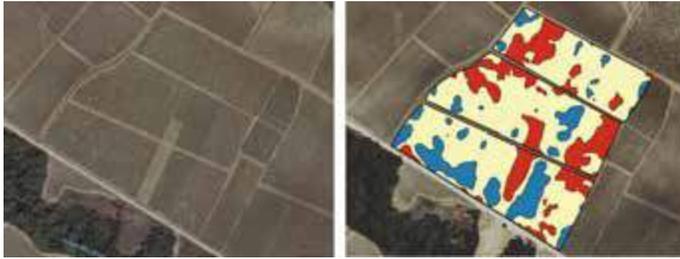


Figura 12. Izquierda: parcela seleccionada en el Plà del Penedès (finca Andreu Piñol); derecha: mapa con los tres niveles de vegetación detectados a partir de la información obtenida con el dron

Tabla 3. Valores medios de NDVI y caracterización manual de la vegetación para las tres zonas identificadas de la parcela (Campos et al., 2019)

Vigor	NDVI	Altura (m)	Anchura (m)	TRV* ($\text{m}^3_{\text{canopy}} \cdot \text{ha}^{-1}$)	LWA* ($\text{m}^2_{\text{canopy}} \cdot \text{ha}^{-1}$)
Bajo	0.550	0.84	0.51	1530	6031
Medium	0.605	0.95	0.46	1560	6786
Alto	0.643	1.03	0.57	2096	7388

* LWA calculado para una distancia entre filas de 2.8 m

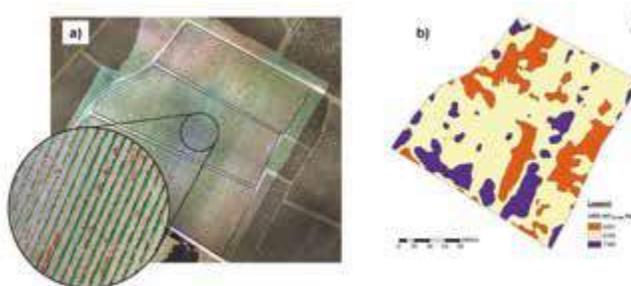
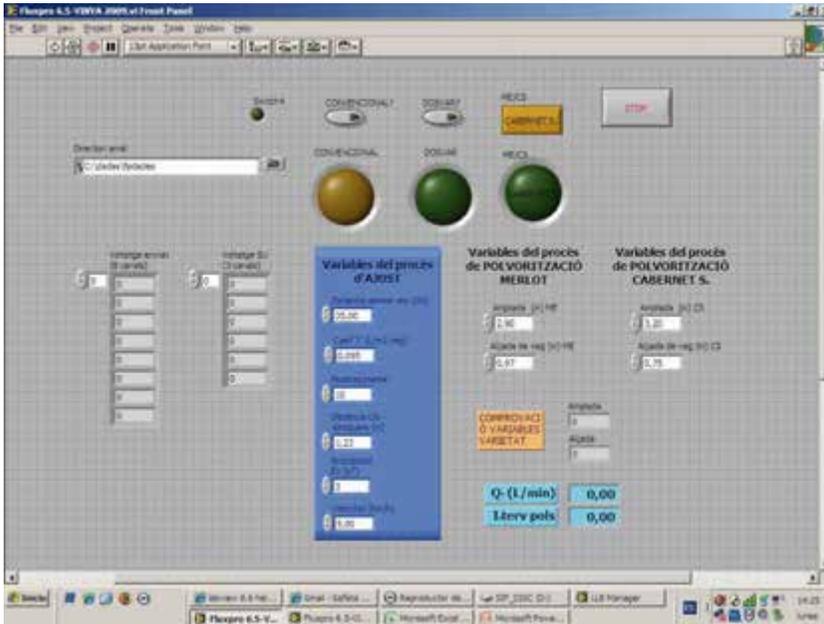


Figura 13. Datos obtenidos con la cámara multispectral instalada en el dron (izquierda) y posterior elaboración del mapa de densidades de cultivo de la parcela (Campos et al., 2019)

5.5. Conclusiones

En general, los estudios llevados a cabo ponen de manifiesto el interés y la necesidad de desarrollar métodos útiles y aplicables para la determinación de las características estructurales de la vegetación, habiéndose demostrado ampliamente la relación que estas tienen con la obtención de una distribución eficiente y eficaz de los productos fitosanitarios, muy especialmente en el caso de cultivos tridimensionales como los frutales, la viña o el olivo. Los resultados mostrados indican que se avecina un futuro brillante con la aplicación de nuevas técnicas remotas para la caracterización de la vegetación. Además, se ha puesto de manifiesto en alto interés que ello tiene para el desarrollo de equipos adecuados para una aplicación variable de fitosanitarios, lo que sin duda permite mejorar el proceso de la protección de los cultivos. Los resultados obtenidos pueden vincularse directamente con los objetivos establecidos en la Directiva Europea para el Uso Sostenible de Plaguicidas (European Parliament, 2009b).





APLICACIÓN VARIABLE ADAPTADA A LAS CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN

❖ 6. APLICACIÓN VARIABLE ADAPTADA A LAS CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN

6.1. Introducción

En toda Europa existe una sensibilidad social y política creciente en relación al uso de los productos fitosanitarios, particularmente cuando se trata de producciones como la de uva para vinificación. En este contexto, los consumidores asocian cada vez más el vino y todo su entorno a la implementación de las mejores prácticas de conservación y sostenibilidad.

Viticultores y productores de vino perciben como amenazas para el cultivo distintas enfermedades y plagas (oídio, mildiu...) ya que reducen y ponen en riesgo la vendimia y/o la calidad final del vino y del medioambiente. A su vez, el cambio climático global compromete la viticultura, ahora y en el futuro, debido a la sequía, a los desacoplamientos fenológicos y metabólicos a causa del incremento de las temperaturas, junto con un mercado más abierto y lejano que responde a nuevas necesidades del consumidor.

Un plan de lucha necesario contra las enfermedades fúngicas en viticultura, eficiente y racional en las condiciones actuales y futuras de cambio climático, pasa por conocer el cultivo, el estado de desarrollo de la enfermedad, optimizar la aplicación del producto fitosanitario y valorar sus efectos. Se trata de adaptar la aplicación a la densidad de cultivo, su estado fenológico, la variabilidad intraparcularia y forma de conducción, para obtener así produc-

ciones y calidades distintas. Todo ello afecta a las características de la aplicación, a la cantidad de producto y al volumen de caldo.

En resumen, es necesario optimizar la aplicación de los productos fitosanitarios determinando la dosis oportuna para cada situación en particular teniendo en cuenta que:

- Hay variación en los sistemas de formación del viñedo
- Hay diferente densidad de vegetación en función de la variedad o el estado fenológico
- Hay diferencias en la cutícula de las hojas en función del estado de desarrollo de la enfermedad, afectando a la distribución y tamaño de las gotas

La elaboración de mapas de vegetación, con información específica sobre la variabilidad intraparcularia, el uso de criterios de establecimiento de la dosis (y el volumen) óptimos basado en el análisis de los mapas, y la elaboración de mapas de recomendación de cantidad de fitosanitario adaptada a la variabilidad vegetativa junto con el uso de tecnologías innovadoras como los sensores de ultrasonidos, los sensores LIDAR, las imágenes de satélite, las fotografías aéreas o el uso de drones, representan una oportunidad única para la adopción de técnicas que permitan una fácil, rápida y eficaz caracterización de la vegetación, sin olvidar que la simplificación del proceso es un aspecto clave para garantizar la aplicabilidad del mismo por parte del usuario.

6.2. Aplicación variable en tiempo real con sensores de proximidad

Las diferentes formas y tamaños que se encuentran en los cultivos arbóreos, incluso durante la misma temporada de creci-

miento, requieren un ajuste continuo de la dosis aplicada para optimizar la eficiencia de la aplicación de pulverización y reducir la contaminación ambiental (Solanelles et al., 2002). Las técnicas de detección del objetivo a tratar se han desarrollado utilizando técnicas muy avanzadas, como sistemas de visión y escaneo láser, o con sistemas ultrasónicos y espectrales. Según Doruchowski y Holownicki (2000), los sensores ultrasónicos y ópticos se pueden usar con pulverizadores que producen un flujo de aire más o menos horizontal, como los pulverizadores con ventilador de flujo tangencial o los pulverizadores con chorro de aire dirigido. En este caso, la señal de los sensores, junto con los datos sobre la velocidad de avance del pulverizador y la distancia constante entre los sensores y las boquillas, se utilizan en un algoritmo optimizado para abrir y cerrar boquillas individuales de acuerdo con la presencia o ausencia del cultivo.

El rendimiento de un prototipo de pulverizador electrónico fue inicialmente probado por Giles et al. (1987 y 1988). El sistema se basó en transductores de rango ultrasónico y se montó en un pulverizador hidroneumático convencional. Los transductores ultrasónicos midieron la distancia a la vegetación y su rendimiento no se vio afectado por la velocidad de avance. Las aplicaciones posteriores se centraron en interrumpir la producción de pulverización cuando no había vegetación mediante diferentes tecnologías para detectarla. Jaeken y col. (1997) utilizaron un sistema de análisis de espectro para abrir y cerrar boquillas individuales. Balsari y Tamagnone (1998) también adoptaron un enfoque similar con un sistema de control ultrasónico instalado en un equipo de aplicación, detectando algunas dificultades para identificar pequeñas brechas en la vegetación debido al amplio campo de visión de los sensores. La aplicación potencial de los sensores ultrasónicos incluye el manejo del cultivo basado en la cuantificación rápida del volumen de los árboles y, según Zaman y Salyani (2004), la información también podría usarse en

la aplicación de agroquímicos a velocidad variable. Moltó et al. (2001) desarrollaron un prototipo capaz cortar la pulverización en los espacios entre las copas de los árboles a la vez que adecuaba el volumen aplicado a la variación del volumen de la copa al principio y al final de cada árbol. Whitney et al. (2002) investigaron la respuesta de un transductor ultrasónico a diferentes partes de una plantación de cítricos y también examinaron el efecto del intervalo de muestreo y el espaciado del transductor en la determinación del volumen de la vegetación.

La aplicación selectiva con un sistema preciso de detección de objetivos debe garantizar una eficacia uniforme de la aplicación y debe garantizar que grandes ahorros en el líquido pulverizado no afectarán la eficacia biológica. Este supuesto ha sido confirmado por Koch y Weisser (2000), quienes no obtuvieron diferencias significativas entre la técnica del sensor y la aplicación convencional en el control de la sarna de la manzana, la Psilla de la pera (*Cacopsylla pyri*) y los ácaros de las hojas y los brotes (*Aculus schechtendali*).

El grupo de investigación de la UMA-UPC inició una línea de investigación que consistió en el diseño, construcción y evaluación de un equipo de aplicación de fitosanitarios para tratamientos en viña capaz de realizar una aplicación variable en tiempo real. El objetivo general de este trabajo fue la adecuación de la dosis de producto y del volumen de agua a las características estructurales de la vegetación, teniendo en cuenta la variabilidad intraparcelaria. De este modo, se pretendía ajustar el volumen de caldo y la cantidad de producto a las necesidades de la vegetación, lo que en consecuencia debería redundar en un ahorro de los costes, una disminución del consumo de agua y una reducción del riesgo de contaminación. Los objetivos que se plantearon en esta línea de investigación fueron los siguientes:

- Evaluar una metodología alternativa que aplique una tasa de volumen óptima basada en la estructura del cultivo (Tree Row Volume - TRV), en comparación con la metodología tradicional basada en la cantidad de producto por unidad de superficie.
- Cuantificar los ahorros totales, en términos de reducción de la cantidad de producto fitosanitario (PPP) y de agua, por el uso del sistema de control electrónico.

Para la construcción del prototipo de aplicación variable se empleó un equipo convencional hidroneumático para la aplicación de fitosanitarios en viña (Hardi LE-600 BK/2 con un ventilador centrífugo de 400 mm de diámetro). El pulverizador estaba equipado con un depósito de 600 L y con 6 salidas individuales y ajustables (3 en cada lado de la máquina), con posibilidad de colocar hasta 5 boquillas en cada salida. Se instaló un mástil de acero inoxidable en la parte frontal del pulverizador, lo más cerca posible del eje central de la máquina (Fig. 14). Se instalaron tres sensores ultrasónicos en el mástil, y la distancia entre ellos era ajustable de acuerdo con las dimensiones de la vegetación. También se instaló una antena receptora GPS en la parte superior del mástil para evaluar la uniformidad de la velocidad de avance a lo largo de la hilera. Todos los sensores estaban conectados a la unidad de control central, que se había colocado en una caja estanca ubicada en la parte posterior derecha del equipo. También se ubicó en esta posición el equipo de control de datos, un *Compact Field Point* (cFP). Todos estos dispositivos se conectaron a un ordenador especial para trabajo en campo y un router inalámbrico. En la parte superior trasera del equipo se instaló una caja que contenía 3 juegos de electroválvulas (proporcionales y de encendido y apagado), un caudalímetro electrónico y un sensor de presión. También se colocaron sensores de presión individuales en cada una de las salidas individuales. La comunicación ina-

lámbrica permitió controlar el sistema de forma remota desde la cabina del tractor utilizando ordenador portátil convencional. Los parámetros operativos seleccionados para la aplicación se introducían en el sistema a través del ordenador instalado en la cabina del tractor. Para el control y la programación de todo el sistema, se desarrolló un software específico basado en Labview® (National Instruments, Austin, TX, USA).



Figura 14. Montaje y puesta a punto en campo del primer prototipo de aplicación variable con sensores de ultrasonidos y LiDAR desarrollado por la Unidad de Mecanización Agraria de la Universitat Politècnica de Catalunya (Gil et al., 2013)

El funcionamiento del pulverizador se basó en la estimación del volumen vegetación determinado en secciones transversales cada 10 cm y en tres alturas diferentes, similar a lo propuesto por Wheaton et al. (1995). La figura 15 muestra el principio de funcionamiento del prototipo. La distancia desde el sensor hasta el cultivo (d_i) fue medida por cada sensor, obteniendo el ancho del cultivo para cada tercio de la altura total del cultivo. Se establecieron dos tratamientos diferentes. En el primero, se calibró un pulverizador convencional para aplicar una tasa constante de 300 l/ha, de acuerdo con los resultados obtenidos por Gil (2003). En el segundo tratamiento, la tasa de aplicación se varió de acuerdo con la estructura del cultivo utilizando el método de expresión de dosis del TRV - Tree Row Volume manteniendo constante la ratio de 0.095 l/m³ de vegetación (Gil 2001).

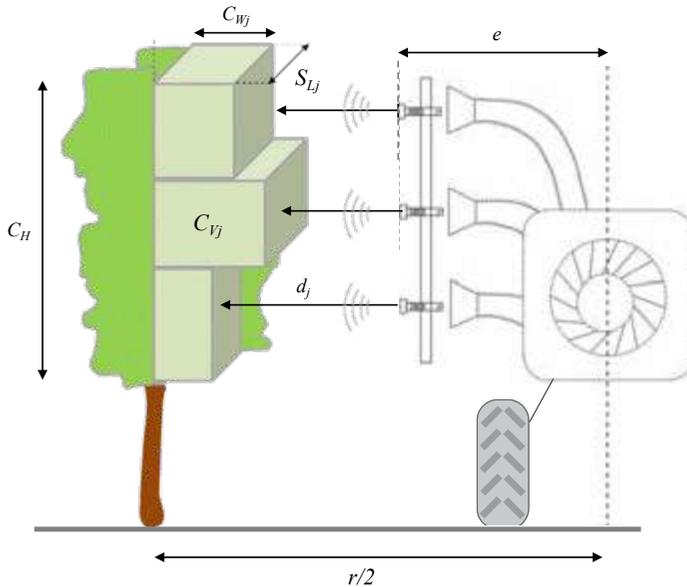


Figura 15. Principio de funcionamiento del prototipo de aplicación variable para viña desarrollado por la Unidad de Mecanización Agraria de la UPC (Gil et al., 2007)

El diagrama de flujo (Fig. 16) ilustra el funcionamiento del prototipo. Se realiza una lectura de los sensores ultrasónicos cada 0.1 m a lo largo de la fila. A una velocidad de avance promedio de $v = 4.5$ km/h, el período del bucle de software es $t = 80$ ms. Para cada medición, el sistema determina la distancia desde el sensor hasta el follaje más cercano. Este valor se transforma en el ancho del cultivo (C_w), que es equivalente a la mitad del ancho total de la vegetación. Todas las conversiones se basaron en una distancia de separación entre filas de la viña constante (r) y la suposición de que el pulverizador circula en el centro de la hilera. Una vez que la distancia (d_j) ha sido determinada por cada uno de los sensores ultrasónicos, y las lecturas de rango convertidas al ancho del cultivo (C_w), el sistema transforma esos valores en el caudal unitario a emitir por cada una de las boquillas boquilla (q_j) para aplicar el volumen de caldo adaptado a las características y a las variaciones de la vegetación a lo largo de la hilera.

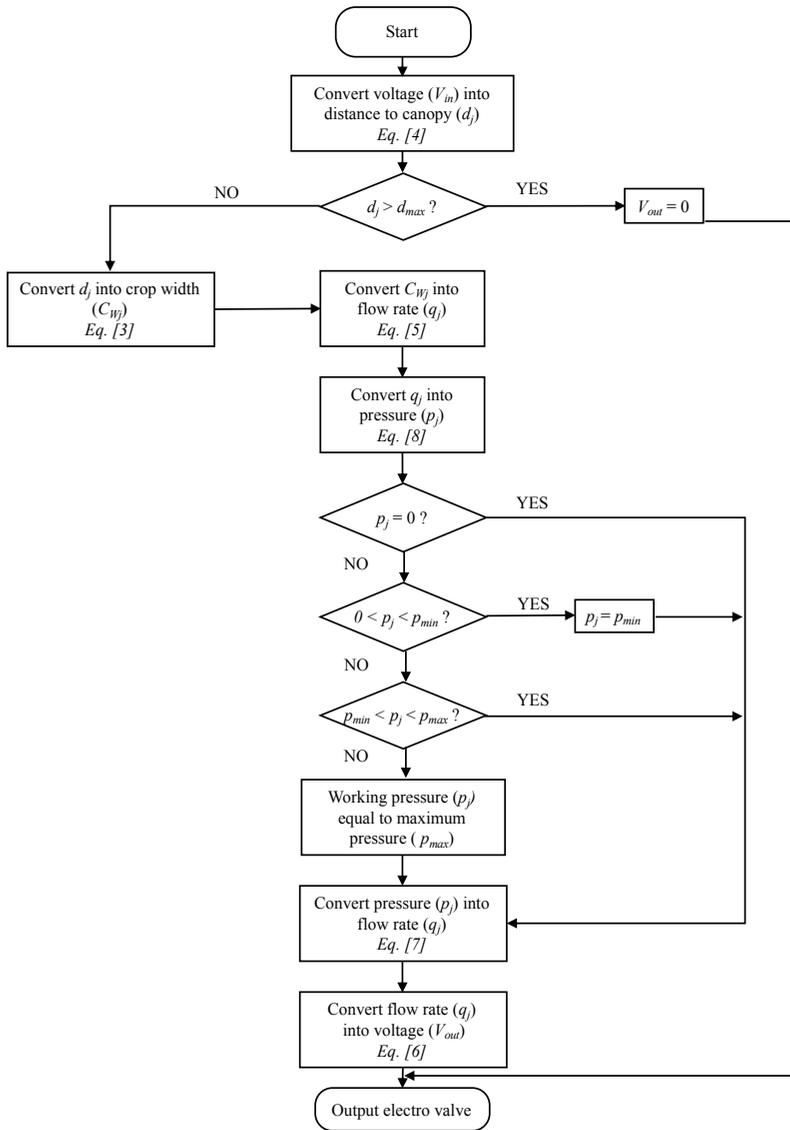


Figura 16. Diagrama de flujo del funcionamiento del prototipo de aplicación variable de fitosanitarios en viña (Gil et al., 2013)

En general, los resultados obtenidos con las dos aplicaciones diferentes fueron muy cercanos en términos de deposición y uniformidad. Es importante reiterar que, al pulverizar con el prototipo, la cantidad total de líquido aplicado fue solo del 41.2% de la del pulverizador convencional. Las variaciones en los caudales de las boquillas debido a modificaciones en la estructura del cultivo permiten la reducción de la cantidad total de líquido aplicado mientras se mantiene la calidad en la distribución (Fig. 17). El método del TRV parece que se puede utilizar para procedimientos de calibración en aplicaciones de fitosanitarios en viñedos. Este método permite mejorar los valores de eficiencia en comparación con el procedimiento de calibración tradicional basado en la superficie de terreno.

Incluso en parcelas de viñedo uniformes, se pueden observar diferencias importantes en el ancho del cultivo a lo largo de la línea. El uso de sistemas electrónicos capaces de determinar estas diferencias en tiempo real y la capacidad de ajustar los parámetros de trabajo de acuerdo con estas variaciones es una forma interesante de ahorrar cantidades importantes de fitosanitario. El uso de sensores ultrasónicos y electroválvulas proporcionales y el software y la automatización correspondientes permitieron la modificación en tiempo real del caudal de las boquillas adaptándolo a la estructura del cultivo. Esto permitió una reducción significativa en el volumen de pulverización mientras se mantenían los valores de recubrimiento y penetración similares a los obtenidos con los métodos de aplicación convencionales (Fig. 18). Por lo tanto, el agricultor puede beneficiarse al reducir el uso de productos fitosanitarios, pero se debe continuar esta línea de investigación para confirmar la eficacia biológica cuando se propone una reducción tan importante de producto.



Figura 17. Resultados comparativos entre la aplicación convencional y la aplicación variable. Se han obtenido ahorros del orden del 40%, manteniendo en todos los casos los mismos valores de recubrimiento y deposición en hojas (Gil et al., 2011a).

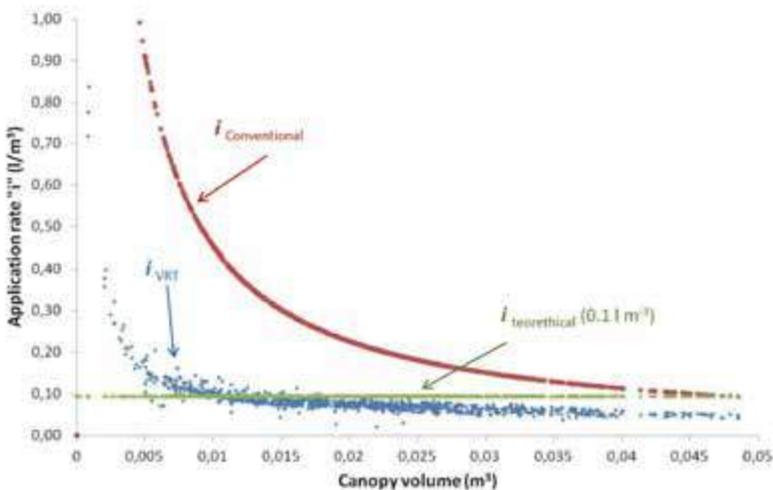


Figura 18. Resultados obtenidos con el prototipo de aplicación variable (azul). Se observa una adaptación al volumen unitario preseleccionado (verde) independientemente del volumen de vegetación, a diferencia de lo que ocurre en el tratamiento convencional (rojo) donde existen problemas de exceso de aplicación para zonas de volumen de vegetación reducido

6.3. Aplicación variable en base a mapas

La detección y caracterización de la vegetación se ha desarrollado mediante el uso de técnicas avanzadas, como sistemas de visión y escaneo láser, o mediante sistemas ultrasónicos y espectrales, obteniéndose resultados interesantes en cuanto a la reducción del volumen de aplicación y a la cantidad de producto fitosanitario empleada. Las características de los cultivos están directamente relacionadas con la cantidad total de depósitos de fitosanitario en las hojas y los valores del área foliar y las dimensiones de la vegetación (principalmente la altura y el ancho) pueden afectar ampliamente los valores de eficiencia, como una relación entre el depósito esperado y el real. Parece que cualquier enfoque para adaptar la tasa de volumen de pulverización a las características del cultivo concluirá con un principio general de que la aplicación foliar debe producir depósitos similares, independientemente del tamaño del cultivo o la densidad del cultivo. Ese sistema evitaría el problema de la aplicación de dosis excesivas, siendo éste un problema frecuente en las primeras etapas de crecimiento del cultivo.

Considerando el caso particular de los viñedos, las últimas tendencias (EPP0, 2016) se han centrado en el uso del método del área de la pared de la hoja (LWA) como la forma más precisa de establecer la relación entre la estructura de la vegetación y la cantidad recomendada de fitosanitario y agua.

La caracterización de la vegetación se convierte entonces en un aspecto crucial para un tratamiento específico adaptado a la variabilidad de la vegetación dentro de la misma parcela. Especialmente cuando se requiere información geo-referenciada sobre la estructura y la variabilidad de la vegetación y la variabilidad intraparcularia (De Castro et al., 2018), el uso de tecnologías de detección remota y no destructivas se convierte

en una alternativa muy útil, ya que ofrece la posibilidad de una evaluación rápida de grandes áreas (Hall et al., 2002; Johnson et al., 2003). Los vehículos aéreos no tripulados (UAV) se han utilizado ampliamente para transportar dispositivos de detección remota debido a su flexibilidad para la programación de vuelos, la versatilidad y la gestión asequible.

Los UAV integrados con dispositivos específicos para la adquisición de datos se han probado en diferentes condiciones y cultivos con diversos resultados (Primicerio et al., 2012; Xiongkui et al., 2017; Matese et al., 2015; Patrick y Li, 2017). Las ventajas potenciales del UAV para la caracterización de la vegetación están vinculadas a su capacidad de caracterización de grandes áreas, costo relativamente bajo de funcionamiento, gran capacidad para registrar grandes volúmenes de datos y potencial para obtener una imagen real desde arriba, brindando información complementaria sobre el cultivo distribución sobre el área medida. La teledetección, y más específicamente el NDVI (Rouse et al 1974), ha sido ampliamente estudiada y correlacionada con ciertas características estructurales y fisiológicas de la viña.

El objetivo es encontrar una buena correlación entre los datos obtenidos con las tecnologías de teledetección y las características de la vegetación. Las implicaciones prácticas de esa correlación se muestran en la forma de un nuevo dispositivo inteligente de aplicación basado en el principio de la aplicación de ratio variable (VRA) adaptado para plantaciones de viñedos. La nueva tecnología desarrollada sigue un mapa de prescripción georreferenciado obtenido mediante la combinación de la caracterización de la vegetación espacial junto con la aplicación del método modificado de LWA (área de la pared de la hoja) generado a partir de la aplicación DOSAVIÑA[®], cuyos detalles se explican posteriormente.

La Unidad de Mecanización Agraria – UPC ha desarrollado un sistema capaz de realizar una aplicación variable en base a mapas en el cultivo de la viña. Los objetivos que se plantearon en esta investigación fueron los siguientes:

- Obtener un mapa de vegetación que identifique zonas con diferencias de vigor.
- Establecer un mapa de prescripción (cantidad de líquido y de producto fitosanitario) que se aplicará de acuerdo con las variaciones de la vegetación previamente definidas
- Desarrollar un pulverizador hidroneumático convencional modificado adaptado para la lectura de mapas de prescripción y la aplicación variable geo-referenciada.
- Evaluar la precisión del prototipo creado.

El logro de los objetivos anteriores mejorará el conocimiento específico y las tecnologías disponibles para mejorar el proceso de aplicación de fitosanitarios en cultivos como el viñedo, mejorando a su vez los beneficios económicos y medioambientales derivados de la reducción potencial de la cantidad de producto fitosanitario y agua empleados.

El proceso para una aplicación variable basada en mapas de vigor de la vegetación se ilustra en la figura 19. En primer lugar, se crea el mapa de vigor con las tres zonas diferentes identificadas en la parcela, correspondiente al vigor bajo, medio y alto de la vegetación. Los valores obtenidos se ingresaron luego en la aplicación desarrollada DOSAVIÑA® (Gil y Escolà, 2009; Gil et al., 2011) para obtener la tasa de volumen recomendada. Según las recomendaciones, los volúmenes aplicados seleccionados fueron 260, 205 y 150 L/ha, para zonas de densidad alta, media y baja, respectivamente.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se adaptó un equipo comercial para tratamientos en viña. El punto de partida fue un pulverizador hidroneumático específico para viña modelo Hardi Iris-2 (Ilemo-Hardi, SAU, Lleida, España) con depósito de 1500 L equipado con cuatro brazos laterales cada uno con ocho boquillas, capaz de tratar dos hileras de viña simultáneamente. El equipo está provisto de un ventilador centrífugo que ofrecía un caudal de aire promedio de 7500 m³/h (Gil et al., 2015). El equipo original se modificó y adaptó para conseguir una aplicación variable. Para ello se instalaron los siguientes elementos (Fig. 20):

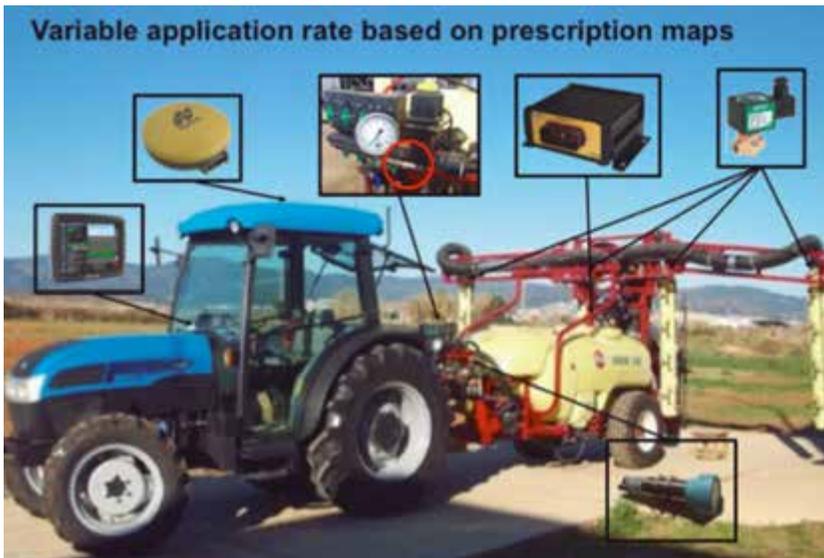


Figura 20. Diseño del prototipo para aplicación variable de fitosanitarios en viña en base a mapas de vegetación (Campos et al., 2019).

- Un sensor de presión serie GEMS 1200 (Gems Sensors & Controls, Plainville, USA)
- Dos sensores ultrasónicos Sonar Bero Compact II (Siemens AG, Munich, Alemania) para detectar la presencia/ausencia de vegetación a lo largo de las líneas de vegetación.

- Cuatro electroválvulas (Asco modelo S272, ASCO Neumatics, Rueil Malmaison, Francia) colocadas justo en el punto de alimentación de cada bajante vertical del equipo; la función de las electroválvulas era cerrar el caudal de la boquilla cuando la señal recibida de los sensores ultrasónicos indicaba que no había vegetación.
- Controlador electrónico (Topcon Corporation, Tokio, Japón), incluido el receptor GPS modelo SGR-1, con una frecuencia de hasta 20 Hz, una pantalla táctil X25 y un controlador de sección automático ASC-10. La función de este sistema era determinar la posición exacta del equipo en la parcela, calcular el volumen de aplicación asignado al punto determinado, en base al mapa de prescripciones cargado previamente, y modificar la presión de trabajo para obtener el caudal necesario en la boquilla.

El mapa de aplicación real obtenido siguiendo el procedimiento de aplicación variable anteriormente descrito, se comparó con el mapa de aplicación estándar basado en una aplicación a volumen constante de 325 l/ha, siguiendo el criterio normalmente empleado por el agricultor en el caso de una aplicación convencional. Para esos dos escenarios, se calculó el tiempo total para el proceso de pulverización, la cantidad de agua y la cantidad de tanques que se llenaron, y se comparó la cantidad de ingrediente activo (a.i) para cuantificar los ahorros. Los ahorros potenciales en términos de ingrediente activo se calcularon suponiendo una concentración de cobre del 0.4% (400 g/hL) como la recomendación de dosis común en viticultura. El ahorro de tiempo se calculó suponiendo un tiempo promedio de 45 minutos para el proceso de llenado y mezclado de cada tanque.

Los resultados (tabla 4) muestran claramente el efecto positivo de la aplicación variable adaptada a las características de la

vegetación (Fig. 21). La cantidad total de líquido aplicado en la parcela de 5 ha se redujo en un 47,3%. El ahorro correspondiente en términos de tiempo fue de aproximadamente 45 min para ambos casos, equivalente a alrededor de 9 min/ ha. Finalmente, el ahorro potencial en ingrediente activo fue de 3.1 Kg.

Tabla 4. Cuantificación del ahorro en producto fitosanitario, agua y tiempo con la aplicación variable en base a mapas, en comparación con la aplicación convencional (Campos et al., 2019)

	Volumen (L·ha ⁻¹)	Ahorro en volumen(%)	Ahorro en tiempo (%)	a.i. (Kg)	Ahorro en producto (%)
Convencional	325	0.0	0.0	6.6	0.0
VRA sin sensores	150/206/260	44.3	23.7	3.7	44.3
VRA	150/206/260	47.3	23.7	3.5	47.3



Figura 21. Equipo Iris 2 (Illemo Hardi, S.A.U.) modificado para la aplicación variable de fitosanitarios en viña en base a mapas. Ensayos en el Plà del Penedès (cortesía de Andreu Piñol).

La aplicación variable en base a mapas de vigor es en la actualidad una de las líneas de investigación fundamentales de la Unidad de Mecanización agraria (UPC). Recientemente se ha puesto en marcha un proyecto en colaboración con la bodega *Jean Leon*, situada en el municipio de Torrelavit (Alt Penedès, Barcelona). Se está trabajando en cuatro parcelas de viña de diferentes variedades: Chardonnay, Merlot y Cabernet Sauvignon. Las parcelas seleccionadas (Fig. 22) se han sobrevolado con un vehículo aéreo no tripulado (UAV) provisto con una cámara multiespectral (RedEDGE, Micasense, Seattle, USA), con 5 bandas espectrales (R, G, B, RedEdge y NIR). Se realizaron tres vuelos, en colaboración con la empresa Agromapping (<https://www.agromapping.com>), distribuidos a lo largo del ciclo de crecimiento vegetativo de la viña (BBCH 55-57, BBCH 69 y BBCH 77-79). Los vuelos se realizaron a 120 m sobre el nivel del suelo con un solapamiento central del 80% y un solapamiento lateral del 60%.

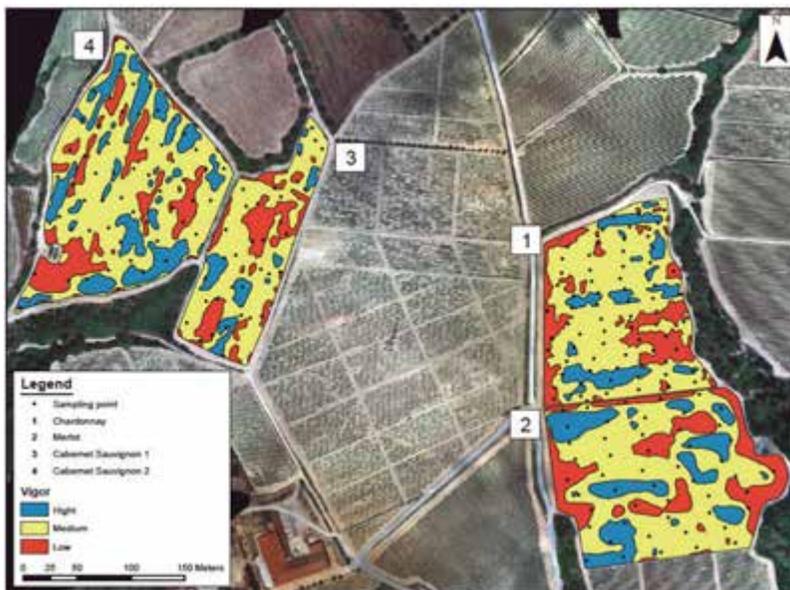


Figura 22. Mapas de vigor de las parcelas de la finca de Jean Leon (<https://www.jeanleon.com>), obtenidos a partir de la información generada tras el vuelo del dron.

Para evaluar la eficacia biológica de los tratamientos realizados con el sistema de aplicación variable, se cuantificó la afección de mildiu en hoja en las parcelas donde se realizó aplicación variable y se comparó con la afección de mildiu en hoja en parcelas tratadas de manera convencional de la misma finca y de las mismas variedades (Merlot, Chardonnay y Cabernet Sauvignon). Se realizaron dos controles a lo largo de la campaña de tratamientos, concretamente los días 5 y 31 de julio, correspondiendo aproximadamente con el estadio vegetativo siguiendo la escala BBCH 77-79 y 85 respectivamente. El muestreo y la evaluación de la incidencia del mildiu se realizaron siguiendo el procedimiento establecido en el Standard EPPO (*Guideline for the biological evaluation of fungicides*) para el mildiu en hoja (Fig. 23). Este diseño se realizó en colaboración con la Dra. De Herralde, investigadora del IRTA.

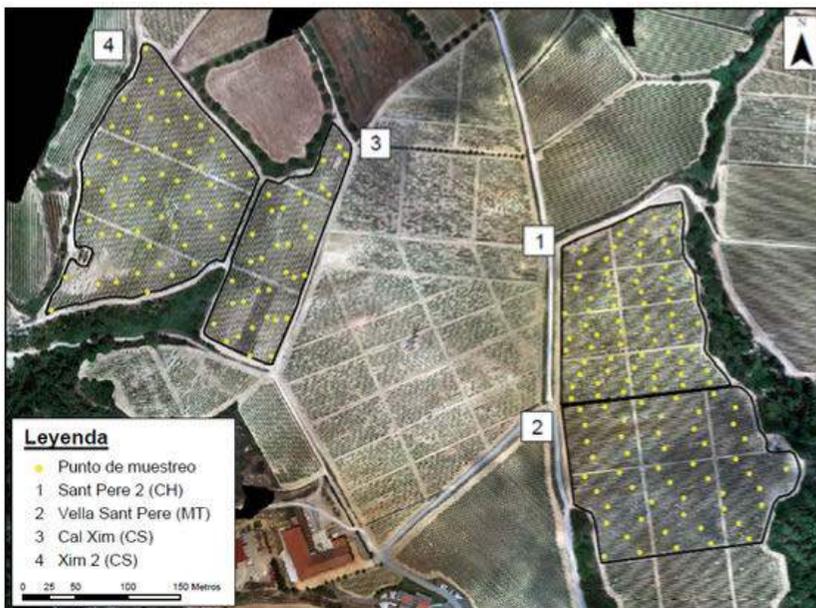


Figura 23. Puntos de muestreo permanentes en las parcelas tratadas con la aplicación variable y convencional, para la determinación del nivel de infestación de mildiu en hoja.

Los resultados obtenidos en los ensayos de evaluación y validación del prototipo de aplicación variable basado en mapas de prescripción permiten proponer algunas conclusiones:

- El sistema de aplicación variable es capaz de seguir un mapa de prescripción y modificar los parámetros de trabajo (principalmente la presión) dependiendo de la posición del pulverizador en la parcela.
- Se ha establecido un programa de tratamientos (mapa de prescripción), en función de las características estructurales de la vegetación, basado en la aplicación DOSAVIÑA®.
- El sistema de aplicación variable es capaz de obtener los mismos resultados de recubrimiento entre las diferentes zonas de la parcela a pesar de modificar la presión de trabajo y reducir el volumen de aplicación. En todos los casos ha sido posible mantener un nivel de recubrimiento entre el 20 y el 40%, rango establecido como óptimo.
- Las parcelas tratadas en base al mapa de prescripción, y por tanto con una aplicación reducida de productos fitosanitarios, no presentaron diferencias en cuanto al nivel de control de mildiu, comparadas con las parcelas tratadas de forma convencional y, por tanto, con una mayor cantidad de producto empleado.
- El sistema de aplicación variable de fitosanitarios, basado en mapas de prescripción, fue capaz de obtener mayor cantidad de residuo de cobre en hoja que el sistema convencional.

Estos resultados alentadores en cuanto a reducción de la cantidad de producto fitosanitario y mantenimiento de la eficacia de los tratamientos no han caído en saco roto. Fruto de esta investigación, recientemente se ha puesto en marcha el proyecto GO-PHYTOVID (<https://www.gophytovid.es>). Se trata de un Grupo Operativo supra autonómico financiado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (Fig. 24), en el que participa como socio la Unidad de Mecanización Agraria de la Universitat Politècnica de Catalunya. En este caso, y de acuerdo con los objetivos de los grupos operativos, se trata de un proyecto de transferencia del que forman parte centros académicos y empresas privadas. La UPC tiene como objetivo en este caso el desarrollo y puesta a punto de sistemas de aplicación variable en base a mapas en bodegas tan importantes como Miguel Torres, S.A. (DO Penedés), Viñas del Vero (DO Somontano) y Martín Codax (DO Rias Baixas).



Figura 24. Grupo Operativo GOPHYTOVID para la puesta en funcionamiento de equipos de aplicación variable de fitosanitarios en viña, basados en mapas de prescripción.

El proyecto cuenta con la colaboración de empresas como Estel Grup y Pulverizadores Fede S.A.L., quienes ponen a disposición los desarrollos de hardware que, en combinación con la App Dosaviña[®] desarrollada por UMA-UPC, posibilita la aplicación variable (Figs. 25 y 26).



Figura 25. Mapa de variabilidad de vegetación de la finca *Fransola* (Miguel Torres, S.A.) y dispositivo *Waatic* (Estel Grup - <http://estelgrup.com>) con el que, juntamente con la aplicación *Dosaviña*® se ha dotado al equipo para la realización de la aplicación variable en el proyecto *Go-Phytovid* (<https://www.gophytovid.es>)



Figura 26. En el proyecto *GoPhytovid*, las bodegas *Viñas del Vero* y *Martín Codax* trabajan con el grupo de la *UMA-UPC* en aplicación variable en base a mapas utilizando el equipo *Tecnovid Q* de *Pulverizadores Fede, S.A.L.*, en combinación con la *App Dosaviña*®

6.4. Beneficios de la aplicación variable en viña

Las características estructurales de la vegetación tienen una influencia sustancial en la calidad de la distribución, y algunos de los parámetros principales en la estructura del cultivo deben usarse para definir el volumen óptimo a aplicar. Los resultados obtenidos con el equipo de aplicación variable desarrollado han demostrado la capacidad para gestionar la variabilidad de la vegetación y modificar instantáneamente los parámetros de trabajo (presión y caudal de la boquilla) para una distribución

de fitosanitarios más precisa y segura, mucho más respetuosa con el medio ambiente.

Los sistemas de detección y control del prototipo desarrollado son lo suficientemente eficientes y fiables como para detectar variaciones menores en la estructura de la vegetación, y estas mediciones se pueden utilizar para establecer una cantidad más adecuada de producto fitosanitario de acuerdo con las características del objetivo. Además, según los resultados de este estudio, se puede ahorrar una cantidad considerable de producto y de agua utilizando las nuevas tecnologías disponibles para caracterizar la estructura de la vegetación a lo largo de la hilera.

Se ha demostrado el ahorro potencial en el uso de fitosanitarios mediante el uso del prototipo desarrollado. Sin embargo, el sistema necesita ser mejorado para lograr un método más robusto y amigable listo para su utilización a un nivel convencional. Los problemas encontrados durante las pruebas de campo demostraron la necesidad de desarrollar una unidad comercial fácil de usar y de bajo costo, para que los productores puedan adoptar el sistema sin demasiadas dificultades.





DOSAVIÑA – UNA APP PARA EL SECTOR VITÍCOLA

❖ 7. DOSAVIÑA – UNA APP PARA EL SECTOR VITÍCOLA

7.1. Introducción

El objeto principal de la Directiva Europea de Uso Sostenible de Fitosanitarios es, según consta en su artículo primero “*establecer un marco para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas mediante la reducción de los riesgos y los efectos del uso de los plaguicidas en la salud humana y el medio ambiente, y el fomento de la gestión integrada de plagas y de planteamientos o técnicas alternativos, como las alternativas no químicas a los plaguicidas*”. Una lectura detenida y pensada de esta frase pone de manifiesto una clara tendencia hacia la reducción del uso de fitosanitarios. Una reducción que no implique mermas en la eficacia de las aplicaciones, que permita el mismo o mejor nivel de control de las plagas y/o enfermedades, y que garantice una calidad medioambiental óptima.

Numerosos trabajos de investigación llevados a cabo para analizar el efecto de la reducción de la dosis y/o del volumen de caldo a distribuir, en todos los cultivos pero fundamentalmente en aquellos que podemos llamar “tridimensionales” como los frutales o la viña, han puesto de manifiesto que, independientemente del criterio empleado para su determinación, los resultados tanto desde el punto de vista de uniformidad de distribución como de reducción de pérdidas en el suelo, control de la deriva y nivel de control de la plaga o enfermedad, han sido siempre iguales o superiores cuando se han empleado volúmenes reducidos con respecto a los criterios originales de

aplicación. Según Ebert y Downer (2006) “la dosis tiene poco que ver con la eficacia ya que hay suficiente materia activa para controlar la plaga durante los procesos de aplicación normal”. Dicho de otra manera, es posible que el éxito de todas las investigaciones radique en el hecho de que resulta obligado un adecuado proceso de calibración de los equipos, un control exhaustivo de los parámetros operativos (velocidad de avance, presión de trabajo, tipo y calibre de las boquillas, caudal de aire del ventilador...) para la realización de los tratamientos. Y ese mismo fenómeno es el que de forma indefectible se manifiesta en cualquiera de las acciones formativas o jornadas de campo que se realizan. En todas ellas, cuando se compara la calidad de las aplicaciones normalmente realizadas por el usuario con la calidad una vez realizado el proceso simple de calibración, los resultados son alentadores. Mismo efecto en cuanto a control de plaga con menor volumen de aplicación. Y se la dosificación del producto se realiza de acuerdo a criterios de concentración, el resultado es además una reducción de la cantidad de fitosanitario a emplear.

Pero ¿cuál es el volumen óptimo de aplicación? Y, sobre todo, ¿cómo se debe expresar la dosis de producto fitosanitario? Son dos preguntas de difícil respuesta, aunque bien es cierto que en estos últimos tiempos se han producido avances encaminados a mejorar ambos procesos. Respecto al primero de ellos, parece lógico pensar que el volumen de aplicación, cuando hablamos de tratamientos en viña (y lo mismo puede aplicarse al caso de los frutales) debe pasar por tener en cuenta las características del objeto que se desea “mojar”.

En todo caso, debe tratarse a dosis ajustadas a las necesidades estrictas del tratamiento, dándose por supuesto el empleo de las mejores técnicas disponibles que permitan alcanzar el nivel de control (eficacia) esperado. Actualmente, en tratamientos de

cultivos arbóreos (cultivos 3D), la dosis expresada simplemente en concentración (%) o por superficie tratada (Ha) se considera que no se ajusta a estos principios. Es necesario, por tanto, avanzar en la adopción de una forma común para la expresión de dosis que tenga en consideración las características del cultivo y sea fácilmente aplicable a escala productiva. Lograr una aplicación racional de los productos fitosanitarios, una reducción de la cantidad de plaguicida empleado, un importante ahorro económico y una notable disminución del riesgo de contaminación medioambiental se presentan como los restos más importantes.

Existe desde hace tiempo una discusión sobre los modelos de ajuste de la dosis de producto fitosanitario y el volumen de caldo adaptados a las características de la vegetación. Los más significativos en el caso de la viña son el Leaf Wall Area (LWA), basado en la anchura de la calle y la altura de la vegetación y el Tree Row Volume (TRV) basado en la anchura de calle, la altura y anchura de la vegetación. Recientemente la EPPO ha decidido adoptar el sistema LWA (superficie de pared vegetal) como referencia para expresar la dosis en viñedo en espaldera. El sistema ya está siendo utilizado en los ensayos de eficacia previos al registro; sin embargo, en la práctica productiva, plantea interrogantes que deberán resolverse. Por otra parte, en el Registro Oficial de Productos Fitosanitarios, aún se mantienen productos registrados con las formas de expresión tradicionales.

Un análisis pormenorizado de estas recomendaciones tradicionales en cuanto a cantidad de producto fitosanitario a emplear, a partir de la información disponible en las etiquetas de los productos fitosanitarios, indica cuando menos cierto desconocimiento o cierta inseguridad. Recomendaciones basadas en la superficie de terreno (kg/ha) o en la concentración de producto

($\text{cm}^3/100 \text{ l}$), son informaciones habituales que podemos encontrar y que muchas veces confunden al usuario.

La adopción del método LWA (Leaf Wall Area) propuesto por EPPO para la expresión de dosis, al menos en cultivos verticales de porte uniforme, parece razonable. La explicación es simple: si cuando hablamos de aplicación para cultivos bajos el término l/ha (o kg/ha) es evidente, y para su determinación el parámetro anchura de la barra es fundamental, ¿por qué no emplear algo similar en viña? Si pensamos en una pared de vegetación más o menos uniforme de una viña emparrada, es evidente que el objetivo a “mojar” es esa pared de vegetación, es decir, las dos caras de cada una de las hileras. El método del LWA lo que propone es recomendar la cantidad de producto en base a la superficie de pared de vegetación, independientemente de la superficie de terreno. Para ilustrarlo pongamos un ejemplo (Fig. 26): supongamos una plantación de viña con una distancia entre hileras de 1.7 m y una altura de la vegetación de 1.8 m. Con un sencillo cálculo podemos llegar a obtener el número 21176 m^2 que corresponde exactamente a la superficie de pared de vegetación que deseamos cubrir con el producto fitosanitario. En este caso, si en la recomendación de la etiqueta aparece el valor de $300 \text{ l}/10000 \text{ m}^2$ de pared de vegetación, el ajuste de la máquina debería realizarse para aplicar 635 l/ha . Sin embargo, ese mismo producto y esa misma aplicación cuando se realiza en una viña cuyas hileras están separadas 3 metros, el ajuste de la máquina deberá ser tal que proporcione 360 l/ha . Hablamos de la misma superficie de terreno y ajustamos la cantidad en función de las características de la vegetación. Otra forma racional de ahorro de caldo y de producto.



Figura 26. Dos ejemplos de la influencia de la estructura de la vegetación y de la no adaptación de la expresión de dosis en kg/ha. Las imágenes pueden representar dos hectáreas de viña, siendo evidentes las enormes diferencias entre las mismas en cuanto al objetivo a pulverizar.

Por tanto, las características estructurales y/o geométricas de la vegetación tienen su importancia. Los numerosos trabajos de investigación llevados a cabo ponen de manifiesto que los métodos tridimensionales de expresión de dosis logran tan buenas eficacias biológicas con al mismo tiempo un uso más eficiente del producto. Por lo tanto, hoy en día, la expresión de dosis en cultivos verticales como los frutales o la viña debería expresarse como unidad de dosis en kg o l de producto por hectárea y metro de altura de la cubierta, o por unidad de volumen de vegetación. Dicho de otro modo, en una hectárea de terreno (10000 m^2) la cantidad de vegetación es muy diferente en una misma parcela dependiendo del estadio vegetativo, de la variedad, del marco de plantación... por lo que hablar en términos de volumen por hectárea resulta algo ambiguo. Bien es cierto que se deben establecer sistemas de fácil aplicación, y que para caracterizar la vegetación se deben establecer medidas simples y rápidas en campo que le permitan al agricultor su aplicación inmediata. Cualquier otra alternativa supondrá el abandono definitivo de la propuesta.

7.2. DOSAVIÑA: una APP para el sector

Optimizar el uso de productos fitosanitarios en viña, adecuando el proceso a los requerimientos establecidos por el nuevo marco legislativo europeo derivado de la implementación de la

Directiva Europea de Uso Sostenible de Plaguicidas (Directiva 128/2009/EC). La aplicación permite el cálculo de la cantidad óptima de producto fitosanitario y de volumen de agua, adaptada a los condicionantes específicos de la vegetación, ofreciendo además al usuario las recomendaciones técnicas adecuadas para una correcta aplicación, evitando pérdidas de producto innecesarias, lo que reduce el coste económico de la aplicación y evita problemas de contaminación medioambiental y generación de residuos no deseados en el producto final.

La aplicación desarrollada permite determinar la cantidad adecuada de producto fitosanitario y el volumen de caldo óptimo en función de las características de la vegetación. Se trata de un avance en la denominada *Crop Adapted Sprayer*, basada en una modificación del método LWA (*Leaf Wall Area*), establecido como el método a emplear en los procesos oficiales de registro de los nuevos productos fitosanitarios en la Unión Europea (ref. EPPO). La aplicación está disponible (Fig. 27) en siete idiomas (español, catalán, inglés, francés, italiano, griego y chino), dos sistemas de unidades (SI e Imperial) y lista para la descarga gratuita desde las plataformas IOS y ANDROID (existe también la versión web en <https://dosavina.upc.edu>).

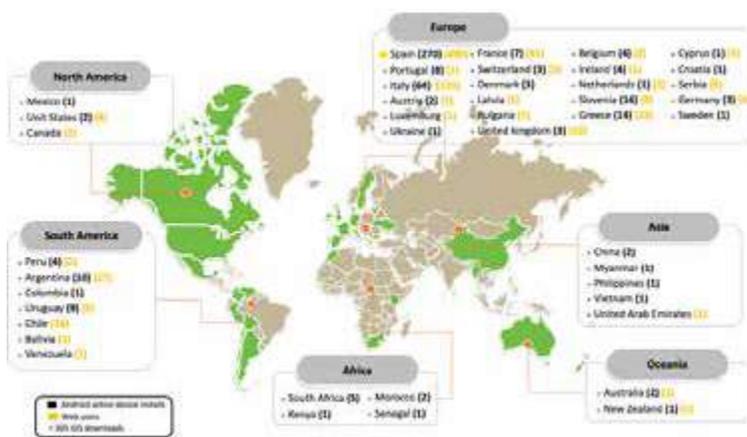


Figura 27. Mapa de descargas de la aplicación en los principales países productores de uva

Problema a resolver

El problema de la expresión de dosis de producto fitosanitario y la determinación del volumen de caldo a distribuir en los denominados “*specialty crops*” o cultivos tridimensionales – 3D, es un tema recurrente y de capital importancia desde hace mucho tiempo. La aplicación desarrollada se fundamenta en los resultados obtenidos en numerosos ensayos de campo llevados a cabo a lo largo de los últimos 25 años realizados en diferentes variedades de viña, y zonas de producción, a lo largo de todo el ciclo vegetativo del cultivo, empleando las más habituales tecnologías de aplicación existentes en el mercado. Esta amplia base de datos ha permitido generar el correspondiente algoritmo para determinar la cantidad adecuada de producto fitosanitario y el volumen de agua óptimo considerando no solo las características específicas de la vegetación, sino también la eficiencia de las distintas tecnologías disponibles. La aplicación, además, ofrece al usuario un completo proceso de selección de los parámetros operativos de mayor influencia (presión de trabajo, tipo y número de boquillas, velocidad de avance...). El nuevo DSS (*Decision Support System*) desarrollado tiene como potenciales usuarios a todo el sector productivo vitícola. Desde los pequeños productores de uva hasta las grandes bodegas, distribuidas por todas las zonas mundiales de producción de vino, están en estos momentos utilizando la aplicación. La información disponible en cuanto a número de descargas y visitas indica la presencia de Dosaviña en más de 45 países y más de 1200 visitas desde su lanzamiento en Julio de 2018.

Efecto sobre la sociedad y la economía de las explotaciones

El impacto social y económico de la aplicación es relevante. Los datos obtenidos y publicados en prestigiosas revistas internacionales (Campos et al., 2019; Gil et al., 2019) demuestran que el uso adecuado de la aplicación permite un ahorro de produc-

to fitosanitario que puede, en algunos casos, alcanzar el 25% respecto a la cantidad habitual empleada. Este hecho se traduce no solo en un importante ahorro de tiempo e incremento de la capacidad de trabajo de los equipos, aspectos estos altamente valorados por el productor, sino también un beneficio económico que en algunos casos concretos se cifra en 2.000-3.000 \$/año (Landers, 2011) y en una importante reducción del riesgo de contaminación medioambiental, no solo por la propia reducción de la cantidad de producto fitosanitario empleado sino también gracias a la garantía de uso del equipo de aplicación en condiciones óptimas. La aplicación ha sido adoptada recientemente por grandes fincas productoras para la gestión habitual de su programa de protección de cultivos, con resultados positivos en cuanto a reducción del uso de fitosanitarios, ahorro de costes de producción y mantenimiento del control de plagas y enfermedades. El impacto social generado por la aplicación, especialmente en el sector productivo, es importante. Dosaviña es además una herramienta incluida en los programas de formación que está llevando a cabo la Comisión Europea a través de CHAFEA (*Consumers, Health, Agriculture and Food European Agency*), concretamente en los cursos BTSF – *Better Training for Safer Food* (CHAFEA, 2018) coordinados por el Prof. Gil.

El lanzamiento y la utilización de la App DOSAVIÑA permite vislumbrar una serie de aspectos positivos en el sector, aspectos que abarcan los ámbitos técnico-agronómico, económico, medioambiental y social. A continuación, se exponen las razones del porqué de este impacto esperado.

Impacto técnico-agronómico

Los resultados experimentales obtenidos a lo largo de los más de quince años de trabajo para la validación y mejora de la aplicación, permiten garantizar un adecuado control de la plaga/enfermedad con una menor cantidad de producto fi-

tosanitario y un menor volumen de caldo. Ello tiene como consecuencia, gracias también al empleo de la herramienta de calibración, una mejor distribución del producto en la vegetación, una reducción de las pérdidas en el suelo, una menor circulación de los equipos por el campo debido al incremento de la capacidad de trabajo de las máquinas y, en definitiva, una gestión agronómicamente adecuada del control de las plagas y enfermedades.

Impacto económico

Derivado directamente del potencial ahorro tanto de producto fitosanitario como de agua. De acuerdo con los datos obtenidos, el ahorro de producto fitosanitario, cuando la dosificación empleada se basa en la concentración de producto (la mayor parte de las etiquetas de los productos están basadas en este formato) puede alcanzar el 30%. Este ahorro de producto, junto con el ahorro de agua y el consiguiente ahorro de tiempo y combustible al incrementar la capacidad de trabajo del equipo, son aspectos altamente valorados por el agricultor.

Impacto medioambiental

La mejor forma para reducir el riesgo durante la utilización de productos fitosanitarios, como así lo establece el objetivo principal de la Directiva Europea de Uso Sostenible de Fitosanitarios (European Parliament, 2009b) es la reducción de la cantidad de producto empleada. Esta reducción, ampliamente demostrada, junto con un adecuado proceso de regulación y ajustes del equipo (empleo de la App DOSAVIÑA para la selección de boquillas, presión de trabajo, velocidad de avance...) ha permitido demostrar una considerable reducción de las pérdidas de producto por deriva y esorrentía, los dos fenómenos más importantes relacionados con la contaminación medioambiental (Gil y González, 2014).

Impacto social

El impacto social de la App DOSAVIÑA se puede explicar de diferentes maneras. En primer lugar, se trata de una app, desarrollada por un grupo de la Universitat Politècnica de Catalunya, que está siendo empleada en todas las zonas de producción de uva en el mundo. Este hecho, junto con la amplia campaña de difusión que se está llevando a cabo, permite llegar no solo al sector profesional, sino también al público en general, poniendo de manifiesto de este modo el nivel tecnológico que impera en el sector productivo primario, tan denostado en algunas ocasiones. Esta App se está empleando como elemento demostrativo de que el sector se preocupa por una producción de alimentos de calidad, sin riesgo de residuos de productos fitosanitarios, y producidos de una manera medioambientalmente sostenible.

Implicación directa del sector

La aplicación Dosaviña ha sido recientemente propuesta como herramienta para la gestión de la protección de cultivos en viña por la Comisión Europea, promoviendo su empleo en la reciente reunión de Estados Miembros centrada en la revisión e implementación de la Directiva Europea de Uso Sostenible de Plaguicidas. De esta labor institucional ha derivado la adopción de la aplicación en la recientemente aprobada resolución de la OIV (Organización Internacional de la Viticultura), de la que es miembro activo el Prof. Gil, responsable de la UMA (<https://uma.deab.upc.edu>), grupo de investigación que ha desarrollado la aplicación. Dosaviña es también la herramienta principal en el recientemente iniciado proyecto LIFE PERFECT (www.perfectlifeproject.eu) que cuenta con la participación activa de la UPC y cuyo objetivo, entre otros, es el desarrollo y adecuación de la aplicación para otros tipos de formación específica en

viñedos (*Gobelet, Tendone, Pégola...*), en colaboración con el *Institut Francaise de la Viticulture - IFV* (Francia) y la *Università degli Studio di Torino* (Italia).

DOSAVIÑA es además la herramienta clave que se está empleando para la elaboración de los mapas de prescripción que, embarcados en el equipo de aplicación, permiten una aplicación modular variable georeferenciada en función de la variabilidad intraparcularia. Este desarrollo es el fundamento principal del recientemente concedido Grupo Operativo GO-PHYTOVID – Optimización del Uso de Fitosanitarios en Viticultura en base a mapas de vigor, financiado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, en el que la UPC (a través de la UMA) participa como socio investigador, en colaboración con importantes representantes del sector productivo como Miguel Torres, S.A., Codorniu, S, A., Viñas del Vero, S.A., Bodegas Martín Codax y Bodegas González Byass. El objetivo principal de este Grupo Operativo es la implementación a nivel comercial de un sistema de aplicación variable de fitosanitarios en viña basado en mapas de prescripción. Dosaviña ha sido adoptada como APP en el programa de formación puesto en marcha por *LAORE - Agenzia per l'Attuazione dei Programmi Regionali in campo Agricolo e per lo Sviluppo Rurale* en Cerdeña (Italia) en el que participa como experto el Prof. Gil. DOSAVIÑA es un elemento clave para que desarrollos como el sistema WAATIC (Estel Grup, S.A.) recientemente galardonado con el premio *RuralAPP 2018* por la Generalitat de Catalunya, que permita la ejecución en tiempo real de una aplicación variable adaptada a la vegetación en viña. Esto ha sido el resultado de un proyecto de colaboración conjunto entre la UPC (UMA) y la empresa Estel Grup. También DOSAVIÑA se está empleando en un convenio de colaboración con la empresa BayerCropScience, S.A. para el establecimiento de la información práctica a incluir en la etiqueta de los productos fitosanitarios para viña.

7.3. Fundamentos y características técnicas de DOSAVIÑA®

La determinación de la cantidad necesaria de producto fitosanitario se basa siempre en las recomendaciones de la etiqueta del producto fitosanitario a distribuir, respetando siempre los límites establecidos.

Para el cálculo del volumen de aplicación óptimo, el algoritmo empleado se fundamenta en una adaptación del método del LWA (Leaf Wall Area), incorporando aspectos relacionados con la densidad de la vegetación y la tipología del equipo de aplicación empleado. El método del LWA es el elegido en los foros europeos (EPPO, 2016) como el método más adaptado para la expresión de dosis en plantaciones en espaldera como la viña o los frutales (manzano y peral fundamentalmente). Este método se basa en el cálculo de la superficie de pared de vegetación a tratar por unidad de superficie (ha). La App DOSAVIÑA incorpora y cuantifica, como elementos novedosos, aspectos relacionados con la anchura de la masa vegetal, la densidad de vegetación y la tipología de equipo a emplear (Fig. 28).



Figura 28. Esquema general de DOSAVIÑA

Una vez determinado el volumen óptimo a distribuir por unidad de superficie ($L \cdot ha^{-1}$) y la cantidad de producto fitosanitario a incorporar al depósito del pulverizador, DOSAVIÑA ofrece al usuario la herramienta para la calibración del equipo, que incluye el cálculo y la selección automática de los parámetros de trabajo más importantes (presión, número y tipo de boquillas). Este aspecto resulta fundamental dada la extremada importancia que tiene en el éxito de la aplicación un ajuste adecuado del equipo de aplicación y la selección de los parámetros de trabajo. El algoritmo de cálculo desarrollado para el cálculo de la presión óptima de trabajo se basa en la ecuación unitaria que relaciona el caudal y la presión de cada una de las clases ISO de boquillas de pulverización, incorporando un factor de cálculo interno que permite la combinación de boquillas de distinto tamaño en un mismo equipo (Fig. 29).



Figura 29. Esquema de funcionamiento de la App DOSAVIÑA: 1. Pantalla de inicio; 2. Entrada de datos de las características estructurales de la plantación; 3. Entrada de datos de la densidad de vegetación; 4. Selección del tipo de equipo de aplicación; 5. Información de la etiqueta del producto fitosanitario; 6. Información sobre la capacidad del depósito; 7. Primera pantalla de resultados: volumen de aplicación y cantidad de producto fitosanitario; 8. Segunda pantalla de resultados: presión de trabajo, velocidad de avance, número y tipo de boquillas recomendado.

La App permite al usuario la selección uniforme de todas las boquillas de la máquina de forma automática, o bien una disposición manual al gusto, para una distribución vertical del líquido variable, adaptada a las características de la vegetación. Esta última posibilidad esta pensada para su utilización en plantaciones globulares de frutales o en plantaciones con sistema de formación en vaso o eje central (Fig. 30).

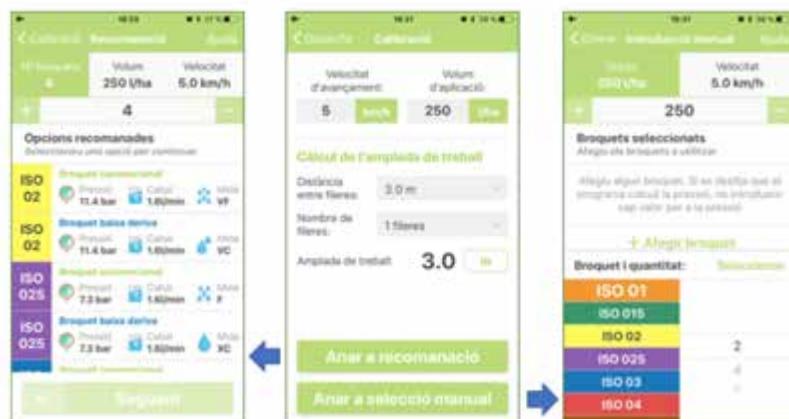


Figura 30. Centro: Pantalla de inicio del proceso de calibración y selección de los parámetros de funcionamiento del equipo; Izquierda: opción recomendada por la aplicación, todas las boquillas iguales; Derecha: opción para la selección de boquillas de forma manual

DOSAVIÑA puede utilizarse también para la calibración del equipo en aplicaciones en frutales, cítricos, olivo, almendro, etc. En este caso el usuario deberá introducir, a diferencia de lo que sucede en el caso de la viña, el volumen de aplicación deseado (Fig. 31). La App permite guardar los resultados obtenidos como favoritos, de forma que el agricultor puede disponer en todo momento de información técnica sobre las características de la aplicación llevada a cabo.



Figura 31. Pantalla de inicio y pantalla para la selección del modo de empleo de Dosavina. Cálculo del volumen óptimo (viña) o regulación del equipo

Previo a la publicación de la versión App y también la correspondiente versión web disponible en <http://dosavina.upc.edu> (Fig. 32) la herramienta se ha contrastado ampliamente en campo, en ensayos de evaluación tanto de calidad de la distribución de líquido en la vegetación, como en ensayos de eficacia biológica. Los resultados de estos ensayos de campo demuestran, como así se puede observar en las diversas publicaciones en revistas internacionales del *Science Citation Index* (Gil et al., 2019; Gil 2003; Gil and Escolá, 2009; Gil et al., 2011a; Gil et al., 2011b; Gil and Llorens, 2012; Gil et al., 2014) que el ahorro de caldo y, consecuentemente, el ahorro de producto fitosanitario, están en sintonía con un completo control de la plaga y/o enfermedad, objetivo principal y prioritario por parte del agricultor. Estas evaluaciones de campo se han llevado a cabo en zonas tan dispares como las DO Costers de Segre, DO Penedès y DO Rioja, por citar algunos ejemplos nacionales, y en otras zonas productoras como la región de los Finger Lakes (New York, USA) o más recientemente como herramienta en un proyecto de investigación y transferencia iniciado con el Gobierno autonómico de la isla de Cerdeña (Italia) en la que se

ha puesto en marcha un programa formativo para la reducción del uso de fitosanitarios en las cinco variedades de uva más importantes.



Figura 32. Versión web de la aplicación DOSAVIÑA® <http://dosavina.upc.edu>

La App ha sido distribuida hasta el momento por todos los Estados de la UE y la mayoría de los Estados candidatos. También se ha difundido por todos los países de América, incluyendo todos los países sudamericanos, Estados Unidos y Canadá, y en las zonas productoras de uva de Australia y Nueva Zelanda. Ello ha sido posible gracias a la posibilidad que ofrece la App DOSAVIÑA para ser utilizada en siete idiomas distintos y en dos sistemas de unidades (Sistema Internacional y Sistema Imperial para USA, Canadá y UK, entre otros) (tabla 5). En estos momentos, y tras varias solicitudes, se está trabajando en la traducción al euskera (colaboración con Neiker-Tecnalia), gallego (Xunta de Galicia) y griego (Departamento de Agricultura del Gobierno de Chipre).

Tabla 5. Características técnicas de la App Dosaviña

Características técnicas de Dosaviña	
Nombre	Dosaviña
Plataformas disponibles	IOS y ANDROID
Desarrollador	Unidad de Mecanización Agraria - UPC
Idiomas*	Español, catalán, inglés, francés, italiano, portugués, griego
Sistema de Unidades	Sistema Internacional e Imperial-US
Disponibilidad	Todos los países
Precio	Gratuita

La determinación del volumen óptimo de aplicación basado en las características estructurales de la vegetación, juntamente con otros parámetros que afectan directamente, requiere una amplia y laboriosa acción de ensayos de campo en múltiples situaciones (variedades, estadios vegetativos, tipo de máquina, zona...). Por eso, detrás de esta herramienta hay más de quince años de ensayos de campo en los que han estado involucrados muchos investigadores de la UMA. Por esa razón, la página inicial de la App incorpora algunos logos de organismos institucionales como la Comisión Europea o el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno de España, en forma del reconocimiento al apoyo prestado estos años atrás para la realización de los ensayos de campo.

7.4. Resultados

Previo al lanzamiento de la aplicación, el grupo de investigación de la UMA-UPC ha llevado a cabo numerosos ensayos de campo en diferentes países, condiciones, etc. con el fin de evaluar la fiabilidad de la aplicación. Así, se han realizado ensayos de deposición, comparando los resultados con los obtenidos en aplicaciones convencionales; se han ejecutado ensayos para valorar la eficacia y el nivel de control de la plaga, y se han realizado análisis económicos para cuantificar los beneficios de la reducción, tanto del volumen de caldo como de la cantidad de producto fitosanitario.

Los datos en cuanto a reducción del volumen y la cantidad de producto son espectaculares. La figura 32 muestra los valores medios de reducción de los volúmenes en diferentes fincas y variedades. Los resultados se han obtenido en zonas tan dispares como España y Estados Unidos. Se observa como, en todos los casos, la utilización de la aplicación supone una considerable reducción de la cantidad de volumen aplicado. Y si, como es el caso, la recomendación propone el mantenimiento de la concentración que aparece en la etiqueta del producto fitosanitario, los resultados en cuanto a disminución de la cantidad de producto por unidad de superficie son evidentes.

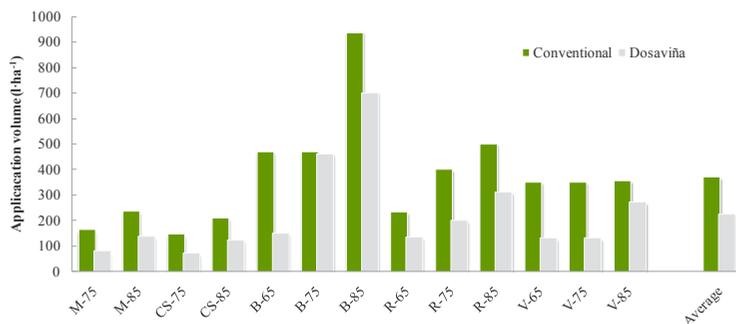


Figura 32. Resultados medios de los volúmenes de aplicación en tratamiento convencional y con la aplicación DOSAVIÑA®

No obstante, bien pudiera pensarse que una reducción de la cantidad de producto fitosanitario puede poner en riesgo el nivel de control de la plaga o enfermedad. Por ello, también se han realizado numerosos ensayos de campo para comprobar la eficacia de las recomendaciones derivadas de la aplicación. La tabla 6 muestra los resultados en cuanto al grado de control de enfermedad obtenidos, y la comparación con los resultados obtenidos con el tratamiento convencional. En ningún caso se han observado diferencias significativas entre ambos tratamientos, lo que indica un mismo nivel de control de enfermedades con una menor cantidad de producto fitosanitario.

Tabla 6. Resultados del nivel de eficacia biológica de los tratamientos realizados con la aplicación Dosaviña® y su comparación con el tratamiento convencional (Gil et al., 2013)

Control de eficacia en Merlot y Cabernet Sauvignon para oídio (*Uncinula necator*) (2009)

	Merlot % hojas infectadas			Cabernet Sauvignon % hojas infectadas		
	Control	Conv.	Dosaviña	Control	Conv.	Dosaviña
Julio 22	12.82 a	0.30 b	0.32 b	0.64 a	0.00 b	0.08 b
Julio 27	8.10 a	0.10 b	0.20 b	0.60 a	0.00 a	0.14 a
Agosto 11	4.40 a	0.00 b	0.10 b	0.20 a	0.00 a	0.00 a
Agosto 26	5.80 a	0.00 b	0.00 b	0.00 a	0.00 a	0.00 a

Control de eficacia en Merlot y Cabernet Sauvignon para oídio (*Uncinula necator*) (2010)

	Merlot % hojas infectadas			Cabernet Sauvignon % hojas infectadas		
	Control	Conv.	Dosaviña	Control	Conv.	Dosaviña
Junio 14	0.00	0.00	0.00	0.00 a	0.33 a	0.00 a
Julio 7	-*	-	-	0.22 a	0.32 a	0.35 a
Julio 28	2.10 a	0.17 c	0.82 b	0.08 a	0.13 a	0.62 a
Septiembre 2	0.00 a	0.10 a	0.28 a	0.18 a	0.20 a	0.33 a

*sin datos de campo; Conv.; aplicación convencional

Valores obtenidos de acuerdo al protocolo EPPO. Valores medios (en filas para cada tratamiento individual) seguidas por letras diferentes indican diferencias significativas según Student-Newman-Keuls LSD test ($P \leq 0.05$) realizado sobre la muestra transformada $\log(x + 1)$ para su normalización

Esto, consecuentemente, tiene efectos positivos desde el punto de vista económico. Efectos manifestados por los propios agricultores, como el ejemplo de la figura 33, en la que un viticultor de Pennsylvania (USA) señala un ahorro medio entre \$2000-3000 por año en su explotación a partir de la utilización de la aplicación Dosaviña®.

Using Simple Technology To Improve Spray Deposition and Reduce Drift at Dalrymple Vineyards

Bill Dalrymple
Dalrymple Farms, Ovid, NY

Reprinted from Sustainable Viticulture in the Northeast, Issue 5

I first saw Andrew Landers demonstrate his spray patternator at a field day demonstration in 2004. It inspired me to build my own. The unit I built cost me less than \$50, and as you can see is made mostly out of old window screens I had laying around. Each screen has a channel in the bottom that funnels the water into the seven gallon-sized jugs, so I can run my sprayer for 15 minutes and find out how evenly the water is being distributed in the canopy.

When I first tried it out with my standard sprayer settings, it was throwing spray way up to the top, which obviously wasn't making it into the vine canopy. I was able to change the direction that nozzles were pointing to adjust for the direction of air coming out of the fan - downward



canopy, instead of having half of it shoot into the air. It greatly reduced drift.

I worked with Andrew and Emilio Gil on using the "Dosaviña" program on my farm. It uses vine dimensions, growth stage, spray material, variety, and spray conditions to calculate an optimum amount of water to deliver per acre. Early in the season, I was able to mix my fungicides in the appropriate concentration for 50 GPA, but actually apply much lower volume - down to as low as 17 GPA in some cases. I feel we got the same coverage while applying much less material per acre. We didn't need so much water to cover the relatively small leaf area present before bloom, and we figure we've saved around \$2000 - \$3000 on spray materials annually on our farm.

Figura 33. Demostrados beneficios económicos de la utilización de DOSAVIÑA® (<http://www.cals.cornell.edu/cals/grapesandwine/appellation-cornell/issue-5/upload/Landers-Research-Focus-2011-1.pdf>)

Ahondando un poco más en los detalles de los ensayos de campo para la validación de la aplicación, los valores medios de recubrimiento obtenidos en numerosos ensayos de campo indicaron buenos resultados en todas las condiciones evaluadas, con un valor promedio de 33.5%. El valor de recubrimiento más bajo (27%) se obtuvo en BBCH 79-81 (la mayoría de las bayas se tocan - comienzo de la maduración) cuando la densidad foliar alcanzó valores máximos; el mayor valor se obtuvo durante los tratamientos a comienzo de la floración - final de la floración (BBCH 61-69), donde la altura de la vegetación aumentó más rápido que la densidad. En general, los valores de cobertura promedio obtenidos pueden considerarse adecuados en términos de requisitos mínimos para asegurar el control de plagas / enfermedades en cualquier proceso de aplicación de fitosanitarios. La figura 34 muestra un resumen de los valores medios de deposición obtenidos sobre papel hidrosensible para cuatro casos específicos durante los ensayos de campo. Una vista rápida pone de manifiesto un mantenimiento de niveles óptimos de recubrimiento independientemente de las características estructurales de la vegetación, lo que indica una adecuada selección y cálculo del volumen de aplicación, adaptado a las características de la vegetación.

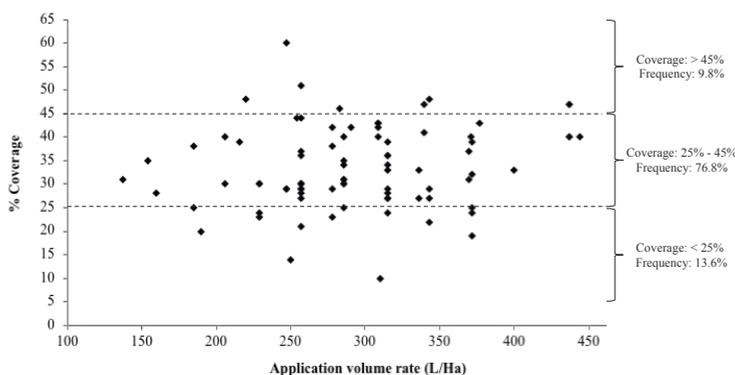


Figura 34. Resultados de porcentaje de recubrimiento obtenidos con diferentes volúmenes de aplicación calculados con la aplicación Dosaviña®. Se demuestra que en todos los casos se han obtenido valores dentro del rango óptimo. (Gil et al., 2019)

7.5. Conclusiones

DOSAVIÑA se ha desarrollado con el objetivo de ayudar a los agricultores en el importante proceso de determinar el volumen óptimo para aplicaciones de fitosanitarios en viñedos. La herramienta final desarrollada resulta un buen ejemplo de acercamiento de la investigación al sector. La nueva aplicación se basa en un método modificado de LWA e incluye un soporte de calibración del equipo de aplicación. Esta última consideración con respecto al proceso de calibración se destaca adecuadamente en la aplicación, como una de las condiciones para el éxito de todo el proceso. Tras numerosas pruebas de campo en diferentes condiciones, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- DOSAVIÑA es una herramienta intuitiva para determinar el volumen óptimo de aplicación, especialmente para plantaciones de viña emparradas, y representa un buen ejemplo de acercamiento de la investigación a los usuarios finales.
- En la mayoría de los casos, los volúmenes recomendados obtenidos después de usar DOSAVIÑA son más bajos que los comúnmente seleccionados por los agricultores. Este hecho, junto con un método de expresión de dosis basado en la concentración, conduce a una reducción consecuente de la cantidad de producto fitosanitario, en línea con el objetivo principal establecido en Europa después de la publicación oficial de la Directiva de Uso Sostenible (European Parliament, 2009b).
- DOSAVIÑA representa un complemento adecuado para la determinación del volumen óptimo de aplicación y para la determinación de la cantidad adecuada de producto fitosanitario. El proceso de cálculo automatizado permite la selección de los valores más adecuados para los parámetros

de trabajo más importantes, particularmente la presión de trabajo. Este proceso de calibración/ajuste también se incluye en los requisitos establecidos por la Directiva de Uso Sostenible.

- Los resultados obtenidos en términos de cobertura y uniformidad de deposición demostraron un alto nivel de rendimiento, incluso si se recomendaban bajos volúmenes de pulverización. En todos los casos, se obtuvieron buenos valores de cobertura, independientemente del volumen recomendado. Los resultados de las pruebas de campo demostraron que un proceso de calibración preciso y adecuado permite obtener niveles similares de recubrimiento, incluso en el caso de aplicaciones a bajo volumen.
- DOSAVIÑA permite a los usuarios seguir las mejores prácticas de manejo recomendadas para la aplicación de productos fitosanitarios en viñedos; permite reducir la cantidad de líquido y producto fitosanitario asegurando una selección correcta de los parámetros de trabajo más adecuados.

A través del análisis de los resultados obtenidos, junto con otros trabajos de investigación anteriores, se concluye que el uso de la aplicación recientemente desarrollada podría ser una herramienta efectiva para las partes interesadas involucradas en el uso de fitosanitarios, logrando reducciones potenciales en las cantidades de producto mientras se mantiene la eficacia/eficiencia de los tratamientos. Esta importante conclusión representa una clara contribución para abordar los objetivos generales europeos para reducir el riesgo y mejorar los esfuerzos para reducir la contaminación ambiental.





DERIVA: UN PROBLEMA A RESOLVER

❖ 8. DERIVA: UN PROBLEMA A RESOLVER

8.1. Introducción

Uno de los aspectos que más cambios ha experimentado en estos últimos años es el relacionado con las condiciones de aplicación necesarias para una materia activa determinada de manera que se garantice un uso seguro de la misma, evitando riesgos medioambientales y contaminaciones. Este aspecto está directamente relacionado con el establecimiento de las llamadas bandas de seguridad, es decir zonas cultivadas o no cultivadas donde no se permite la aplicación de fitosanitarios (*buffer zones*). La precisa implementación de estas bandas es obligatoria en aquellas circunstancias en las que la utilización de los productos fitosanitarios pueda conllevar un riesgo para el medio ambiente. No obstante, las características específicas de estas bandas de seguridad han dependido del criterio particular con que cada estado miembro ha implementado su Plan de Acción Nacional. Por ejemplo, en España, el Real Decreto 1311/2012 establece en su artículo 31 una banda de seguridad mínima con respecto a las masas de agua superficial de 5 metros “*sin perjuicio de que deba dejarse una banda mayor, cuando así se establezca en la autorización y figure en la etiqueta del producto fitosanitario utilizado*”. No obstante, resulta evidente que no todas las tecnologías y no todas las circunstancias son iguales, por lo que el dimensionamiento de esa banda de seguridad debería realizarse teniendo en cuenta aspectos como el grado de peligrosidad de la materia activa o el nivel tecnológico de los equipos empleados y su capacidad para reducir la deriva.

Según la ISO 22866:2005 sobre medida de la deriva en campo de equipos de aplicación de fitosanitarios (Fig. 35), la deriva se puede definir como “*la cantidad de producto fitosanitario pulverizado fuera del área de aplicación (tratada) debido a la acción de las corrientes de aire durante el proceso de aplicación*”. La deriva puede presentarse tanto en forma de gotas como de partículas secas o vapores, y es una de las principales fuentes de contaminación producida por la aplicación de productos fitosanitarios, suponiendo un riesgo para la salud y el medio ambiente (Gil y Sinfort, 2005). Además, puede contaminar otros cultivos, aguas superficiales y freáticas, zonas residenciales, etc.



Figura 35. La deriva de producto fitosanitario durante los tratamientos es un hecho constatable. La aplicación de buenas prácticas fitosanitarias, el ajuste de los volúmenes y una adecuada formación de los usuarios permiten reducir este importante problema

En este contexto, es de gran importancia poder evaluar los equipos de aplicación o las tecnologías de aplicación mediante una norma armonizada que permita plantear de forma objetiva el proceso de evaluación. Actualmente, dos son las herramientas que están a disposición para la evaluación y la medida de la deriva: por una parte, la norma ISO 22856:2008 de métodos de medida de deriva en túneles de viento en condiciones controladas en laboratorio, y por otra parte, la ya mencionada ISO 22866 que establece el procedimiento para la medida de la deriva en campo.

La primera se basa en la ejecución de una serie de ensayos de laboratorio que permiten determinar un índice (DIX) o índice

de deriva potencial (Herbst et al. 2000; Herbst, 2001) directamente relacionado con el espectro de gotas generado durante la prueba. Esta norma permite evaluar únicamente los diferentes tipos de boquillas, y no tiene en cuenta otros aspectos fundamentales como el tipo de máquina, la estabilidad de la barra (en el caso de pulverizadores hidráulicos) o las características del ventilador (en el caso de pulverizadores hidroneumáticos).

Por su parte, la ISO 22866 establece una metodología para la puesta en marcha de ensayos de campo para la determinación de la deriva de equipos de aplicación de fitosanitarios, tanto en cultivos bajos como en frutales y viña. Esta metodología se basa en el empleo de colectores, situados cerca del lugar donde se está tratando, que interceptan la “nube” de pulverización generada. Por ello, sirve para estimar la parte de la deriva en forma de gotas durante la realización del tratamiento. Esta norma presenta importantes dificultades logísticas a la hora de su implantación, y consume ingentes cantidades de tiempo y de recursos humanos (Gil et al., 2018; Ravier et al., 2005; de Schampheleire et al., 2008; Rimmer et al., 2009). A su vez, los resultados obtenidos son muy dependientes de factores externos como la dirección y velocidad del aire y por tanto muy variables y de difícil repetitividad (Arvidsson et al., 2011).

A parte de las dos normas comentadas, actualmente se dispone también de dos normas más ISO dedicadas a la clasificación en función del riesgo de deriva de los equipos de aplicación, por una parte, y de las boquillas de pulverización por otra. Así, la ISO 22369-1:2006 establece una serie de clases en función del porcentaje de reducción de deriva que una determinada tecnología supone respecto a una tecnología de referencia previamente definida. Y la ISO 22369-2:2006 establece como clasificar los resultados obtenidos en los ensayos de campos con los equipos de pulverización hidráulica cuando se aplica la ISO 22866.

Estas normas y criterios disponibles en la actualidad han permitido, entre otras cosas, la elaboración de clasificaciones de algunos equipos y boquillas presentes en el mercado, en función de su riesgo de deriva y sus posibilidades de reducción de la misma. Un ejemplo se encuentra en la base de datos presentada en ECPA (2014) – *Spray Drift Reduction Techniques* (www.sdrt.info) sobre las técnicas de reducción de deriva establecidas en los distintos países elaborada en el marco del proyecto TOPPS - Train Operatos to Prevent Pollution from Point Sources (TOPPS, 2014). Sin embargo, y a diferencia de lo esperado y aconsejable, la clasificación difiere, a veces de forma considerable, entre los distintos estados miembros de la UE para la misma tecnología.

8.2. Nueva norma para la cuantificación de la deriva potencial: ISO 22401

Las dificultades en la aplicación y ejecución de los ensayos de deriva de acuerdo con la ISO 22866 anteriormente comentada propiciaron hace unos años el desarrollo de un protocolo alternativo para la determinación del potencial de deriva en pulverizadores hidráulicos (Balsari et al., 2007; Gil et al. 2014a; Gil et al., 2015). La metodología se basa en el principio de que el potencial de deriva de la pulverización está directamente relacionado con el porcentaje de pulverización inicial que se mantiene suspendida en el aire después de que el pulverizador haya pasado. El método propuesto permite la medición del la deriva potencial (DP), que se puede definir como el porcentaje de la pulverización inicial que se mantiene suspendida en el aire después del paso del pulverizador y representa la fracción de líquido de pulverización que es susceptible de perderse por deriva, es decir susceptible a ser transportada fuera de la zona tratada por la acción de las corrientes de aire durante el proceso de aplicación. Esta descripción del riesgo de deriva es muy similar a la

propuesta por Arvidsson et al. (2011). El método desarrollado se enmarca dentro de las actividades que el WG 16 de ISO ha desarrollado durante los últimos años (Gil et al. 2014a) y que han dado como resultado (Fig. 36) la reciente publicación de una nueva norma internacional *ISO 22401- Equipment for crop protection — Method for measurement of potential drift from horizontal boom sprayer systems by the use of a test bench* (ISO, 2015).

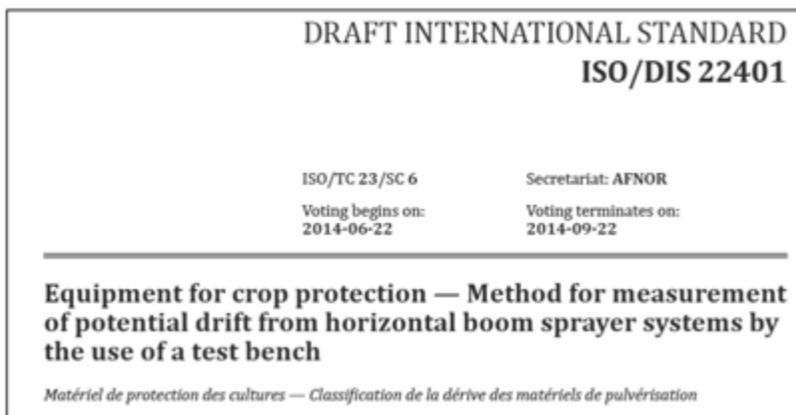


Figura 36. Norma ISO publicada recientemente para la determinación de la deriva potencial en pulverizadores hidráulicos. Para el desarrollo y publicación de esta norma ha sido fundamental los trabajos y ensayos llevados a cabo por la Unidad de Mecanización Agraria de la UPC.



Figura 37. Ensayos para el desarrollo de la nueva norma ISO 22401 para la determinación de la deriva potencial en pulverizadores hidráulicos. Se observa el método para el desarrollo de la norma utilizando el banco de deriva diseñado por AAMS-Salvarani, S.A. (www.aams-salvarani.com)

Las dificultades a las que se enfrenta la cuantificación de la deriva son aún mayores en el caso de ensayos de evaluación de campo para el caso de los pulverizadores hidroneumáticos en tratamientos en frutales y viña (Fig. 38). La gran heterogeneidad de los cultivos (olivos, viñedos, frutales, cítricos, etc.), variaciones importantes durante el ciclo del cultivo, y amplias opciones de diseño y formas de conducción de las plantaciones complican enormemente la obtención de datos objetivos. Además, la gran variabilidad en cuanto a la tipología de equipos de aplicación y las condiciones de trabajo (presión, tipo de boquilla, velocidad de avance...) hacen que sea mucho más difícil establecer un método objetivo, repetitivo y ampliamente aplicable para la medición de la deriva en estas situaciones (García-Ramos et al., 2009; Cunha et al., 2012; Gil et al., 2013; Salyani et al., 2013).

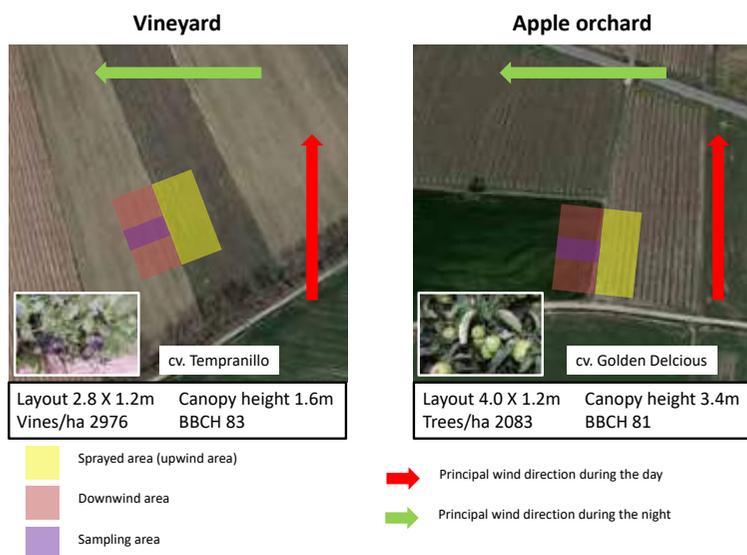


Figura 38. Condiciones específicas requeridas para la implementación de ensayos de deriva de acuerdo con la norma ISO 22866:2005. En muchas ocasiones resulta muy complicado localizar zonas en las que se puedan cumplir todos los requisitos (Grella, 2016)

La tabla 7 muestra los resultados obtenidos en cinco repeticiones de ensayos de deriva de acuerdo con la norma ISO 22866:

2005 (Gil et al., 2018). Se pueden apreciar las restricciones impuestas por la norma en cuanto a condiciones ambientales y meteorológicas, y los valores obtenidos en cada una de las repeticiones. Estos ensayos demuestran la enorme dificultad de una adecuada obtención de datos.

Los estudios preliminares sobre el desarrollo de un nuevo método para la determinación de la deriva potencial inciden en la importancia de poder establecer una metodología que no dependa de las características de la vegetación. La gran diversidad de especies, tipos de formación, dimensiones etc. dificultan el establecimiento de una clasificación objetiva. Por este motivo, y tras la publicación de la norma ISO 22401, el grupo de investigación de la UMA-UPC, en colaboración con el DiSAFA (Universidad de Turín) inició una serie de ensayos para la definición de una metodología de medida de la deriva potencial apoyándose en el banco de deriva empleado en la anterior norma ISO mencionada. El nuevo método de cálculo de DPV brinda la oportunidad de medir el potencial de deriva de los pulverizadores hidroneumáticos independientemente de las características de la vegetación. (Fig. 39).

Tabla 7. Datos meteorológicos de cinco repeticiones de ensayos de deriva, y comparación con los requerimientos establecidos por la norma ISO 22866:2005 (Gil et al., 2018)

Weather parameters	ISO 22866 limitation	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Rep 5	
Date test		26/01/2015	27/01/2015	27/01/2015	28/01/2015	28/01/20	
Start time (hh:mm:ss)		16:10:00	16:42:00	17:28:00	12:12:36	14:19:0	
End time (hh:mm:ss)		16:15:58	16:47:58	17:33:00	12:19:10	14:23:5	
Temperature height 1	T ₁	5 to 35°	15.78	16.39	16.45	10.72	14.46
Humidity height 1	HR ₁	No limitation	32.34	40.82	41.57	64.46	49.98
Temperature height 2	T ₂	5 to 35°	15.56	16.17	16.33	10.45	14.19
Humidity height 2	HR ₂	No limitation	32.64	41.33	41.63	65.45	50.69
Mean wind speed	WS	> 1 m/s	1.06	1.45	1.29	2.28	1.57
Mean wind direction	WD	0±30°	50.5	19.55	24.9	29.7	37.67
Wind outlier (<1m/s)	WS _{OUT}	<10%	48.02	8.8	17.8	2.52	19.3
Wind centered (<45°)	WC _{45°}	>30%	45	95	95	82	71
Wind not centered (>45°)	WNC _{45°}	<70%	55	5	5	16	29



Figura 39. Momentos de los ensayos de campo en Agropolis (UMA-UPC) para el desarrollo de una nueva propuesta para la determinación de la deriva potencial en pulverizadores hidroneumáticos con el banco de deriva.

Se utiliza para ello un banco de pruebas análogo al descrito en ISO22401: 2015 (ISO, 2015), que consiste en una estructura metálica equipada con espacios para colocar colectores artificiales y con una cubierta deslizante accionada por un sistema neumático.

Como ya se demostró previamente para el caso de la medida de la deriva en el caso de pulverizadores de barras (Gil et al., 2014a), el banco de pruebas ad hoc propuesto también es prometedor para la evaluación del potencial de deriva de los pulverizadores hidroneumáticos. La metodología descrita permite discriminar diferentes configuraciones de pulverizador, siendo este uno de los principales objetivos de la metodología propuesta.

De hecho, el coeficiente utilizado en el cálculo de DPV permite discriminar diferentes configuraciones de los equipos de aplicación, obteniendo curvas de distribución claramente diferenciadas. La importancia de la forma y disposición de la curva de deposición estriba en su directa relación con el riesgo potencial de deriva y la definición de la zona a proteger.

Teniendo en cuenta que es imposible lograr condiciones ambientales idénticas durante los ensayos de campo, es necesario definir el pulverizador de referencia (tipo, ventilador, salidas

de aire) y cuantificar las condiciones de aplicación de referencia (tipo de boquilla, presión de trabajo, caudal de aire) para cada tipo de cultivo. De esta manera se facilita la clasificación y cuantificación del riesgo de deriva para cada caso concreto de una manera objetiva y repetitiva.

8.3. Establecimiento de la curva de deriva de referencia en olivar

Teniendo en cuenta el hecho de que ISO 22866: 2005 es el único procedimiento oficial disponible para medir la deriva, y teniendo en cuenta las grandes dificultades asociadas con su aplicación, según lo determinado por los esfuerzos de investigación anteriores, la Unidad de Mecanización Agraria-UPC puso en marcha un proyecto de investigación en colaboración con la Universidad de Córdoba, para evaluar la adaptabilidad de la norma actual en ensayos de deriva en plantaciones de olivar tradicional (Fig. 40), y proponer una curva de deriva específica para este tipo de cultivo que pudiera ser adoptada como curva de referencia en el proceso oficial de registro de productos fitosanitarios.



Figura 40. Ensayos de deriva en tratamientos en olivar tradicional. Proyecto de colaboración entre la Universitat Politècnica de Catalunya y la Universidad de Córdoba (Gil et al., 2018)

Las pruebas de campo realizadas permitieron obtener una serie representativa de curvas de deriva en plantaciones tradicionales de olivos, que se ha utilizado para desarrollar una curva de deriva de referencia para este tipo de plantaciones. (Fig. 41). Los resultados permiten proponer una curva de referencia más cercana para la evaluación de la deriva en este importante sector agrícola, teniendo en cuenta las características especiales de las plantaciones de olivar, muy alejadas de las empleadas para el establecimiento de las actuales curvas de referencia.

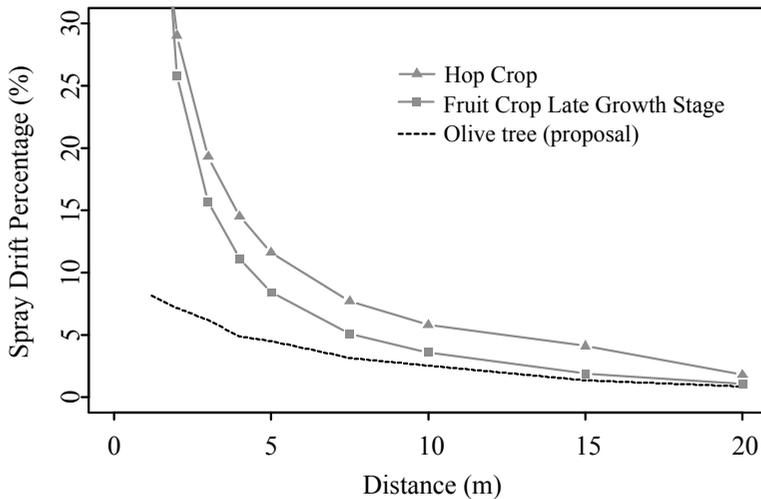


Figura 41. Curva de referencia de deriva para plantaciones tradicionales de olivar (Gil et al., 2018)

Los resultados y conclusiones de este trabajo de investigación pueden relatarse de la siguiente manera:

- Se ha desarrollado una nueva curva de deriva propuesta para las plantaciones tradicionales de olivos, demostrando la existencia de importantes diferencias entre la curva obtenida y las actuales curvas de referencia disponibles, bastante alejadas de la situación real del olivar tradicional.

- La norma ISO 22866 se puede adaptar para la medida de la deriva en plantaciones de olivar, pero existen grandes dificultades en el cumplimiento de todos los requisitos establecidos.

8.4. Conclusiones

Es evidente que el agricultor es el primer interesado en realizar correctamente los tratamientos fitosanitarios. Una aplicación correcta implica un mejor resultado agronómico, técnico, económico y medioambiental. El proceso de aplicación de fitosanitarios es complejo, y especialmente delicado en cultivos tri-dimensionales como los frutales y la viña. Por eso, la puesta en práctica de las denominadas Buenas Prácticas Fitosanitarias (www.topps-life.org), junto con unos adecuados criterios de expresión de dosis y de ajuste de los equipos, redundará sin duda en una mejora general del proceso.





AGRICULTURA 4.0: EQUIPOS INTELIGENTES

❖ 9. AGRICULTURA 4.0 – EQUIPOS INTELIGENTES

9.1. Introducción

“*Son las 06:45 horas. Su Smart-sprayer le espera*”. Carlos se despertó de inmediato al sentir en su muñeca la vibración del último modelo del Apple iWatch. Se incorporó en la cama, accionó el mando a distancia de la persiana y contempló sin demasiado entusiasmo el amanecer. Al otro lado del Arba varios tractores avanzaban rumbo a la Rabosera, años atrás la zona vitícola por excelencia de la comarca. Ya no se sorprendía al ver llegar a la puerta de su casa aquel equipo de aplicación prácticamente autónomo, cuyo sistema de programación permitía el control absoluto de todos los parámetros, incluida la hora de llegada a la puerta de la casa.

*“A orillas del Arba” Emilio Gil (2018).
Concurso de relatos Sanidad Vegetal - Phytoma*

El texto con el que he iniciado este artículo es un fragmento del relato “*A orillas del Arba*”, finalista del concurso de relatos sobre sanidad vegetal publicado por Phytoma con motivo de la celebración de su 30 aniversario. La imagen del equipo de tratamientos inteligente, que despierta al agricultor y se dispone, de forma autónoma, a realizar los tratamientos previamente programados, puede parecer muy lejana. Sin embargo, no lo es. La tecnología ha llegado al sector agrario para quedarse. Para quedarse y para ayudar al agricultor, no para complicarle la vida. Sensores de vegetación, boquillas de caudal variable, equipos con auto guiado y memoria de la actividad, aplicación

variable, mapas de prescripción.... Y un sinfín de nuevas tecnologías que, aplicadas en este caso al mundo de la protección de cultivos, permiten una gestión mas económica, segura y sostenible de los productos fitosanitarios. En este artículo vamos a explicar, espero de forma clara y precisa, dos proyectos europeos en los que participa la Unidad de Mecanización Agraria de la Universitat Politècnica de Catalunya, que tienen como nexo en común el desarrollo de equipos de aplicación inteligentes. Esos equipos que, sin llegar todavía a presentarse en casa del agricultor de forma autónoma, si que permiten un avance considerable respecto a las tecnologías tradicionales. Se trata del proyecto OPTIMA, financiado por el programa H2020 de la Unión Europea, y el proyecto SMARTOMIZER, un caso de aplicación práctica de la tecnología enmarcado dentro de un macro proyecto europeo sobre nuevas tecnologías en agricultura: IOF–Internet of Farming (www.iof2020.eu).

No obstante, cabe recordar que ni la mejor de las tecnologías es capaz de generar beneficios de ningún tipo si no somos capaces de garantizar una adecuada formación y una eficiente transferencia de conocimientos al sector. Afortunadamente, también la Unión Europea se ha planteado la formación y la transferencia como objetivo fundamental. Y prueba de ello es el proyecto europeo INNOSETA, coordinado también por el equipo de la Unidad de Mecanización Agraria de la UPC, del que también se presenta aquí alguna información.

9.2. Proyecto H2020-OPTIMA – Investigación avanzada en protección de cultivos

Optimised Integrated Pest Management – Para una detección precisa y un adecuado control de enfermedades en cultivos frutales y hortícolas (www.optima-h2020.eu).



Figura 42. Logo y referencia oficial del proyecto H2020 OPTIMA
(www.optima-h2020.eu)

OPTIMA es un proyecto financiado por la Comisión Europea. Este proyecto tiene como objetivo desarrollar un marco de manejo integrado de plagas (GIP) respetuoso con el medio ambiente para casos de uso en frutales, viñedos y hortalizas. Los principales elementos relacionados con la gestión integrada de plagas son: (i) uso combinado de bio-pesticidas y fitosanitarios sintéticos, (ii) sistemas de ayuda a la decisión para la predicción de enfermedades (DSS), (iii) sistemas espectrales de detección de enfermedad, (iv) sistemas de pulverización de precisión.

El marco avanzado de OPTIMA sobre gestión integrada de plagas constará de 4 pilares principales (Predicción, Detección, Selección y Aplicación), y se centrará en las enfermedades de las plantas que anualmente dañan los cultivos de alto valor (frutas y verduras) y exigen altas cantidades de fungicidas para aplicar en numerosas aplicaciones. La investigación se centrará en el moteado de la manzana, el mildiu de la uva y la alternaria de la zanahoria.

El proyecto (Fig. 43) está estructurado y diseñado para una duración de 40 meses. Los 16 socios implicados en el proyecto,

provenientes de 7 países de la UE, han iniciado ya sus diferentes responsabilidades. Como en todos estos proyectos financiados por Europa, es absolutamente necesaria la presencia de todos los agentes involucrados. No se trata de un proyecto de investigación en el que participan sólo universidades. El consorcio OPTIMA combina recursos y competencias multidisciplinares de la industria, del ámbito académico y de la comunidad científica, sin olvidar la importante presencia de los agricultores europeos, representados por COPA-COGECA.



Figura 43. Portada de la página web del proyecto OPTIMA (www.optima-h2020.eu)

Los objetivos específicos del proyecto OPTIMA son los siguientes:

- Optimizar los modelos de predicción de enfermedades y desarrollar sistemas de detección precoz.
- Valorar y revisar productos fitosanitarios biológicos y sintéticos y evaluar los mecanismos de resistencia planta-patógeno para un control de enfermedades exitoso.

- Mejorar y desarrollar novedosas técnicas de pulverización de precisión.
- Ensayar y valorar los nuevos elementos de gestión integrada de plagas propuestos en el proyecto en condiciones de campo reales.
- Evaluar los riesgos e impactos medioambientales, socioeconómicos y sobre la salud de los sistemas de gestión integrada de plagas propuestos.

Se han identificado tres cultivos clave, en tres zonas de producción importantes en Europa y, para cada uno de ellos, las tres enfermedades anteriormente detalladas. Así, el proyecto va a desarrollar su actividad en la zona de producción de manzana en Épila (Zaragoza), en colaboración con APROGIP y la ATRIA de Épila. Objetivo: moteado de las manzanas. El suroeste de Francia es el lugar seleccionado para realizar los trabajos en zanahoria, especialmente enfocados hacia el control de la alternaria; y finalmente, el tercer cultivo la viña, siendo el mildiu la principal enfermedad, y la zona seleccionada el norte de Italia.

El proyecto plantea cuatro acciones fundamentales, a saber:

- Desarrollo de un sistema de detección precoz de las enfermedades (Early Detection System – EDS), y desarrollo de un sistema de ayuda a la toma de decisiones (DSS). La responsabilidad de esta actividad recae en la Universidad de Wageningen (Holanda). Los beneficios potenciales de este desarrollo son claros. La detección precoz de la enfermedad y su visualización antes que el ojo humano permitirá realizar una aplicación de fitosanitarios más eficaz, con una menor cantidad de producto y con una localización en la parcela adaptada a la presencia de la enfermedad.

- Identificación y evaluación de los bio-pesticidas más adecuados para el control de las enfermedades mencionadas. El auge de estos productos, alternativos a los productos tradicionales de síntesis, obliga a un profundo ejercicio de investigación para determinar cuales son los parámetros adecuados para su utilización, que tipo de boquillas, que presión, etc. Se trata de una labor absolutamente necesaria que, en este caso, la llevará acabo el grupo de investigación de la Facultad de Agronomía de Atenas (Grecia).
- Desarrollo, construcción y puesta a punto de tres equipos “inteligentes”. Aunque suene a ciencia ficción, ese es realmente el objetivo estrella de este proyecto (Fig. 44). En colaboración de dos fabricantes europeos que colaboran en el proyecto, Pulverizadores Fedde, S.A.L. (España) y Caffini, S.A.L. (Italia), el objetivo es poner a punto tres equipos (zanahoria, viña y manzanos) capaces de realizar una aplicación variable adaptada a las necesidades específicas de los cultivos. Equipos listos para conectarse a la nube, almacenar toda la información y garantizar la total trazabilidad de las aplicaciones. En definitiva, equipos inteligentes provistos de los últimos avances tecnológicos que permitan una aplicación segura, eficaz y económica de los productos fitosanitarios. En este caso, la responsabilidad del desarrollo de estos equipos recae en universidades y centros de investigación europeos de prestigio como IRSTECA (Francia), responsable del equipo para zanahorias, la Universidad de Turín (viña) o el grupo de investigación de la Unidad de Mecanización Agraria de la Universitat Politècnica de Catalunya (España). También participa en esta parte del proyecto el centro de investigación ILVO (Bélgica).

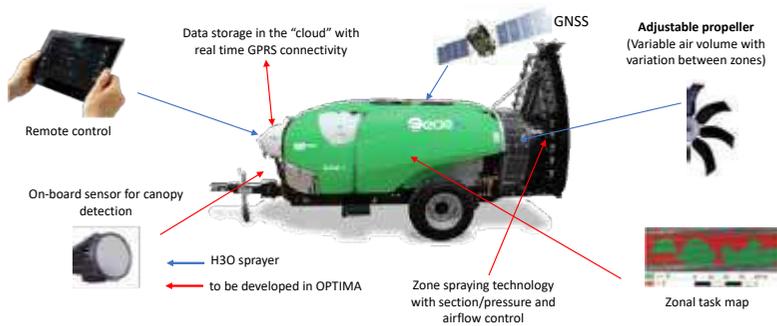


Figura 44. Esquema y conceptos del equipo inteligente para tratamientos en manzanos que se está desarrollando en la Unidad de Mecanización Agraria de la UPC

Los avances que el grupo UMA-UPC está realizando en este proyecto están enfocados al desarrollo de un equipo capaz de realizar una aplicación variable adaptada a las características de la vegetación, tal como se ha explicado en el capítulo correspondiente de esta publicación (Figs. 45 y 46).

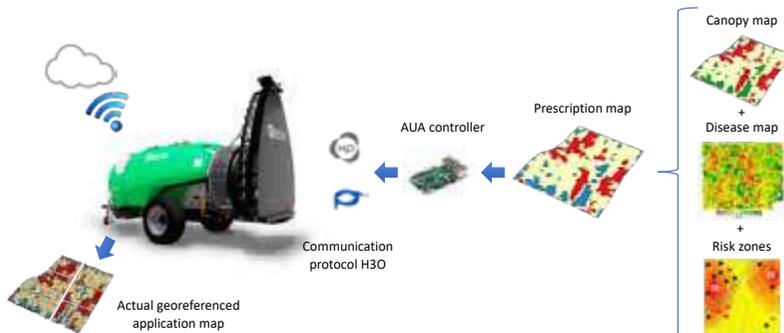


Figura 45. Smart-sprayer (Pulverizadores Fedde, S.A.L.) implementado por UMA-UPC para la lectura de mapas de prescripción y mapas de presencia de infestación, en el marco del proyecto OPTIMA.

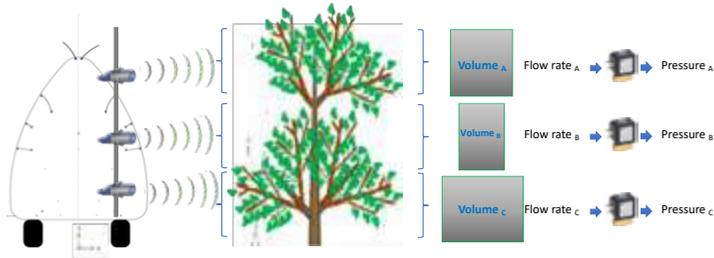


Figura 46. Aplicación variable en base a la estructura de la vegetación mediante sensores de proximidad embarcados en el equipo. Proyecto OPTIMA.

El punto de partida del nuevo equipo inteligente es el resultado del proyecto europeo H_3O - *Healthy crop, Healthy environment, Healthy finances ... through Optimization* (Ref. 672231) en el que el grupo de investigación de la UMA-UPC participó, en colaboración con Pulverizadores Fede, S.A.L. Los excelentes resultados de este proyecto han permitido poner en el mercado un equipo totalmente conectado a la nube, capaz de realizar una trazabilidad completa del proceso de aplicación, identificando de forma precisa (Fig. 47) los parámetros reales de la aplicación, facilitando la gestión de los recursos y mejorando el proceso global para una producción de fruta más racional, razonable, económica y sostenible.



Figura 47. Desarrollo del Smartomizer – Proyecto H3O (Pulverizadores Fede S.A.L.), un equipo conectado a la nube, punto de partida del proyecto H2020 OPTIMA

9.3. IOF - Internet of farm and food

Es bastante habitual oír hablar del término IoT -Internet of Things (Internet de las cosas). Todos tenemos la tecnología en nuestros hogares. Pues bien, un gran proyecto europeo iniciado ahora hace un par de años, IOF (Internet of Farm and Food) trata de llevar a su máxima expresión las últimas tecnologías al sector agrario. Se trata de un proyecto multidisciplinar en el que participan todos los agentes implicados (<https://www.iof2020.eu>) y que, a mitad de su andadura, ha iniciado una serie de casos prácticos para poner de manifiesto el interés de los desarrollos alcanzados. Uno de ellos es SMARTOMIZER.

SMARTOMIZER es una parte del proyecto IOF (Fig. 48), cuyos responsables son la Unidad de Mecanización Agraria de la Universitat Politècnica de Catalunya y la empresa Pulverizadores FEDE, S.A.L. Partiendo del equipo desarrollado en el anterior proyecto H3O, el proyecto plantea la puesta en marcha de varias unidades de este equipo, con posibilidades de conexión a la nube, dispositivos de ajuste del caudal de líquido y de aire, para su prueba y utilización a gran escala en fincas de manzanos, cerezos y almendros en Portugal, Polonia y Hungría. Las interesantes posibilidades de este equipo, a su vez punto de partida del equipo inteligente del proyecto OPTIMA, permiten vislumbrar importantes beneficios para los agricultores. Beneficios que se traducen en una racionalización del uso de los productos fitosanitarios, una reducción de los costes, una importante reducción del riesgo de contaminación y, en definitiva, un avance considerable en el nivel de tecnificación y profesionalización de las explotaciones.

SMART ORCHARD SPRAY APPLICATION

This use case demonstrates that plant protection products can be significantly reduced through IoT enabled and highly efficient smart sprayers. The precise and automatic adaptation of sprayers to specific field zones as well as individual plant conditions lowers farmers' costs while mitigating the environmental impacts of cultivation. To continuously optimise the service, end-user feedback is considered during development cycles to ensure the integration into existing processes and software solutions on testing sites. Smart spraying technology supports the proactive prevention of application errors that result in crop damage or yield losses. In addition to that, the operating efficiency is increased through effective crop protection and instant information on treatment quality. As a result, this use case help farmers to produce high-quality fruits in a sustainable and safe manner.



 **FRUITS**

SUMMARY
Leveraging smart spraying technologies to optimise the operating efficiency and treatment quality on orchards.

COORDINATION
Lars T. Berger

TEAM
Ekaterina Ukhaneeva
Krzysztof Kinsler
Emilio Gil
Sylvia Považar
Samuel Salgado

CONTACT
info@fedeoviverizadores.com

PARTNERS
Pulverizadores Fede S.L., Universitat Politècnica de Catalunya, Lekros SFT, SOCIETA PRONODIS, Samuel Salgado, Unimexsaq LDA

Figura 48. Use Case del Proyecto IOF2020 en el que se pretende demostrar la viabilidad y beneficios del equipo inteligente desarrollado en el proyecto H3O. Estas acciones se desarrollan en colaboración entre el grupo de investigación de la UMA-UPC y Pulverizadores Fede S.A.L.

IOF y los correspondientes Use Cases planteados, entre los que se encuentra el equipo para aplicación inteligente, son una muestra más del esfuerzo que en Europa se está llevando a cabo para garantizar una adecuada transferencia del conocimiento y de los desarrollos de la investigación al sector productivo. En este caso, la puesta en marcha de los tres equipos en fincas productoras de almendro (Portugal), manzanos (Polonia) y cerezos (Hungría) supone un buen ejemplo de cómo, gracias a la colaboración de todos los agentes implicados, es posible hacer realidad el sueño de la transferencia efectiva y eficiente al sector.





**LA FORMACIÓN Y LA TRANSFERENCIA
DEL CONOCIMIENTO COMO PILARES
PARA UNA AGRICULTURA MEJOR**

❖ 10. LA FORMACIÓN Y LA TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO COMO PILARES PARA UNA AGRICULTURA MEJOR

10.1. Introducción

EUROSTAT, La oficina de estadística de la Unión Europea, define tres niveles de formación de los agricultores europeos:

- **Experiencia agrícola práctica:** experiencia adquirida a través del trabajo en la explotación.
- **Capacitación agrícola básica:** cualquier curso completado en una escuela agrícola general o en una institución especializada en ciertas materias
- **Formación agrícola completa:** cualquier curso de al menos dos años de capacitación a tiempo completo después del final de la educación obligatoria, completado en un colegio o universidad agrícola, o similar.

Los datos de Eurostat de 2013 muestran que la gran mayoría de los agricultores europeos (69.8%) aprendieron sus habilidades solo a través de la experiencia práctica, mientras que el 8.5% recibió capacitación agrícola completa y el 28.7% siguió algún tipo de capacitación agrícola. Los países con la mayor proporción de agricultores totalmente capacitados son Luxemburgo (50%), la República Checa (34.6%), Francia (29.3%), Letonia (28.4%), Polonia (27.6%) y Austria (27.2%). En los países que

se unieron a la Unión Europea en 2004 o en años posteriores, la experiencia práctica es la única formación para más del 80% de los agricultores (Fig. 49).



Figura 49. La formación es un factor clave

A la vista de los datos anteriores, es evidente que se necesita de forma inmediata un fuerte impulso para mejorar el nivel formativo de los agricultores en Europa, especialmente en habilidades relacionadas con el uso de nuevas tecnologías. Es la única forma de garantizar el progreso adecuado de la agricultura de precisión y el máximo aprovechamiento de todos los esfuerzos que se han mostrado en las páginas anteriores. Es necesario también organizar y planificar un programa de formación continuada que garantice la puesta al día de los profesionales del sector, intentando mantener un nivel formativo adecuado teniendo en cuenta la velocidad de cambio y evolución de los avances tecnológicos. Este deseado y necesario “impulso educativo” podría ayudar a mejorar la imagen del sector agrario en la sociedad en general, y en las nuevas generaciones en particular. Debemos procurar que los jóvenes se sientan atraídos por un sector apasionante como es el agrario. Sólo si convencemos a

los jóvenes de que la actividad agraria, al igual que cualquier otra, está basada en el conocimiento y en la aplicación de los últimos avances tecnológicos, conseguiremos que el sector se convierta en atractivo.

Sin embargo, si bien uno de los objetivos de la Política Agraria Comunitaria (PAC) es garantizar la continuidad de una generación de agricultores a la siguiente, es esencial que los recién llegados estén capacitados adecuadamente para poder adaptarse a las técnicas agrícolas en evolución y cada vez más especializadas. También deben hacer frente a un contexto económico desafiante y cumplir con los nuevos requisitos de la sociedad en materia de protección del medio ambiente, la lucha contra el cambio climático y las dietas saludables y equilibradas. Los agricultores más experimentados también deben adaptarse constantemente a los desarrollos económicos y tecnológicos y a las nuevas tendencias de consumo. Los agricultores bien preparados están mejor equipados para tener éxito en el manejo diario de sus explotaciones y adaptarse más fácilmente a las nuevas circunstancias económicas o consideraciones ambientales. La información agrícola, el conocimiento y la capacidad de aprender son condiciones previas para hacer frente con éxito al cambio.

El papel tradicional de los agricultores está cambiando en todos los escenarios y puede ayudar a atraer a profesionales jóvenes con intereses más diversos, como la tecnología, los negocios y el medio ambiente. Roles como “pastor de sostenibilidad” (donde el agricultor es visto como la persona clave para garantizar la sostenibilidad en la comunidad) o “experto en ecosistemas locales” pueden tener un alto estatus ya que se considera que la persona tiene un alto nivel de competencia en el campo particular, en lugar de ser simplemente un agricultor en el sentido tradicional.

Es necesario mejorar la educación del público en general sobre la agricultura moderna y la producción de alimentos. Aunque esto no se relaciona específicamente con las habilidades para la agricultura, el público en general a menudo lucha por comprender y apreciar la complejidad de los nuevos métodos agrícolas y el papel de la agricultura en la sociedad y con respecto al medio ambiente. Tal falta de comprensión puede llevar a una tendencia a estar en desacuerdo con la adopción de nuevas tecnologías, lo cual es un riesgo para el desarrollo futuro de la agricultura europea.

Por otra parte, no solo los agricultores deben ser el punto de atención en materia de formación y educación. La cada vez más importante y más valorada figura del asesor, ampliamente potenciada tras la publicación de la Directiva Europea de Uso Sostenible, representa un elemento clave para garantizar el contacto directo con el sector agrario. Y es necesario también dedicar importantes esfuerzos en mejorar el nivel formativo de los asesores en la Unión Europea. Según el informe elaborado por *EIP-FOCUS GROUP* en Agricultura de Precisión, del cual tuve la inmensa fortuna de formar parte, el papel de los asesores es crucial para alcanzar y apoyar con éxito a los agricultores y promover la adopción de métodos y tecnologías relacionadas con la agricultura de precisión. Los asesores deben comprender perfectamente los fundamentos, las ventajas y el potencial que representa la implementación de la agricultura de precisión para que puedan transferir sus conocimientos y experiencias a los agricultores. Para asesorar adecuadamente a los agricultores sobre la adopción y el uso de herramientas relacionadas con la agricultura de precisión, los asesores necesitan información realista sobre los costes, beneficios y desafíos técnicos en situaciones agrícolas reales.

10.2. Acciones formativas de la Unidad de Mecanización Agraria

Tras la lectura de las líneas anteriores, queda absolutamente claro que la formación, la educación y la transferencia del conocimiento es fundamental para el crecimiento y la salvaguarda del sector agrario. Este hecho ha sido clave desde los inicios de la actividad de la Unidad de Mecanización Agraria de la Universitat Politècnica de Catalunya, grupo que ha alcanzado un reconocido prestigio internacional por su elevada capacidad formativa.

Quizá esta afirmación anterior pueda parecer excesiva, máxime teniendo en cuenta que el que lo escribe es el responsable de la misma unidad. Por ese motivo, en las líneas siguientes se presentan algunos datos y algunos hechos que corroboran de forma objetiva lo anterior. No nos equivocaremos mucho si afirmamos que, a lo largo de los últimos quince años, la UMA ha formado a más de 15.000 técnicos, agricultores, asesores y/o responsables de diferentes administraciones públicas. Acciones de formación en aula y en campo que se distribuyen por toda la geografía mundial, incluyendo todos los rincones y tipologías de agricultura en España, todos los países de la UE, países candidatos como Serbia y Montenegro, e incluso zonas tan lejanas como la totalidad de Sudamérica (Brasil, Uruguay, Chile, Argentina, Perú, Guatemala), y Estados Unidos. Estas acciones formativas, organizadas en formatos y condiciones diferentes en función del público objetivo, han tenido un importante y positivo efecto especialmente en todos los aspectos relacionados con la mejora del uso de productos fitosanitarios, la reducción del riesgo de contaminación y la optimización de los recursos técnicos y económicos de las explotaciones. Y todo ello, en estrecha colaboración con diferentes entidades, ya sea

públicas o privadas, que han apostado por la formación como vehículo con garantía de alcanzar la meta de la rentabilidad y la sostenibilidad.

La geografía española y portuguesa es el marco habitual de los numerosos cursos de formación (Fig. 50) que se han realizado (y continúan) en colaboración con el sector de los productos fitosanitarios. La colaboración con las grandes empresas del sector (Syngenta, Bayer, BASF, Belchim, Nufarm, Kenogard), y del sector de la maquinaria agrícola (Ilemo Hardi, S.A.U., Pulverizadores Fede, S.A.L., Saher, Teyme, Kverneland...) ha permitido que un elevado número de agricultores y técnicos conozcan de primera mano las ventajas de una adecuada formación. El resultado ha sido evidente en todos los casos: incremento de la eficiencia, reducción de costes (menos agua, menos producto fitosanitario) y menos riesgo de contaminación. Es, sin duda, una actividad que es altamente gratificante y muy bien valorada por el sector.



Figura 50. Diferentes momentos de los cursos de formación impartidos por UMA-UPC en colaboración con las empresas del sector

No quisiera olvidarme en este apartado del proyecto TOPPS (www.topps-life.org), un proyecto que coordina en España la

UMA-UPC desde el año 2005 y que ha tenido una importante repercusión en todo el territorio europeo. Todavía en funcionamiento, el proyecto TOPPS – *Train the Operators to Promote best management Practices and Sustainability*, se ha convertido, tras más de quince años de andadura, en un referente europeo sobre la importancia y el efecto de una adecuada formación y transferencia en la mejora del proceso de protección de cultivos. La elaboración de las guías de Buenas Prácticas Fitosanitarias (Fig. 51), el desarrollo de numerosas herramientas de ayuda a la toma de decisiones, los innumerables cursos y jornadas de formación organizadas por todo el territorio europeo y la satisfacción de haber contribuido, junto con las autoridades nacionales y comunitarias, en el desarrollo de la normativa actual vigente, indican claramente el resultado de un trabajo bien hecho. Un proyecto en el que ha quedado demostrado el interés y los beneficios de un adecuado programa de formación (Fig. 52).

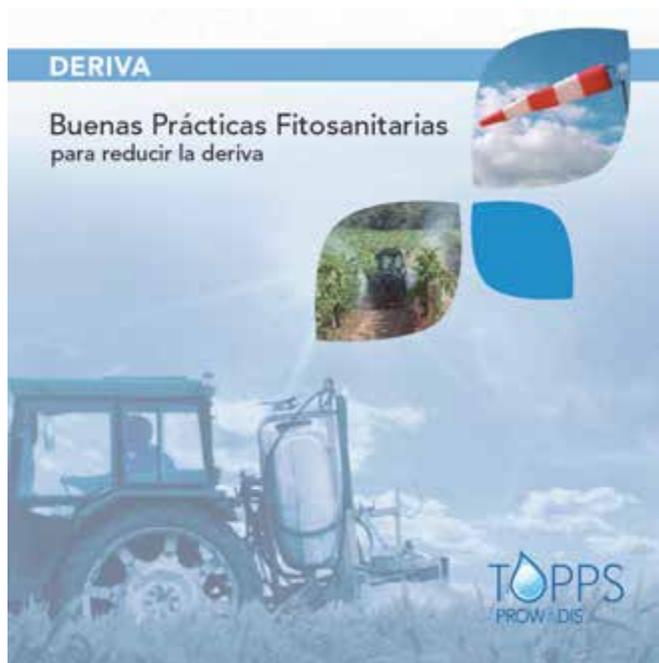


Figura 51. Guía de buenas prácticas fitosanitarias para reducir la deriva elaborada por UMA-UPC en el marco del proyecto TOPPS (www.topps-life.org).



Figura 52. Resultados de la encuesta europea elaborada en el marco del proyecto TOPPS. La formación obligatoria se valora como la mejor y más eficiente herramienta para garantizar un uso adecuado de los productos fitosanitarios

10.3. Europa y la formación de formadores

Si bien en las líneas anteriores se ha puesto sobre la mesa las numerosas acciones formativas “a pie de campo”, la gran mayoría de ellas organizadas en colaboración con las empresas del sector, en este apartado me gustaría presentar las actividades que, en un marco más institucional, viene desarrollando la UMA, siempre relacionadas con la educación y la formación.

En primer lugar, me gustaría indicar que es un honor para mi ser coordinador (*training coordinator*) de un interesante y acertado programa de formación auspiciado y promovido por la Comisión Europea. CHAFEA – Consumers, Health, Agriculture and Food Executive Agency (<https://ec.europa.eu/chafea>), dependiente de la D G Health and Food Safety – Public Health (https://ec.europa.eu/health/location_es) que tiene, entre otros cometidos, el fomento y la organización de actividades formativas relacionadas con su ámbito de actuación.

La experiencia formativa Europea se enmarca dentro de la iniciativa BTSF – Better Training for Safer Food (<https://ec.euro->

pa.eu/food/safety/btsf_en). El objetivo principal es el desarrollo de una estrategia europea formativa capaz de:

1. Asegurar y mantener un alto nivel de protección del consumidor y de salud animal, bienestar animal y salud vegetal
2. Mejorar y armonizar los controles oficiales en los países de la UE y crear las condiciones adecuadas para las empresas alimentarias que contribuyen a la prioridad de la UE en empleos y crecimiento
3. Garantizar la seguridad de las importaciones de alimentos de países no pertenecientes a la UE en el mercado de la UE y, en última instancia, reducir los riesgos para los consumidores de la UE y proporcionar a las empresas europeas un acceso más fácil a productos seguros de países no pertenecientes a la unión.
4. Garantizar una armonización de los procedimientos de control entre los socios de la UE y de fuera de la UE a fin de garantizar una posición competitiva paralela de las empresas de la UE con sus homólogos no pertenecientes a la UE
5. Generar confianza en el modelo regulatorio de la UE con las autoridades competentes de otros socios comerciales internacionales y allanar el camino para nuevas oportunidades en el mercado de alimentos y una mayor competitividad para los operadores de la UE
6. Garantizar el comercio justo con países no pertenecientes a la UE y, en particular, con países en desarrollo

La UMA-UPC coordina, organiza e imparte desde hace ya varios años, los cursos de formación BTSF - “*Inspection and calibration of pesticide application equipment*”. Más de 240 asesores

y personal de las administraciones públicas de todos los países de la UE han asistido a estos cursos intensivos de formación (Fig. 53), que se han desarrollado en diversas localizaciones (Barcelona, Turín, Braunschweig, Montpellier, Wageningen) y que han resultado enormemente valorados, no solo por los propios asistentes a los cursos, sino también, y de acuerdo con lo que consta en los informes correspondientes, por la propia Comisión Europea. La experiencia iniciada hace ya casi cinco años, tiene su continuación en el nuevo proyecto ya preparado para iniciarse en las próximas semanas.

Los resultados obtenidos hasta el momento indican, con clara evidencia, la necesidad de garantizar una adecuada formación de todos aquellos agentes involucrados en la puesta en marcha y ejecución de las medidas establecidas en las recientes normativas y directivas publicadas en un intento de mejorar de forma global el controvertido mundo de la protección de cultivos y el uso de los productos fitosanitarios.



Figura 53. Cursos de formación europeos en el marco del programa BTSF – Better Training for Safer Food, coordinados por UMA-UPC.

Como adecuado complemento a lo anterior, y teniendo en cuenta la coincidencia temática, cabe señalar aquí que he tenido el honor de ser autor (en colaboración con otros colegas) de uno de las publicaciones más relevantes de estos últimos años (a tenor del número de ejemplares distribuidos), relacionadas con los equipos de aplicación de productos fitosanitarios. Se trata del Manual de inspecciones de equipos de aplicación de productos fitosanitarios en uso. Un documento cuyo principal objetivo fue (y lo es todavía) facilitar al profesional la comprensión de las normas internacionales (CEN e ISO) que regulan el proceso obligatorio de la inspección de equipos de aplicación de fitosanitarios en uso, un programa de obligado cumplimiento por parte de todos los Estados Miembros tras la publicación de la Directiva Europea de Uso Sostenible de Fitosanitarios. Lamentablemente, en demasiadas ocasiones los encargados de redactar estas normas en los foros internacionales (entre los que me incluyo como miembro de ISO y CEN) nos olvidamos de la dificultad de interpretación y aplicación. Los manuales (ediciones de 2012 y 2017) han sido editados por el Ministerio de Agricultura del Gobierno de España y se han convertido en un referente oficial del proceso de inspección obligatoria.

Finalmente, y como ejemplo del esfuerzo de la Unidad de Mecanización Agraria de la Universitat Politècnica de Catalunya, en este caso con el apoyo de la Unión Europea, en mejorar la transferencia del conocimiento en el sector agrario, me permito comentar aquí dos proyectos europeos en los que la Unidad de Mecanización Agraria participa. Dos proyectos de diferentes características, pero con un denominador común: la formación.



Figura 54. Manuales de inspección de equipos de aplicación de fitosanitarios en uso elaborados por el grupo de investigación UMA-UPC y editados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Izquierda: manual basado en la norma UNE 13790; derecha: nuevo manual basado en la norma ISO 16122.

Disponibles en <https://uma.deab.upc.edu>

El primero de ellos, el proyecto LIFE-PEFECT (www.perfect-lifeproject.eu) tiene como objetivo la mejora del proceso de protección de cultivos en el caso de la viña y los cítricos. Un proyecto en el que participan países como Francia, Italia y España, referentes en la producción de estos cultivos mediterráneos por excelencia. El proyecto, *PEsticide Reduction using Friendly and Environmentally Controlled Technologies*, tiene como objetivo fundamental la difusión y la promoción del uso de herramientas como la presentada en uno de los capítulos anteriores (DOSAVIÑA® Y CITRUSVOL®) para mejorar las aplicaciones de fitosanitarios en los cultivos seleccionados, reduciendo la cantidad de producto, mejorando la economía de las explotaciones, garantizando la calidad de los productos finales y disminuyendo al máximo los riesgos de contaminación (Fig. 55).



Figura 55. Proyecto LIFE PERFECT en el que participa la UMA-UPC y que tiene como objetivo la puesta al servicio del agricultor de herramientas como Dosaviña® o CitrusVol® para mejorar las aplicaciones de fitosanitarios en viña y cítricos en el entorno Mediterráneo.

Acabamos este apartado con unas breves notas referentes a otro proyecto europeo liderado por la Unidad de Mecanización Agraria de la UPC. En este caso, y retomando lo comentado anteriormente sobre la importancia de la formación de los asesores, dada su frecuente y directa relación con el agricultor, se trata de un proyecto financiado por el programa Erasmus+ cuyo objetivo principal es el desarrollo y la transferencia de conocimientos en el ámbito de la agricultura de precisión (AP), centrándose en los estudiantes como profesionales, pero también en los profesionales activos, a través de un asesoramiento de formación especializada. En el proyecto AgrICT (Fig. 56) participan (www.agrict.upc.edu) universidades de cuatro países europeos, y cuenta también con la presencia del Colegio de Ingenieros Agrónomos de Levante.



Figura 56. Portada de la página web del proyecto AgrICT, un proyecto del programa ERASMUS+ que coordina la Universitat Politècnica de Catalunya y que tiene como objetivo la transferencia de conocimiento en el área de la agricultura de precisión (www.agrict.upc.edu)

10.4. Proyecto INNOSETA: una plataforma europea para el agricultor

La desazón de Carlos

“Carlos se levantó aquella mañana preocupado. La noche anterior había recibido un aviso de la Estación de Avisos Fitosanitarios anunciándole el riesgo de un severo ataque de oídio en las zonas. La recomendación era clara: debía realizar un tratamiento de firma inminente. Así que, se tomó el café y fue directamente a la nave donde recientemente había habilitado un espacio adecuado y seguro para guardar todos los productos fitosanitarios. Inicialmente había sido un poco escéptico, pero finalmente había accedido a la construcción de aquel espacio siguiendo las instrucciones de ese proyecto TOPPS del que tanto le habían hablado. Y ahora estaba satisfecho del resultado.

Buscó en la estantería donde guardaba los fungicidas y encontró el que buscaba. Leyó la información que aparecía en la etiqueta del producto: “aplicar una dosis de 1 l/ha con un volumen de agua adecuado a las características de la vegetación”. Ya empezamos – pensó -. ¿Y que se entiende por volumen adecuado? ¿Cómo puedo calcularlo?

Dejó el envase en su sitio y se dirigió de nuevo a su casa. Puso en marcha el ordenador y tecleó en google: “volumen de caldo para tratamientos en viña”. Tras un prolongado tiempo de espera – que lástima que la alta velocidad de internet no llegue a los pueblos – aparecieron en la pantalla nada menos que 14.335 entradas que se correspondían con lo que había escrito. Buff! – pensó - ¿y ahora por donde empiezo? Recorrió con el cursor varias de las entradas iniciales, intentando evitar aquellas que consideró demasiado comerciales, y se detuvo en una que le pa-

reció interesante. Accionó el botón izquierdo del ratón y esperó, esperó..... “cargando” aparecía en la pantalla.

Cuando por fin apareció ante sus ojos el contenido de la página web que había seleccionado, se sintió descorazonado. Fotos bonitas de viñas que en nada se parecían a las suyas, un número indeterminado de fórmulas totalmente incompresibles para el y, lo peor: el documento que había abierto estaba escrito en inglés.

Seleccionó la opción “atrás” y volvió a la lista de entradas. Unas cuantas líneas más abajo vio otra que le pareció interesante. Espero de nuevo pacientemente a que se cargara y se encontró con una referencia a un texto de más de cincuenta páginas, en francés.

Harto de sentirse inútil apagó con rabia el ordenador y regresó al almacén. Cogió el producto fitosanitario y, mientras llenaba hasta arriba el tanque de su atomizador, midió en una jarra de cocina tres litros de producto y los añadió al tanque. Sabía por experiencia que con las boquillas que llevaba y a la velocidad normal de solía tratar, tenía caldo suficiente para más o menos tres hectáreas”.

Me he permitido iniciar este capítulo describiendo una situación ficticia que bien pudiera considerarse como real. Y estoy seguro de que muchos agricultores han tenido esa sensación en algún momento. De sobras es conocido el esfuerzo que desde muchos ámbitos todos los agentes relacionados con la protección de cultivos y con el uso adecuado de los productos fitosanitarios estamos desarrollando y que no tiene otro objetivo que el de facilitar al usuario (agricultor) su actividad profesional diaria.

Hace ya unos cuantos años que el panorama legislativo (nacional y europeo) ha sufrido unos cambios considerables en relación al uso de los productos fitosanitarios. No vamos a recordar aquí todo lo que contempla (y obliga) la Directiva de Uso Sostenible de Fitosanitarios, publicada hace ya una década. También son de sobras conocidas las implicaciones que para el sector han tenido, y tienen, la implementación de los Reales Decretos elaborados y publicados por el Ministerio de Agricultura. Todos los agricultores son conscientes (o deberían) de la obligatoriedad de la inspección de su equipo de aplicación (guste o no guste se trata de una acción siempre beneficiosa para el usuario), de la obligatoriedad de la formación, de la necesidad de reducir el riesgo de contaminación, etc.

Las universidades y los centros de investigación que trabajamos en estos temas lo hacemos, en general, desde diversos puntos de vista. Por una parte, como investigadores, tratamos de encontrar soluciones novedosas, aplicar los nuevos desarrollos tecnológicos y los conocimientos últimos, para mejorar el proceso global. También muchos de nosotros dedicamos esfuerzos a una labor de transferencia de nuestros conocimientos y desarrollos. Porque de nada sirve la investigación si los resultados de ésta no llegan de forma adecuada y global al usuario final. Para la consecución de estos objetivos hace falta, como para todo en la vida, recursos económicos. Las fuentes de financiación de estos programas de investigación y transferencia pueden ser públicas o privadas, siendo mucho más importantes (y difíciles de conseguir) las primeras, especialmente las que provienen de los fondos europeos para la investigación y la formación.

La capacitación se ha convertido en una de las acciones más valiosas y una de las más apreciadas por todos los actores involucrados (Gil y Gracia, 2004) e igualmente importante como los aspectos técnicos (Doruchowski et al., 2014). Según la Di-

rectiva de Uso Sostenible de Plaguicidas, “los usuarios profesionales deben realizar calibraciones y controles técnicos regulares de los equipos de aplicación de fitosanitarios de acuerdo con la formación adecuada recibida”. Esto significa que los aspectos relacionados con la selección de la boquilla, el cálculo del caudal y el ajuste de la presión, entre otros, deben ser parámetros bien conocidos para lograr un uso preciso de los productos. Y teniendo en cuenta los nuevos pulverizadores, los profesionales deben poder solicitar a los concesionarios correspondientes todos los requisitos obligatorios que debe cumplir un nuevo pulverizador antes de su puesta en el mercado. Además, los fabricantes de pulverizadores deberían poder aplicar los requisitos europeos en todos sus productos, evitando problemas futuros. Pero desafortunadamente, este no es el caso en la mayoría de las ocasiones. La falta de formación de los agricultores, un desconocimiento mayor de lo esperado de los requisitos oficiales y las dificultades en el proceso de extensión dificultan la garantía de un uso seguro, económico y sostenible de los plaguicidas.

La agricultura mundial depende de los productos fitosanitarios sintéticos (PPP) para el manejo de plagas, incluyendo insecticidas, fungicidas, herbicidas, reguladores del crecimiento y otros productos para apoyar la productividad del rendimiento sostenible. Los agricultores y, en general, los asesores y demás agentes involucrados, siguen las estrategias convencionales de protección de cultivos que se establecieron después de la Revolución Verde durante 1950-1960 manteniendo, en general, un uso excesivo de productos fitosanitarios con un impacto potencial significativo en el medio ambiente y la salud humana. Mientras tanto, la industria fitosanitaria, junto con los centros de investigación que trabajan en estos aspectos, han desarrollado nuevas moléculas y nuevos productos más sostenibles, ya sean biológicos o químicos. Además, las tecnologías de pulverización han experimentado en los últimos años una importante mejora en términos de eficiencia y seguridad, incluyendo en su

desarrollo los últimos avances en electrónica, gestión de datos y aspectos de seguridad. Los nuevos pulverizadores han experimentado una mejora revolucionaria que permite un uso mejor y más seguro de los productos fitosanitarios.

Los nuevos desarrollos en nuevas moléculas y los últimos avances en pulverizadores inteligentes se han complementado con una amplia lista de Buenas Prácticas Fitosanitarias (BMP), métodos alternativos para la selección de dosis/volumen adaptados a la estructura del árbol, recomendaciones seguras para reducir la deriva, la exposición de los residentes y operarios y la contaminación del medio ambiente. Pero desafortunadamente, todavía hay una brecha importante entre los desarrollos de la investigación y el uso real de las herramientas y prácticas disponibles por parte de los agricultores, especialmente para este gran número de pequeños y medianos productores con acceso limitado a la información. Si se cierra esta brecha, la agricultura europea podría volverse más sostenible con un mínimo impacto ambiental y una mejora de las condiciones socioeconómicas de las explotaciones. Dado que la nueva legislación ha aplicado importantes esfuerzos en el control y la mejora de la fase de aplicación de los productos, ahora es el momento de integrar todas las herramientas y desarrollos disponibles, pero escasamente difundidos. Existe además otro elemento clave que es absolutamente necesario para lograr el éxito en todo el proceso: una capacitación adecuada de todos los profesionales involucrados, que representa el factor clave para toda la integración. Por lo tanto, solo cuando los interesados en la agricultura obtengan conocimiento de los avances tecnológicos existentes y futuros en la tecnología de pulverización y se logre una capacitación adecuada en todo el territorio europeo, el sistema podrá implementar las políticas en el marco legal y producir alimentos de una manera mejor y más de forma sostenible.

“La próxima Política Agrícola Comunitaria será más ambiciosa en relación a los objetivos medioambientales, garantizando que los agricultores practiquen una agricultura verde mediante una amplia difusión e implementación de la Agricultura de Precisión”. Con estas palabras Phil Hogan, Comisario de Agricultura de la Unión Europea, incidía hace pocas fechas en la importancia de la formación en el sector agrario, como herramienta para extraer la máxima rentabilidad. La formación, la transferencia del conocimiento y la puesta en marcha de incentivos que atraigan a una población joven al sector son elementos fundamentales. Un reciente estudio publicado por la Comisión Europea constata que “los agricultores son cada vez más viejos y es necesario un cambio generacional. El sector agrario necesita atraer a una nueva generación de agricultores con el conocimiento y la formación necesaria para vivir y trabajar en un contexto novedoso y global”. En este sentido, el Parlamento Europeo ha remarcado la importancia de la educación y la formación de los agricultores, como medida para garantizar su capacidad para trabajar en un mundo globalizado y tecnificado. Un mundo, el agrario, que presenta notables diferencias a lo largo del territorio europeo. La figura 57 muestra grandes diferencias en el nivel formativo de los agricultores entre los diferentes países, lo que dificulta la completa aceptación e implementación de las nuevas tecnologías y nuevos desarrollos.

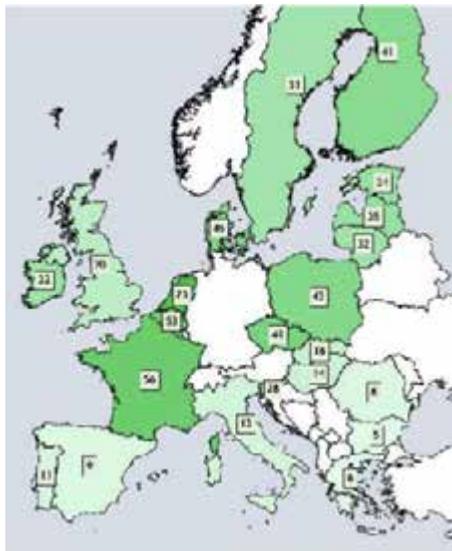


Figura 57. Mapa de Europa con indicación del nivel de formación de los profesionales de la agricultura. El verde intenso indica mayor grado de formación y el verde claro menor nivel formativo. Precision Agriculture and the future of farming in Europe. 2016. STOA IP/G/STOA/FWC-2013-1/Lot 7/SC5. Disponible en: <http://www.ep.europa.eu/stoa/>

Ante tal situación, un nutrido grupo de universidades, centros de investigación, asociaciones de agricultores y representantes de la industria privada, liderados por la Unidad de Mecanización Agraria de la Universitat Politècnica de Catalunya, planteó una propuesta de creación de una plataforma que ayudara en la difícil tarea de hacer llegar al usuario final los desarrollos, avances y materiales disponibles para mejorar el proceso de la protección de cultivos y que, en la mayoría de los casos, por diversas circunstancias, nunca llegan al destinatario final. El proyecto se llama INNOSETA y está financiado por el programa H2020 de la Unión Europea (Nº 773864). Llenar el hueco entre la ciencia y el campo (Fig. 58).



Figura 58. Objetivo del proyecto INNOSETA: acercar la ciencia y la investigación al sector, incrementando el nivel de conocimiento y favoreciendo un uso sostenible de los productos fitosanitarios (www.innoseta.eu)

El nombre del proyecto deriva de los objetivos del mismo: Accelerating **INNO**vative practices for **Spr**ay **E**quipment, **T**raining and **A**dvising in European agriculture through the mobilization of agricultural knowledge and innovation systems. El principal objetivo de INNOSETA (www.innoseta.eu) (Fig. 59) es la puesta en marcha de una red temática innovadora y activa dedicada a las tecnologías de aplicación de fitosanitarios, incluida la formación y el asesoramiento, para contribuir de este modo a llenar el hueco existente entre los nuevos desarrollos y la investigación aplicada que se está llevando a cabo, incluidos los esfuerzos tanto públicos como privados, y la realidad del sector en relación al empleo de nuevas tecnologías y aplicación de buenas prácticas en el ámbito de la protección de cultivos. La plataforma es una herramienta ideal para el fomento del intercambio de ideas, puesta en común de conocimiento y detección de necesidades específicas del sector. Un nexo de unión entre la comunidad científica, los asesores, la industria y el agricultor; una herra-

mienta activa que permite detectar las necesidades reales de los agricultores en sus condiciones específicas, y que aporta las soluciones puntuales disponibles adecuadas a sus condicionantes.

Lo que en el proyecto se conoce como SETA **S**praying, **E**quipment, **T**raining and **A**dvising (SETA) se refiere al círculo de herramientas necesarias para cubrir el uso de PPP para la protección de cultivos, incluida la maquinaria de pulverización y sus componentes, tecnologías electrónicas (software y hardware) aplicadas en pulverizadores y técnicas de aplicación de fitosanitarios. Prácticas de gestión adaptadas a requisitos particulares. Los beneficios de la nueva plataforma SETA están relacionados con una aplicación de los productos fitosanitarios más eficiente (reducción del uso de agroquímicos, contaminación del agua, consumo de combustible y mano de obra), lo que resulta en beneficios económicos, agronómicos y ambientales. Las partes interesadas y los usuarios finales en la cadena de valor tienen diferentes necesidades con respecto a SETA para la producción agrícola. Es decir, las SETAS es lo que Carlos andaba buscando relacionado con el método para determinar el volumen de aplicación en viña. Si Carlos hubiera tenido a su disposición la plataforma (Fig. 60), ésta le habría ofrecido, de forma automática, aquella información realmente útil para lo que el estaba buscando... y en su idioma.

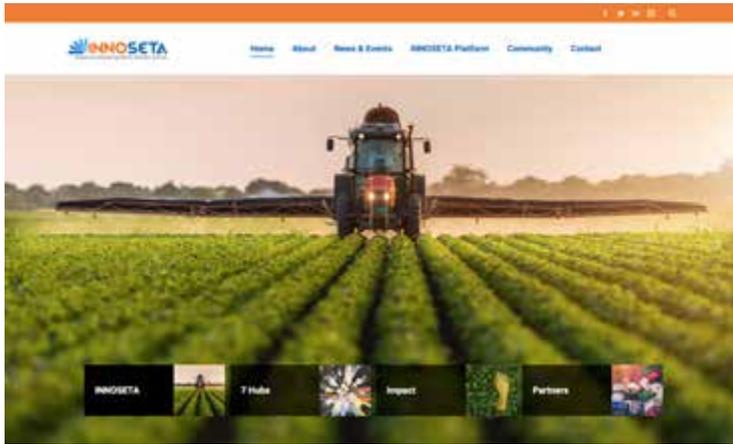


Figura 59. Pagina web del proyecto Innoseta (www.innoseta.eu)



Figura 60. Aspecto de la plataforma INNOSETA (www.innoseta.eu).
La base de datos contiene desarrollos industriales, proyectos, artículos y material de formación, todo ello relacionado con la protección de cultivos.

El proyecto de creación de la plataforma digital a través de una red temática internacional llega en un momento adecuado teniendo en cuenta la situación que en Europa tiene el uso de fitosanitarios:

- Las buenas prácticas agrícolas que están a disposición en la plataforma SETA son una prioridad de la UE reflejada en la Directiva 2009/128/CE sobre uso sostenible de fitosanitarios, donde acciones específicas relacionadas con la formación obligatoria de todos los profesionales, la obligatoriedad de la Gestión Integrada de Plagas, la inspección de los equipos en uso, y algunos otros aspectos, son recogidos en la Directiva.
- La nueva plataforma SETA pone al alcance de los usuarios el rápido desarrollo de modernización y digitalización que evoluciona más que cualquier otra disciplina en agricultura debido a la evolución de las tecnologías de la información y la comunicación. Hay una oferta continua de nuevos equipos y nuevos desarrollos adaptados a estructuras de cultivo específicas, aplicaciones de teléfonos inteligentes para buenas prácticas de pulverización, dispositivos electrónicos adaptados en pulverizadores existentes y nuevos pulverizadores inteligentes, muchos de los cuales no llegarán a la mayoría de los usuarios finales a tiempo. Sin embargo, los agricultores europeos necesitan adoptar estas nuevas tecnologías para mantener su posición en el entorno competitivo global en combinación con una mayor protección ambiental.
- La nueva plataforma tiene el potencial de contribuir al objetivo más amplio de satisfacer la creciente demanda de alimentos, piensos y materias primas al tiempo que garantiza la sostenibilidad de la producción primaria, basada en un enfoque más preciso y eficiente de los recursos para la protección de cultivos, especialmente en un escenario de la escasez de mano de obra agrícola y el cambio climático.

El proyecto promueve el intercambio efectivo de nuevas ideas e información entre la investigación, la industria, la extensión y la comunidad agrícola para que las soluciones comerciales y de investigación existentes puedan ser ampliamente difundidas y aplicadas. El objetivo es reducir / eliminar la brecha existente entre la investigación y el sector agrícola, permitiendo una gran mejora de las habilidades de capacitación de los agentes involucrados.

10.5. Ejemplos de SETAs apreciadas por el usuario

Como se ha comentado anteriormente, uno de los objetivos de proyecto INNOSETA es poner al alcance de todos los usuarios la enorme oferta existente en materiales prácticos disponibles para su uso diario. En este caso, y como ejemplo de este tipo de herramientas, se presenta aquí el trabajo llevado a cabo por la Unidad de Mecanización Agraria de la Universitat Politècnica de Catalunya en el desarrollo de una herramienta simple y didáctica que, a tenor de la experiencia adquirida tras su utilización y distribución a lo largo y ancho de toda la geografía europea y americana donde realizamos nuestra actividad formativa, resulta ser una herramienta altamente apreciada y excelentemente valorada. Se trata del desarrollo de los discos de calibración, uno para atomizadores y otro para equipos de barras. Una “regla de cálculo” de facilita al usuario la labor de cálculo para la determinación del volumen de aplicación y para la selección de los parámetros que intervienen durante el proceso (velocidad de avance, tipo y número de boquillas, presión de trabajo...).

El disco de calibración para atomizadores es una versión adaptada y mejorada de la primera edición elaborada por el Application Technology Group de Hardi International A/S. Debo indicar aquí que se trata de una brillante idea de mi gran amigo Per Gummer Andersen, con el cual tuve ocasión de colaborar en el desarrollo del mismo allá por el año 1992. Fruto de este

desarrollo inicial es el disco de calibración actualizado, adaptado a los nuevos criterios de clasificación de boquillas y que incluye además información básica sobre uno de los temas claves tratados en estas páginas, como es el de la expresión de dosis. Es además un orgullo para mi remarcar el interés que la Comisión Europea ha mostrado en la edición y distribución del disco de calibración (Fig. 61), siendo una de las herramientas utilizadas en los cursos de formación del programa *Better Training for Safer Food* de la UE. Una breve descripción del funcionamiento del disco se puede encontrar en la siguiente dirección: <https://www.youtube.com/watch?v=4tO4lEhVqVI>

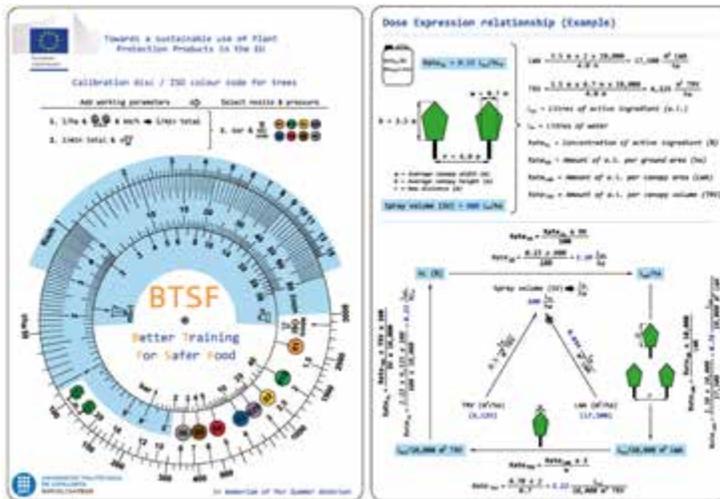


Figura 61. Disco de calibración para atomizadores. En la izquierda la parte frontal del disco, con el nuevo sistema de clasificación de boquillas ISO; en la parte de la derecha información práctica en el reverso del disco sobre los distintos métodos de expresión de dosis en cultivos arbóreos.

Esta herramienta aparentemente tan simple ha resultado ser una de las más apreciadas en todas las jornadas de formación que la UMA viene realizando. Quiero remarcar también el gran trabajo realizado por todo el equipo de investigación de la UMA en el nada fácil proceso de desarrollo e implementación de esta herramienta, de la cual se han distribuido ya más de 20.000

unidades en sus diferentes versiones (español e inglés) por todo el mundo.

Como complemento a esta tan apreciada herramienta para atomizadores, la UMA ha desarrollado también el disco para calibración de pulverizadores hidráulicos (Fig. 62). En este caso, y también a partir del disco de calibración inicial desarrollado por Hardi International A/S, se han introducido mejoras como la nueva clasificación de boquillas ISO o la posibilidad de modificar la distancia entre boquillas en la barra, un hecho cada vez más frecuente entre los fabricantes de los equipos de aplicación. En este caso se ha aprovechado la oportunidad para introducir en la parte trasera del disco información práctica para la reducción de la deriva y el riesgo de contaminación durante los tratamientos.

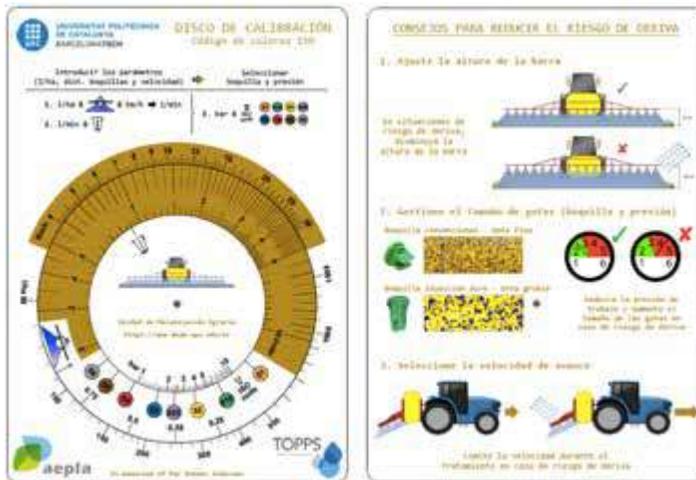


Figura 62. Disco de calibración para pulverizadores de barras desarrollado por la Unidad de Mecanización Agraria de la Universitat Politècnica de Catalunya. A la izquierda la parte frontal del disco; a la derecha, información incorporada en la parte trasera del disco sobre acciones prácticas para reducir la deriva durante el tratamiento.





CONSIDERACIONES FINALES

❖ 11. CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados obtenidos tras esta larga serie de años de actividades de investigación, transferencia y formación en el sector agrario por parte del grupo de investigación UMA-UPC son alentadores, a la vez que difíciles de cuantificar. De acuerdo con los datos disponibles, se observa una reducción generalizada en el uso de plaguicidas. Esta reducción se estima entre un 20 y un 30% en función de la zona y el cultivo, siendo mucho más interesante en el caso de cultivos frutales y olivar, donde las dosis de producto se mantenían en unos niveles muy elevados en comparación con lo recomendado. Se ha observado también un notable incremento en el uso de nuevas tecnologías para la reducción de la deriva, como la utilización de boquillas de inyección de aire, o la creciente utilización de herramientas como DOSAVIÑA, que facilitan enormemente la tarea del agricultor. También cabe destacar una mejora del proceso global de regulación de los equipos, con una reducción progresiva de los volúmenes de caldo empleados, lo que reduce de forma directa el riesgo de contaminación.

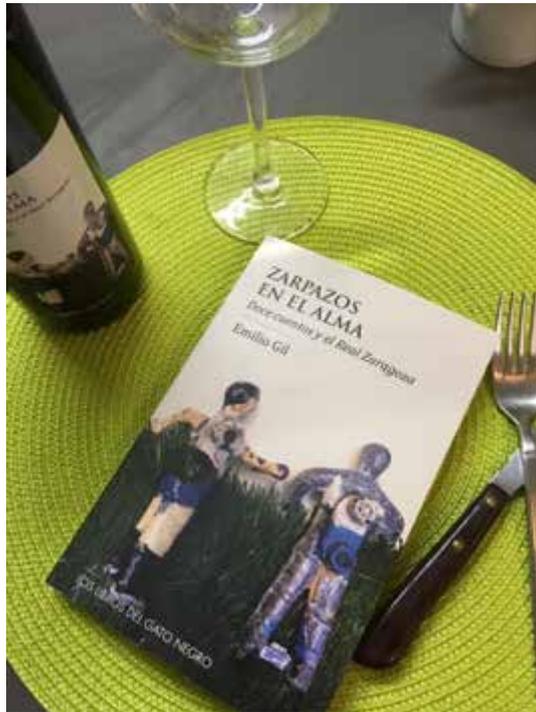
Quiero destacar la enorme fortuna que hemos tenido al contar, siempre que lo hemos necesitado, con la ayuda y colaboración del sector profesional. Desde los fabricantes de tractores hasta los de las cosechadoras, pasando por los equipos de aplicación, los fabricantes de productos fitosanitarios, y en general todo el sector vinculado a nuestra actividad, han mostrado su predisposición y han sabido ver siempre las ventajas que una buena relación universidad-empresa supone para todos.

Pero fundamentalmente, lo que se ha conseguido a lo largo de estos años de intenso trabajo ha sido el enorme agradecimiento por parte del sector. Son numerosos los correos electrónicos y las llamadas telefónicas de profesionales que, tras la asistencia a alguno de los cursos de formación, manifiestan su interés y su satisfacción al comprobar como los conocimientos adquiridos les han permitido reducir el coste que supone la protección de sus cultivos, han mejorado la calidad de sus productos, han saneado sus cuentas de explotación y han reducido considerablemente los riesgos de contaminación que anteriormente generaban con equipos mal calibrados y en malas condiciones.

Finalmente, quiero expresar aquí la gran satisfacción que siento al poder trabajar día a día con los estudiantes. La oportunidad que mi actividad profesional me brinda de estar en permanente contacto con la juventud, observar sus inquietudes, alentar sus destrezas y ver como ponen todo lo mejor de ellos para la consecución de una sociedad más justa, razonable y racional es algo que jamás podré compensar.

Espero poder seguir muchos años al frente de este maravilloso grupo que es la Unidad de Mecanización Agraria de la Universitat Politècnica de Catalunya. Y anhelo que la actividad de este inmenso grupo permanezca en el tiempo, cuando ya el otoño de la vida asome por la ventana.





REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnó, J.; Vallès, J.M.; Llorens, J.; Blanco, R.; Palacín, J.; Sanz, R.; Masip, J.; Ribes-Dasi, M.; Rosell, J.R. 2006. Ground Laser Scanner Data Analysis for LAI Prediction in Orchards and Vineyards. In *International Conference on Agricultural Engineering AgEng2006*, Bonn, Germany, 3–6 September 2006.
- Arvidsson, T., Bergström, L., Kreuger, J. 2011. Spray drift as influenced by meteorological and technical factors. *Pest Management Science* 67: 586–59.
- Balsari P, Gil E, Marucco P, Gallart M, Bozzer C, Llop J, Tamagnone M, 2014. Study and development of a test methodology to assess potential drift generated by air-assisted sprayers. *Aspects of Applied Biology* 122, *Advances in Pesticide Application*, pp. 339-346.
- Balsari P, Marucco P, Tamagnone M, 2007. A test bench for the classification of boom sprayers according to drift risk. *Crop Prot* 26: 1482-1489.
- Balsari P, Marucco P, Tamagnone M, 2012. Study of a test methodology to assess potential spray drift generated by air-assisted sprayers for arboreal crops. *Proc AgEng Conf 2012*. Valencia, Spain. Paper C1613.
- Balsari, P. and Marucco, P. (2004). Sprayer Adjustment and Vine Canopy Parameters Affecting Spray Drift: The Italian Experience. In *Proc. of International Conference on Pesticide Application for Drift Management*, 109-115. Waikoloa, Hawaii, 27-29 October.

- Balsari, P., Doruchowski, G., Marucco, P., Tamagnone, M., van de Zande, J.C., Wenneker, M. (2008). A system for adjusting the spray application to the target characteristics. *Agr. Eng. Int. CIGR Ejournal*, X, 1–11.
- Balsari, P., Gil, E., Marucco, P., van de Zande, J.C., Nuyttens, D., Herbst, A., Gallart, M., 2017. Field-crop-sprayer potential drift measured using test bench: Effects of boom height and nozzle type. *Biosyst. Eng.* 154, 3–13.
- Balsari, P., Marucco, P., Tamagnone, M., 2005. Technical note: A system to assess the mass balance of spray applied to tree crops. *Trans. ASAE* 48, 1689–1694.
- Balsari, P., Marucco, P., Tamagnone, M., 2008. Variable spray application rate in orchards according to vegetation characteristics. In: Variable spray application rate in orchards according to vegetation characteristics. International Conference on Agricultural Engineering AgEng2008 “Agricultural and biosystems engineering for a sustainable world”, Creta, Grecia.
- Belcher SE, Jerram N, Hunt JCR. (2003). Adjustment of a turbulent boundary layer to a canopy of roughness elements. *J Fluid Mech* 488: 369-398.
- Bjugstad, N., Stensvand, A., 2002. Pesticide dosage in three-dimensional crops in Norway. *AAB* 66, 345-352.
- Bouse LF, Kirk IW and Bode LE, 1990. Effect of spray mixture on droplet size. *T ASAE* 33(3): 783–788.
- Brown, D.L., Giles, D.K., Oliver, M.N., Klassen, P., 2008. Targeted spray technology to reduce pesticide in runoff from dormant orchards. *Crop Prot.* 27, 545-552.
- Burn, A., 2003. Pesticide buffer zones for the protection of wildlife. *Pest Manag. Sci.* 59, 583–90.

- Byers, R.E., 1987. Tree-row-volume spraying rate calculator for apples. *HortScience* 22, 506-507.
- Byers, R.E., Hickey, K.D., Hill, C.H., 1971. Base gallonage per acre. *Va. Fruit* 60, 19-23.
- Byers, R.E.; Lyons C.G., Jr.; Yoder, K.S.; Horsburgh, R.L.; Barden, J.A.; Donohue, S.J. Effect of Apple Tree Size and Canopy Density on Spray Chemical Deposit. *Hortscience* 1984, 19, 93-94.
- Campos J., Llop J., Gallart M., García-Ruíz F., Gras A., Salcedo R., Gil E. 2019. Development of canopy vigor maps using UAV for site-specific management during vineyard spraying process. *Precision Agric.* <https://doi.org/10.1007/s11119-019-09643-z>
- Carvalho, F. P. (2017). Pesticides, environment, and food safety. *Food and Energy Security*, 6(2), 48-60.
- CHAFEA. 2018 – Organization and implementation of training activities on inspection and calibration of plant protection product application equipment in compliance with the provisions of Directive 2009/128/EC under the “Better Training for Safer Food Initiative”.
- Codis, S., Douzals, J.P., Davy, A., Chapuis, G., Debuisson, S., Wisniewski, N. (2012). ¿Doses de produits phytos autorisées sur vigne en Europe, vont-elles s’harmoniser? *Phytoma*, 656.
- Cross, J. V., Ridout, M.S. and P.J. Walklate (1997). Adjustment of axial fan sprayers to orchard structure. *Bulletin OILB/SROP*, 20(9): 86-94
- Cross, J.V, Walklate, P.J, Murray R.A, Richardson G.M., 2001a. Spray deposits and losses in different sized apple trees from an axial fan orchard sprayer: 2. Effects of spray quality. *Crop Protection* 20: 333-343.

- Cross, J.V, Walklate, P.J., Murray, R.A., Richardson, G.M. 2001b. Spray deposits and losses in different sized apple trees from an axial fan orchard sprayer: 1. Effects of spray liquid flow rate. *Crop Protection* 20: 13-30.
- Cross, J.V., Walklate, P.J., Murray, R.A., Richardson, G.M., 2003. Spray deposits and losses in different sized apple trees from an axial fan orchard sprayer: 3. Effects of air volumetric flow rate. *Crop Protection* 22: 381-394.
- Cross, J.V.; Walklate, P.J.; Murray, R.A.; Richardson, G.M. Spray Deposits and Losses in Different Sized Apple Trees from an Axial Fan Orchard Sprayer: 1. Effects of Spray Liquid Flow Rate. *Crop Protect.* 2001, 20, 13-30.
- Cunha J P, Chueca P, Garcerá C, Moltó E, 2012. Risk assessment of pesticide spray drift from citrus applications with air-blast sprayers in Spain. *Crop Prot* 42: 116-123.
- Damalas, C. A., Eleftherohorinos, I. G. (2011). Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *International journal of environmental research and public health*, 8(5), 1402-1419.
- de Castro, A. I., Jiménez-Brenes, FM., Torres-Sánchez, J., Peña, JM., Borra-Serrano, I. and López-Granados, F. (2018). 3D Characterization of Vineyards Using a Novel UAV Imagery-Based OBIA Procedure for Precision Viticulture Applications. *Remote Sens*, 10
- de Schampheleire, M., Baetens, K., Nuyttens, D., Spanoghe, P., 2008. Spray drift measurements to evaluate the Belgian drift mitigation measures in field crops. *Crop Protection* 27: 577–589.
- de Snoo, G. R., de Wit, P. J., 1998. Buffer zones for reducing pesticide drift to ditches and risks to aquatic organisms. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 41, 112–118.

- DG SANTE 2014. Call for tender n° Chafea/2014/BTSF/02: Organisation and implementation of training activities on inspection and calibration of pesticide application equipment in professional use under the Better Training for Safer Food initiative. Accessed: 16 September 2015. Available at: http://ec.europa.eu/chafea/food/tender-02-2014_en.html
- Doruchowski G, Balsari P, Gil E, Marucco P, Rottele M, Wehmann HJ. 2014. Environmentally Optimised Sprayer (EOS) - A software application for comprehensive assessment of environmental safety features of sprayers. *Science of the Total Environment*, 482–483 (2014) 201–207.
- Doruchowski G, Swiechowski W, Godyn A, Holownicki R, 2009. Spray deposit in apple canopies as affected by low drift application strategies with environmentally dependent application system. *Proc SuproFruit 2009 – 10th Workshop on Spray Application in Fruit Growing*, Wageningen, Netherlands, Sept 30-Oct 2. pp: 26-27
- Doruchowski, G., Balsari, P., Van de Zande, J.C. (2009). Development of A Crop Adapted Spray Application System for Sustainable Plant Protection in Fruit Growing. In *Proceedings of International Symposium on Application of Precision Agriculture for Fruits and Vegetables*, Orlando, FL, USA.
- Doruchowski, G., Roettele, M., Herbst, A., Balsari, P., 2013. Drift evaluation tool to raise awareness and support training on the sustainable use of pesticides by drift mitigation. *Comput. Electron. Agric.* 97, 27–34.
- Doruchowski, G.; Bielenin, A.; Holownicki, R.; Swiechowski, W.; Godyn, A.; Olszak, R.W. Efficacy of TRV Based Fungicide Dose Rates in Apple Orchards. In *VII Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing*, Cuneo, Italy, 25–27 June 2003; pp. 157-162.

- Doruchowski, G.; Holownicki, R. Environmentally Friendly Spray Techniques for Tree Crops. *Crop Protect.* 2000, 19, 617-622.
- Du Q., Chang, NB., Yang C., Srilakshmi KR. (2008). Combination of multispectral remote sensing, variable rate technology and environmental modeling for citrus pest management. *Journal of Environmental Management*, 86(1), 14-26. Epub 2007 Jan 12.
- ECPA, European Crop Protection Association. 2014. Spray Drift Reduction Technology. Disponible en: <http://www.sdrt.info/>. Consultado: 27/09/2014.
- EFSA (European Food Safety Authority). (2018). The 2016 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA Journal*, 16(7), 5348, 139 pp. doi: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5348>
- Ehlert, D.; Horn, H.J.; Adamek, R. Measuring Crop Biomass Density by Laser Triangulation. *Comput. Electron. Agr.* 2008, 61, 117-125.
- EPPO (European Plant Protection Organization). (2012). Dose expression for plant protection products. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 42(3), 409–415.
- EPPO (European Plant Protection Organization). 2016. Conclusions and recommendations. Plenary session. Workshop on harmonized dose expression for the zonal evaluation of plant protection products in high growing crops. Vienna, 18-20 October 2016.
- Escolà, A., Camp, F., Solanelles, F., Llorens, J., Planas, S., Rosell, J.R., Gràcia, F., Gil, E., 2007. Variable dose rate sprayer prototype for tree crops based on sensor measured canopy characteristics. In: Stafford, J.V. (Ed.) Precision agriculture '07. Papers presented at the 6th European Conference on

- Precision Agriculture, 2007, Skiathos, Grècia. Wageningen Academic Publishers, p. 563-571.
- Escolà, A., Planas, S., Rosell, J.R., Pomar, J., Camp, F., Solanelles, F., Gracia, Llorens, J., Gil, E., 2011. Performance of an ultrasonic ranging sensor in apple tree canopies. *Sensors* 11, 2459-2477.
- Escolà, A., Rosell-Polo, J.R., Planas, S., Gil, E., Pomar, J., Camp, F., Llorens, J., Solanelles, F. (2013). Variable rate sprayer. Part 1 - Orchard prototype: design, implementation and validation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 95, 122-135.
- European Parliament. 2009a. Directive 2009/127/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 amending Directive 2006/42/EC with regard to machinery for pesticide application; 2009 [Of. J. EU, 25.11.2009, L 310/29].
- European Parliament. 2009b. Directive 2009/128/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 Establishing a Framework for Community Action to Achieve the Sustainable use of Pesticides. *Offic. J. Eur. Union* 2009.
- Finnigan J, Shaw RH, Patton EG. (2009). Turbulence structure above a vegetation canopy. *J Fluid Mech* 637: 387-424.
- FOCUS, 2001. FOCUS Surface Water Scenarios in the EU Evaluation Process under 91/414/EEC.
- FOCUS, 2014. FORum for Co-ordination of pesticide fate models and their USE. Retrieved from <http://focus.jrc.ec.europa.eu/>.
- Fox RD, Derksen RC, Zhu H, Brazee RD, Svensson SA. (2008). A history of air-blast sprayer development and future prospects. *T ASABE* 51(2): 405-410.

- Frießleben, R.; Roßlenbroich, H.J.; Elbert, A. Dose Expression in Plant Protection Product Field Testing in High Crops: Need for Harmonization. *Bayer CropScience J.* 2007, *60*, 85-96.
- Furness, G.O., and Magarey, P.A., 2000. Unit canopy row calibration and a new pesticide label format to improve dose consistency on different canopy sizes with spray application to fruit. *AAB* 57, 309-312.
- Ganzelmeier, H., Rautmann, D., Spangenberg, R., Streloke, M., Herrmann, M., Wenzelburger, H.-J., Walter, H.F. 1995. Studies on the spray drift of plant protection products: Results of a test program carried out throughout the Federal Republic of Germany. Berlin: Blackwell-Wissenschafts-Verlag. ISSN/ISBN: 3-8263-3039-0.
- Garcerá, C., Fonte, A., Moltó, E. and Chueca, P. (2017). Sustainable Use of Pesticide Applications in Citrus: A Support Tool for Volume Rate Adjustment. *International journal of environmental research and public health*, 14(7), 715.
- García-Ramos F, Vidal M, Bone A, 2009. Field evaluation of an air-assisted sprayer equipped with two reversed rotation fans. *Appl Eng Agric* 25(4): 481-494.
- García-Ramos FJ, Vidal M, Bone A, Malon H, Aguirre J. (2012). Analysis of the air flow generated by an air-assisted sprayer equipped with two axial fans using a 3D sonic anemometer. *Sensors* 12(6): 7598-7613.
- García-Ramos, F.J., Malón, H., Aguirre, A.J., Boné, A., Puyuelo, J., Vidal, M., 2015. Validation of a CFD model by using 3D sonic anemometers to analyse the air velocity generated by an air-assisted sprayer equipped with two axial fans. *Sensors (Switzerland)* 15, 2399–2418.

- Gil E, Balsari P, Gallart M, Llorens J, Marucco P, Gummer Andersen P, Fàbregas X, Llop J. 2014a. Determination of drift potential of different flat fan nozzles on a boom sprayer using a test bench. *Crop Prot* 56: 58-68.
- Gil E, Gallart M, Balsari P, Marucco P, Almajano MP, Llop J, 2015. Influence of wind velocity and wind direction on measurements of spray drift potential of boom sprayers using drift test bench. *Agr Forest Meteorol* 202: 94-101.
- Gil E, Llorens J, Llop J, Fàbregas X, Gallart M, 2013. Use of terrestrial LIDAR sensor for drift detection on vineyard spraying. *Sensors* 13(1): 516-534.
- Gil E., Campos, J., Ortega, P., Llop J., Gras A., Armengol E., Salcedo R., Gallart M. 2019. DOSAVIÑA: Tool to calculate the optimal volume rate and pesticide amount in vineyard spray applications based on a modified leaf wall area method. *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 160, May 2019, Pages 117-130
- Gil, E. 2001. Inspection of sprayers in use. Quality improvement by increasing farmer's formation. *Parasitica* 57(1-2-3): 157-166.
- Gil, E. 2001. Metodología y criterios para la selección y evaluación de equipos de aplicación de fitosanitarios para la viña. Unpublished PhD dissertation. Universitat de Lleida, Department of Agro Forest Engineering.
- Gil, E. 2003. Tratamientos en viña: equipos y técnicas de aplicación. Ed. UPC. 978-84-8301-691-6.
- Gil, E. 2007. Inspection of sprayers in use: a European sustainable strategy to reduce pesticide use in fruit crops. *Applied Engineering in Agriculture* 23(1): 49-56.
- Gil, E., Arnó, J., Llorens, J., Sanz, R., Llop, J., Rosell-Polo, J.R., Gallart, M., Escolà, A. 2014b. Advanced technologies

- for the improvement of spray application techniques in Spanish viticulture: An overview. *Sensors*, 14: 691-708.
- Gil, E., Bernat, C., Queraltó, M., López, A., Planas, S., Rosell, J.R., Val, L. 2005. Pesticide dose adjustment in vineyard: relationship between characteristics and quality of applications. Proceedings of 8th Workshop on Spraying Application Techniques in Fruit Growing, Barcelona, June 2005
- Gil, E., Escolà, A. 2009. Design of a decision support method to determine volume rate for vineyard spraying. *Applied Engineering in Agriculture*, 25(2):145-151.
- Gil, E., Escolà, A., Rosell, J.R., Planas, S., Val, L. 2007. Variable rate application of plant protection products in vineyard using ultrasonic sensors. *Crop Prote.* 26, 1287-1297.
- Gil, E., Gallart, M., Llorens, J., Llop, J., Bayer, T., Carvalho, C. 2014c. Spray adjustments based on LWA concept in vineyard. Relationship between canopy and coverage for different application settings. *International Advances in Pesticide Applications*. Oxford, UK, pp. 25-32.
- Gil, E., González, E. 2014. Buenas prácticas agrícolas para reducir la deriva, la escorrentía y la erosión. Ed. *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*. ISBN: 978-84-491-1408-3
- Gil, E., Gracia, F. 2004. Compulsory inspection of sprayers in use: improving efficiency by training and formative aspects. First European Workshop on Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe – SPISE – Braunschweig, Germany, April 27-29, pp. 114-119. ISBN 3-930037-13-0
- Gil, E., Llorens J., Llop J., Escolà A., Rosell-Polo J.R. 2013. Variable rate sprayer. Part 2 - Vineyard 1 prototype: design, implementation and validation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 95, 136-150.

- Gil, E., Llorens, J., Landers, A., Llop, J, Giralt, L. 2011a. Field validation of DOSAVIÑA, a decision support system to determine the optimal volume rate for pesticide application in vineyards. *European Journal of Agronomy*, 35(1):33-46.
- Gil, E., Llorens, J., Llop, J. 2011b. DOSAVIÑA: Five years of successful experiences in field tests. In: 13th Suprofruit - Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing. Bergerac, France.
- Gil, E., Llorens, J., Llop, J., Fàbregas, X., Gallart, M., 2013. Use of a Terrestrial LIDAR Sensor for Drift Detection in Vineyard Spraying. *Sensors* 13, 516–534.
- Gil, E.; Escolà, A. Variable Rate Application of Plant Protection Products in Vineyard using Ultrasonic Sensors. In *9th Workshop on Sustainable Plant Protection Techniques in Fruit Growing (SuProFruit)*, Alnarp, Sweden, 11–14 September 2007; pp. 61-62.
- Gil, E.; Llorens, J.; Llop, J. 2012. New technologies adapted to alternative dose expression concepts. In: *Aspects of applied Biology, 114, International Advances in Pesticide Application*, pp. 325-333. Wageningen, Netherlands.
- Gil, E., Llorens, J., Gallart, M., Gil-Ribes, J., Miranda-Fuentes, A. 2018. First attempts to obtain a reference drift curve for traditional olive grove's plantations following ISO 22866. *Science of the Total Environment* 29; 627:349-360. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.01.229
- Giles, D.K., Delwiche, M.J., Dodd, R.B., 1988. Electronic measurement of tree canopy volume. *T ASABE* 31, 264-272.
- Giles, D.K., Delwiche, M.J., Dodd, R.B., 1989b. Method and apparatus for target plant foliage sensing and mapping and related materials application control. 4823268. Date issued: 04/18.

- Giles, D.K., Delwiche, M.J., Dodd, R.B., 1989a. Sprayer control by sensing orchard crop characteristics: Orchard architecture and spray liquid savings. *J. Agric. Eng. Res.* 43, 271-289.
- Giles, D.K.; Delwiche, M.J.; Dodd, R.B. Control of Orchard Spraying Based on Electronic Sensing of Target Characteristics. *Trans. ASAE* 1987, 30, 1624-1630, 1636.
- Girardeau-Montaut, D., 2011. CloudCompare, a 3D point cloud and mesh processing. Open Source Project. EDF Research and Development, Telecom ParisTech. Retrieved April 1, 2015, from <http://danielgm.net/cc/>
- Gregorio, E., Rocadenbosch, F., Sanz, R., Rosell-Polo, J., 2015. Eye-Safe Lidar System for Pesticide Spray Drift Measurement. *Sensors* 15, 3650–3670.
- Grella, M.; Gil, E.; Balsari, P.; Marucco, P.; Gallart, M. 2017. Advances in developing a new test method to assess spray drift potential from air blast sprayers. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 15 (3): e0207, 16 pages. DOI: 10.5424/sjar/2017153-10580
- Grella, M., Marucco, P., Manzone, M., Gallart, M., Balsari, P., 2017. Effect of sprayer settings on spray drift during pesticide application in poplar plantations (*Populus* spp.). *Sci. Total Environ.* 578, 427–439.
- Grella, M.; Gallart, M.; Maruco, P.; Balsari, P.; Gil, E. 2017. Ground deposition and airborne spray drift assessment in vineyard and orchard: The influence of environmental variables and sprayer settings. *Sustainability* 2017. *Sustainability* 2017, 9(5), 728; <https://doi.org/10.3390/su9050728>
- Herbst, A., 2001. A Method to Determine Spray Drift Potential from Nozzles and its Link to Buffer Zone Restrictions. ASAE (Paper No. 01-1047).

- Herbst, A.; Ganzelmeier, H. 2000. Classification of sprayers according to drift risk – a German approach. *Aspects of Applied Biology*, 57:35 - 40.
- Hetherington MH. (1997). Measurement of the air flow characteristics of agricultural air carrier sprayer. Dissertation. Depart. of Agricultural Engineering, Michigan Stat Univ, USA.
- Hewitt AJ, Miller PCH, Bagley WE, 2001. Interaction of tank mix and nozzle design on spray performance and drift potential. ASAE Paper 01-011081.
- Hislop, E.C. (1991). Air-assisted crop spraying: an introductory review. In Proc. BCPC Symposium on Air-assisted spraying in crop protection, 3-14. Swansea, UK, 7-9 January.
- Hocevar, M., Sirok, V., Godesa, T., Lesnik, M., Stajniko, D., 2011. Design and testing of an automated system for targeted spraying in orchards. *J. Plant Dis. Prot.* 117, 71-79.
- Hofman V, Solseng E. (2001). Reducing spray drift. Publication AE-1210. North Dakota Stat Univ Ext Serv, Fargo (ND, USA).
- http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/sustainable_use_pesticides/docs/overview_sud_training_certification_systems_2013_en.pdf
- Huijsmans JFM, Zande JC van de, 2011. Workshop harmonisation of drift and drift reducing methodologies for evaluation and authorization of plant protection products. Wageningen UR Plant Research International, WUR-PRI Report 390, Wageningen.
- ISO 2015. Agricultural and forest machinery – Inspection of sprayers in use. Parts 1, 2 & 3.
- ISO 2015. Agricultural and forest machinery – Inspection of sprayers in use. Parts 1, 2 & 3.

- ISO, 2006. ISO 22369-1:2006: Crop protection equipment - Drift classification of spraying equipment - Part 1: classes. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland. 1 pp.
- ISO, 2010. ISO 22369-2:2010: Crop protection equipment - Drift classification of spraying equipment - Part 2: Classifications of field crop sprayers by field measurements. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland. 5 pp.
- ISO, 2015. ISO 22401:2015: Equipment for crop protection - Method for measurement of potential drift from horizontal boom sprayer systems by the use of a test bench. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland. 12 pp.
- ISO, International Organization for Standardization. 2005. ISO 22866:2005. Crop protection equipment – Methods for field measurement of spray drift. Geneva, Suiza.
- ISO, International Organization for Standardization. 2006. ISO 22369:2006. Crop protection equipment -- Drift classification of spraying equipment. Geneva, Suiza.
- ISO, International Organization for Standardization. 2008. ISO 22856:2008. Equipment for crop protection -- Methods for the laboratory measurement of spray drift - Wind tunnels. Geneva, Suiza.
- Jeon, H.Y., Zhu, H., Derksen, R., Ozkan, E., Krause, C. (2011). Evaluation of ultrasonic sensor for variable –rate spray applications. *Computers and Electronics in Agriculture*, 75(2011), 213-221.
- Koch, H. 2007. How to achieve conformity with the dose expression and sprayer function in high crops. *Bayer CropScience J.* 60, 71-84.

- Koch, H. How to Achieve Conformity with the Dose Expression and Sprayer Function in High Crops. *Bayer CropScience J.* 2007, 60, 71-84.
- Koch, H., Weisser, P., Knewitz, H., 2001. Sprayer adjustment in orchards - from dose to deposit. In: Sprayer adjustment in orchards - from dose to deposit. VI workshop on spray application techniques in fruit growing, Leuven, Belgium. p. 28.
- Landers A, 2010. Developments towards an automatic precision sprayer for fruit crop canopies. ASABE International Meeting, Pittsburgh, PA. Paper no. 1009008.
- Landers A, Gil E, 2006. Development and validation of a new deflector system to improve pesticide application in New York and Pennsylvania grape production. ASABE International Meeting, Portland, OR. Paper no. 061001.
- Langenakens, J., Pieters, M. 1997. The organization and first results of the mandatory inspection of crop sprayers in Belgium. *Aspects of Applied Biology* 48: 233-240.
- Lee, K., Ehsani, R., (2008). A Laser-Scanning System for Quantification of Tree- Geometric Characteristics. ASABE, St. Joseph, MI, ASABE Paper No. 083980.
- Lee, W.S., Alchanatis, V., Yang, C., Hirafuji, M., Moshou, D., Li, C., 2010. Sensing technologies for precision specialty crop production. *Comput. Electron. Agric.* 74, 2-33.
- Li, F.; Cohen, S.; Naor, A.; Shaozong, K.; Erez, A. Studies of Canopy Structure and Water use of Apple Trees on Three Rootstocks. *Agric. Water Manage.* 2002, 55, 1-14.
- Llop, J.; Gil, E.; Llorens, J.; Miranda-Fuentes, A.; Gallart, M. (2016). Testing the Suitability of a Terrestrial 2D LiDAR Scanner for Canopy Characterization of Greenhouse Tomato Crops. *Sensors* 2016, 16, 1435.

- Llorens J, Gallart M, Llop J, Miranda-Fuentes A, Gil E, 2016. Difficulties to apply ISO 22866 requirements for drift measurements. A particular case of traditional olive tree plantations. *Aspects of Applied Biology* 132, *Advances in Pesticide Application*, pp. 31-37.
- Llorens, J., Gil, E., Llop, J., Escolà, A. (2011). Ultrasonic and LIDAR Sensors for Electronic Canopy Characterization in Vineyards: Advances to Improve Pesticide Application Methods. *Sensors*, 11(2), 2177-2194.
- Llorens, J., Gil, E., Llop, J., Escolà, A., 2010. Variable rate dosing in precision viticulture: Use of electronic devices to improve application efficiency. *Crop Prot.* 29, 239-248.
- Llorens, J.; Gil, E.; Llop, J.; Escolà, A. Variable Rate Dosing in Precision Viticulture: Use of Electronic Devices to Improve Application Efficiency. *Crop Protect.* 2010, 29, 239-248.
- Manktelow, D.W.L.; Praat, J.P. The Tree-Row-Volume Spraying System and its Potential use in New Zealand. In *Proceedings of the NZ Plant Protection Conference*, Lincoln University: Lincoln, New Zealand, 18–21 August 1997; pp. 119-124.
- Meier, U. Growth Stages of Mono- and Dicotyledonous-Plants. BBCH Monograph, 2 ed.; 2001, Uwe Meier, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry: Berlin, Germany. (www.bba.de/veroeff/bbch/bbcheng.pdf).
- Michielsen JMGP, Zande JC van de, Wenneker M. 2009. Nozzle classification for drift reduction in orchard spraying: Effect of nozzle type in a dormant stage orchards. *Proc SuproFruit 2009 – 10th Workshop on Spray Application in Fruit Growing*, Wageningen, Netherlands, Sept 30-Oct 2. pp: 36-37
- Miller PR, Salyani M, Hiscox AL, 2003. Remote measurement of spray drift from orchard sprayers using LIDAR. *Proc Ame-*

- rican Society of Agricultural and Biological Engineers, Las Vegas, NV, USA, 27-30 July 2003; Annual Meeting Paper No.031093.
- Miranda-Fuentes, A., Llorens, J., Gamarra-Diezma, J., Gil-Ribes, J., Gil, E., 2015. Towards an Optimized Method of Olive Tree Crown Volume Measurement. *Sensors* 15, 3671–3687.
- Miranda-Fuentes, A., Llorens, J., Rodriguez-Lizana, A., Cuenca, A., Gil, E., Blanco-Roldán, G.L., Gil-Ribes, J. (2016). Assessing the optimal liquid volume to be sprayed on isolated olive trees according to their canopy volumes. *Science of the Total Environment*, 568(2016), 269-305.
- Nuyttens D, de Schampheleire M, Baetens K, Sonck B, 2007. The influence of operator-controlled variables on spray drift from field crop sprayers. *T ASABE* 50(4): 1129-1140.
- Nuyttens D, de Schampheleire M, Verboven P, Sonck B, 2010. Comparison between indirect and direct spray drift assessment methods. *Biosyst Eng* 105: 2-12.
- Nuyttens D, de Schampheleire M, Steurbaut W, Baetens K, Verboven P, Nicolai B, Ramon H, Sonck B, 2006. Experimental study of factors influencing the risk of drift from field sprayers. Part 2: spray application technique. *Aspects of Applied Biology* 77, *Advances in Pesticide Application*, pp. 1-8.
- Nuyttens D, Taylor WA, de Schampheleire M, Verboven P, Dekeyser D, 2009. Influence of nozzle type and size on drift potential by means of different wind tunnel evaluation methods. *Biosyst Eng* 103: 271-280.
- Ozkan HE, Zhu H, 1998. Effect of major variables on drift distances of spray droplets. Ohio State University Extension Publication AEX 525-98, Columbus, OH.
- Ozkan, E.1999. Recommendations for pesticide applicator training in USA based on licensing and training procedu-

- res in Western Europe. *Applied Engineering in Agriculture* 15(1): 25-30.
- Palleja, T., Landers, A. (2015). Precision fruit spraying: measuring canopy density and volume for air and liquid control. *SuproFruit 2015 – 13th Workshop on Spray Application in Fruit Growing*, Lindau, Germany, 15–18 July 2015. *Julius-Kühn-Archiv*, 448.
- Pergher, G., 2001. Recovery rate of tracer dyes used for spray deposit assessment. *Trans. ASABE* 44, 787–794.
- Phillips, J., Miller, P.C.H., 1999. Field and wind tunnel measurements of the airborne spray volume downwind of single flat-fan nozzle. *Journal of Agricultural Engineering Research* 72, 161–170.
- Poprawski, T., Carruthers, R., Speese, J., Vacek, D., Wendel, L., 1997. Early-Season Applications of the Fungus *Beauveria bassiana* and Introduction of the Hemipteran Predator *Perillus bioculatus* for Control of Colorado Potato Beetle. *Biol. Control* 10, 48–57.
- R Core Team, 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from www.r-project.org
- Randall, J.M. (1971). The relationship between air volume and pressure on spray distribution in fruit trees. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 16: 1-31.
- Rautmann, D., Streloke, M., Winkler, R., 2001. New basic drift values in the authorization procedure for plant protection products. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land Forstwirtschaft* 383, 133–141.
- Ravier I, Haouisee E, Clément M, Seux R, Briand O, 2005. Field experiments for the evaluation of pesticide spray-drift on arable crops. *Pest Manag Sci* 61: 728-736.

- Ravier, I., Haouisee, E., Clément, M., Seux, R., Briand, O., 2005. Field experiments for the evaluation of pesticide spray-drift on arable crops. *Pest Manag. Sci.* 61, 728–736.
- Rimmer, D.A., Johnson, P.D., Kelsey, A., Warren, N.D., 2009. Field experiments to assess approaches for spray drift incident investigation. *Pest Management Science* 65: 665-671.
- Rosell, J. R., & Sanz, R. (2012). A review of methods and applications of the geometric characterization of tree crops in agricultural activities. *Computers and electronics in agriculture*, 81, 124-141.
- Rosell, J.R.; Llorens, J.; Sanz, R.; Arnó, J.; Ribes-Dasi, M.; Masip, J.; Escolà, A.; Camp, F.; Solanelles, F.; Gràcia, F. *et al.* Obtaining the Three-Dimensional Structure of Tree Orchards from Remote 2D Terrestrial LIDAR Scanning. *Agric. For. Meteorol.* 2009, 149, 1505-1515.
- Rüegg, J.; Viret, O.; Raisigl, U. Adaptation of Spray Dosage in Stone-Fruit Orchards on the Basis of Tree Row Volume. *EPPO Bull.* 1999, 29, 103-110.
- Salcedo R., Garcerá, C., Granell, R., Molto, E., Chueca, P. (2015). Description of the airflow produced by an air-assisted sprayer during pesticide applications to citrus. *Spanish journal of agricultural research*, (2), 4.
- Salyani M, Miller DR, Farooq M, Sweeb RD, 2013. Effects of sprayer operating parameters on airborne drift from citrus air-carrier sprayers. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal* open access at <http://www.cigrjournal.org> 15(1): 27.
- Schumann, A.W.; Zaman, Q.U. Software Development for Real-Time Ultrasonic Mapping of Tree Canopy Size. *Comput. Electron. Agr.* 2005, 47, 25-40.

- Sehsah EME, Herbst A, 2010. Drift potential for low pressure external mixing twin fluid nozzles based on wind tunnel measurements. *Misr Journal of Agricultural Engineering* 27: 438-464.
- Serrano, L., Filella, I., Peñuelas, J., 2000. Remote Sensing of Biomass and Yield of Winter Wheat under Different Nitrogen Supplies. *Crop Sci.* 40, 723.
- Solanelles, F., Planas, S., Rosell, J. R., Camp, F., and Gràcia, F. (2006). An electronic control system for pesticide application proportional to the canopy width of tree crops. *Biosystems engineering*, 95(4), 473-481.
- Southcombe ESE, Miller PCH, Ganzelmeier H, Zande JC van de, Miralles A, Hewitt AJ, 1997. The international (BCPC) spray classification system including a drift potential factor. *Proc Brighton Crop Protection Conference-Weeds*. November 1997. Brighton. UK. pp. 371-380.
- Su HB, Schmid HP, Vogel CS, Curtis PS. (2008). Effects of canopy morphology and thermal stability on mean flow and turbulence statistics observed inside a mixed hardwood forest. *Agr Forest Meteorol* 148: 862-882.
- Tavares, R.M., Cunha, J.P.A.R., Alves, T.C., Bueno, M.R., Silva, S.M., Zandonadi, C.H.S., 2017. Electrostatic spraying in the chemical control of *Triozoida limbata* (Enderlein) (Hemiptera: Triozidae) in guava trees (*Psidium guajava* L.). *Pest Manag. Sci.* 73, 1148–1153.
- TOPPS, Train Operatos to Prevent Pollution from Point Sources. Disponible en: <http://topps-life.weebly.com>. Consultado: 27/09/2014.
- Triloff P, 2015. Results of measuring the air distribution of sprayers for 3D-Crops and parameters for evaluating and comparing fan types. *Proc SuproFruit 2015 – 13th Works-*

- hop on Spray Application in Fruit Growing, Lindau, Germany. pp. 21-23.
- Tumbo, S.D.; Salyani, M.; Whitney, J.D.; Wheaton, T.A.; Miller, W.M. Investigation of Laser and Ultrasonic Ranging Sensors for Measurements of Citrus Canopy Volume. *Appl. Eng. Agric.* 2002, 18, 367-372.
- Villalobos, F.J.; Testi, L.; Hidalgo, J.; Pastor, M.; Orgaz, F. Modelling Potential Growth and Yield of Olive (*Olea Europaea* L.) Canopies. *Eur. J. Agron.* 2006, 24, 296-303.
- Viret, O.; Siegfried, W.; Wohlhauser, R.; Raisigl, U. Dosage Des Fongicides En Fonction Du Volume Foliaire De La Vigne. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 2005, 37, 59-62.
- Walklate PJ, Weiner KL, Parkin CS. (1996). Analysis of experimental measurements made on a moving air-assisted sprayer with two-dimensional air-jets penetrating a uniform crop canopy. *J Agr Eng Res* 63: 365-378.
- Walklate, P., Cross, J. (2012). An examination of Leaf-Wall-Area dose expression. *Crop Protection*, 35, 132-134.
- Walklate, P.J.; Richardson, G.M.; Cross, J.V.; Murray, R.A. Relationship between Orchard Tree Crop Structure and Performance Characteristics of an Axial Fan Sprayer. *Aspect. Appl. Biol.* 2000, 57, 285-292.
- Wang, M., Rautmann, D., 2008. A simple probabilistic estimation of spray drift — factors determining spray drift and development of a model. 7(12), 2617–2626. *Environ. Toxicol. Chem.* 26, 2617–2626.
- Wei, J., Salyani, M., (2005). Development of a laser scanner for measuring tree canopy characteristics: phase 2. Foliage density measurement. *Transactions ASAE*, 48, 1595–1601.

- Wei, J.; Salyani, M. Development of a Laser Scanner for Measuring Tree Canopy Characteristics: Phase 1. Prototype Development. *Trans. ASAE* 2004, *47*, 2101-2107.
- Wenneker M, Heijne B, Zande JC van de, 2005. Effect of air induction nozzle (coarse droplet), air assistance and one-sided spraying of the outer tree row on spray drift in orchard spraying. *Annual Review of Agricultural Engineering*, Vol. 4 (1): 116 – 128.
- Wenneker M, Zande JC van de, 2008. Drift reduction in orchard spraying using a cross flow sprayer equipped with reflection shields (Wanner) and air injection nozzles. *Agricultural Engineering International: CIGR Ejournal X*. Manuscript ALNARP 08 014.
- Wenneker M, Zande JC van de, Michielsen JMGP, Stallinga H, 2015. Improving spray deposition and reducing spray drift in orchard spraying by multiple row sprayers. *Proc SuproFruit 2015 – 13th Workshop on Spray Application in Fruit Growing*, Lindau, Germany. pp. 85-86
- Wohlhauser, R., 2009. Dose rate expression in tree fruits - the need for harmonization approach from a chemical producer industry perspective.
- Xu, W., Su, Z., Feng, Z., Xu, H., Jiao, Y., Yan, F., 2013. Comparison of conventional measurement and LiDAR-based measurement for crown structures. *Comput. Electron. Agric.* 98, 242–251.
- Yi C. (2008). Momentum transfer within canopies. *J Appl Meteor Clim* 47: 262-275.
- Yue W, Meneveau C, Parlange MB, Zhu W, Kang HS, Katz J. (2008). Turbulent kinetic energy budgets in a model canopy: comparisons between LES and wind-tunnel experiments. *Environ Fluid Mech* 8(1): 73-95.

- Zaman, Q.U., Esau, T.J., Schumann, A.W., Percival, D.C., Chang, Y.K., Read, S.M., Farooque, A.A., 2011. Development of prototype automated variable rate sprayer for real-time spot-application of agrochemicals in wild blueberry fields. *Comput. Electron. Agric.* 76, 175-182.
- Zaman, Q.U., Salyani, M., 2004. Effects of foliage density and ground speed on ultrasonic measurement of citrus tree volume. *Appl. Eng. Agric.* 20, 173-178.
- Zaman, Q.U., Schumann, A.W., Hostler, H.K., 2007. Quantifying sources of error in ultrasonic measurements of citrus orchards. *Appl. Eng. Agric.* 23, 449-453.
- Zaman, Q.U.; Schumann, A.W.; Hostler, H.K. Estimation of Citrus Fruit Yield Using Ultrasonically-Sensed Tree Size. *Appl. Eng. Agric.* 2006, 22, 39-44.
- Zaman, Q.U.; Schumann, A.W.; Hostler, H.K. Quantifying Sources of Error in Ultrasonic Measurements of Citrus Orchards. *Appl. Eng. Agric.* 2007, 23, 449-453.
- Zaman, Q.U.; Schumann, A.W.; Miller, W.M. Variable Rate Nitrogen Application in Florida Citrus Based on Ultrasonically-Sensed Tree Size. *Appl. Eng. Agric.* 2005, 21, 331-335.
- Zande JC van de, Michielsen JMGP, Stallinga H, 2007. Spray drift and off-field evaluation of agrochemicals in the Netherlands. Report 149, July 2007.
- Zande JC van de, Porskamp HAJ, Holterman HJ, 2002. Influence of reference nozzle choice on spray drift classification. *Aspects of Applied Biology* 66, Advances in Pesticide Application, pp. 49-56.
- Zande JC van de, Porskamp HAJ, Michielsen JMGP, Holterman HJ, Huijsmans JFM, 2000. Classification of spray applications for driftability, to protect surface water. *Aspects*

- of Applied Biology 66, Advances in Pesticide Application, pp. 57-65.
- Zande JC van de, Stallinga H, Michielsen JMGP, van Velde P, 2010. Effect of width of spray-free buffer zones, nozzle type and air assistance on spray drift. Aspects of Applied Biology 99, Advances in Pesticide Application, pp. 255-263.
- Zande JC van de, Wenneker M, Michielsen JMGP, Stallinga H, van Velde P & Joosten N, 2012. Nozzle classification for drift reduction in orchard spraying. Aspects of Applied Biology 114, International Advances in Pesticide Application. p. 253-260.
- Zande, J. C. van de, Porskamp, H. A. J., Michielsen, J. M. G. P., Holterman, H. J., Huijsmans, J. F. M., 2000. Classification of spray applications for driftability, to protect surface water. *Asp. Appl. Biol.* 66, 57–65.
- Zande, J. C. van de, Wenneker, M., Michielsen, J. M. G. P., Stallinga, H., 2015. Spray drift and resident risk in orchard spraying; reference and spray drift reducing techniques. In *Suprofruit 2015. 13th Workshop on spray application techniques in fruit growing*. Lindau, Germany.
- Zande, JC van de, Rautmann, D., Holterman, D.J., Huijsmans, J.F.M. 2013. Joined spray drift curves for boom sprayers in The Netherlands and Germany. *Plant Research International*. Wageningen UR. Report 526.
- Zheng, J., Zhou, H., Xu, Y., Zhao, M., Zhang, H., Ge, Y., Xiang, H., Chen, Y., 2005. Toward-target precision pesticide application and its system design. *Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering* 21, 67-72.



Discurso de contestación

Excmo. Sr. Dr. Javier Gil Mur

Excmo. Presidente de la RAED
Ilustrísimas Autoridades

El ingreso en nuestra Real Academia exige la lectura del discurso por parte del académico recipiendario y, a continuación, la contestación de un académico numerario, quién actúa en nombre de la Corporación. En esta ocasión, a propuesta del Presidente de nuestra institución, Excmo. Dr D. Alfredo Rocafort Nicolau, me corresponde el honor de contestar en nombre de la Real Academia Europea de Doctores el discurso del nuevo académico Excmo. Dr. Emilio Gil Moya, quien hoy se incorpora en su calidad de numerario al seno de nuestra institución. Vayan en estas primeras palabras mi sentido agradecimiento a su Presidente y a mis estimados compañeros de la Junta Directiva.

Glosar la obra y méritos de un nuevo académico no está exenta de una gran complejidad, a pesar de que el brillante discurso de ingreso ya supone por su calidad y entidad conceptual una primera aproximación a los méritos y valores del nuevo académico. Lo hago con enorme satisfacción y orgullo al tratarse no solo de una personalidad con autoridad académica en el mundo de la ingeniería agrícola, en el que ha labrado un excelente prestigio nacional e internacional sino también me unen, desde hace años, lazos de amistad y reconocimiento a mi admirado y querido Dr. Emilio Gil, a quién testimonio mi gratitud por sus cariñosas palabras que valoro enormemente desde mi más sincera humildad por venir de quién vienen.

Exponer ante ustedes la relevante figura del Dr. Emilio Gil en un corto tiempo constituye un ejercicio sumamente difícil ya

que resumir en unas pinceladas una trayectoria de una intensísima labor docente e investigadora, rigurosa y fructífera les puedo asegurar que es una tarea prolija e imposible. De todas formas, movido por mi ilusión y reconocimiento intentaré al menos esbozar el perfil personal y profesional del Dr. Emilio Gil y responder con la mejor voluntad que soy capaz a las aportaciones y lucidez de las proposiciones desarrolladas en su discurso que acaba de defender.

Emilio Gil nace el 11 de Julio de 1962 en Barcelona, hijo de Emilio y de Neli, por aquel entonces vecinos de Carenas, en la comarca de Calatayud, pueblo al que había llegado su madre abandonando sus raíces en Morenilla (Guadalajara). Esta familia aragonesa decide venir a Barcelona, como muchas otras, sin ir más lejos mis propios padres, para tener un futuro más próspero y poder formar una familia. Son familias que no les daba miedo el trabajo y que han querido siempre a Cataluña como parte de su vida y brota de ellas siempre el agradecimiento de la acogida y ayuda que en los momentos de necesidad se les ofreció.

La trayectoria escolar de Emilio es en el colegio de los Salesianos de Horta, después marchó a la Escuela de Agricultura de la Diputación de Barcelona donde cursó tres años. Una vez acabada esta titulación marchó a la Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos de Lleida donde finalizó sus estudios en el año 1986, con excelentes calificaciones. Volvió a Barcelona y busco trabajo consiguiendo la conducción de un taxi para poder mantenerse y ayudar a sus padres.

Un año y medio más tarde la profesora Anna Gras, compañera de estudios de Emilio, le llama para informarle de la convocatoria de una plaza de Ayudante de una asignatura denominada “Motores y máquinas” y empieza su labor como profesor universitario el 1 de octubre de 1988 en la Escuela Universitaria

de Ingeniería Técnica Agrícola de la calle Compte d'Urgell de Barcelona, centro adscrito a la Universitat Politècnica de Catalunya pero cuya titularidad la ostentaba, en aquel momento, la Diputación de Barcelona. Consiguió una beca de la Generalitat de Catalunya en el año 1990 para marchar a Copenhague durante tres meses y decidió comenzar su Tesis Doctoral. Consiguió la plaza de Profesor de Titular de Escuela Universitaria y en el año 1996 fue elegido Subdirector de la Escuela, siendo una pieza clave en el avance de la misma. En el 2003 consigue la plaza de Titular de Universidad. Todos estos encargos de gestión y concursos de plazas hacen que la Tesis quede relegada a un segundo lugar.

Es en el año 2001 que defiende la Tesis Doctoral en la Escuela de Ingenieros Agrónomos bajo el título: “Metodología y criterios para la selección y utilización de equipos de aplicación de fitosanitarios para la viña” dirigida por los Dr. Luis Márquez y Santiago Planas. Esta Tesis Doctoral obtiene el accésit en el VII edición del Premio Fertiberia a la mejor Tesis Doctoral en temas agrícolas, galardón si cabe de mayor satisfacción para él por haberlo conseguido en un ámbito distinto al propio de la aplicación de fitosanitarios, a lo que se une el hecho de haber sido recibido , por este motivo, en audiencia por SM el Rey Don Juan Carlos I en el palacio de la Zarzuela junto con la ministra de agricultura, pesca y alimentación de aquél momento Doña Elena Espinosa.

Es el año 2005 en el que se produce la gran revolución en su vida, ya que el Dr. Emilio Gil solicita a la Secretaria de Estado de Universidades e Investigación una ayuda para estancias de profesores e investigadores a la Universidad de Cornell en Estados Unidos. Tras agotarse el plazo previsto para la publicación de la resolución y ante su más profunda decepción, el Dr. Emilio Gil se cerciora de que su solicitud había sido denegada en su

totalidad, lo cual implicaba la no asignación de ninguna ayuda económica. La actitud del Dr. Emilio Gil es la de atendiendo al apartado 3.3 de la resolución interponer en el plazo de un mes un recurso potestativo de reposición. La carta dirigida a Doña Carmen Ferrer la Jefe de Servicio de Acciones de Promoción y Movilidad por el Dr. Emilio Gil no tiene desperdicio alguno.

Comenta Dr. Gil en su carta que está seguro que una de las razones de la negación de la ayuda solicitada sea el escaso nivel científico de su Curriculum Vitae, fundamentalmente debido a la ausencia de las denominadas “publicaciones de impacto”, esas que aparecen en el Science Citation Index. La carta sigue explicándole su vida y la labor de esfuerzo que ha hecho hasta el momento en una Escuela que no tenía una tradición investigadora y le comenta a la Jefe de Servicio que lo entiende pero que él está decidido a continuar adelante con el proyecto e incorporarse al Department of Entomology en el próximo mes de Agosto. Como pueden comprobar, aunque nacido en Barcelona, la sangre y carácter son bien baturros. Lo más sorprendente, es que al cabo de unos días Doña Carmen Ferrer le concede la ayuda completa para su estancia.

En Julio 2005 emprende la marcha a los Estados Unidos con su esposa Reyes y su hijito Javier. Aquí hemos de agradecer a Reyes su generosidad y fidelidad a Emilio. Pide una excedencia de su plaza de enfermera y marchan juntos a las Américas. La valentía de una mujer con un hijo pequeño a un país extraño y con un idioma desconocido, sin amigos es una aventura de riesgo que llevarla a cabo muestra la grandeza de Reyes, propia de las mujeres mañas como lo fue en su momento, Agustina de Aragón. Muchas gracias Reyes porque sin tu generosidad de quedarte en un segundo plano y ayudando en silencio y criando a Javier, Emilio no habría podido conseguir esa excelencia investigadora que tanto bien ha hecho y hace a la sociedad. Di-

cen que detrás de un gran hombre hay una mujer más grande y en este caso es una gigante.

Además de Reyes, pilar de la vida de Emilio está su hijo Javier que ya es un ingeniero caracterizado por su laboriosidad, honradez, el hacer las cosas intentando pasar desapercibido y un hombre paciente y sereno... y aunque no lo parezca a primera vista es un excelente batería. Javier es un orgullo para sus padres y también para aquellos que te hemos conocido.

Otras personas han sido claves para la vida de Emilio como Carles Bernat, profesor de Maquinaria y su responsable cuando Emilio se presentó a la plaza docente. Una bella persona y conocedor de todo tipo de máquinas agrícolas de la que Emilio aprendió mucho. También es de destacar como Carlos Bernat le abrió todas las puertas de investigadores y centros de desarrollo en Europa. Otra persona muy importante es el Dr. Xavier Martínez del cual también fue alumno y le animó a seguir aprendiendo pasando a ser compañeros docentes y luego en las labores de dirección de la Escuela. También Xavier, le abrió muchas puertas para aumentar las relaciones con otros profesionales del mundo agrícola. También un recuerdo muy especial a Montserrat Soliva y también a Manel Roig un experto en Maquinaria y muchas, muchas personas que por razones de tiempo no podemos mencionar.

En el año 2006, yo comenzaba mi etapa de Vicerector de Investigación de la Universidad Politécnica de Cataluña y fue ese año cuando conocí al Dr. Emilio Gil. Pidió hora para tener una entrevista conmigo y me dijo que necesitaba ayuda para poder trabajar, quería investigar en la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona y sacar el fruto de todo lo que había aprendido en su estancia en la Universidad de Cornell. Me acuerdo que me vino a la cabeza lo que para mí supone el milagro de la Univer-

sidad pública en la cual trabajes o no, cobrarás igual a final de mes. Para mí es un milagro y cuando hablas con empresarios no entienden cómo puede funcionar la Universidad con esta premisa.

Pues bien, Emilio cobrando lo mismo quería trabajar. ¿Cómo un vicerector se puede negar? Y pude ayudar un poco con algo de personal pero sobre todo escuchando y animando, que es lo principal. Necesitamos más escuchatán y menos charlatán en nuestros días.

Esa pequeña ayuda fue como la parábola del grano de mostaza que nos hablan los Evangelios que con fe y trabajo se convirtió en un árbol profundo que hasta los pájaros pueden anidar. Este para mí, miembros de la Real Academia Europea de Doctores es el gran mérito. De un tren parado y con un ambiente adverso el Dr. Emilio Gil se ha convertido en un tren de alta velocidad que ha logrado atravesar las fronteras nacionales y es internacionalmente reconocido.

Hubo una segunda visita en la que pedía espacios para hacer su labor docente e investigadora. La gerencia no podía entender que su asignatura de tecnología agraria en la que es necesaria maquinaria, tractores, etc no podía ser un despacho y un laboratorio químico. Luchamos para conseguir un trozo de campo que conseguimos, pero no había lavabos y la situación era crítica cuando las estudiantes tenían necesidad. Había un sitio detrás de unos cactus un poco más discreto pero la integridad física de las alumnas corrían un cierto peligro debido a posibles pinchazos. Logramos que el Dr. Emilio Gil pudiera disponer de despachos en un edificio denominado Agropolis, era un edificio construido por la UPC con fondos FEDER para la transferencia tecnológica y en el cual estaba previsto instalar empresas de base tecnológica y a cambio la UPC recibía un

dinero de alquiler. Las instalaciones eran adecuadas despachos, zona de trabajo, lavabos dignos sin cactus y un campo para poder trabajar con los alumnos de grado en la asignatura de Maquinaria.

Parecía que el problema se había resuelto definitivamente, pero en la Universidad no se puede cantar victoria. Los hombres de negro de gerencia fueron a ver al Dr. Emilio Gil para cobrarle el alquiler. El Dr. Emilio Gil les comentó muy acertadamente que no podía pagar por dar clase, pero los hombres de negro eran implacables hasta que pude intervenir haciendo imperar el sentido común. Las clases de Tecnología no era una empresa sino unas clases regladas de la propia Universidad. Esta acción conjunta de Emilio y yo que compartimos apellido fue denominado “los Gil y Gil” como herederos del que fue Presidente del Atlético de Madrid y alcalde de Marbella D. Jesús Gil y Gil”.

Con los medios que fue consiguiendo Emilio con su trabajo y liderazgo con sus estudiantes de doctorando y sin apenas ayuda alguna de su departamento fue forjando unos cimientos sólidos, compactos y seguros. El número de proyectos nacionales, los convenios con empresas y finalmente los proyectos europeos han sido elementos de una trayectoria ascendente hasta el punto de ser requerido en cualquier parte del mundo para que imparta conferencia y cursos. Desde Chile a Suecia pasando por Estados Unidos y Singapor o en Alemania o la Pampa Argentina, el Dr. Emilio Gil se ha convertido un referente en la tecnología agraria.

Su gran prestigio le llevó a que el Presidente de la Comunidad Autónoma de Aragón le pidiese ser el representante ante la Unión Europea, hecho que ejerció durante casi un año en Bruselas por amor a su tierra. Sin embargo, su vocación universitaria e investigadora le hicieron reincorporarse a la Universidad

Politécnica de Cataluña. Lo más destacable de este episodio de su vida profesional, es que un día me comentó que volvió de Bruselas más pobre que cuando marchó. En efecto ya se ve que el Dr. Emilio Gil no tiene vocación política, sino que accedió solo y exclusivamente por su cariño a Aragón y por espíritu de servicio.

Voy a citar algunos de los ámbitos en los que destaca su contribución científica y tecnológica:

- Director de la Unidad de Maquinaria Agrícola, siendo un grupo de investigación reconocido por la Generalitat de Catalunya (2014 SGR 528 – Generalitat de Catalunya)
- Director de la cátedra Syngenta de la Universidad Politécnica de Catalunya
- Director de los cursos para inspectores PAE en España.
- Subdirector de Relaciones Internacionales de Escuela Superior de Agricultura (2000-2005)
- Subdirector de Organización y Recursos Económicos de la misma escuela (1997-2000)
- Director of International Master of Viticulture UPC-Università degli Studi di Sassari (Italy).
- Profesor Visitante de la Universidad de Cornell (USA).
- Durante los más de 30 años de profesor ha impartido por todo el mundo más de 10.000 conferencias.
- Autor del manual oficial de inspectores de pulverizadores.
- Miembro de CEN y ISO que redactó las normas ISO 16122 sobre la inspección de pulverizadores y la ISO16119 sobre los requerimientos de los nuevos pulverizadores.

- Responsable del programa Erasmus de la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona.
- Director de 4 Tesis Doctorales todas calificadas con la máxima calificación de Apto cum laude.

En la parte de proyectos no podríamos abordarlos todos es esta contestación y voy a destacar los más importantes:

- Proyecto europeo INNOSETA del programa Horizonte 2020 de la Unión Europea.
- Proyecto europeo OPTIMA del programa Horizonte 2020 de la Unión Europea.
- Proyecto europeo IOF – Internet of Farm- del programa Horizonte 2020 de la Unión Europea
- Proyecto ERASMUS+ Desarrollo de programas de entrenamiento para el uso de las TIC en la agricultura de precisión.
- Proyecto LIFE PERFECT Reducción de pesticidas para tecnologías amigables con el medio ambiente. 1.996.385 €.
- Proyecto GRUPO OPERATIVO GOPHYTOVID – Optimización del uso de fitosanitarios en viticultura en base a mapas de vigor. Financiado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Proyecto de la GENERALITAT DE CATALUNYA. Demostració pràctica de l'apliabilitat de mapes de vegetació per a l'aplicació variable de productes fitosanitaris a la vinya. Reducció de l'ús de plaguicides i disminució de la contaminació
- Proyecto AgVANCE. Herramientas de base fotonica para la gestión agronómica y el uso de productos fitosanitarios sostenible en cultivos arbóreos en el marco de la agricultura de precisión. Ministerio de Economía y Competitividad, Spain.

- Proyecto SAFESPRAY. Estrategias integrales para una utilización de fitosanitarios segura y eficaz. Pulverización inteligente en viña. Ministerio de Economía y Competitividad, Spain.
- Proyecto OPTIDOSA. Reducción del uso de productos fitosanitarios en cultivos arbóreos. Optimización de la dosis de aplicación en tratamientos mecanizados en vid. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Proyecto PULVEXACT. Implementación de un sistema de decisión de la dosis de producto fitosanitario en tratamientos en viñedo. AGL2002-02460-C04-03. 2003-2006. Main researcher: Prof. Gil. Budget: 63.250 €. Financed by Ministerio de Economía y Competitividad, Spain.
- Proyecto MECAOLIVAR. Lote 6. Adaptación por poda de los árboles a los prototipos de recolección y evaluación de la deriva de los productos agroquímicos aplicados en pulverización.
- Proyecto Chafea. Organization and implementation of training activities on inspection and calibration of pesticide application equipment in professional use under the Better Training for Safer Food initiative.
- Proyecto europeo H3O- Healthy crop. Healthy environment, healthy finances - H3O - H2020-SMEINST-2014. Subcontractor: Prof. Emilio Gil. Financed: EU Project.
- Proyecto LIFE FITOVID - Implementation of Demonstrative & Innovative Strategies to reduce the use of phytosanitary products in viticulture.
- Proyecto TOPPS - Training the Operator to Prevent Pollution from point Sources.
- Proyecto Red PULSO. Técnicas sostenibles de distribución de plaguicidas. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología (CYTED).

- Software to determine the optimal volume rate for pesticide applications in vineyards. Cornell University.

Fruto de estos proyectos de los cuales fue coordinador e investigador principal, han surgido más de un centenar de publicaciones de alto impacto, sobre una treintena de libros y capítulos de libros y más de un centenar de informes técnicos de gran valor para los profesionales de la agricultura. La participación de congresos internacionales supera los doscientos, así como cursos por todo el mundo.

El reconocimiento de este trabajo le ha llevado a conseguir premios como:

- Premio en reconocimiento de la actividad en el cuidado de la sostenibilidad en a la agricultura. Ministerio de Agricultura en 2016.
- Mejor publicación científica de Sensores en 2015. Ultrasonic and LIDAR Sensors for Electronic Canopy Characterization in Vineyards: Advances to Improve Pesticide Application Methods Sensors 2011, 11(2), 2177-2194
- Premio a la mejor Tesis Doctoral en el sector agrícola. Premio Fertiberia. Metodología y criterios para la selección y utilización de equipos de aplicación de fitosanitarios para la viña. Madrid.
- Premio de Investigación vitivinícola “A. Manuel Campos Lafuente” organizado por Feria de Zaragoza. Racionalización de las aplicaciones de fitosanitarios en la viña. Reducción del impacto ambiental y optimización técnico-económica.
- Premio “Eladio Aranda” otorgado por el Colegio de Ingenieros Agrónomos de Centro y Canarias, por el trabajo “Situación y perspectivas de la agricultura de precisión.

Con todo este trabajo docente, investigador y de transferencia del conocimiento a escala internacional, el Dr. Emilio Gil tiene una afición desde hace muchos años que es tocar el saxofón en la Banda de Rivas. Rivas es un pueblo de la provincia de Zaragoza cercano a Ejea de los Caballeros que destaca por tener una banda de música desde hace 139 años. La banda es un elemento central de Rivas, con un dato lo comprenderán, el pueblo tiene aproximadamente 400 habitantes y a la banda pertenecen 60 músicos. La banda fue un elemento crucial para que el pueblo no sufriera ejecuciones en la guerra civil española, ya que, aunque pudieran tener diferentes ideologías, la banda actuaba como elemento aglutinador y se protegían unos a otros. Personalmente, he tenido la gran suerte de poder ser invitado a las fiestas de Rivas, me enamoré de sus gentes y el pueblo y amenazo con volver y me he dado cuenta de la gran calidad de la banda en la que tocan tres generaciones de una misma familia y es una riqueza inmensa para este pueblo maravilloso de Aragón. Para Emilio, Rivas, sus gentes y su banda le ha dado la vida, para él es de una riqueza inmensa y en este solemne acto de ingreso al nuevo académico no podía ser omitida esta parte tan importante de su vida.

Asimismo, Emilio ha escrito libros no solo de ciencia, sino como ejemplo el libro “Zarpazos en el alma” que versa sobre el sufrimiento de los que somos seguidores del Real Zaragoza que en los momentos de desilusión recordamos el gol de Nayim en la final de la Recopa de 1995 y volvemos a retomar la alegría y la esperanza en este club. Otros libros historia política y de relatos cortos completan una vida intensa de trabajo y dedicación al conocimiento.

Sr Presidente y miembros de la Real Academia Europea de Doctores como creo que han podido comprobar nuestra institución incorpora hoy a un académico de mucha talla, sabio,

que acopia un bagaje portentoso, siempre dispuesto a colaborar, a sumar, a multiplicar a aportar, tal cual lleva haciendo a lo largo de una magnífica y brillante carrera académica.

Esta tarde, Sr. Presidente me cabe el orgullo de contestar, con singular alegría e ilusión el discurso de un profesor, de un profesional, de un gran benefactor de la agricultura internacional, una personalidad preocupada de la sostenibilidad, un hombre generoso, siempre al servicio, amigo de sus amigos, un maestro que aunque no es de mi ámbito de conocimiento ha dejado huella en mí y de quién he aprendido y sigo aprendiendo con su humilde y ejemplar estilo, su lucha continua sin desfallecer y su entrañable manera de ser. Nuestra Real Academia con el ingreso como académico numerario del Dr. Emilio Gil Moya, suma a su elenco de prohombres a un insigne y reconocido de la ingeniería agrónoma a un caballero de la bonhomía e ilustre ejemplo académico.

Bienvenido, querido amigo y admirado Dr. Emilio Gil Moya a la Real Academia Europea de Doctores.

He dicho
Muchas gracias.



**PUBLICACIONES DE LA REAL ACADEMIA
EUROPEA DE DOCTORES**

Directori 1991

Los tejidos tradicionales en las poblaciones pirenaicas (Discurs de promoció a acadèmic numerari de l'Excm. Sr. Eduardo de Aysa Satué, Doctor en Ciències Econòmiques, i contestació per l'Excm. Sr. Josep A. Plana i Castellví, Doctor en Geografia i Història) 1992.

La tradición jurídica catalana (Conferència magistral de l'acadèmic de número Excm. Sr. Josep Joan Pintó i Ruiz, Doctor en Dret, en la Solemne Sessió d'Apertura de Curs 1992-1993, que fou presidida per SS.MM. el Rei Joan Carles I i la Reina Sofia) 1992.

La identidad étnica (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Ángel Aguirre Baztán, Doctor en Filosofia i Lletres, i contestació per l'Excm. Sr. Josep Ma. Pou d'Avilés, Doctor en Dret) 1993.

Els laboratoris d'assaig i el mercat interior; Importància i nova concepció (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Pere Miró i Plans, Doctor en Ciències Químiques, i contestació per l'Excm. Sr. Josep Ma. Simón i Tor, Doctor en Medicina i Cirurgia) 1993.

Contribución al estudio de las Bacteriemias (Discurs d'ingrés de l'acadèmic corresponent Il·lm. Sr. Miquel Marí i Tur, Doctor en Farmàcia, i contestació per l'Excm. Sr. Manuel Subirana i Cantarell, Doctor en Medicina i Cirurgia) 1993.

Realitat i futur del tractament de la hipertròfia benigna de pròstata (Discurs de promoció a acadèmic numerari de l'Excm. Sr. Joaquim Gironella i Coll, Doctor en Medicina i Cirurgia i contestació per l'Excm. Sr. Albert Casellas i Condom, Doctor en Medicina i Cirurgia i President del Col·legi de Metges de Girona) 1994.

La seguridad jurídica en nuestro tiempo. ¿Mito o realidad? (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. José Méndez Pérez, Doctor en Dret, i contestació per l'Excm. Sr. Ángel Aguirre Baztán, Doctor en Filosofia i Lletres) 1994.

La transició demogràfica a Catalunya i a Balears (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Tomàs Vidal i Bendito, Doctor en Filosofia i Lletres, i contestació per l'Excm. Sr. Josep Ferrer i Bernard, Doctor en Psicologia) 1994.

L'art d'ensenyar i d'aprendre (Discurs de promoció a acadèmic numerari de l'Excm. Sr. Pau Umbert i Millet, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'Excm. Sr. Agustín Luna Serrano, Doctor en Dret) 1995.

Sessió necrològica en record de l'Excm. Sr. Lluís Dolcet i Boxeres, Doctor en Medicina i Cirurgia i Degà-emèrit de la Reial Acadèmia de Doctors, que morí el 21 de gener de 1994. Enaltiren la seva personalitat els acadèmics de número Excms. Srs. Drs. Ricard Garcia i Vallès, Josep Ma. Simón i Tor i Albert Casellas i Condom. 1995.

La Unió Europea com a creació del geni polític d'Europa (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Jordi Garcia-Petit i Pàmies, Doctor en Dret, i contestació per l'Excm. Sr. Josep Llorc i Brull, Doctor en Ciències Econòmiques) 1995.

La explosión innovadora de los mercados financieros (Discurs d'ingrés de l'acadèmic corresponent Il·lm. Sr. Emilio Soldevilla García, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresarials, i contestació per l'Excm. Sr. José Méndez Pérez, Doctor en Dret) 1995.

La cultura com a part integrant de l'Olimpisme (Discurs d'ingrés com a acadèmic d'Honor de l'Excm. Sr. Joan Antoni Samaranch i Torelló, Marquès de Samaranch, i contestació per l'Excm. Sr. Jaume Gil Aluja, Doctor en Ciències Econòmiques) 1995.

Medicina i Tecnologia en el context històric (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Felip Albert Cid i Rafael, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'Excm. Sr. Ángel Aguirre Baztán) 1995.

Els sòlids platònics (Discurs d'ingrés de l'acadèmica numerària Excma. Sra. Pilar Bayer i Isant, Doctora en Matemàtiques, i contestació per l'Excm. Sr. Ricard Garcia i Vallès, Doctor en Dret) 1996.

La normalització en Bioquímica Clínica (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Xavier Fuentes i Arderiu, Doctor en Farmàcia, i contestació per l'Excm. Sr. Tomàs Vidal i Bendito, Doctor en Geografia) 1996.

L'entropia en dos finals de segle (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. David Jou i Mirabent, Doctor en Ciències Físiques, i contestació per l'Excm. Sr. Pere Miró i Plans, Doctor en Ciències Químiques) 1996.

Vida i música (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Carles Ballús i Pascual, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'Excm. Sr. Josep Ma. Espadaler i Medina, Doctor en Medicina i Cirurgia) 1996.

La diferencia entre los pueblos (Discurs d'ingrés de l'acadèmic corresponent Il·lm. Sr. Sebastià Trías Mercant, Doctor en Filosofia i Lletres, i contestació per l'Excm. Sr. Ángel Aguirre Baztán, Doctor en Filosofia i Lletres) 1996.

L'aventura del pensament teològic (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Josep Gil i Ribas, Doctor en Teologia, i contestació per l'Excm. Sr. David Jou i Mirabent, Doctor en Ciències Físiques) 1996.

El derecho del siglo XXI (Discurs d'ingrés com a acadèmic d'Honor de l'Excm. Sr. Dr. Rafael Caldera, President de Venezuela, i contestació per l'Excm. Sr. Ángel Aguirre Baztán, Doctor en Filosofia i Lletres) 1996.

L'ordre dels sistemes desordenats (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Josep Ma. Costa i Torres, Doctor en Ciències Químiques, i contestació per l'Excm. Sr. Joan Bassegoda i Novell, Doctor en Arquitectura) 1997.

Un clam per a l'ocupació (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Isidre Fainé i Casas, Doctor en Ciències Econòmiques, i contestació per l'Excm. Sr. Joan Bassegoda i Nonell, Doctor en Arquitectura) 1997.

Rosalía de Castro y Jacinto Verdaguer, visión comparada (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Jaime M. de Castro Fernández, Doctor en Dret, i contestació per l'Excm. Sr. Pau Umbert i Millet, Doctor en Medicina i Cirurgia) 1998.

La nueva estrategia internacional para el desarrollo (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Santiago Ripol i Carulla, Doctor en Dret, i contestació per l'Excm. Sr. Joaquim Gironella i Coll, Doctor en Medicina i Cirurgia) 1998.

El aura de los números (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra, Doctor en Enginyeria de Camins,

Canals i Ports, i contestació per l'Excm. Sr. David Jou i Mirabent, Doctor en Ciències Físiques) 1998.

Nova recerca en Ciències de la Salut a Catalunya (Discurs d'ingrés de l'acadèmica numerària Excma. Sra. Anna Maria Carmona i Cornet, Doctora en Farmàcia, i contestació per l'Excm. Josep Ma. Costa i Torres, Doctor en Ciències Químiques) 1999.

Dilemes dinàmics en l'àmbit social (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Albert Biayna i Mulet, Doctor en Ciències Econòmiques, i contestació per l'Excm. Sr. Josep Ma. Costa i Torres, Doctor en Ciències Químiques) 1999.

Mercats i competència: efectes de liberalització i la desregulació sobre l'eficàcia econòmica i el benestar (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Amadeu Petitbó i Juan, Doctor en Ciències Econòmiques, i contestació per l'Excm. Sr. Jaime M. de Castro Fernández, Doctor en Dret) 1999.

Epidemias de asma en Barcelona por inhalación de polvo de soja (Discurs d'ingrés de l'acadèmica numerària Excma. Sra. Ma. José Rodrigo Anoro, Doctora en Medicina, i contestació per l'Excm. Sr. Josep Llorc i Brull, Doctor en Ciències Econòmiques) 1999.

Hacia una evaluación de la actividad cotidiana y su contexto: ¿Presente o futuro para la metodología? (Discurs d'ingrés de l'acadèmica numerària Excma. Sra. Maria Teresa Anguera Argilaga, Doctora en Filosofia i Lletres (Psicologia) i contestació per l'Excm. Sr. Josep A. Plana i Castellví, Doctor en Geografia i Història) 1999.

Directorio 2000

Génesis de una teoría de la incertidumbre. Acte d'imposició de la Gran Creu de l'Orde d'Alfons X el Savi a l'Excm. Sr. Dr. Jaume Gil-Aluja, Doctor en Ciències Econòmiques i Financeres) 2000.

Antonio de Capmany: el primer historiador moderno del Derecho Mercantil (discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Xabier Añoveros Trías de Bes, Doctor en Dret, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Santiago Dexeus i Trías de Bes, Doctor en Medicina i Cirurgia) 2000.

La medicina de la calidad de vida (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Luís Rojas Marcos, Doctor en Psicologia, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Ángel Aguirre Baztán, Doctor en psicologia) 2000.

Pour une science touristique: la tourismologie (Discurs d'ingrés de l'acadèmic corresponent Il·lm. Sr. Dr. Jean-Michel Hoerner, Doctor en Lletres i President de la Universitat de Perpinyà, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Jaume Gil-Aluja, Doctor en Ciències Econòmiques) 2000.

Virus, virus entèrics, virus de l'hepatitis A (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Albert Bosch i Navarro, Doctor en Ciències Biològiques, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Pere Costa i Batllori, Doctor en Veterinària) 2000.

Mobilitat urbana, medi ambient i automòbil. Un desafiament tecnològic permanent (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Pere de Esteban Altirriba, Doctor en Enginyeria Industrial, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Carlos Dante Heredia García, Doctor en Medicina i Cirurgia) 2001.

El rei, el burgès i el cronista: una història barcelonina del segle XIII (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. José Enrique Ruiz-Domènec, Doctor en Història, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Felip Albert Cid i Rafael, Doctor en Medicina i Cirurgia) 2001.

La informació, un concepte clau per a la ciència contemporània (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Salvador Alsius i Clavera, Doctor en Ciències de la Informació, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra, Doctor en Enginyeria de Camins, Canals i Ports) 2001.

La drogaaddicció com a procés psicobiològic (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Miquel Sánchez-Turet, Doctor en Ciències Biològiques, i contestació per l'Excm. Sr. Pedro de Esteban Altirriba, Doctor en Enginyeria Industrial) 2001.

Un univers turbulent (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Jordi Isern i Vilaboy, Doctor en Física, i contestació per l'Excm. Sra. Dra. Maria Teresa Anguera Argilaga, Doctora en Psicologia) 2002.

L'envelliment del cervell humà (Discurs de promoció a acadèmic numerari de l'Excm. Sr. Dr. Jordi Cervós i Navarro, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Josep Ma. Pou d'Avilés, Doctor en Dret) 2002.

Les telecomunicacions en la societat de la informació (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Àngel Cardama Aznar, Doctor en Enginyeria de Telecomunicacions, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra, Doctor en Enginyeria de Camins, Canals i Ports) 2002.

La veritat matemàtica (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Josep Pla i Carrera, doctor en Matemàtiques, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Josep Ma. Costa i Torres, Doctor en Ciències Químiques) 2003.

L'humanisme essencial de l'arquitectura moderna (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Helio Piñón i Pallarés, Doctor en Arquitectura, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Xabier Añoveros Trías de Bes, Doctor en Dret) 2003.

De l'economia política a l'economia constitucional (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Joan Francesc Corona i Ramon, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresariales, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Xavier Iglesias i Guiu, Doctor en Medicina) 2003.

Temperància i empatia, factors de pau (Conferència dictada en el curs del cicle de la Cultura de la Pau per el Molt Honorable Senyor Jordi Pujol, President de la Generalitat de Catalunya, 2001) 2003.

Reflexions sobre resistència bacteriana als antibiòtics (Discurs d'ingrés de l'acadèmica numerària Excma. Sra. Dra. Ma. de los Angeles Calvo i Torras, Doctora en Farmàcia i Veterinària, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Pere Costa i Batllori, Doctor en Veterinària) 2003.

La transformació del negoci jurídic como consecuencia de las nuevas tecnologías de la información (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Rafael Mateu de Ros, Doctor en Dret, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Jaime Manuel de Castro Fernández, Doctor en Dret) 2004.

La gestión estratégica del inmovilizado (Discurs d'ingrés de l'acadèmica numerària Excma. Sra. Dra. Anna Maria Gil Lafuente, Doctora en Ciències Econòmiques i Empresariales, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Josep J. Pintó i Ruiz, Doctor en Dret) 2004.

Los costes biológicos, sociales y económicos del envejecimiento cerebral (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Félix F. Cruz-Sánchez, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'Excm. Sr. Dr. Josep Pla i Carrera, Doctor en Matemàtiques) 2004.

El conocimiento glaciar de Sierra Nevada. De la descripción ilustrada del siglo XVIII a la explicación científica actual. (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Antonio Gómez Ortiz, Doctor en Geografia, i contestació per l'acadèmica de número Excma. Sra. Dra. Maria Teresa Anguera Argilaga, Doctora en Filosofia i Lletres (Psicologia))2004.

Los beneficios de la consolidación fiscal: una comparativa internacional (Discurs de recepció com a acadèmic d'Honor de l'Excm. Sr. Dr. Rodrigo de Rato y Figaredo, Director-Gerent del Fons Monetari Internacional. El seu padrí d'investidura és l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Jaime Manuel de Castro Fernández, Doctor en Dret) 2004.

Evolución histórica del trabajo de la mujer hasta nuestros días (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Eduardo Alemany Zaragoza, Doctor en Dret, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Rafel Orozco i Delclós, Doctor en Medicina i Cirurgia) 2004.

Geotecnia: una ciencia para el comportamiento del terreno (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Antonio Gens Solé, Doctor en Enginyeria de Camins, Canals i Ports, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra, Doctor en Enginyeria de Camins, Canals i Ports) 2005.

Sessió acadèmica a Perpinyà, on actuen com a ponents; Excma. Sra. Dra. Anna Maria Gil Lafuente, Doctora en Ciències Econòmiques i Empresariales i Excm. Sr. Dr. Jaume Gil-Aluja, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresariales: "Nouvelles perspectives de la recherche scientifique en économie et gestion"; Excm. Sr. Dr. Rafel Orozco i Delcós, Doctor en Medicina i Cirurgia: "L'impacte mèdic i social de les cèl·lules mare"; Excma. Sra. Dra. Anna Maria Carmona i Cornet, Doctora en Farmàcia: "Nouvelles stratégies oncologiques"; Excm. Sr. Dr. Pere Costa i Batllori, Doctor en Veterinària: "Les résistences bactériennes a les antibiotiques". 2005.

Los procesos de concentración empresarial en un mercado globalizado y la consideración del individuo (Discurs d'ingrés de l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Fernando Casado Juan, Doctor en Ciències Econòmiques i Em-

presarials, i contestació de l'Excm. Sr. Dr. Josep Ma. Costa i Torres, Doctor en Ciències Químiques) 2005.

“Son nou de flors els rams li renc” (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Jaume Vallcorba Plana, Doctor en Filosofia i Lletres (Secció Filologia Hispànica), i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. José Enrique Ruíz-Domènec, Doctor en Filosofia i Lletres) 2005.

Historia de la anestesia quirúrgica y aportación española más relevante (Discurs d'ingrés de l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Vicente A. Gancedo Rodríguez, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Josep Llord i Brull, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresarials) 2006.

El amor y el desamor en las parejas de hoy (Discurs d'ingrés de l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Paulino Castells Cuixart, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Joan Trayter i García, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresarials) 2006.

El fenomen mundial de la deslocalització com a instrument de reestructuració empresarial (Discurs d'ingrés de l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Alfredo Rocafort i Nicolau, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresarials, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Isidre Fainé i Casas, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresarials) 2006.

Biomaterials per a dispositius implantables en l'organisme. Punt de trobada en la Historia de la Medicina i Cirurgia i de la Tecnologia dels Materials (Discurs d'ingrés de l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Josep Anton Planel·l i Estany, Doctor en Ciències Físiques, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Pere Costa i Batllori, Doctor en Veterinària) 2006.

La ciència a l'Enginyeria: El llegat de l'école polytechnique. (Discurs d'ingrés de l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Xavier Oliver i Olivella, Doctor en Enginyeria de Camins, Canals i Ports, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Josep Pla i Carrera, Doctor en Matemàtiques) 2006.

El voluntariat: Un model de mecenatge pel segle XXI. (Discurs d'ingrés de l'acadèmica de número Excma. Sra. Dra. Rosamarie Cammany Dorr, Doctora en Sociologia de la Salut, i contestació per l'Excma. Sra. Dra. Anna Maria Carmona i Cornet, Doctora en Farmàcia) 2007.

El factor religioso en el proceso de adhesión de Turquía a la Unión Europea. (Discurs d'ingrés de l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Josep Maria Ferré i Martí, Doctor en Dret, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Carlos Dante Heredia García, Doctor en Medicina i Cirurgia) 2007.

Coneixement i ètica: reflexions sobre filosofia i progrés de la propedèutica mèdica. (Discurs d'ingrés de l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Màrius Petit i Guinovart, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Josep Gil i Ribas, Doctor en Teologia) 2007.

Problemática de la familia ante el mundo actual. (Discurs d'ingrés de l'acadèmic honorari Excm. Sr. Dr. Gustavo José Noboa Bejarano, Doctor en Dret, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Paulino Castells Cuixart, Doctor en Medicina i Cirurgia) 2007.

Alzheimer: Una aproximació als diferents aspectes de la malaltia. (Discurs d'ingrés de l'acadèmica honoraria Excma. Sra. Dra. Nuria Durany Pich, Doctora en Biologia, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Eugenio Oñate, Doctor-Enginyer de Camins, Canals i Ports) 2008.

Guillem de Guimerà, Frare de l'hospital, President de la Generalitat i gran Prior de Catalunya. (Discurs d'ingrés de l'acadèmic honorari Excm. Sr. Dr. Josep Maria Sans Travé, Doctor en Filosofia i Lletres, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. D. José E. Ruiz Domènec, Doctor en Filosofia Medieval) 2008.

La empresa y el empresario en la historia del pensamiento económico. Hacia un nuevo paradigma en los mercados globalizados del siglo XXI. (Discurs d'ingrés de l'acadèmic corresponent Excm. Sr. Dr. Guillermo Sánchez Vilariño, Doctor Ciències Econòmiques i Financeres, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Jaume Gil Aluja, Doctor en Ciències Econòmiques i Financeres) 2008.

Incertesa i bioenginyeria (Sessió Acadèmica dels acadèmics corresponents Excm. Sr. Dr. Joaquim Gironella i Coll, Doctor en Medicina i Cirurgia amb els ponents Excm. Sr. Dr. Joan Anton Planell Estany, Doctor en Ciències Físiques, Excma. Sra. Dra. Anna M. Gil Lafuente, Doctora en Ciències Econòmiques i Financeres i Il·lm. Sr. Dr. Humberto Villavicencio Mavrich, Doctor en Medicina i Cirurgia) 2008.

Els Ponts: Història i repte a l'enginyeria estructural (Sessió Acadèmica dels acadèmics numeraris Excm. Sr. Dr. Xavier Oliver Olivella, Doctor en Enginyeria de Camins, Canals i Ports, i Excm. Sr. Dr. Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra, Doctor en Enginyeria de Camins, Canals i Ports, amb els Ponents Il·lm. Sr. Dr. Angel C. Aparicio Bengoechea, Professor i Catedràtic de Ponts de l'escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona, Il·lm. Sr. Dr. Ekkehard Ramm, Professor, institute Baustatik) 2008.

Marketing político y sus resultados (Discurs d'ingrés de l'acadèmic corresponent Excm. Sr. Dr. Francisco Javier Maqueda Lafuente, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresariales i contestació per l'acadèmica de número Excma. Sra. Dra. Anna M. Gil Lafuente, Doctora en Ciències Econòmiques i Financeres) 2008.

Modelo de predicción de "Enfermedades" de las Empresas a través de relaciones Fuzzy (Discurs d'ingrés de l'acadèmic corresponent Excm. Sr. Dr. Antoni Terceño Gómez, Doctor en Ciències Econòmiques i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Paulino Castells Cuixart, Doctor en Medicina) 2009.

Células Madre y Medicina Regenerativa (Discurs d'ingrés de l'acadèmic corresponent Excm. Sr. Dr. Juan Carlos Izpisúa Belmonte, Doctor en Farmàcia i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Joaquim Gironella i Coll, Doctor en Medicina) 2009.

Financiación del déficit externo y ajustes macroeconómicos durante la crisis financiera El caso de Rumania (Discurs d'ingrés de l'acadèmic corresponent Excm. Sr. Dr. Mugur Isarescu, Doctor en Ciències Econòmiques, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Alfredo Rocafort Nicolau, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresariales) 2009.

El legado de Jean Monnet (Discurs d'ingrés de l'acadèmica numerària Excma. Sra. Dra. Teresa Freixas Sanjuán, Doctora en Dret, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Fernando Casado Juan, Doctor en Ciències Econòmiques) 2010.

La economía china: Un reto para Europa (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Jose Daniel Barquero Cabrero, Doctor en Ciències Humanes, Socials i Jurídiques, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Alfredo Rocafort Nicolau, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresariales) 2010.

Les radiacions ionitzants i la vida (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Albert Bieta i Solà, Doctor en Medicina, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. David Jou i Mirabent, Doctor en Ciències Físiques) 2010.

Gestió del control intern de riscos en l'empresa postmoderna: àmbits econòmic i jurídic (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Ramon Poch i Torres, Doctor en Dret i Ciències Econòmiques i Empresariales, i contestació per l'acadèmica de número Excma. Sra. Dra. Anna Maria Gil i Lafuente, Doctora en Ciències Econòmiques i Empresariales) 2010.

Tópicos típicos y expectativas mundanas de la enfermedad del Alzheimer (Discurs d'ingrés de l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Rafael Blesa, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Josep Llorç i Brull, Doctor en Ciències econòmiques i Dret) 2010.

Los Estados Unidos y la hegemonía mundial: ¿Declive o reinención? (Discurs d'ingrés de l'acadèmic corresponent Excm. Sr. Dr. Mario Barquero i Cabrero, Doctor en Economia i Empresa, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Alfredo Rocafort i Nicolau, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresariales) 2010.

El derecho del Trabajo encrucijada entre los derechos de los trabajadores y el derecho a la libre empresa y la responsabilidad social corporativa (Discurs d'ingrés de l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. José Luis Salido Banús, Doctor en Dret, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Manuel Subirana Canterell) 2011.

Una esperanza para la recuperación económica (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Jaume Gil i Lafuente, Doctor en Econòmiques, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Josep Gil i Ribas, Doctor en Teologia) 2011.

Certes i incertes en el diagnòstic del càncer cutani: de la biologia molecular al diagnòstic no invasiu (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Josep Malveyh, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Josep Llorç, Doctor en Econòmiques i Dret) 2011.

Una mejor universidad para una economía más responsable (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Senén Barro Ameneiro, Doctor en

Ciències de la Computació i Intel·ligència, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Jaume Gil i Aluja, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresariales) 2012.

La transformació del món després de la crisi. Una anàlisi polièdrica i transversal (Sessió inaugural del Curs Acadèmic 2012-2013 on participen com a ponents: l'Excm. Sr. Dr. José Juan Pintó Ruiz, Doctor en Dret: “*El Derecho como amortiguador de la inequidad en los cambios y en la Economía como impulso rehumanizador*”, Excma. Sra. Dra. Rosmarie Cammany Dorr, Doctora en Sociologia de la Salut: “*Salut: mitjà o finalitat?*”, Excm. Sr. Dr. Ángel Aguirre Baztán, Doctor en Filosofia i Lletres: “*Globalización Económico-Cultural y Repliegue Identitario*”, Excm. Sr. Dr. Jaime Gil Aluja, Doctor en Econòmiques: “*La ciencia ante el desafío de un futuro progreso social sostenible*” i Excm. Sr. Dr. Eugenio Oñate Ibañez de Navarra, Doctor en Enginyeria de Camins, Canals i Ports: “*El reto de la transferencia de los resultados de la investigación a la industria*”), publicació en format digital www.reialacademiadoctors.cat, 2012.

La quantificació del risc: avantatges i limitacions de les assegurances (Discurs d'ingrés de l'acadèmica numeraria Excma. Sra. Dra. Montserrat Guillén i Estany, Doctora en Ciències Econòmiques i Empresariales, i contestació per l'acadèmica de número Excma. Sra. Dra. M. Teresa Anguera i Argilaga, Doctora en Filosofia i Lletres-Psicologia) 2013.

El procés de la visió: de la llum a la consciència (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Rafael Ignasi Barraquer i Compte, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. José Daniel Barquero Cabrero, Doctor en Ciències Humanes, Socials i Jurídiques) 2013.

Formación e investigación: creación de empleo estable (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Mario Barquero Cabrero, Doctor en Economia, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. José Luis Salido Banús, Doctor en Dret) 2013.

El sagrament de l'Eucaristia: de l'Últim Sopar a la litúrgia cristiana antiga (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Armand Puig i Tàrrach, Doctor en Sagrada Escripura, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Jaume Vallcorba Plana, Doctor en Filosofia i Lletres) 2013.

Al hilo de la razón. Un ensayo sobre los foros de debate (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Enrique Tierno Pérez-Relaño, Doctor en Física Nuclear, y contestación por la académica de número Excma. Sra. Dra. Ana María Gil Lafuente, Doctora en Ciencias Económicas y Empresariales) 2014.

**Colección Real Academia Europea de Doctores
Fundación Universitaria Eserp**

1. *La participació del Sistema Nervios en la producció de la sang i en el procés cancerós* (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Pere Gascón i Vilaplana, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'acadèmica de número Excma. Sra. Dra. Montserrat Guillén i Estany, Doctora en Ciències Econòmiques i Empresariales) 2014.
ISBN: 978-84-616-8659-9, Dipòsit Legal: B-5605-2014
2. *Información financiera: luces y sombras* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Emili Gironella Masgrau, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. José Luis Salido Banús, Doctor en Derecho) 2014.
ISBN: 978-84-616-8830-2, Depósito Legal: B-6286-2014
3. *Crisis, déficit y endeudamiento* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. José Maria Gay de Liébana Saludas, Doctor en Ciencias Económicas y Doctor en Derecho y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Juan Francisco Corona Ramón, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales) 2014.
ISBN: 978-84-616-8848-7, Depósito Legal: B-6413-2014
4. *Les empreses d'alt creixement: factors que expliquen el seu èxit i la seva sostenibilitat a llarg termini* (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Oriol Amat i Salas, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresariales, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Santiago Dexeus i Trias de Bes, Doctor en Medicina i Cirurgia) 2014.
ISBN: 978-84-616-9042-8, Dipòsit Legal: B-6415-2014

5. *Estructuras metálicas* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Joan Olivé Zaforteza, Doctor en Ingeniería Industrial y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Xabier Añoveros Trias de Bes, Doctor en Derecho) 2014.
ISBN: 978-84-616-9671-0, Depósito Legal: B-7421-2014
6. *La acción exterior de las comunidades autónomas* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Josep Maria Bové Montero, Doctor en Administración y Dirección de Empresas y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. José María Gay de Liébana Saludas, Doctor en Ciencias Económicas y Doctor en Derecho) 2014.
ISBN: 978-84-616-9672-7, Depósito Legal: B-10952-201
7. *El eco de la música de las esferas. Las matemáticas de las consonancias* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Vicente Liern Carrión, Doctor en Ciencias Matemáticas (Física Teórica) y contestación por la académica de número Excma. Sra. Dra. Pilar Bayer Isant, Doctora en Matemáticas) 2014.
ISBN: 978-84-616-9929-2, Depósito Legal: B-11468-2014
8. *La media ponderada ordenada probabilística: Teoría y aplicaciones* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. José Maria Merigó Lindahl, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Josep Pla i Carrera, Doctor en Ciencias Matemáticas) 2014.
ISBN: 978-84-617-0137-7, Depósito Legal: B-12322-2014
9. *La abogacía de la empresa y de los negocios en el siglo de la calidad* (Discurso de ingreso de la académica numeraria Excma. Sra. Dra. María José Esteban Ferrer, Doctora en Economía y Empresa y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Carlos Dante Heredia García, Doctor en Medicina y Cirugía) 2014.
ISBN: 978-84-617-0174-2, Depósito Legal: B-12850-2014
10. *La ciutat, els ciutadans i els tributs* (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Joan-Francesc Pont Clemente, Doctor en Dret, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Enrique Tierno Pérez-Relaño, Doctor en Física Nuclear) 2014.
ISBN: 978-84-617-0354-8, Dipòsit Legal: B-13403-2014

11. *Organización de la producción: una perspectiva histórica* (Discurso de ingreso de los académicos numerarios Excmo. Sr. Dr. Joaquín Bautista Valhondo, Doctor en Ingeniería Industrial y del Excmo. Sr. Dr. Francisco Javier Llovera Sáez, Doctor en Derecho y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. José Luis Salido Banús, Doctor en Derecho) 2014.
ISBN: 978-84-617-0359-3, Depósito Legal: B 13610-2014
12. *Correlación entre las estrategias de expansión de las cadenas hoteleras Internacionales y sus rentabilidades* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Onofre Martorell Cunill, Doctor en Economía y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Josep Gil i Ribas, Doctor en Teología) 2014.
ISBN: 978-84-617-0546-7, Depósito Legal: B 15010-2014
13. *La tecnología, detonante de un nuevo panorama en la educación superior* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Lluís Vicent Safont, Doctor en Ciencias de la Información y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. José Daniel Barquero Cabrero, Doctor en Ciencias Humanas, Sociales y Jurídicas y Doctor en Administración y Alta Dirección de Empresas) 2014.
ISBN: 978-84-617-0886-4, Depósito Legal: B 16474-2014
14. *Globalización y crisis de valores* (Discurso de ingreso del académico de Honor Excmo. Sr. Dr. Lorenzo Gascón, Doctor en Ciencias Económicas y contestación por la académica de número Excmo. Sra. Dra. Ana María Gil Lafuente, Doctora en Ciencias Económicas y Empresariales) 2014.
ISBN: 978-84-617-0654-9, Depósito Legal: B 20074-2014
15. *Paradojas médicas* (Discurso de ingreso del Académico Correspondiente para Venezuela Excmo. Sr. Dr. Francisco Kerdel-Vegas, Doctor en Medicina y Cirugía y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. José Llort Brull, Doctor en Ciencias Económicas y Doctor en Derecho) 2014.
ISBN: 978-84-617-1759-0, Depósito Legal: B 20401-2014
16. *La formación del directivo. Evolución del entorno económico y la comunicación empresarial* (Discurso de ingreso de los académicos numerarios Excmo. Sr. Dr. Juan Alfonso Cebrián Díaz, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales y del Excmo Sr. Dr. Juan Ma-

ría Soriano Llobera, Doctor en Administración y Dirección de Empresas y Doctor en Ciencias Jurídicas y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Fernando Casado Juan, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales) 2014.

ISBN:978-84-617-2813-8, Depósito Legal: B 24424-2014

17. *La filosofia com a cura de l'ànima i cura del món* (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Francesc Torralba Roselló, Doctor en Filosofia i Doctor en Teologia, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. David Jou i Mirabent, Doctor en Física) 2014.

ISBN: 978-84-617-2459-8, Dipòsit Legal: B 24425-2014

18. *Hacia una Teoría General de la Seguridad Marítima* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Jaime Rodrigo de Larrucea, Doctor en Derecho y Doctor en Ingeniería Náutica y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Juan Francisco Corona Ramón, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales) 2015.

ISBN: 978-84-617-3623-2, Depósito Legal: B 27975-2014

Colección Real Academia Europea de Doctores

19. *Pensamiento Hipocrático, Biominimalismo y Nuevas Tecnologías. La Innovación en Nuevas Formas de Tratamiento Ortodóncico y Optimización del Icono Facial* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Luis Carrière Lluch, Doctor en Odontología y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Antoni Terceño Gómez, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales) 2015.

ISBN: 978-84-606-5615-9, Depósito Legal: B 3966-2015

20. *Determinantes de las Escuelas de Pensamiento Estratégico de Oriente y Occidente y su contribución para el Management en las Organizaciones del Siglo XXI.* (Discurso de ingreso del académico Correspondiente para Chile Excmo. Sr. Dr. Francisco Javier Garrido Morales, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. José Daniel Barquero Cabrero, Doctor en Ciencias Humanas, Sociales y Jurídicas y Doctor en Administración y Alta Dirección de Empresas) 2015.

ISBN:978-84-606-6176-4, Depósito Legal: B 5867-2015

21. *Nuevos tiempos, nuevos vientos: La identidad mexicana, cultura y ética en los tiempos de la globalización.* (Discurso de ingreso del académico Correspondiente para México Excmo. Sr. Dr. Manuel Medina Elizondo, Doctor en Ciencias de la Administración, y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. José Daniel Barquero Cabrero, Doctor en Ciencias Humanas, Sociales y Jurídicas y Doctor en Administración y Alta Dirección de Empresas) 2015.
ISBN: 78-84-606-6183-2, Depósito Legal: B 5868-2015
22. *Implante coclear. El oído biónico.* (Discurso del ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Pedro Clarós Blanch, Doctor en Medicina y Cirugía y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Joaquín Barraquer Moner, Doctor en Medicina y Cirugía) 2015.
ISBN: 978-84-606-6620-2, Depósito Legal: B 7832-2015
23. *La innovación y el tamaño de la empresa.* (Discurso del ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Carlos Mallo Rodríguez, Doctor en Ciencias Económicas y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. José María Gay de Liébana Saludas, Doctor en Ciencias Económicas y Doctor en Derecho) 2015.
ISBN: 978-84-606-6621-9, Depósito Legal: B 7833-2015
24. *Geologia i clima: una aproximació a la reconstrucció dels climes antics des del registre geològic* (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Ramon Salas Roig, Doctor en Geologia, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Enrique Tierno Pérez-Relaño, Doctor en Física Nuclear) 2015.
ISBN: 978-84-606-6912-8, Dipòsit Legal: B 9017-2015
25. *Belleza, imagen corporal y cirugía estética* (Discurso del ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Josep Maria Serra i Renom, Doctor en Medicina y Cirugía y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. José María Gay de Liébana Saludas, Doctor en Ciencias Económicas y Doctor en Derecho) 2015.
ISBN: 978-84-606-7402-3, Depósito Legal: B 10757-2015
26. *El poder y su semiología* (Discurso del ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Michael Metzeltin, Doctor en Filología Románica y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Joaquim Gironella i Coll, Doctor en Medicina y Cirugía) 2015.
ISBN: 978-84-606-7992-9, Depósito Legal: B 13171-2015

27. *Atentados a la privacidad de las personas* (Discurso de ingreso del académico de honor Excmo. Sr. Dr. Enrique Lecumberri Martí, Doctor en Derecho y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Joan-Francesc Pont Clemente, Doctor en Derecho) 2015.
ISBN: 978-84-606-9163-1, Depósito Legal: B 17700-2015
28. *Panacea encadenada: La farmacología alemana bajo el yugo de la esvástica* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Francisco López Muñoz, Doctor en Medicina y Cirugía y Doctor en Lengua Española y Literatura y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Joan-Francesc Pont Clemente, Doctor en Derecho) 2015.
ISBN: 978-84-606-9641-4, Depósito Legal: B 17701-2015
29. *Las políticas monetarias no convencionales: El Quantitative Easing*” (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Juan Pedro Aznar Alarcón, Doctor en Economía y Administración de Empresas y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. José Luis Salido Banús, Doctor en Derecho) 2015.
ISBN: 978-84-608-299-1, Depósito Legal: B 25530-2015
30. *La utopía garantista del Derecho Penal en la nueva “Edad Media”* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Fermín Morales Prats, Doctor en Derecho y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. José María Gay de Liébana Saludas, Doctor en Ciencias Económicas y Doctor en Derecho) 2015.
ISBN- 978-84-608-3380-2, Depósito Legal: B 26395-2015
31. *Reflexions entorn el Barroc* (Discurs d’ingrés de l’acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Salvador de Brocà Tella, Doctor en Filosofia i lletres, i contestació per l’acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Josep Gil Ribas, Doctor en Teologia) 2016.
ISBN- 978-84-608-4991-9, Depósito Legal: B 30143-2015
32. *Filosofia i Teologia a Incerta Glòria. Joan Sales repensa mig segle de cultura catalana* (Discurs d’ingrés de l’acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Josep-Ignasi Saranyana i Closa, Doctor en teologia i doctor en filosofia, i contestació per l’acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Francesc Torralba i Roselló, Doctor en teologia i doctor en filosofia) 2016.
ISBN- 978- 84- 608-5239-1, Depósito Legal: B 1473-2016

33. *Empresa familiar: ¿Sucesión? ¿Convivencia generacional?* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Miguel Ángel Gallo Laguna de Rins, Doctor en Ingeniería y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Pedro Clarós Blanch, Doctor en Medicina y Cirugía) 2016.
ISBN- 978 84 6085663-4, Depósito Legal: B 3910-2016
34. *Reflexiones y alternativas en torno a un modelo fiscal agotado.* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Antoni Durán-Sindreu Buxadé, Doctor en Derecho y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Joan-Francesc Pont Clemente, Doctor en Derecho) 2016.
ISBN- 978-84-608-5834-8, Depósito Legal: B 4684-2016
35. *La figura del emprendedor y el concepto del emprendimiento.* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Antonio Pulido Gutiérrez, Doctor en Economía y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. José Daniel Barquero Cabrero, Doctor en Ciencias Humanas, Sociales y Jurídicas y Doctor en Alta Administración de Empresas) 2016.
ISBN- 978-84-608-5926-0, Depósito Legal: B 4685-2016
36. *La Cirugía digestiva del siglo XXI* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Juan Carlos García-Valdecasas Salgado, Doctor en Medicina y Cirugía y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Xabier Añoberos Trias de Bes, Doctor en Derecho) 2016.
ISBN: 978-84-6086034-1, Depósito Legal: B 5802-2016
37. *Derecho civil, persona y democracia* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Alfonso Hernández-Moreno, Doctor en Derecho y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Joan-Francesc Pont Clemente, Doctor en Derecho) 2016.
ISBN: 978-84-608-6838-5, Depósito Legal: B 7644-2016
38. *Entendiendo a Beethoven* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Francisco Javier Tapia García, Doctor en Medicina y Cirugía y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Pedro Clarós Blanch, Doctor en Medicina y Cirugía) 2016.
ISBN: 978-84-608-7507-9, Depósito Legal: B 10567-2016

39. *Fútbol y lesiones de los meniscos* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Ramon Cugat Bertomeu, Doctor en Medicina y Cirugía y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Pedro Clarós Blanch, Doctor en Medicina y Cirugía) 2016.
ISBN: 978-84-608-8578-8, Depósito Legal: B 12876-2016
40. *¿Hacia un nuevo derecho de gentes? El principio de dignidad de la persona como precursor de un nuevo derecho internacional* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Santiago J. Castellà Surribas, Doctor en Derecho y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Joan-Francesc Pont Clemente, Doctor en Derecho) 2016.
ISBN: 978-84-608-8579-5, Depósito Legal: B 14877-2016
41. *L'empresa més enllà de l'obra estètica* (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Jordi Martí Pidelaserra, Doctor en Ciències Econòmiques i Empresariales, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. José Luis Salido Banús, Doctor en Dret) 2016.
ISBN: 978-84-608-9360-8, Depósito Legal: B 15757-2016
42. *El reto de mejorar la calidad de la auditoria* (Discurso de ingreso del académico correspondiente Excmo. Sr. Dr. Frederic Borràs Pàmies, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Emili Gironella Masgrau, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales) 2016.
ISBN: 978-84-608-9688-3, Depósito Legal: B 16347-2016
43. *Geografia, diffusione e organizzazione cristiana nei primi secoli del cristianesimo* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Angelo Di Berardino, Doctor en Teología - Doctor en Historia y Filosofía y contestación por el académico de número Excmo. y Mgfc. Sr. Rector Armand Puig i Tàrrach, Doctor en Sagrada Escritura) 2016.
ISBN: 978-84-617-5090-0, Depósito Legal: B 21706-2016
44. *Los cónsules de Ultramar y Barcelona* (Discurso de ingreso del académico correspondiente Excmo. Sr. Dr. Dr. Albert Estrada-Rius, Doctor en Derecho y Doctor en Historia y contestación por el académico de

- número Excmo. Sr. Dr. Carlos Dante Heredia García, Doctor en Medicina y Cirugía) 2016.
ISBN: 978-84-617-5337-6, Depósito Legal: B 21707-2016
45. *El implante dental y la Osteointegración* (Discurso de ingreso del académico correspondiente Excmo. Sr. Dr. Carlos Aparicio Magallón, Doctor en Medicina y Cirugía y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Pedro Clarós, Doctor en Medicina y Cirugía) 2016.
ISBN: 978-84-617-5598-1, Depósito Legal: B-22187-2016
46. *La empresa social compitiendo en el mercado: principios de buen gobierno* (Discurso de ingreso del académico de número Excmo. Sr. Dr. José Antonio Segarra Torres, Doctor en Dirección de Empresas y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Miguel Ángel Gallo Laguna de Rins, Doctor en Ingeniería Industrial) 2016.
ISBN: 978-84-617-5971-2, Depósito Legal: B-23123-2016
47. *Incertidumbre y neurociencias: pilares en la adopción de decisiones* (Discurso de ingreso del académico correspondiente Excmo. Sr. Dr. Jorge Bachs Ferrer, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Jaime Gil Aluja, Doctor en Ciencias Políticas y Económicas) 2016.
ISBN: 978-84-617-6138-8, Depósito Legal: B-23124-2016
48. *¿Puede el marketing salvar al mundo? Expectativas para la era de la escasez* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. José Luis Bueno Iniesta, Doctor of Business Administration y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Miguel Ángel Gallo Laguna de Rins, Doctor en Ingeniería Industrial) 2016.
ISBN: 978-84-617-6499-0, Depósito Legal: B 24060-2016
49. *Calidad de vida de los pacientes afectos de cáncer de próstata según el tratamiento realizado* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Ferran Guedea Edo, Doctor en Medicina y Cirugía y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Albert Biete Sola, Doctor en Medicina y Cirugía) 2016.
ISBN: 978-84-617-7041-0, Depósito Legal: B 26030-2016

50. *Relazioni conflittuali nelle aziende familiari: determinanti, tipologie, evoluzione, esiti* (Discurso de ingreso del académico numerario Excmo. Sr. Dr. Salvatore Tomaselli, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales, Dirección de Empresa y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Miguel Ángel Gallo Laguna de Rins, Doctor en Ingeniería Industrial) 2017.
ISBN: 978-84-617-7820-1, Depósito Legal: B 1712 -2017
51. *Sobre el coleccionismo. Introducción a la historia* (Discurso de ingreso del académico correspondiente Excmo. Sr. Dr. Manuel Puig Costa, Doctor en Medicina y Cirugía y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Pedro Clarós, Doctor en Medicina y Cirugía) 2017.
ISBN: 978-84-617-7854-6, Depósito Legal: B 1713-2017
52. *Teoria de la semblança i govern universitari* (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Jaume Armengou Orús, Doctor en Enginyeria de Camins, Canals i Ports, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra, Doctor en Enginyeria de Camins, Canals i Ports) 2017.
ISBN: 978-84-617-8115-7, Depósito Legal: B 2853- 2017
53. *Història de la malaltia i de la investigació oncològica. Retorn als orígens* (Discurs d'ingrés de l'acadèmic numerari Excm. Sr. Dr. Mariano Monzó Planella, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Joaquim Gironella Coll, Doctor en Medicina i Cirurgia) 2017.
ISBN: 978-84-617-8179-9, Depósito Legal: B 2854-2017
54. *Diagnóstico precoz del Cáncer de Pulmón: El Cribado, una herramienta para avanzar en su curación* (Discurso de ingreso del académico de número Excmo. Sr. Dr. Laureano Molins López-Rodó, Doctor en Medicina y Cirugía y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Pedro Clarós, Doctor en Medicina y Cirugía) 2017.
ISBN: 978-84-617-8457-8 , Depósito Legal: B 3937-2017
55. *Honor, crédito en el mercado y la exceptio veritatis* (Discurso de ingreso del académico de número Excmo. Sr. Dr. Felio Vilarrubias Guillamet, Doctor en Derecho y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Pedro Clarós, Doctor en Medicina y Cirugía) 2017.
ISBN: 978-84-617-8867-5 , Depósito Legal: B 6307-2017

56. *La vida és una llarga oxidació* (Discurs d'ingrés de l'acadèmica numerària Excma. Sra. Dra. Nicole Mahy Géhenne, Doctora en Farmàcia, i contestació per l'acadèmic de número Excm Sr. Dr. Rafael Blesa González, Doctor en Medicina i Cirurgia) 2017.
ISBN: 978-84-617-9179-8, Depósito Legal: B 6308-2017
57. *Salud periodontal y salud general: la alianza necesaria* (Discurso de ingreso de la académica numeraria Excma. Sra. Dra. Nuria Vallcorba Plana, Doctora en Odontología y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Jaime Rodrigo de Larrucea, Doctor en Derecho y Doctor en Ingeniería Náutica) 2017.
ISBN: 978-84-617-9253-5, Depósito Legal: B 8541-2017
58. *Gobierno y administración en la empresa familiar* (Discurso de ingreso del académico de número Excmo. Sr. Dr. José Manuel Calavia Molinero, Doctor en Derecho y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Joan-Francesc Pont Clemente, Doctor en Derecho) 2017.
ISBN: 978-84-697-2296-1, Depósito Legal: B 10562-2017
59. *Darwin, Wallace y la biología del desarrollo evolutiva* (Discurso de ingreso del académico de número Excmo. Sr. Dr. Daniel Turbón Borrega, Doctor en Filosofía y Letras y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Felio Vilarrubias Guillamet, Doctor en Derecho) 2017.
ISBN: 978-84-697-2678-5, Depósito Legal: B 11574-2017
60. *EL asesoramiento financiero, la figura del Asesor Financiero y de las E.A.F.I.s* (Discurso de ingreso de la académica de número Excma. Sra. Dra. Montserrat Casanovas Ramon, Doctora en Ciencias Económicas y Empresariales y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. José Maria Gay de Liébana Saludas, Doctor en Ciencias Económicas y Doctor en Derecho) 2017.
ISBN: 978-84-697-3635-7, Depósito Legal: B 15061-2017
61. *Dieta Mediterránea: una visión global / La nutrición comunitaria en el siglo XXI* (Discursos de ingreso de los académicos de número Excmo. Sr. Dr. Lluís Serra Majem, Doctor en Medicina y Excmo. Sr. Dr. Javier Aranceta Bartrina, Doctor en Medicina y Cirugía, contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. José Ramón Calvo Fernández, Doctor en Medicina y Cirugía, y la Excma. Sra.

- Dra. Maria dels Àngels Calvo Torras, Doctora en Veterinaria y Doctora en Farmacia) 2017.
ISBN: 978-84-697-4524-3, Depósito Legal: B 17729-2017
62. *La conquista del fondo del ojo* (Discurso de ingreso del académico de número Excmo. Sr. Dr. Borja Corcóstegui, Doctor en Medicina y Cirugía y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Pedro Clarós, Doctor en Medicina y Cirugía) 2017.
ISBN: 978-84-697-4905-0, Depósito Legal: B 22088-2017
63. *Barcelona, Galería Urbana* (Discurso de ingreso del académico de número Excmo. Sr. Dr. Juan Trias de Bes, Doctor en Arquitectura y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Jaime Rodrigo de Larrucea, Doctor en Derecho y Doctor en Ingeniería Náutica) 2017.
ISBN: 978-84-697-4906-7, Depósito Legal: B 24507-2017
64. *La influencia del derecho español en México* (Discurso de ingreso del académico Correspondiente para México Excmo. Sr. Dr. Jesús Gerardo Sotomayor Garza, Doctor en Derecho y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Jordi Martí Pidelaserra, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales) 2017.
ISBN: 978-84-697-5210-4 , Depósito Legal: B 25165-2017
65. *Delito fiscal y proceso penal: crónica de un desencuentro* (Discurso de ingreso del académico Correspondiente Excmo. Sr. Dr. Joan Iglesias Capellas, Doctor en Derecho y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Emili Gironella Masgrau, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales) 2017.
ISBN: 978-84-697-6524-1, Depósito Legal: B 25318-2017
66. *Laïcitat i laïcisme en l'occident europeu* (Discurs d'ingrés de l'Emm. i Rvdm. Dr. Lluís Martínez Sistach, Doctor en Dret Canònic i Civil, i contestació per l'acadèmic de número Excm. Sr. Dr. Francesc Torralba Roselló, Doctor en Filosofia i Doctor en Teologia) 2017.
ISBN: 978-84-697-6525-8, Depósito Legal: B 28921-2017
67. *Lo disruptivo y el futuro: tecnología y sociedad en el siglo XXI* (Discurso de ingreso del académico Correspondiente Excmo. Sr. Dr. Luis Pons Puiggrós, Doctor en Administración y Dirección de Empresas, y con-

- testación del Académico de Número Excmo. Sr. Dr. José Ramón Calvo Fernández, Doctor en Medicina) 2017.
ISBN: 978-84-697-8211-8, Depósito Legal: B 29804-2017
68. *Avances Tecnológicos en Implantología Oral: hacia los implantes dentales inteligentes* (Discurso de ingreso del académico de Número Excmo. Sr. Dr. Xavier Gil Mur, Doctor en Ingeniería Química y Materiales, Rector de la Universidad de Catalunya y contestación del Académico de Número Excmo. Sr. Dr. Jaime Rodrigo de Larrucea, Doctor en Derecho y Ingeniería Náutica) 2018.
ISBN: 978-84-697-9148-6, Depósito Legal: B 1862-2018.
69. *La función del marketing en la empresa y en la economía* (Discurso de ingreso del académico de Número Excmo. Sr. Dr. Carlo Maria Gallucci Calabrese, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales y contestación del Académico de Número Excmo. Sr. Dr. Jaime Rodrigo de Larrucea, Doctor en Derecho y Ingeniería Náutica) 2018.
ISBN: 978-84-697-9161-5, Depósito Legal: B 1863-2018
70. *El nuevo materialismo del siglo XXI: Luces y sombras* (Discurso de ingreso de l académica de Número Excma. Sra. Dra. Mar Alonso Almeida, Dra. en Ciencias Económicas y Empresariales y contestación del Académico de Número Excm. Sr. Dr. Pedro Aznar Alarcón, Doctor en Económicas y Administración de empresas) 2018.
ISBN: 978-84-09-00047-0 , Depósito Legal: B 5533-2018
71. *La dinámica mayoría – minoría en las sociedades de capital* (Discurso de ingreso del académico Correspondiente Excmo. Sr. Dr. Rodolfo Fernández-Cuellas, Doctor en Derecho y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Emili Gironella Masgrau, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales) 2018.
ISBN: 978-84-09-00419-5 , Depósito Legal: B 6898-2018
72. *Rubén Darío, Japón y Japonismo* (Discurso de ingreso del Académico de Honor, Hble. Sr. Naohito Watanabe, Cónsul General del Japón en Barcelona y contestación por el académico de número Excmo. Excmo. Sr. Dr. José María Bové Montero. Doctor en Administración y Dirección de Empresas) 2018.
ISBN: 978-84-09-01887-1, Depósito Legal: B 12410-2018

73. *Farmacología Pediátrica: pasado, presente y perspectivas de futuro* (Discurso de ingreso de la académica correspondiente Excm. Sra. Dra. M^a Asunción Peiré García, Doctora en Medicina y Cirugía y contestación por el académico de número Excmo. Sr. Dr. Pere Gascón Vilaplana, Doctor en Medicina) 2018.
ISBN: 978-84-09-02147-5 , Depósito Legal: B-13911-2018
74. *Pluralismo y Corporativismo. El freno a la Economía dinámica* (Discurso de ingreso del académico de número Excmo. Sr. Dr. Juan Vicente Sola, Doctor en Derecho y Economía y contestación por el académico de Honor Excmo. Sr. Dr. Edmund Phelps, Premio Nobel de Economía 2006) 2018.
ISBN: 978-84-09-02544-2 , Depósito Legal: B-15699-2018
75. *El Valor del liderazgo* (Discurso de ingreso de la académica de número Excm. Sra. Dra. Mireia Las Heras Maestro, Doctora en Dirección de Empresas y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. José Antonio Segarra, Doctor en Administración de Empresas) 2018.
ISBN: 978-84-09-02545-9 , Depósito Legal: B-15700-2018
76. *Reflexiones sobre la autoría de las publicaciones científicas* (Discurso de ingreso de la académica Correspondiente Excm. Sra. Dra. Marta Pulido Mestre, Doctora en Medicina y Cirugía y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. Pedro Clarós, Doctor en Medicina y Cirugía) 2018.
ISBN: 978-84-09-03005-7, Depósito Legal: B-16369-2018
77. *Perspectiva humanística de la bioética en estomatología / odontología* (Discurs d'ingrés de l'acadèmic Numerari Excm. Sr. Dr. Josep M. Ustrell i Torrent, Doctor en Medicina i Cirurgia, i contestació per l'acadèmic Numerari Excm. Sr. Dr. Ferran Guedea Edo, Doctor en Medicina i Cirurgia) 2018.
ISBN: 978-84-09-04140-4, Depósito Legal: B-21704-2018
78. *Evolución de la información relacionada con la alimentación y la nutrición: retos de adaptación por el consumidor* (Discurso de ingreso del académico Correspondiente Excmo. Sr. Dr. Rafael Urrialde de Andrés, Doctor en Ciencias Biológicas y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. Lluís Serra Majem, Doctor en Medicina) 2018.
ISBN: 978-84-09-0523-9, Depósito Legal: B-3763-2018

79. *Del neurocirujía mística de la antigüedad, a los retos que enfrenta en el siglo XXI. Los cambios de paradigma según la evolución de la neurocirugía en el tiempo.* (Discurso de ingreso del académico Correspondiente Excmo. Sr. Dr. Jesús Lafuente Baraza, Doctor en Doctor en Medicina y Cirugía y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. Luis Carrière Lluch, Doctor en Odontología) 2018.
ISBN: 978-84-09-05288-2, Depósito Legal: B-24477-2018
80. *La Unitat de Tuberculosi Experimental. 20 anys d'història / The Experimental Tuberculosis Unit: 20 years of history* (Discurs d'ingrés de l'acadèmic Numerari Excm. Sr. Dr. Pere Joan Cardona Iglesias, Doctor en Medicina, i contestació per l'acadèmic Numerari Excm. Sr. Dr. Emili Gironella Masgrau, Doctor en Ciències Econòmiques) 2018.
ISBN: 978-84-09-056972, Depósito Legal: B25357-2018
81. *Noucentisme, avantguardisme i model de país: la centralitat de la cultura* (Discurs d'ingrés de l'acadèmica Numeraria Excma. Sra. Dra. Mariàngela Vilallonga Vives, Doctora en Filologia Clàssica, i contestació per l'acadèmica Numeraria Excma. Sra. Dra. M. Àngels Calvo Torras, Doctora en Veterinària) 2018.
ISBN: 978-84-09-0680-1, Depósito Legal: B-26513-2018
82. *Abrir las puertas de la Biblioteca de Alejandría* (Discurso de ingreso de la académica numeraria Excma. Sra. Dra. Sònia Fernández-Vidal, Doctora en Física, y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. José Ramón Calvo Fernández, Doctor en Medicina y Cirugía) 2018.
ISBN: 978-84-09-06366-6, Depósito Legal: B-26855-2018
83. *Una mirada a Santiago Ramón y Cajal en su perfil humano y humanista* (Discurso de ingreso de la académico de número Excmo. Sr. Dr. Joaquín Callabed Carracedo, Doctor en Medicina y Cirugía, y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. Pedro Clarós, Doctor en Medicina, Cirugía y Farmacia) 2019.
ISBN: 978-84-09-07209-5, Depósito Legal: B-29489-2018
84. *Paradigmas financieros en tela de juicio* (Discurso de ingreso del académico de número Excmo. Sr. Dr. Joan Massons i Rabassa, Doctor en Administración y Dirección de Empresas, y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. José María Gay de Liébana Saludas, Doctor en Económicas y Derecho) 2019.
ISBN: 978-84-09-08163-9, Depósito Legal: DL: B-2390-2019

85. *La contabilidad y sus adaptaciones sectoriales. El caso especial del sector hotelero* (Discurso de ingreso del Académico Correspondiente Excmo. Sr. Dr. Ramón M. Soldevila de Monteys, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales, y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. Juan Francisco Corona Ramón, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales) 2019.
ISBN: 978-84-09-08554-5, Depósito Legal: B-4341-2019
86. *La lógica difusa en la decisión de inversión empresarial frente al riesgo: veinte años entre la investigación pura y la aplicada* (Discurso de ingreso del Académico Correspondiente Excmo. Sr. Dr. Richard Onses, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales, y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. Joan-Francesc Pont Clemente, Doctor en Derecho) 2019.
ISBN: 978-84-09-08897-3, Depósito Legal: B-5552-2019
87. *De la Tierra a la Luna* (Discurso de ingreso de los Académicos de Honor Excmo. Sr. Joan Roca i Fontané, Excmo. Sr. Josep Roca i Fontané y Excmo. Sr. Jordi Roca i Fontané), y contestación por los académicos de Número Excmo. Sr. Dr. José Ramón Calvo Fernández, Excmo. Sr. Dr. Juan Francisco Corona Ramón, Excmo. Sr. Dr. Santiago Castellà Surribas) 2019.
ISBN: 978-84-09-09831-6, Depósito Legal: B-8886-2019
88. *De la belleza de los materiales a las artes y las tecnologías avanzadas para la sociedad innovadora del siglo XXI* (Discurso de ingreso del Académico de Número Excmo. Sr. Dr. Josep Maria Guilemany Casadamon, Doctor en Ciencias Químicas, y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. Javier Gil Mur, Doctor en Ingeniería Química y Materiales) 2019.
ISBN: 978-84-09-09832-3, Depósito Legal: B-8887-2019
89. *Los Retos de la Sociedad Civil en una Democracia Avanzada* (Discurso de ingreso del Académico de Número Excmo. Sr. Dr. Aldo Olcese Santonja, Doctor en Economía Financiera y Presidente de la Fundación Independiente, y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. Alfredo Rocafort Nicolau, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales y Doctor en Derecho) 2019.
ISBN: 978-84-09-10202-0, Depósito Legal: B-9670-2019

90. *Los dientes del comer al lucir: evolución de los materiales odontológicos y cambios sociales* (Discurso de ingreso del Académico de Número Excmo. Sr. Dr. Lluís Giner Tarrida, Doctor en Medicina y Cirugía, y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. Pedro Clarós, Doctor en Medicina, Cirugía, Farmacia, Ciencias de la Salud) 2019. ISBN: 978-84-09-10543-4, Depósito Legal: B-10575-2019
91. *Sujeto de la creatividad para ser más competitivos: El individuo creativo* (Discurso de ingreso como Académico de Honor Excmo. Sr. Joan B. Renart Cava, Presidente de Vichy Catalan Corporation, y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. Pedro Clarós, Doctor en Medicina, Cirugía, Farmacia, Ciencias de la Salud) 2019. ISBN: 978-84-09-10544-1, Depósito Legal: B-10576-2019
92. *Societat plural i religions* (Discurs d'ingrés a la Reial Acadèmia Europea de Doctors, com Acadèmic Numerari Excm. Sr. Dr. Antoni Matabosch i Soler, Doctor en Teologia, i contestació de l'Acadèmic Numerari Excm. Sr. Dr. David Jou i Mirabent, Doctor en Física) 2019. ISBN: 978-84-09-10917-3, Depósito Legal: B-12209-2019
93. *Marketing Cuántico, un nuevo paradigma de Marketing para dar un salto en la gestión de los clientes* (Discurso de ingreso como Académico Correspondiente Excmo. Sr. Dr. Josep Alet i Vilaginés, Doctor en Ciencias Económicas, y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. Pedro Clarós, Doctor en Medicina, Cirugía, Farmacia, Ciencias de la Salud: Neurociencia Básica y Aplicada) 2019. ISBN: 978-84-09-11658-4, Depósito Legal: B-14360-2019
94. *La confianza razonada: un medio para la gestión de la incertidumbre en los procesos de las organizaciones* (Discurso de ingreso como Académico Correspondiente Excmo. Sr. Dr. José Ángel Brandín Lorenzo, Doctor en Gobierno y Cultura de las Organizaciones, y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. José Daniel Barquero Cabrero, Doctor en Ciencias Sociales y Humanas, Doctor en Ciencias Jurídicas y Económicas y Doctor en Administración y Alta Dirección de Empresas) 2019. ISBN: 978-84-09-11704-8 Depósito Legal: B-14896-2019

95. *¿Estamos preparados para la próxima crisis?* (Discurso de ingreso como Académico de Número Excmo. Sr. Dr. Frederic Borràs Pàmies, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales, y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. José M^a Gay de Liébana Saludas, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales y Doctor en Derecho) 2019. ISBN: 978-84-09-1261-2 Depósito Legal: B-16314-2019
96. *El Patrimonio Mundial Cultural, Natural e Inmaterial de España* (Excmo. Sr. Dr. Ignacio Buqueras y Bach, Doctor en Ciencias de la Información, Presidente de la Asociación para la Difusión y Promoción del Patrimonio Mundial de España. ADIPROPE, y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. Aldo Olcese Santonja Doctor en Economía Financiera y Presidente de la Fundación Independiente) 2019. ISBN: 978-84-95242-97-6, Depósito Legal: M-18770-2019
97. *Del Milagro de Israel a la inversión inmobiliaria en España* (Discurso de ingreso como Académico Correspondiente Excmo. Sr. Dr. Alberto Antolí y Méndez, Doctor en Derecho, y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. José Daniel Barquero Cabrero, Doctor en Ciencias Sociales y Humanas, Doctor en Ciencias Jurídicas y Económicas y Doctor en Administración y Alta Dirección de Empresas) 2019. ISBN: 978-84-09-12362-9, Depósito Legal: B-18106-2019
98. *El actual cambio climático: una visión holística de la crisis climática* (Discurso de ingreso como Académico Numerario Excmo. Sr. Dr. José María Baldasano Recio, Doctor en Ciencias Químicas, y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. José María Gay de Liébana Saludas, Doctor en Económicas y Derecho) 2019. ISBN: 978-84-09-13018-4, Depósito Legal: B-18439-2019
99. *Genética Molecular y Biocronogerontología en la era Postgenómica. Sirtuinas. Anti-Aging.Klotho ¿Son las Sirtuinas el buscado “Elixir de Juventud”? El Filum Galénico de la Familia Corominas (200 años)* (Discurso de ingreso como Académico Numerario Exmo Sr. Dr. D. August Corominas, Doctor en Medicina y Cirugía, y contestación por el académico de Número Exmo Sr.Dr. Pedro Clarós, Doctor en Medicina y Cirugia, Doctor en Farmacia y Doctor en Neurociencia Básica y Aplicada) 2019. ISBN: B-20257-2019, Depósito Legal: 978-84-09-13609-4

100. *Intraemprendiendo. Emprender dentro de la empresa* (Discurso de ingreso como Académico Numerario Excmo Sr. Dr. D. Pedro Nueno Inieta, Doctor en Administración y Dirección de empresas, y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. José Ramón Calvo Fernández, Doctor en Medicina y Cirugía) 2019.
ISBN: 978-84-09-13610-0, Depósito Legal: B-22727-2019
101. *Evolución y revolución en el conocimiento científico de la ingesta dietética en España* (Discurso de ingreso como Académico Numerario Excmo. Sr. Dr. Gregorio Varela Moreiras, Doctor en Farmacia, y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. Javier Aranceta Bartrina, Doctor en Medicina y Cirugía) 2019.
ISBN: 978-840915176-9, Depósito Legal: B-24283-2019
102. *Días de campo* (Discurso de ingreso como Académico Numerario Excmo. Sr. Dr. Emilio Gil Moya, Doctor en Ingeniería Agrónoma, y contestación por el académico de Número Excmo. Sr. Dr. Javier Gil Mur, Doctor en Ingeniería Química y Metalurgia) 2019.
ISBN: 978-84-09-15178-3, Depósito Legal: B-24284-2019



RAD Tribuna Plural. La revista científica. 1ª Etapa

REVISTA 1 - Número 1/2014

Globalización y repliegue identitario, *Ángel Aguirre Baztán* El pensamiento cristià, *Josep Gil Ribas*. El teorema de Gödel: recursivitat i indecidibilitat, *Josep Pla i Carrera*. De Königsberg a Göttingen: Hilbert i l'axiomatització de les matemàtiques, *Joan Roselló Moya*. Computerized monitoring and control system for ecopyrogenesis technological complex, *Yuriy P. Kondratenko, Oleksiy V.Kozlov*. Quelques réflexions sur les problèmes de l'Europe de l'avenir, *Michael Metzeltin*. Europa: la realidad de sus raíces, *Xabier Añoveros Trias de Bes*. Discurs Centenari 1914-2014, *Alfredo Rocafort Nicolau*. Economía-Sociedad-Derecho, *José Juan Pintó Ruiz*. Entrevista, *Jaime Gil Aluja*.

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica: ISSN: 2385-345X

Depósito Legal: B 12510-2014, Págs. 404.

REVISTA 2 - Número 2/2014 Monográfico Núm. 1

I Acto Internacional: Global Decision Making.

2014: à la recherche d'un Humanisme renouvelé de El Greco à Nikos Kazantzakis, *Stavroula-Ina Piperaki*. The descent of the audit profession, *Stephen Zeff*. Making global lawyers: Legal Practice, Legal Education and the Paradox of Professional Distinctiveness, *David B. Wilkins*. La tecnología, detonante de un nuevo panorama universitario, *Lluís Vicent Safont*. La salida de la crisis: sinergias y aspectos positivos. Moderador: *Alfredo Rocafort Nicolau*. Ponentes: Burbujas, cracs y el comportamiento irracional de los inversores, *Oriol Amat Salas*. La economía española ante el hundimiento del sector generador de empleo, *Manuel Flores Caballero*. Tomando el pulso a la economía española: 2014, año de encrucijada, *José Maria Gay de Liébana Saludas*. Crisis económicas e indicadores: diagnosticar, prevenir y curar, *Montserrat Guillén i Estany*. Salidas a la crisis, *Jordi Martí Pidelaserra*. Superación de la crisis económica y mercado de trabajo: elementos dinamizadores, *José Luis Salido Banús*.

Indicadores de financiación para la gestión del transporte urbano: El fondo de comercio, El cuadro de mando integral: Una aplicación práctica para los servicios de atención domiciliaria, Competencias de los titulados en ADE: la opinión de los empleadores respecto a la contabilidad financiera y la contabilidad de costes. Teoría de conjuntos

clásica versus teoría de subconjuntos borrosos. Un ejemplo elemental comparativo. Un modelo unificado entre la media ponderada ordenada y la media ponderada. Predicting Credit Ratings Using a Robust Multi-criteria Approach.

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica: ISSN: 2385-345X
Depósito Legal: B 12510-2014, Págs. 588.

REVISTA 3 - Número 3/2014

Taula rodona: Microorganismes i patrimoni. Preàmbulo, *Joaquim Gironella Coll*. L'arxiu Nacional de Catalunya i la conservació i restauració del patrimoni documental, *Josep Maria Sans Travé, Gemma Góikoechea i Foz*. El Centre de Restauració Béns Mobles de Catalunya (CRBMC) i les especialitats en conservació i restauració, *Àngels Solé i Gili*. La conservació del patrimoni històric davant l'agressió per causes biològiques, *Pere Rovira i Pons*. Problemática general de los microorganismos en el patrimonio y posibles efectos sobre la salud, *Maria dels Àngels Calvo Torras*. Beyond fiscal harmonisation, a common budgetary and taxation area in order to construct a European republic, *Joan-Francesc Pont Clemente*. El microcrédito. La financiación modesta, *Xabier Añoveros Trias de Bes*. Extracto de Stevia Rebaudiana. *Pere Costa Batllori*. Síndrome traumático del segmento posterior ocular, *Carlos Dante Heredia García*. Calculadora clínica del tiempo de doblaje del PSA de próstata, *Joaquim Gironella Coll, Montserrat Guillén i Estany*. Miguel Servet (1511-1553). Una indignació coherent, *Màrius Petit i Guinovart*. Liquidez y cotización respecto el Valor Actual Neto de los REITs Españoles (Las SOCIMI), *Juan María Soriano Llobera, Jaume Roig Hernando*. I Acte Internacional: Global decision making. Resum. Entrevista, *Professor Joaquim Barraquer Moner*.

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica: ISSN: 2385-345X
Depósito Legal: B 12510-2014, Págs. 376

REVISTA 4 - Número 4/2014

Sessió Acadèmica: La simetria en la ciència i en l'univers. Introducció, evocació del Dr. Jaume Vallcorba Plana, *David Jou Mirabent i Pilar Bayer i Isant*. La matemàtica de les simetries, *Pilar Bayer i Isant*, l'Univers i les simetries trencades de la física, *David Jou Mirabent*. Sessió Acadè-

mica: La financiación de las grandes empresas: el crédito sindicado y el crédito documentario. Los créditos sindicados, *Francisco Tusquets Trias de Bes*. El crédito documentario. Una operación financiera que sustituye a la confianza en la compraventa internacional, *Xabier Añoveros Trias de Bes*. Sessió Acadèmica: Vida i obra d'Arnau de Vilanova. Introducció, *Josep Gil i Ribas*. Arnau de Vilanova i la medicina medieval, *Sebastià Giral*. El *Gladius Iugulans Thomatistas* d'Arnau de Vilanova: context i tesis escatològiques, *Jaume Mensa i Valls*. La calidad como estrategia para posicionamiento empresarial, *F. González Santoyo, B. Flores Romero y A.M. Gil Lafuente*. Etnografía de la cultura de una empresa, *Ángel Aguirre Baztán*. L'inconscient, femení i la ciència, *Miquel Bassols Puig*. Organización de la producción: una perspectiva histórica, *Joaquim Bautista Valhondo y Francisco Javier Llovera Sáez*. La quinoa (*Chenopodium quinoa*) i la importancia del seu valor nutricional, *Pere Costa Batllori*.

El Séptimo Arte, *Enrique Lecumberri Martí*. "Consolatio" pel Dr. Josep Casajuana i Gibert, *Rosmarie Cammany Dorr, Jaume Gil Aluja i Josep Joan Pintó Ruiz*. The development of double entry: An example of the International transfer of accounting technology, *Christopher Nobes*. Entrevista, *Dr. Josep Gil Ribas*.

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica: ISSN: 2385-345X

Depósito Legal: B 12510-2014, Págs. 460

REVISTA 5 - Número 1/2015

Sessió Acadèmica: Salut, economia i societat. Presentació, *M. dels Àngels Calvo Torras*. Descripción y valoración crítica de los diferentes sistemas sanitarios en Europa, *Joaquim Gironella Coll*. Efectos económicos en el sistema público de salud del diagnóstico precoz de las enfermedades, *Ana María Gil Lafuente*. Estar sano y encontrarse bien: El reto, *Rosmarie Cammany Dorr*. What is the greatest obstacle to development? *Alba Rocafort Marco*. Aceleradores globales de la RSE: Una visión desde España, *Aldo Olcese Santoja*. Zoonosis transmitidas por mascotas. Importancia sanitaria y prevención, *M. dels Àngels Calvo Torras y Esteban Leonardo Arosemena Angulo*. Seguretat alimentària dels aliments d'origen animal. Legislació de la Unió Europea sobre la fabricació de pinsos, *Pere Costa Batllori*. Panacea encadenada: La farmacología alemana bajo el III Reich y el resurgir de la Bioética, *Francisco López Muñoz*.

Laicidad, religiones y paz en el espacio público. Hacia una conciencia global, *Francesc Torralba Roselló*. Inauguración del Ciclo Academia y Sociedad en el Reial Cercle Artístic de Barcelona. Entrevista, *Dr. José Juan Pintó Ruiz*.

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica: ISSN: 2385-345X
Depósito Legal: B 12510-2014, Págs. 356

REVISTA 6 - Número 2/2015

Sessió Acadèmica: Subrogación forzosa del acreedor. Presentación, *José Juan Pintó*. La subrogación Forzosa del acreedor: Concepto, Naturaleza, Finalidad y Efectos, *Alfonso Hernández Moreno*. La utilización de la subrogación forzosa en la práctica: Aspectos relevantes y controvertidos, *Francisco Echevarría Summers*. Methods of Modeling, Identification and Prediction of Random Sequences Base on the Nonlinear Canonical Decomposition, *Igor P. Atamanyuk, Yuriy P. Kondratenko*. Rien n'est pardoné!. *Stravroula-Ina Piperaki*. Seguretat alimentària dels aliments d'origen animal. Legislació de la Unió Europea sobre la fabricació de pinsos II. Pinsos ecològics, *Pere Costa Batllori*. The relationship between gut microbiota and obesity, *Carlos González Núñez, M. de los Angeles Torras*. Avidesa i fulgor dels ulls de Picasso, *David Jou Mirabent*. Problemática de la subcontratación en el sector de la edificación, *Francisco Javier Llovera Sáez, Francisco Benjamín Cobo Quesada y Miguel Llovera Ciriza*. Jornada Cambio Social y Reforma Constitucional, *Alfredo Rocafort Nicolau, Teresa Freixes Sanjuán, Marco Olivetti, Eva Maria Poptcheva, Josep Maria Castellà y José Juan Pintó Ruiz*. Inauguración del ciclo "Academia y Sociedad" en el Reial Cercle Artístic de Barcelona: Nuevas amenazas. El Yihadismo, *Jesús Alberto García Riesco*. Presentación libro "Eva en el Jardín de la Ciencia", *Trinidad Casas, Santiago Dexeus y Lola Ojeda*. "Consolatio" pel Dr. Jaume Vallcorba Plana, *Xabier Añoveros Trias de Bes, Ignasi Moreta, Armand Puig i Tàrrach*.
Entrevista, *Dr. David Jou Mirabent*.

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica: ISSN: 2385-345X
Depósito Legal: B 12510-2014, Págs. 400

REVISTA 7 - *Número 3/2015* Monográfico Núm.2

II Acto Internacional: Congreso Internacional de investigación “Innovación y Desarrollo Regional”. Conferencia Inaugural: Lecciones de la crisis financiera para la política económica: austeridad, crecimiento y retos de futuro, *Aznar Alarcón, P., Gay de Liébana Saludas, J.M., y Rocafort Nicolau, A.*

Eje Temático 1. Gestión estratégica de las organizaciones: Diseño, operación y gestión de un modelo de negocio innovador, *Medina Elizondo, M. y Molina Morejón, M.* Matriz insumo producto como elemento de estrategia empresarial, *Towns Muñoz, J.A., y Tuda Rivas, R.* Valoración sobre la responsabilidad social de las empresas en la comarca lagunera, *De la Tejera Thomas, Y.E., Gutiérrez Castillo, O.W., Medina Elizondo, E., Martínez Cabrera, H., y Rodríguez Trejo, R.J.* Factores de competitividad relacionados con la internacionalización. Estudio en el estado de Coahuila, *González Flores. O., Armenteros Acosta, M del C., Canibe Cruz, F., Del Rio Ramírez, B.* La contextualización de los modelos gerenciales y la vinculación estratégica empresa-entorno, *Medina Elizondo, M., Gutiérrez Castillo, O., Jaramillo Rosales, M., Parres Frausto, A., García Rodríguez, G.A.* Gestión estratégica de las organizaciones. Los Estados Unidos de Europa, *Barquero Cabrero, J.D.* El análisis de la empresa a partir del Valor Añadido, *Martí Pidelaserra, J.* Factors influencing the decision to set up a REIT, *Roig Hernando, J., Soriano Llobera, J.M., García Cueto, J.I.*

Eje Temático 2: Gestión de la Innovación y desarrollo regional: Propuesta metodológica para la evaluación de ambientes de innovación empresariales. Aplicaciones en el estado de Hidalgo, México, *Gutiérrez Castillo, O.W., Guerrero Ramos, L.A., López Chavarría, S., y Parres Frausto, A.* Estrategias para el desarrollo de la competitividad del cultivo del melón en la comarca lagunera. *Espinoza Arellano, J de J., Ramírez Menchaca, A., Guerrero Ramos, L.A. y López Chavarría, S.* Redes de Innovación Cooperativa en la región lagunera. *Valdés Garza, M., Campos López, E., y Hernández Corichi, A.* Ley general de contabilidad gubernamental. Solución informática para municipios menores de veinticinco mil habitantes, *Leija Rodríguez, L.* La innovación en la empresa como estrategia para el desarrollo regional, *González Santoyo, F., Flores Romero, B., y Gil Lafuente, A.M.* Aplicación de la Gestión del conocimiento a la cadena de suministro de la construcción. La calidad un reto necesario, *Llovera Sáez, F.J., y Llovera Ciriza, M.*

Eje Temático 3. Gestión del capital humano y cultura organizacional: Influencia del capital humano y la cultura empren-

dedora en la innovación como factor de competitividad de las pyme industriales, *Canibe Cruz, F., Ayala Ortiz, I., García Licea, G., Jaramillo Rosales, M., y Martínez Cabrera, H.* Retos de la formación de empresarios competitivos de la región lagunera, México. Competencias estratégicas gerenciales y su relación con el desempeño económico en el sector automotriz de Saltillo. *Hernández Barreras, D., Villanueva Armenteros, Y., Armenteros Acosta, M. del C., Montalvo Morales, J.A. Facio Licera, P.M., Gutiérrez Castillo, O.W., Aguilar Sánchez, S.J., Parres Frausto, A., del Valle Cuevas, V.* Competencias estratégicas gerenciales y su relación con el desempeño económico en el sector automotriz de Saltillo, *Hernández Barreras, D., Villanueva Armenteros, Y., Armenteros Acosta, M. del C., Montalvo Morales, J.A.* Identificación y diseño de competencias laborales en las áreas técnicas de la industria textil en México. *Vaquera Hernández, J., Molina Morejón, V.M., Espinoza Arellano, J. de J.* Self-Perception of Ethical Behaviour. The case of listed Spanish companies, *García López, M.J., Amat Salas, O., y Rocafort Nicolau, A.* Descripción y valoración Económico-Sanitaria de los diferentes sistemas sanitarios en el espacio europeo, y de las unidades de hospitalización domiciliaria en las comunidades autónomas de España, *Gironella Coll, J.* El derecho público en el Quijote. Derecho de gentes y derecho político, *Añoveros Trias de Bes, X.*

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica: ISSN: 2385-345X
Depósito Legal: B 12510-2014, Págs. 558

REVISTA 8 - Número 4/2015

Sessió Acadèmica: l'Aigua, una visió interdisciplinària. Presentació, *M. dels Àngels Calvo Torres.* El agua: Características diferenciales y su relación con los ecosistemas, *M. dels Àngels Calvo Torres.* L'Aigua en l'origen i en el manteniment de la vida, *Pere Costa Batllori.* Planeta oceàno, pasado, presente y futuro desde una visión particular. Proyecto AQVAM. Aportación sobre el debate del agua. Fausto García Hegardt. Sesión Acadèmica: Ingeniería y música. Presentación, *Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra.* Las comunicaciones móviles. Presente y futuro, *Ramon Agustí.* Sessió Acadèmica: Debat sobre la religió civil. Presentació, *Francesc Torralba Roselló.* La religió verdadera, *Josep Gil Ribas.* La religión civil, Ángel Aguirre *Baztán,* La religión en la que todos los hombres están de acuerdo, *Joan-Francesc Pont Clemente.* Aportació al debat sobre la religió, *Josep Gil Ribas.* El camino hacia la libertad: el legado

napoleónico en la independencia de México, *Enrique Sada Sandoval*. Los ungüentos de brujas y filtros de amor en las novelas cervantinas y el papel de Dioscórides de Andrés Laguna, *Francisco López Muñoz y Francisco Pérez Fernández*. La lingüística como economía de la lengua. *Michael Metzeltin*. Situación de la radioterapia entre las ciencias, *Santiago Rípol Girona*. Conferencia “Las Fuerzas Armadas y el Ejército de Tierra en la España de hoy”, *Teniente General Ricardo-Álvarez-Espejo García*. Entrevista, *Dr. Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra*. Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica: ISSN: 2385-345X Depósito Legal: B 12510-2014, Págs. 410

REVISTA 9 - Número 1/2016

Sessió Acadèmica: Unitats canines d'odorologia. Usos actuals i noves perspectives, *M. dels Àngels Calvo i Lluís Pons Anglada*. La odisea de la voz. La voz y la ópera. Aspectos médico-artísticos. *Pedro Clarós, Marcel Gorgori*. Sessió Acadèmica: La bioeconomía, nou paradigma de la ciència. Presentación, *M. dels Àngels Calvo*, liEconomía ecològica: per una economía que faci les paus amb el planeta, *Jordi Roca*. Capital natural versus desarrollo sostenible, *Miquel Ventura*, Sesión Académicas Multidisciplinaria: Accidente nuclear de Chernóbil. El accidente de la central nuclear de Chernóbil. Controversias sobre los efectos sobre la salud 30 años después, *Albert Biete*. Los efectos sobre el medio animal, vegetal y microbiano, *M. dels Àngels Calvo*, El cost econòmic de l'accident de Txernóbil: una aproximació, *Oriol Amat*. La visión del ingeniero en el accidente y actuaciones reparativas posteriores, *Joan Olivé*. Chernóbil y Fukushima: La construcción diferencial mediática de una misma realidad, *Rosmarie Cammany*. El virreinato de la Nueva España y la Bancarrota del Imperio Español, *Enrique Sada Sandoval*. Mistakes and dysfuncctions of “IRR” an alternative instrument “FYR”, *Alfonso M. Rodríguez*. El derecho y la justicia en la obra de Cervantes, *Xabier Añoveros Trias de Bes*. Arquitectura motivacional para hacer empresa familiar multigeneracional, *Miguel Angel Gallo*. La vida de Juan II de Aragón (1398-1479) tras la operación de sus cataratas, *Josep M. Simon*. PV Solar Investors Versus the kingdom of Spain: First state victory, at least 27 more rounds to go, *Juan M. Soriano y José Ignacio Cueto*. Entrevista, Dra. M. dels Àngels Calvo Torras. Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica ISSN 2385-345X Depósito legal: B 12510-2014 Págs.418

REVISTA 10 - Número 2/2016 *Homenajes Núm. 1*

Presentación a cargo del Académico Numerario Excmo. Sr. Dr. Joan-Francesc Pont Clemente, Discurso de ingreso de la Académica de Honor Excma. Sra. Dra. Rosalía Arteaga Serrano. Trabajo aportado por la nueva Académica de Honor: *Jerónimo y los otros Jerónimos*. Presentación a cargo del Académico Numerario Excmo. Sr. Dr. Pedro Clarós Blanch. Discurso de ingreso de la Académica de Honor Excma. Sra. Dra. Leslie C. Griffith. Trabajos aportados por la nueva Académica de Honor: *Reorganization of sleep by temperatura in Drosophila requires light, the homeostat, and the circadian clock, A single pair of neurons links sleep to memory consolidation in Drosophila melanogaster, Short Neuropeptide F Is a Sleep-Promoting Inhibitory Modulator*. Presentación a cargo del Académico Numerario Excmo. Sr. Dr. Josep-Ignasi Saranyana Closa. Discurso de ingreso del Académico de Honor Excmo. Sr. Dr. Ernesto Kahan. Trabajo aportado por el nuevo Académico de Honor: *Genocidio*. Presentación a cargo del Académico Numerario Excmo. Sr. Dr. Juan Francisco Corona Ramon. Presentación del Académico de Honor Excmo. Sr. Dr. Eric Maskin. Trabajos aportados por el nuevo Académico de Honor: *Nash equilibrium and welfare optimality, The Folk theorem in repeated games with discounting or with incomplete information. Credit and efficiency in centralized and decentralized economies*. Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica ISSN 2385-345X Depósito legal: B 12510-2014 Págs.384

REVISTA 11 - Número 3/2016

Sesión Académica: Medicamentos, genes y efectos terapéuticos. *M. dels Àngels Calvo. Joan Sabater Tobella*. Sessió Acadèmica: Ramon Llull (Palma, 1232-Tunis, 1316). Presentació, *Josep Gil Ribas*. Ramon Llull. Vida i obra, *Jordi Gayà Estelrich*. L'art com a mètode, *Alexander Fidora*. El pensament de Ramon Llull, *Joan Andreu Alcina*. Articles – Artículos: Los animales mitológicos como engendro de venenos y antidotos en la España Áurea: a propósito del basilisco y el unicornio en las obras literarias de Lope de Vega, *Cristina Andrade-Rosa, Francisco López-Muñoz*. El poder en la empresa: Potestas y Auctoritas, *Miguel Ángel Gallo Laguna de Rins*. El efecto del Brexit en la validez de las cláusulas arbitrales existentes con Londres como sede del arbitraje y en la decisión de las partes de pactar a futuro cláusulas arbitrales con Londres como sede del arbitraje, *Juan Soriano Llobera, José Ignacio García Cueto*. Desviaciones

bajo el modelo de presupuesto flexible: un modelo alternativo, *Alejandro Pursals Puig*. Reflexiones en torno a la economía del conocimiento, *Leandro J. Urbano*, *Pedro Aznar Alarcón*. Lliurament del títol de Fill Il·lustre de Reus al Dr. Josep Gil i Ribas (21.09.2016), *Josep-Ignasi Saranyana Closa*.

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica ISSN 2385-345X
Depósito legal: B 12510-2014 Págs.316

REVISTA 12 - Número 4/2016 *Homenajes Núm.2*

Discurso de ingreso del Académico de Honor *Excmo. Sr. Dr. Aaron Ciechanover*, presentación a cargo del Académico Numerario *Excmo. Sr. Dr. Rafael Blesa González*. Discurso de ingreso del Académico de Honor *Excmo. Sr. Dr. Josep Maria Gil-Vernet Vila*, presentación a cargo del Académico de Número *Excmo. Sr. Dr. Pedro Clarós Blanch*. Discurso de ingreso del Académico de Honor del *Excmo. Sr. Dr. Björn O. Nilsson*, presentación a cargo de la Académica de Número *Excmo. Sra. Dra. Maria dels Àngels Calvo Torres*. Discurso del Académico de Honor *Excmo. Sr. Dr. Ismail Serageldin*, presentación a cargo de la Académica de Honor, *Excmo. Sra. Dra. Rosalía*.

Edición impresa ISSN: 2339-997X. Edición electrónica ISSN 2385-345X
Depósito Legal: B 12510-2014 Pags 272

REVISTA 13 - Número 5/2016

Debate: El impacto del BREXIT en la economía española y en el resto de países de la UE. *Oriol Amat Salas*, *Santiago José Castellà Surribas*, *Juan Francisco Corona Ramón* y *Joan-Francesc Pont Clemente*. Debate: Titanic, Cómo tomar imágenes a 3800 metros de profundidad. El corto viaje del Titanic- Seguridad marítima, antes y después del Titánic, *Jaime Rodrigo de Larrucea*. El naufragio del Titanic y sus enseñanzas, *Frederic Malagelada Benapres*. ¿Arqueología subacuática a 4000 metros de fondo?, *Pere Izquierdo i Tugas*. Los límites de la imagen submarina, *Josep Maria Castellví*. Conférence sur la mission Aout 2016 Sur l'Eclairage du Titanic, *Christian Petron*. Moderador del Debate, *Andrés Clarós Blanch*. Al grito de nación: Mompo y Cartagena, precursoras en la independencia de Colombia, *Enrique Sada Sandoval*. Satisfacción de los alumnos con el plan de estudios de las licenciaturas en educación primaria y preescolar, *Rocío del Carmen López Muñiz*. Degradación am-

biental del agua subterránea en el entorno de la gestión gubernamental de los recursos Hídricos, México, *José Soto Balderas*. La Formazione Generazionale nelle Aziende Familiari, *Salvatore Tomaselli*. La fagoterapia y sus principales aplicaciones en veterinaria, *Diego Morgades Gras, Francesc Josep Ribera Tarifa, Sandra Valera Martí y M. dels Àngels Calvo Torras*. Aproximació al món d'Àusias March, *Salvador de Brocà Tella*. Diseño estratégico para el reemplazo de equipo en la empresa, González Santoyo, F. F. Flores Romero y Gil Lafuente, Ana Maria. The end of accounting. Discurso de ingreso como Académico Correspondiente del Excmo. Sr. Dr. Baruch Lev y discurso de contestación del Excmo. Sr. Dr. Oriol Amat Salas. Entrevista, Dra. Miguel Ángel Gallo Laguna de Rins.

Edición impresa ISSN: 2339-997X. Edición electrónica ISSN 2385-345X
Depósito Legal: B 12510-2014 Pags 316

REVISTA 14 - Número 1/2017

Debate: La amenaza interna de la Unión Europea - La amenaza interna de la Unión Europea Refundar Europa, *Santiago José Castellà*. Rumbo económico en 2017, ¿marcado por la brújula política?, *José María Gay de Liébana*. Debate: Juan Clarós cambió la historia de Cataluña en la guerra de la Independencia 1808-1814, *Pedro Clarós, Leticia Darna, Domingo Neuenschwander, Óscar Uceda*. Presentación del libro: Sistemas federales. Una comparación internacional - Presentación, *Teresa Freixes*. Introducción, *Mario Kölling*. El federalismo en Alemania hoy, *Roland Sturm*. La ingeniería política del federalismo en Brasil, *Celina de Souza*. La construcción federal desde la ciudad, *Santiago José Castellà*. Debate: Empresa familiar. Más allá de la tercera generación- Empresa familiar. Más allá de la tercera generación. El resto de la sucesión, *Juan Francisco Corona*. Empresa familiar, *José Manuel Calavia*. Debate: La situación hipotecaria en España tras las sentencias del tribunal de justicia de la Unión Europea y del Tribunal Supremo – Presentación, *Alfonso Hernández-Moreno*. Origen de la crisis hipotecaria y activismo judicial, *Fernando P. Méndez*. La evolución legislativa y jurisprudencial en la calificación registral en materia de hipotecas, *Rafael Arnáiz*. El consentimiento informado y el control de transparencia, *Manuel Ángel Martínez*. Cláusulas suelo, intereses moratorios y vencimiento anticipado, *Antonio Recio*. El problema psíquico y psicológico en Don Quijote, *Xabier Añoveros*. El análisis y la gestión del riesgo a partir de

la Evaluación Formal de la Seguridad (EFS/FSA): un nuevo modelo de seguridad portuaria, *Jaime Rodrigo*. Entrevista, *José Ramón Calvo*. Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica ISSN 2385-345X. Depósito Legal: B 12510 – 2014. Págs. 468

REVISTA 15 - Número 2/2017

Debate: Lutero 500 años después 1517-2017). Presentación, *Josep-Ignasi Saranyana*. Martín Luter en el seu context històric, *Salvador de Brocà*. Martín Luter y los inicios de la Reforma protestante, *Josep Castanyé*. Die theologische Entwicklung Martin Luthers und die *Confessio Augustana*. *Holger Luebs*. Lutero como creador de la lengua literaria alemana moderna, *Macià Riutort*. Debate: Mejora de la viabilidad de las empresas familiares. Empresa familiar: Incrementar su supervivencia, *Miguel Ángel Gallo*. De la Gobernanza y su ausencia: Gestión pública y Alta dirección en la forja del Estado Mexicano (1821-1840), *Enrique Sada Sandoval*. Los huevos tóxicos o la eficacia de una RASFF, *Pere Costa*. Control de Micotoxinas en la alimentación y salud pública, *Byron Enrique Borja Caceido y M. Àngels Calvo*. La aplicación parcial del principio de subsidiaridad es contraria al Tratado de la UE, se enfrenta al principio de solidaridad y fomenta los nacionalismos de Estado, *Félix de la Fuente Pascual*. Costa Brava 2020 Reserva de la Biosfera. Retos y oportunidades de innovar integrando el uso sostenible del territorio y el mar, *Miquel Ventura*. 1r Encuentro Científico. Convergencia de caminos: Ciencia y empresa RAED- IESE-ULPGC. III Acto Internacional. Congreso Europeo de Investigaciones Interdisciplinaria: La evolución de la ciencia en el siglo XXI. Entrevista, *Pedro Clarós*. Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica ISSN 2385-345X. Depósito Legal: B 12510 – 2014. Págs. 242.

REVISTA 16 - Número 3/2017 Monográfico Núm.3

III Acto Internacional. Congreso Europeo de Investigaciones Interdisciplinarias “La evolución de la Ciencia en el Siglo XXI”. Conferencia Inaugural: Limits to taxation, *Dr. Juan Francisco Corona*. Bloque Ciencias Humanas y Sociales: La crisi della democrazia rappresentativa, *Dra. Paola Bilancia*. El reto de mejorar la información financiera de las empresas, *Dr. Frederic Borràs*. Financial reporting and auditing in a global environment, *Dr. José María Bové*. La emergencia de las

ciudades en la nueva sociedad internacional: ¿Hacia la ciudad estado?, *Dr. Santiago José Castellà*. Déficit, deuda e ilusión financiera, *Dr. Juan Francisco Corona*. Europa en la encrucijada, *Dra. Teresa Freixes*. Empresa familiar: Incrementar su supervivencia, *Dr. Miguel Ángel Gallo*. Algunas consideraciones críticas acerca delretrato de créditos litigiosos y el derecho a la vivienda, *Dr. Alfonso Hernández-Moreno*. El cambio climático y su comunicación: factores determinantes para su comprensión, *Dra. Cecilia Kindelán*. Comentarios sobre la empresa partiendo de los conceptos de rentabilidad y productividad, *Dr. Jordi Martí*. Academic contributions in Asian tourism research: A bibliometric analysis, *Dr. Onofre Martorell*, *Dr. Marco Antonio Robledo*, *Dr. Luis Alberto Otero* *Dra. Milagros Vivel*. El Fondo de Comercio Interno registrado como una innovación en la Contabilidad, *Dr. Agustín Moreno*. Laicidad y tolerancia: vigencia de Voltaire en la Europa de hoy, *Dr. Joan-Francesc Pont*. La toma de decisiones empresariales inciertas mediante el uso de técnicas cualitativas, *Dr. Alejandro Pursals*. Presente y futuro de la Unión Europea: El papel de la educación y la universidad, *Dr. José Regidor*. El derecho y la legislación proactiva: nuevas perspectivas en la ciencia jurídica, *Dr. Jaime Rodrigo*. Assess the relative advantages and disadvantages of absorption costing and activity based costing as alternative costing methods used to assess product costs, *Alba Rocafort*. Instrumentos para la creación de empleo: Las cooperativas de trabajo, *Dr. José Luis Salido*. Acotaciones a la cultura de la edad moderna occidental, *Dr. Enrique Tierno*. Bloque Ciencias de la Salud: ¿Cómo debemos enfocar el tratamiento mediante implantes dentales?, *Dr. Carlos Aparicio*. Estilos de vida y cáncer. Situación Actual, *Dr. Albert Biete*. Alzheimer, síndrome de Down e inflamación, *Dr. Rafael Blesa*, *Dra. Paula Moral Rubio*. Foodborne viruses, *Dr. Albert Bosch*, *Dra. Susana Guix i Dra. Rosa M. Pintó*. Resistencias a los antimicrobianos y alimentación animal, *Dra. M. Àngels Calvo*, *Dr. Esteban Leandro Arosemena*. Tabaco o Salud: Los niños no eligen, *Dr. José Ramón Calvo*. La enfermedad calculosa urinaria: situación actual de los nuevos paradigmas terapéuticos, *Dr. Joaquim Gironella*. La organización hospitalaria, factor de eficiencia, *Dr. Francisco Javier Llovera*, *Dr. Lluís Asmarats*, *Javier Soriano*. Esperanza de vida, longevidad y función cerebral, *Dr. José Regidor*. Nueva metodología para el tratamiento del TDAH mediante el ejercicio físico, *Dra. Zaira Santana*, *Dr. José Ramón Calvo*. Conferencia de clausura: La Bioingeniería en el tratamiento de la sordera profunda, *Dr. Pedro Clarós*. Conferencia especial: Agustín de Betancourt. Un ingeniero ge-

nial de los siglos XVIII y XIX entre España y Rusia, *Dr. Xabier Añoveros Trias de Bes*. Entrevista: *Dr. Xabier Añoveros Trias de Bes*. Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica ISSN 2385-345X. Depósito Legal: B 12510 – 2014. Págs. 560.

REVISTA 17 - Número 4/2017

Debate: Centenario de un Premio Nobel: Camilo José Cela, *Dr. Xabier Añoveros Trias de Bes*, *Julio Pérez Cela* y *Adolfo Sotelo Vázquez*. Debate: Nociones del infinito, Presentación: *Dr. Daniel Turbón Borrega*. Ponencias: Les nocions d'infinít en matemàtiques, *Dra. Pilar Bayer Isant*. El infinito en cosmología, *Dr. David Jou Mirabent*. ¿Podemos entender lo infinito, si somos finitos, *Antoni Prevosti Monclús?* La teología ante el infinito, *Dr. Josep-Ignasi Saranyana Closa*. Une nouvelle vision pour l'Europe: engagement citoyen et volonté humaniste, *Dra. Ina Piperaki*. Artículos: Homenaje a la universidad de Salamanca en sus 800 años de existencia (1218-2018), *Dr. Ángel Aguirre Baztán*. Aproximación al concepto de minoría para su protección jurídica internacional: criterios de clasificación, *Dr. Santiago José Castellà*. Ortotoxicidad medicamentosa, *Dr. Pedro Clarós*, *Dra. M. Àngels Calvo* y *Dra. Ana María Carmona*. Regeneración de las células ciliadas del oído interno mediante la terapia génica con CGF 166, *Dr. Pedro Clarós*, *Dra. Maria Àngels Calvo* y *Dra. Ana María Carmona*. Influencia de las hormonas sexuales en la voz de las cantantes de ópera, *Dr. Pedro Clarós* y *Dr. Francisco López-Muñoz*. Nanotecnología frente al cáncer, *Inés Guix Sauquet* y *Dr. Ferran Guedea Edo*. El derecho y la legislación proactiva: nuevas perspectivas en la ciencia jurídica, *Dr. Jaime Rodrigo*. Ingresos de Académicos: Delicte fiscal i procés penal: crònica d'un mal encaix, *Dr. Joan Iglesias Capellas*. La conquista del fondo de ojo, *Dr. Borja Corcóstegui*. Laïcitat i laïcisme en l'occident europeu, *Cardenal Lluís Martínez Sistach*. Lo disruptivo y el futuro: tecnología y sociedad en el siglo XXI, *Dr. Luis Pons Puiggrós*. La influencia del derecho español en México, *Dr. Jesús Gerardo Sotomayor*. Barcelona, galería urbana, *Dr. Juan Trias de Bes*. Entrevista: *Dr. Ramón Cugat*. Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica ISSN: 2385-345X, Depósito Legal: B 12510 - 2014. Págs. 316

REVISTA 18 - *Monográfico Núm.4*

Ponencias Roma 2018. Marketing Cuántico, un paradigma de marketing para dar un salto en la comprensión y gestión de los clientes como partículas humanas, actoras fundamentales en el mercado, *Dr. Alet Vilaginés, Josep, Académico Correspondiente electo de la RAED.* Los Papas, el Vaticano en su aspecto artístico y sus archivos Secretos, *Dr. Añoveros Trias de Bes, Xabier, Académico Numerario y Vicepresidente de la RAED.* La ética en un mundo glocal, *Dra. Arteaga Serrano, Rosalía, Académica de Honor de la RAED.* Impactos y vulnerabilidad en la Península Ibérica frente al actual cambio climático, *Dr. Baldasano Recio, José M^a Académico Numerario electo de la RAED.* Joan Abelló, un artista aventurero, *Sr. Bentz Oliver, José Félix, Presidente del Reial Cercle Artístic de Barcelona.* Nuevas bases para la auditoría del futuro, *Dr. Borrás Pàmies, Frederic, Académico Correspondiente de la RAED.* Sistemas Federales, *Dr. Bové Montero, José M^a, Académico Numerario de la RAED.* De Oliver Twist al Premio Nobel, *Dr. Calvo Fernández, José Ramón, Académico Numerario y Presidente del Instituto de Cooperación Internacional de la RAED.* Impacto de la contaminación microbiológica ambiental en la salud respiratoria: casos prácticos, *Dra. Calvo Torras, M. Àngels Académica Numeraria y Vicepresidenta de la RAED.* El Origen de la voz en el hombre: ¿Desde cuándo, ¿cómo y por qué el hombre habla? *Dr. Clarós, Pedro, Académico Numerario y Vicepresidente de la RAED.* La resurrección de la Ruta de la Seda, *Dr. Corona Ramón, Joan Francesc, Académico Numerario de la RAED.*

La donación de órganos en España. Una labor bien hecha, *Dr. García-Valdecasas, Juan Carlos, Académico Numerario de la RAED.* Fotonucleación de la glándula prostática obstructiva con Láser Tulio (ThULEP), *Dr. Gironella Coll, Joaquim, Académico Numerario de la RAED.* Cambio Climático: desinformación y silencio mediático, *Dra. Kindelan Amorrich, Cecilia, Miembro del Instituto de Cooperación Internacional de la RAED.* Del adulterio y amancebamiento a las parejas de hecho, *Dr. Lecumberri Martí, Enrique, Académico de Honor de la RAED.* Lectura de la información Empresarial: De auditores a Blockchain, *Dr. Martí Pidelaserra, Jordi, Académico Numerario y Tesorero de la RAED.* Isaac Peral, un héroe traicionado por la mediocridad de los políticos, *Sr. Murrillo Rosado, Manuel*

Director de Comunicación de la RAED. Justificación ética y científica de los ensayos clínicos en pediatría, *Dra. Peiré García, M^a Asunción, Académica Correspondiente de la RAED.* Erasmo de Rotterdam: el helénismo constructor de una Europa humanista, *Dr. Pont Clemente, Joan*

Francesc Académico Numerario y Miembro de la Junta de Gobierno de la RAED. De Corruptione, Dr. Tierno Pérez-Relaño, Enrique, Académico Numerario de la RAED. Artículos Premios Nobel Académicos de Honor de la RAED. LIGO and the detection of gravitational waves, Listening to Space with LIGO, Dr. Barrish, Barry C., Premio Nobel de Física 2017 y Académico de Honor de la RAED. Proteolysis: from the lysosome to ubiquitin and the proteasome .., The ubiquitin-proteasome pathway: on protein death and cell life, Dr. Ciechanover, Aaron, Premio Nobel de Química 2004 y Académico de Honor de la RAED. Are we really made of Quarks?, Dr. Friedman, Jerome Isaac Premio Nobel de Física 1990 y Académico de Honor de la RAED. CIESLAG 2º Concurso Tesis Doctorales Méjico 2018 – Abstracts. La generación Z: Formas generales de comportamiento, intereses, opiniones y actitudes durante la vida, Dr. Del Bosque, Tomás Francisco, Premio a la mejor Tesis Doctoral - Área de Humanidades y Ciencias de la Conducta. Asociación de los polimorfismos -308 G/A del gen TNF- α , Pro12Ala del PPAR-gamma y Trp64arg del gen ADR β 3 con el desarrollo de perfil lipídico aterogénico en sujetos VIH+ con TAR, Dr. Román Gámez, Ramón, Premio a la mejor Tesis Doctoral - Área de Medicina y Ciencias de la Salud. Medición del capital intelectual: propuesta de un modelo de indicadores en instituciones de educación superior del subsistema de universidades tecnológicas y politécnicas, Dr. Heredia Martínez, Ramón Accésit nº 2 - Área de Ciencias Sociales. Economía y Administración Gestión integral de mantenimiento basado en el modo de falla de los procesos críticos y la familia de puestos estratégicos que mejora los rendimientos en la industria textil en México, Dr. Vaquera Hernández, Joel, Accésit nº 1 - Área de Ciencias Sociales, Economía y Administración Publicaciones. Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica ISSN: 2385-345X Depósito Legal: B 12510 – 2014. Págs. 650.





JAVIER GIL MUR, Doctor en Ingeniería Química y Metalurgia por la Universidad de Barcelona. (1989) Catedrático de Universidad. (1999). Dept. Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial. Universidad Politècnica de Catalunya. Director del Centro de investigación de Biomateriales, Biomecánica e Ingeniería de Tejidos de la Universitat Politècnica de Catalunya. Grupo consolidado de la Generalitat de Catalunya valorado con un 6.97/7. Vicerrector de Investigación e Innovación de la Universitat Politècnica de Catalunya (2006-2010). Vicerrector de Política Científica de la Universitat Politècnica de Catalunya (2010-2013). Comisionado de la Generalitat de Catalunya para la creación de un Campus de Ingeniería e Innovación en Barcelona con más de 4000 estudiantes, 600 personal docente e investigador y 100 personas de administración y servicios. (Julio 2013). Director de la Escuela de Ingeniería de Barcelona y delegado del Rector para el desarrollo del nuevo Campus Diagonal Besòs de Barcelona. Miembro de la red CINDA y coordinador en Parques Científicos y Tecnológicos en España y Latinoamérica. Director de investigación en más de 35 Proyectos de investigación europeos y 49 nacionales, especialmente en Ingeniería de Materiales (Biomateriales, Biomecánica e Ingeniería de Tejidos). Miembro de la Cátedra UNESCO en Biomateriales. Experto de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología del Gobierno de España en el área de Materiales (Biomateriales).

Autor de 5 libros, más de 275 publicaciones internacionales en revistas indexadas, participación en más de 195 comunicaciones orales en Congresos Internacionales.

Autor de 16 patentes de invención. Director de más de 50 Tesis Doctorales. Director de la Cátedra UPC-Klockner de Implantes dentales. Premio de la European Society for Biomaterials, Premio de la Real Sociedad Española de Química, Premio a la Transferencia Tecnológica, Premio a la mejor publicación científica del Journal of Materials Science: Materials in Medicine. Premio Simon-Virgili, Premio de Biomecánica Antonio Viladot. Principal Editor de la revista Journal of Applied Biomechanics and Biomaterials y del Journal of Materials Science: Materials in Medicine. Presidente de la Sociedad Ibérica de Biomecánica y Biomateriales. Presidente del Scientific Advisory Committee of the University of Minnesota. School of Dentistry. Cofundador de la empresa Mimetis Biomaterials. Rector de la Universitat Internacional de Catalunya. (2015-)

*“Mi padre fue labrador, yo soy igual que mi padre.
El camino, la lluvia, el viento, el sol. La tristeza, el pedrisco, el árbol sin flor.
El hambre, el trabajo, el esfuerzo, el dolor. El cansancio, la tierra, la muerte, el adiós.
Todo es igual ayer y hoy.”*

José Antonio Labordeta

Excmo. Sr. Dr. Emilio Gil Moya



1914 - 2014

Colección Real Academia Europea de Doctores

