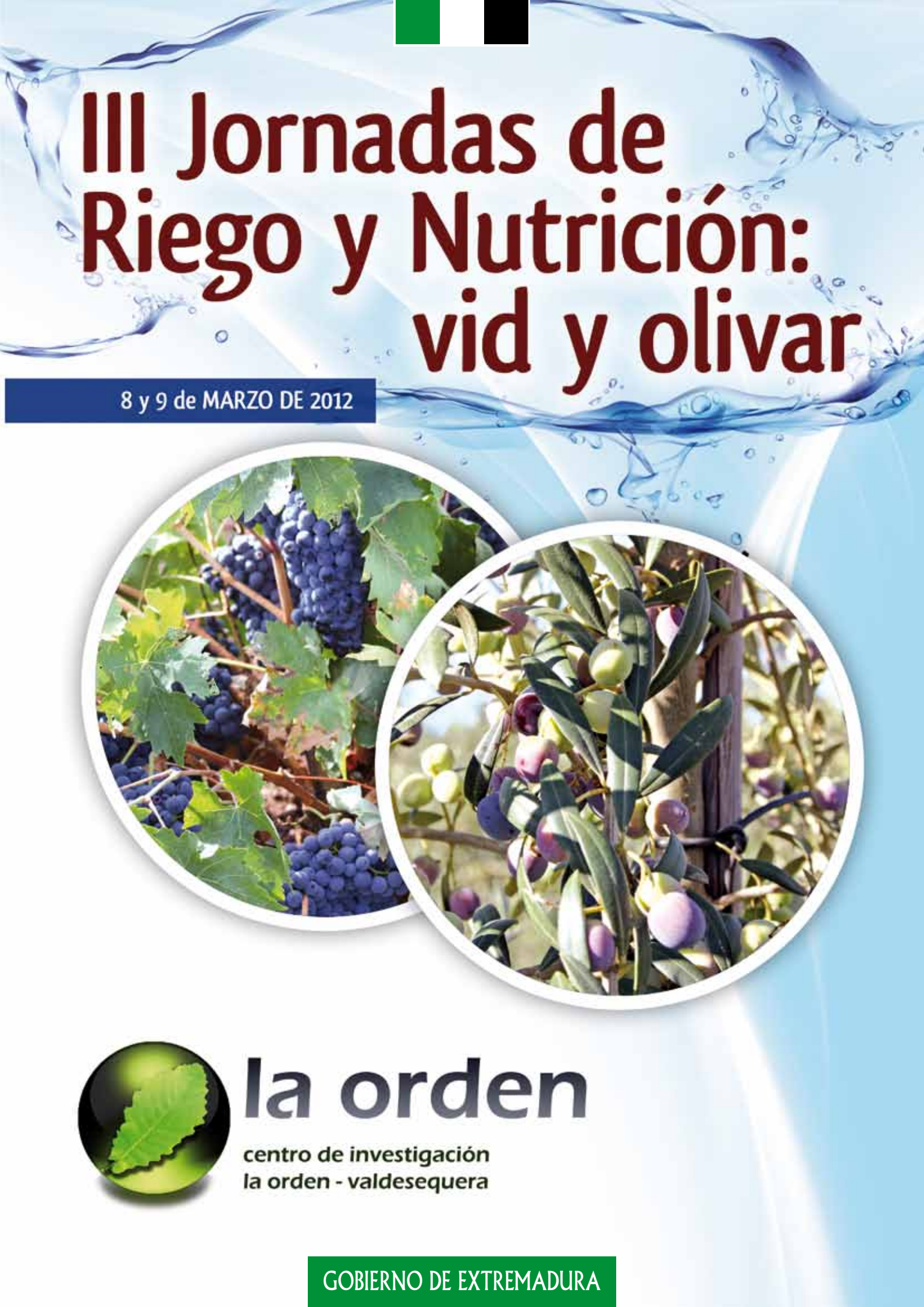




III Jornadas de Riego y Nutrición: vid y olivar

8 y 9 de MARZO DE 2012



la orden

centro de investigación
la orden - valdesequera

GOBIERNO DE EXTREMADURA

III Jornadas de Riego y Nutrición: vid y olivar

8 Y 9 DE MARZO DE 2012

LUGAR: CENTRO DE INVESTIGACIÓN FINCA LA ORDEN-VALDESEQUERA.

Programa

VID - Día 8 de marzo de 2012

- 08:30 h Recepción y entrega de documentación**
- 09:00 h Presentación.**
Dirección General de Modernización e Innovación Tecnológica.
- 09:15 h Consecuencias del déficit hídrico en viñedos de zonas cálidas y estrategias de riego en función de los objetivos de la producción de uva.**
Dr. D. José Ramón Lissarrague García-Gutiérrez.
Profesor titular de Fitotecnia en la Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid.
- 10:00 h Incidencia de diferentes técnicas vitícolas en la composición de la baya y en los vinos.**
Dra. Dña. Esperanza Valdés Sánchez.
Instituto Tecnológico Agroalimentario (INTAEX). Responsable Área Enología.
- 10:45 h Pausa.**
- 11:30 h Técnicas de control de la vegetación y la producción en viñedos de regadío.**
D. David Uriarte Hernández.
Centro de Investigación Finca La Orden-Valdesequera.
- 11:50 h Nuevas tecnologías aplicadas a la vid: Modelos de simulación.**
D. Luis Alberto Mancha Ramírez.
Centro de Investigación Finca La Orden-Valdesequera.
- 12: 10 h Agricultura de Precisión en el viñedo -Terroir dinámico-.**
D. José Rafael Marques da Silva.
Investigador do Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas (ICAAM)
- 12:30 h Mesa redonda: Situación actual del sector vitícola y necesidades de investigación.**

OLIVAR - Día 9 de marzo de 2012

- 08:30 h Recepción y entrega de documentación**
- 09:00 h Presentación.**
Dirección General de Modernización e Innovación Tecnológica.
- 09:15 h Influencia de la fertirrigación sobre el contenido de nutrientes en el suelo, desarrollo de la planta de olivo y el rendimiento y calidad de la cosecha.**
Dr. D. José Enrique Fernández Luque.
Investigador científico del CSIC adscrito al Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla.
- 10:00 h Aprovechamiento de residuos de almazaras como enmienda orgánica para una olivicultura sostenible. Evaluación agronómica y ambiental.**
Dr. D. Antonio López Piñeiro.
Profesor titular del departamento de biología vegetal, ecología y ciencias de la tierra de la Univ. de Extremadura.
- 10:45 h Pausa.**
- 11:30 h Diseño y manejo agronómico de plantaciones de olivar en seto.**
D. Juan Parras Cintero.
Centro de Investigación Finca La Orden Valdesequera.
- 11:50 h Estrategias de Riego Deficitario Controlado en sistemas de olivar en seto.**
D. Juan Manuel Pérez Rodríguez.
Centro de Investigación Finca La Orden-Valdesequera.
- 12:10 h Caracterización de los aceites elaborados a partir de las principales variedades extremeñas.**
Dr. D. Daniel Martín Vertedor.
Instituto Tecnológico Agroalimentario (INTAEX).
- 12:30 h Mesa redonda: Situación actual del sector oleícola y necesidades de investigación.**

ORGANIZA:

CENTRO DE INVESTIGACIÓN FINCA LA ORDEN-VALDESEQUERA.
Departamento de Hortofruticultura. Grupo de Riego y Nutrición

COORDINA:

María José Moñino Espinomariajose.monino@juntaextremadura.net

COLABORA:

Grupo de Riego y Nutriciónriegoynutricion@juntaextremadura.es
Unidad de Transferencia.....transferencia.laorden@juntaextremadura.net

Prólogo

Carlota Daza Delgado. Jefa de Servicio de Administración y Coordinación del SECTI

El uso eficiente de los recursos hídricos es una preocupación global, que aparece como uno de los temas prioritarios en la agenda de la próxima Cumbre de la Tierra (Río+20), que se celebrará en junio en Brasil; el agua será enfocada en la Cumbre desde el punto de vista de la “Gestión Integrada de los Recursos Hídricos”, esto es, un proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con estos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente, sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales.

Esta “Gestión Integrada” cobra mayor relevancia, si cabe, ante el hecho de que hoy en día hay 7.000 millones de personas que alimentar en el planeta y se prevé que habrá otros 2.000 millones más para el año 2050. Si tenemos en cuenta que del total de la superficie de cultivo en el Mundo, el 17 % son regadíos y proporcionan el 40 % de los alimentos, esta demanda de alimentos implicará consumir productos que hagan un uso menos intensivo de agua y producir más alimentos, de mejor calidad, con menos agua.

En Extremadura la importancia del regadío es aún más notable ya que el 18% de la superficie cultivada se riega y produce el 61% de la Producción Final Agraria regional, sin olvidar la contribución al empleo y la aportación de materias primas para la agroindustria. En este contexto, por tercer año consecutivo, el Grupo de Riego y Nutrición, del Centro de Investigación Finca La Orden-Valdesequera, organiza sus “Jornadas sobre riego y nutrición de cultivos leñosos y hortícolas”; este grupo, a lo largo de su dilatada existencia, ha realizado numerosos ensayos que le han permitido desarrollar y adaptar técnicas de producción respetuosas con el medio ambiente (reduciendo el consumo de agua y fertilizantes) a las condiciones de los cultivos extremeños.

En esta edición, se presentan algunos de los resultados obtenidos al trabajar con dos de los cultivos más importantes, tanto por valor económico como por superficie cultivada, en nuestra Comunidad Autónoma: la vid y el olivar. Esperamos que estos dos días de trabajo sirvan para transmitir nuestra experiencia al sector productor, de manera que podamos ayudar a optimizar el uso de los factores de producción y, por otro lado nos permitan captar sus necesidades e inquietudes para intentar dar una respuesta.



Consecuencias del déficit hídrico en viñedos de zonas cálidas y estrategias de riego en función de los objetivos de la producción de uva

José Ramón Lissarrague García-Gutiérrez. Dr. Ingeniero Agrónomo. Profesor de Viticultura en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid. Responsable del Grupo de Investigación en Viticultura. joseramon.lissarrague@upm.es



El riego del viñedo todavía resulta para muchos de los implicados en el sector vitivinícola una práctica de cultivo cuestionable y problemática. En muchos casos el agua es considerada un factor contrario a la calidad de la uva, término que por otra parte deberíamos precisar, y hablar de composición adecuada para producir un tipo de vino determinado. Es frecuente que se siga considerando que la viticultura sometida a déficit severo de agua, da como resultado una cosecha de uvas de mejor composición, más equilibrada y en general con mejores aptitudes enológicas. La práctica del riego sigue siendo una técnica de cultivo sometida a regulación y control, la legislación ya sea general o los reglamentos contemplan el riego del viñedo como una operación de cultivo que debe ser reglamentada, y los reglamentos o las disposiciones que regulan la posibilidad de la utilización del riego en la vid son además diferentes, en las distintas regiones vitivinícolas, no en función de las condiciones y fines vitícolas sino en función, numerosas veces, del criterio personal de los implicados en la regulación. El empleo del riego está restringido y limitado, según regiones o zonas de

producción, no sólo por la disponibilidad de agua o por las condiciones del viñedo, sino que las cantidades de agua a aplicar, los periodos de utilización del riego y otras características del uso del agua en la vid se ven hoy todavía sometidas a regulación y restricción. El secano es considerado de forma general mejor que el regadío sin atender a cuantificar de qué secano se trata. Los viñedos marginales en cuanto a recursos para la producción de uva son normalmente mejor valorados. Los viñedos sometidos a estrés, en especial a estrés hídrico se les atribuyen con frecuencia mejor potencial enológico, sin tener en cuenta la fisiología de la vid o el metabolismo de la uva. El rendimiento bajo y el tamaño de uva pequeños, es común que se consideren favorables para la tener mejores uvas de vinificación, sin reflexionar si se trata de situaciones de excesos, o de zonas cálidas o frías.

El “conocimiento” en sentido estricto y amplio del agua y del riego en la vid debería de ser la primera consideración a realizar. El agua es un factor fisiológico esencial para garantizar un adecuado desarrollo y crecimiento

de las plantas, y el correcto metabolismo de los frutos, y la vid no es una excepción. El agua es un factor cuantitativo y cualitativo de primer orden y necesidad, y como otros factores de la producción, las situaciones excesivas y desequilibradas, ya sea por defecto o por exceso, provocan consecuencias negativas en la cantidad y en la calidad de las uvas.

El riego de la vid, es una práctica de cultivo reglamentada, si bien ya han desaparecido las severas restricciones impuestas por la Ley del 70, el Reglamento CE del 99 y la Ley de la Viña y del Vino del 2003 hacen alusión al riego del viñedo, y son las regulaciones regionales y los Reglamentos de los Consejos Reguladores de las Denominaciones de Origen, las que reglamentan a su entender, el riego en la vid, con mejor o peor criterio. La reglamentación es numerosa, incluso las Confederaciones Hidrográficas también participan, no solo en la distribución de los recursos sino también en las dotaciones, periodos, etc. Que el agua es un recurso valioso y escaso, de la cual debe hacerse buen uso, está no sólo el sector sino toda la sociedad de acuerdo, pero de ahí a la necesidad de reglamentar su aplicación en la vid, el riego del viñedo, va una distancia muy larga, y somos muchos los que consideramos que debería ser una técnica de libre aplicación a la vid de vinificación, como lo es a la de mesa u otros cultivos.

Para la vid y para la composición de la uva el riego no es una técnica de cultivo que tenga peores consecuencias que el resto. Cualquier técnica mal aplicada altera la composición y el equilibrio de la uva, ya sea la poda, la conducción, la aplicación indebida de labores, los tratamientos fitosanitarios o el riego. Ya hay bastantes controles en la vid, y hoy día cuando se quiere preservar el potencial y las características enológicas, el análisis sensorial y químico, y otras técnicas, permiten determinar si los vinos atienden a los perfiles exigidos en las regiones de producción.

En general decimos que existe déficit de agua en el viñedo, cuando la exigencia energética de la atmósfera a la superficie foliar de las vides, crea una demanda de agua que excede a la capacidad de las cepas para extraer la humedad suficiente del suelo. Por tanto, los factores que determinan el consumo y el déficit de agua del viñedo son, por una parte las condiciones meteorológicas que producen la demanda energética de la atmósfera, y que genera una situación de déficit de presión de vapor, y que la estimamos mediante la denominada evapotranspiración de referencia; por otra parte, la superficie foliar total desarrollada por el viñedo en cada periodo y especialmente la superficie foliar expuesta, y por supuesto, el consumo y el déficit de agua dependen de la evolución de los contenidos de agua en el suelo.

Para defenderse de las situaciones deficitarias la vid, y evitar o tolerar el estrés hídrico, las vides responden de diferentes formas: limitando o parando el crecimiento y no formando nuevas hojas; regulando y cerrando los estomas para reducir la transpiración; tirando hojas y disminuyendo la superficie foliar; acumulando solutos en las hojas y las raíces para mantener un estado hídrico adecuado y aumentar su capacidad de “tomar” y “retener” el agua, y extendiendo y profundizando sus raíces para acceder a un potencialmente mayor volumen de agua en el suelo (esta adaptación es dudosa, no se puede ni mucho menos generalizar, y depende de muchos factores, ligados al suelo y al genotipo que origina el sistema radicular).

Desde un punto de vista general la respuesta de la vid a la falta de agua depende de la intensidad con que se produzca, pero debemos de considerar que diariamente se producen situaciones deficitarias en agua, ya que se transpira más rápido por las hojas de lo que se absorbe por las raíces y se transporta, las vides se rehidratan por la noche dependiendo del contenido y tensión del agua en el suelo, pero durante el día se ven obligadas a regular la apertura de sus estomas pues el agua llega a las hojas más lento de lo que estas lo transpiran. El crecimiento vegetativo es muy sensible al estrés, y de hecho las vides paran o reducen la velocidad de crecimiento con el fin de no seguir desarrollando hojas y aumentando con ello la demanda. El crecimiento de las bayas temprano (cuando es herbácea) es sensible al déficit de agua pues la presión osmótica de la uva es baja. La fotosíntesis de la hoja es menos sensible al déficit de agua que el crecimiento, coloquialmente la vid asegura la fotosíntesis, y por tanto las necesidades existentes, antes que seguir formando nuevas hojas que consuman más agua. Al avanzar el ciclo la vid mejora su resistencia, y de hecho en post-envero las bayas son bastante resistentes al estrés hídrico, debido fundamentalmente al aumento de la presión osmótica por la acumulación principalmente de azúcar durante la maduración.

Es decir, las respuestas más comunes de la vid a la disponibilidad de agua se establecen de tal manera que cuando la planta dispone de agua en abundancia la fotosíntesis es elevada y el crecimiento vegetativo y el vigor también, los productos de la misma se dirigen hacia los ápices y favorecen dicho crecimiento, cuando el déficit es muy grande la fotosíntesis y el crecimiento son ambos muy pequeños, y cuando el estrés es moderado aunque la fotosíntesis se reduce, lo hace más intensamente el crecimiento vegetativo que es más sensible, la diferencia entre lo que se produce en fotosíntesis y lo que se consume en crecimiento es grande y los fotoasimilados pueden destinarse a otros fines como la acumulación.

En los viñedos la fotosíntesis y la transpiración son en general más altos durante la mañana que por la tarde, pues por la tarde a veces el frecuente y excesivo déficit de presión de vapor y las elevadas temperaturas, unidos a la insuficiente velocidad de transporte del agua obligan a regularse cerrando estomas. La eficiencia en el uso del agua en la vid es por tanto generalmente mayor durante la mañana que por la tarde.

Resulta muy difícil e impreciso decir cuál es el consumo medio de agua de un viñedo, pues las condiciones ambientales y culturales de la viticultura son extremadamente variadas. Aventurándonos a equivocarnos, podríamos hablar de consumos medios de agua por los viñedos en el mundo de 250 a 300 mm (2.500 a 3.000 metros cúbicos por hectárea y año), si bien, hay muchos viñedos en el mundo que consumen menos de 150 - 200 mm (1.500 - 2.000 m³/ha), y otros que sin embargo, su consumo es superior a los 800- 900 mm (8.000 -9.000 m³/ha). Hablamos de consumo de agua por el viñedo no de lluvia, es decir, de los litros de agua que las raíces deben de tomar del suelo a lo largo del ciclo. Este agua lo absorben las raíces, y más del 99 % lo pierden las hojas por transpiración para satisfacer las exigencias que la atmósfera demanda a las hojas para realizar la fotosíntesis, función base de la productividad global de la vid, responsable de la biomasa producida anualmente por el viñedo.

Es decir, las vides para formar todos sus componentes, tienen como base la fotosíntesis, deben captar de la atmósfera la energía luminosa y el anhídrido carbónico (CO₂), pero esta atmósfera deficitaria en agua, exige transpirar a las hojas de la vid. La demanda de agua de la atmósfera la estimamos con datos meteorológicos a través del término que denominamos evapotranspiración de referencia (ET_o) y es tanto mayor cuanto menor es la humedad relativa, y cuanto mayor es la radiación, la temperatura y el viento. Si hay agua suficiente en el suelo el consumo de agua crece también con la cantidad de hojas, y el estado en que se encuentran, con la superficie foliar que intercepta la radiación. El estado de crecimiento del viñedo que determina el consumo de agua, sus necesidades, es el término que estacionalmente integramos en una expresión que con frecuencia recibe el nombre de coeficiente de consumo (Kc).

A medida que a lo largo del año evoluciona la demanda de la atmósfera, el contenido de agua en el suelo y el estado de crecimiento del viñedo, evoluciona el consumo estacional de agua en el viñedo. De manera que durante el periodo de reposo de la vid el consumo de agua no lo tenemos generalmente en consideración, mientras que durante el periodo activo el consumo desde que las vides desborran hasta la floración viene a alcanzar el 15 % (12-20 %) del agua total, a partir del cuajado y hasta el

envero el viñedo consume del orden del 50 % (40 - 55 %), durante la maduración, desde el envero a la vendimia el consumo de agua representa del orden del 25 % (15 - 30 %) del total del agua consumida, y desde la vendimia hasta la caída de las hojas los viñedos vienen a consumir un 10 % (8 - 18 %) del agua total utilizada en el ciclo anual de la vid.

La eficiencia en el uso del agua de los viñedos, es decir la cantidad de agua utilizada para producir un kilogramo de biomasa, depende en gran medida de las condiciones ambientales. Aquellas regiones en general más húmedas presentan un menor déficit de presión de vapor, y producen por tanto mayor biomasa con menor consumo de agua. Podemos situar las eficiencias medias de la vid en un intervalo aproximado de 400 a 600 litros de agua para producir un kilo de materia seca. Para hacernos una idea la materia seca total producida anualmente en partes renovables y permanentes de viñedos que producen de 5.000 a 10.000 Kg de uva, son del orden de 2.700 a 5.500 Kg de biomasa. Es decir que suponiendo que la evaporación del suelo representase el 12 %, el consumo de agua anual de un viñedo variaría desde los 1.250 a los 1.900 m³/ha para producir 5.000 Kg de uva, que aumentarían de 2.500 a 3.750 m³/ha para producir 10.000 Kg de uva. Cantidades menores que la lluvias son necesarias en la mayoría de los viñedos, el problema es que no llueve cada litro de agua cuando las vides los necesitan y la capacidad de almacenamiento del suelo no contribuye suficientemente, por ello la mayoría de los viñedos son muy deficitarios de agua.

Por último, es importante tener en consideración las expectativas del cambio climático en viticultura que dependen de la región vitícola y del escenario de cambio que se contemple, pero si consideramos los que parecen más probables, indican que las condiciones serán más acentuadas en zonas mediterráneas que en atlánticas, y por otra parte los efectos más acusados en el interior que en el litoral. Los modelos predicen importantes elevaciones de la temperatura media en invierno y en verano, con aumentos de anomalías térmicas. Se espera una disminución de las precipitaciones anuales, con reducción mayor en primavera y en algunas regiones también importantes en verano y otoño. Otro efecto esperado es el aumento de la demanda atmosférica de agua al viñedo, en general en todas las regiones se prevé un aumento de la evapotranspiración. Es además probable que a estos efectos se sume algún otro como el aumento de los niveles de ciertos tipos de radiación como las ultravioleta. En este sentido el riego es una herramienta de gran utilidad si no para eliminar, si para atenuar los efectos negativos del calentamiento global y de la acentuación del déficit de agua.

Incidencia de diferentes técnicas vitícolas en la composición de la baya y en los vinos

M. Esperanza Valdés Sánchez. Dra. en Química. Instituto Tecnológico Agroalimentario (INTAEX). Responsable Área Enología. esperanza.valdes02@gmail.com

La modernización del viñedo español que ha tenido lugar a partir de la última década del pasado siglo, ha supuesto el paso de una viticultura tradicional de secano, con variedades locales, marcos de plantación amplios y sistema de formación tradicionales (en vaso en el caso de Extremadura), a sistemas mas intensivos, con formas apoyadas que permiten la mecanización de buena parte de las prácticas de cultivo. Todo ello, por lo general orientado hacia la elaboración de vinos de alta gama, para lo cual es imprescindible partir de uvas de gran calidad.

En el desarrollo de la baya inciden un considerable número de factores (edafoclimatológicos, varietales, técnicas de cultivo, etc. Hidalgo, 2006) que además están estrechamente interrelacionados entre sí, de modo que cualquier modificación en alguno de ellos, afecta al proceso fotosintético y a las rutas de síntesis directa e indirectamente relacionadas con el mismo, como es el caso de las sustancias fenólicas. Estas últimas son las responsables, entre otras, del color (antocianos y taninos) y astringencia (taninos) estructura de los vinos tintos, de modo que dependiendo de su naturaleza y concentración en la uva, podrán obtenerse vinos de diferentes características físico-químicas y sensoriales.

Desde el año 2002, Investigadores de la Finca la Orden Valdesequera aplican diferentes técnicas vitícolas en variedades típicas de la Región Extremeña, estudiando la incidencia de éstas en aspectos fenológicos y agronómicos. En colaboración con ellos, el Área de Enología del Instituto Tecnológico Agroalimentario (INTAEX) analiza dicha incidencia en la marcha del ciclo de maduración y calidad de la baya en vendimia, elabora vinos a partir de las uvas procedentes de diferentes tratamientos, observando las cinéticas de fermentación y extracción de sustancias fenólicas y analiza la calidad físico química y sensorial de esos vinos.

Entre las técnicas de cultivo que inciden en la calidad de la baya, la aplicación de agua durante el período cuajado-vendimia ocupa un lugar primordial (García Escudero, 1991; Ojeda et al., 2002; Roby et al., 2004) habiéndose demostrado que las diferentes dosis de riego empleadas, al modificar el estrés soportado por la planta durante este período, afectan directa e indirectamente, tanto a la velocidad de acumulación de sustancias, como a la cantidad de éstas presentes en la baya en el

momento de vendimia. Pero es importante incidir en que su efecto está íntimamente ligado a las características y localización de su viñedo, (Valdés et al., 2008; Intrigliolo et al., 2007; Castell et al., 2012; Valdes et al., 2012), variando incluso para el mismo viñedo en función de la climatología anual (Gamero et al., 2009). Insistiendo en esta idea, el riego como práctica de cultivo del viñedo, no debe ser únicamente empleado para conseguir una mayor producción, sino como una técnica necesaria en zonas cálidas con veranos secos para conseguir bayas de calidad. En este sentido, quizá la asociación “riego=uva de inferior calidad” se deba al desconocimiento de una estrategia adecuada. En este aspecto, el uso de estrategias de riego deficitario controlado (RDI), aplicando cantidades de agua moderadas e inferiores a las pérdidas evapotranspirativas del viñedo, se presenta como una de las prácticas más recomendable para alcanzar un equilibrio adecuado entre producción y calidad (McCarthy 1997; Dry et al., 2001). Así, en nuestras investigaciones en el cv. Tempranillo en Extremadura, hemos podido constatar que los aumentos en las dosis de riego implican mayores pesos de baya, mostos con mayor contenido en azúcares (Valdés et al., 2003), mayores concentraciones de ácido málico y tartárico, aumentos en la acidez total, y contenido en potasio, así como un menor contenido de sustancias antocianicas y polifenólicas (Valdés et al., 2011). Asimismo, en investigaciones efectuadas con esta misma variedad en nuestra Región y otras zonas vitivinícolas españolas (Valencia y Ribera del Duero) hemos constatado que estos descensos, son debidos en cierta medida al factor dilución provocado por el mayor peso de baya pero sobre todo y en mayor medida, a que la síntesis de estas sustancias es menor en las bayas de las cepas sometidas a grandes dosis de riego (Valdés et al., 2003; Valdés et al., 2005; Intrigliolo et al., 2008; Yuste et al., 2008). Asimismo se ha observado que el riego provoca cierto retraso en el ciclo de maduración (a igual fecha el contenido en azúcares y sustancias es menor (Valdés et al., 2008; Valdés et al., 2011).

Además, tal y como mostró Ojeda et al. (2002) se ha constatado que la incidencia del riego en la composición de la baya depende en gran medida del momento de aplicación, de modo que el estado hídrico de la planta a lo largo de los estados fenológicos, puede llegar a ser más importante para la calidad del mosto que la cantidad total de agua aportada,



independientemente de la forma de conducción del viñedo (Matthews et al., 1988; Yuste et al., 2010; Yuste et al., 2011). Recientes investigaciones nos han mostrado que en Extremadura, el déficit post envero afectó positivamente al contenido en ácidos de la baya, pero sin embargo, incidió negativamente en su contenido fenólico, en tanto que el estrés preenvero aumentó el contenido en estas sustancias, dando buenos resultados el empleo de cubiertas vegetales para inducir este estrés (Valdés et al., 2011). El modo de aplicar el riego también provoca modificaciones en el estado fisiológico de las cepas. Loveys et al. (1998) y Dry et al. (2000; 2001) sugirieron el uso de la técnica de riego PRD (*Partial Root Drying*) para mejorar el rendimiento del viñedo, reducir la cantidad de agua aplicada y conseguir interesantes mejoras en la calidad de la uva respecto al modo de aplicación convencional del riego. En los ensayos realizados por nuestro equipo de trabajo pudimos comprobar que junto a un incremento de producción, en los hollejos de las uvas regadas con esta técnica la concentración de sustancias fenólicas aumentó y proporcionaron vinos de mayor contenido alcohólico, mayor contenido en sustancias fenólicas y más intensidad del color que los regados con igual dosis mediante sistema tradicional (Martín et al., 2004; Valdés, 2004; Valdés et al., 2005). Como se ha dicho anteriormente, un aporte hídrico inadecuado, puede provocar un aumento en el desarrollo vegetativo y en el vigor que lleva asociado (Winkel y Rambla, 1993), y generar un mayor rendimiento, que puede llegar a ser excesivo, mermando entonces la calidad de la uva, y afectando negativamente a las características de los vinos a partir de ellas elaborados (Sipiora y Gutiérrez, 1998; Esteban et al., 1999; Esteban et al., 2001; Valdés et al., 2004). Por ello, mantener el balance entre el crecimiento vegetativo y reproductivo es, a menudo, uno de los mayores problemas en las viñas irrigadas. Por ello, con el objetivo de mejorar dicho balance,

actualmente se aplican una serie de prácticas agronómicas destinadas a frenar ese exceso de producción, e influir en la calidad final de la baya. Este es el objetivo de las prácticas de aclareo (eliminación de racimos). Los resultados de los proyectos INIA RTA 2005 0038 e INIA RTA 2008 0037 llevado a cabo de manera coordinada por nuestro grupo de trabajo en colaboración con investigadores de otras zonas vitícolas españolas (Valencia, Ribera del Duero, Murcia, y Albacete) muestran que, en general, esta técnica originan uvas de mejor calidad, con mejor dotación polifenólica y vinos con mejores características fenólicas y cromáticas que son mejor valorados por los catadores, aunque hay que tener en cuenta las características del año vitícola (Valdés et al., 2009; Valdés et al., 2011). Semejante resultados se han obtenido en las zonas vitícolas de Jerez (Puertas et al., 2003) y Rioja (Diago et al., 2011), si bien en ambos estudios llegan a la conclusión de que la incidencia de este técnica depende en gran medida de la variedad, momento del ciclo y forma (manual o mecánico) en que se haya llevado a cabo.

El deshojado es otra práctica, cuyos efectos estamos también analizando en la actualidad, y que en viñedos con gran vegetación, puede aumentar la calidad de las uvas, incrementando la síntesis de sustancias fenólicas.

En definitiva, hoy día se dispone de un buen número de prácticas de cultivo para mejorar la calidad de las cosechas y aumentar la rentabilidad de las explotaciones vitícolas. La magnitud de los efectos de cada una de ellas varía en función de las características de cada "terroir". Por ello, el viticultor en colaboración con los técnicos de la zona debe diseñar sus propias estrategias de cultivo. Solo así, conseguirá poder competir en el difícil mundo de la viticultura actual.

BIBLIOGRAFÍA

Consultar con el autor.

Técnicas de control de la vegetación y la producción en viñedos de regadío

David Uriarte Hernández. Ingeniero Técnico Agrícola y Ldo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Centro de Investigación Finca La Orden-Valdesequera. david.uriarte@juntaextremadura.net



La utilización del riego en el viñedo, permite incrementos productivos considerables. Sin embargo, su uso descontrolado y masivo puede conducir a una sobrecosecha de uva de baja calidad que amenace la rentabilidad de los viñedos. Por otro lado, el agua de riego es un bien cada vez más escaso por lo que es necesario hacer un manejo más eficiente de la misma y en este sentido, las estrategias de riego deficitario controlado (RDC) pueden jugar un papel fundamental.

Condiciones de sobreproducción, bien por elevadas precipitaciones o por una deficiente gestión del riego, pueden provocar problemas en la maduración y en ocasiones comprometer el estado sanitario de la cosecha. Existen técnicas de cultivo tales como el aclareo de racimos o el deshojado temprano que pueden mejorar la eficacia y competitividad del sistema productivo controlando la producción y mejorando la calidad.

RIEGO DEFICITARIO CONTROLADO (RDC)

Si el agua a disposición de la planta es inferior a sus necesidades, la planta experimenta un déficit hídrico, a partir de ese momento, la cepa comienza un proceso de autoajuste para adaptarse a la disponibilidad de la misma. En ausencia de lluvia, la utilización del riego, permite decidir que cantidad de déficit queremos inducir y en qué periodo del desarrollo del cultivo nos interesa que se produzca de forma que se alcancen los objetivos deseados. Este sistema de manejo del riego se denomina riego deficitario controlado RDC.

El envero de la baya, marca la frontera entre dos periodos fundamentales en el desarrollo de la vid. Desde brotación a envero (pre-envero), la planta presenta la mayor tasa de crecimiento tanto de la parte foliar como de la parte fructífera, y por tanto, la disponibilidad de agua durante este periodo afectará al crecimiento y a la producción. En el lado opuesto, desde envero a vendimia (postenvero), el crecimiento de la cepa se relaja y cobra mayor importancia la acumulación y síntesis de compuestos en la baya (azúcares y compuestos fenólicos).

En nuestras condiciones de cultivo, inducir déficit hídrico durante el periodo de pre envero, puede resultar difícil en años con elevadas precipitaciones. El desarrollo del área foliar en estas condiciones de déficit hídrico reducido, es muy elevado, dificultando la realización de las labores de cultivo y obligando a intervenir mediante fuertes despuntes (Fig 1).

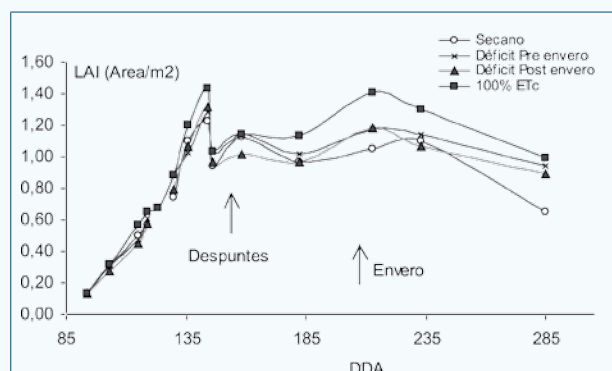


Figura 1.- Evolución del área foliar (LAI) durante la campaña en días del año (DDA). En los tratamientos de secano, déficit pre-envero, déficit post envero y ausencia de déficit (100% Etc).

Así, la ausencia de déficit durante el periodo de pre-envero, genera un desarrollo vegetativo no aprovechable y unos costes directos para su control. Otro efecto de la alta disponibilidad de agua en la fase inicial del cultivo es el incremento de la producción. Una producción elevada puede dar lugar a un desequilibrio en la planta y presentar serios inconvenientes de manejo que pueden comprometer la maduración y la calidad de la vendimia.

Quando se emplea la conducción en espaldera, la altura de la misma limita el área foliar potencial de la cepa, al obligar a despuntar aquellos pámpanos que sobrepasan el último alambre de vegetación. Esta práctica puede pro-

ducir desequilibrios entre área foliar y producción. Cuando esta situación se produce y se reduce la capacidad fuente de fotoasimilados (área foliar) respecto a la producción existente, es necesario un mayor tiempo de maduración para obtener unos niveles cualitativos aceptables, lo que implica fechas de vendimia mas tardías.

Un déficit post-envero, puede limitar la aparición de nuevos brotes en crecimiento que compitan con la producción por los fotoasimilados de la hojas activas, además puede reducir en parte la producción de uva al disminuir el aporte de agua directamente en la baya. Déficit severos durante este periodo, podrían bloquear el transporte de azúcares debido a un descenso brusco de la transpiración producido por el cierre estomático como respuesta a un déficit hídrico severo y repentino.

Por otro lado, un desarrollo vegetativo elevado, que dificulta la iluminación en el entorno de los racimos, unido a una humedad relativa alta debida al riego, son las condiciones ideales para la presencia de enfermedades criptogámicas, y su efecto sobre la producción y calidad de la cosecha, será mayor cuanto mas se retrase la vendimia.

Existen técnicas de cultivo útiles para corregir los desequilibrios producidos por la ausencia de déficit durante pre-envero, que permiten además adelantar la maduración y mejorar el estado sanitario de la producción.

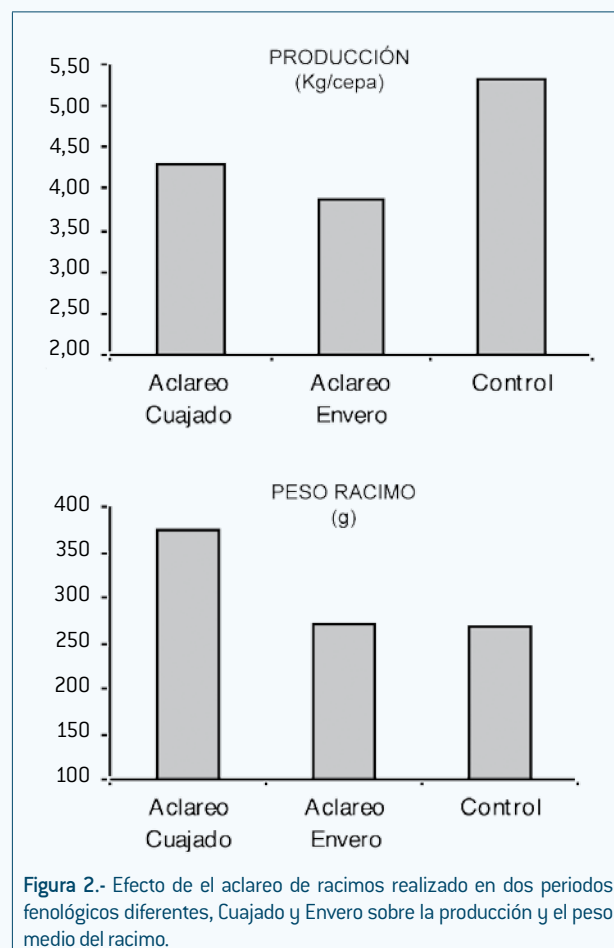
ACLAREO DE RACIMOS

Esta técnica de control de la producción puede utilizarse ante situaciones que comprometan la correcta maduración de la uva. Existen dos alternativas en función del momento en el que se realice la eliminación de los racimos, la primera durante el cuajado de los frutos y la segunda en envero. Ambas situaciones tienen similares efectos sobre la calidad, adelantando la acumulación de azúcares y la fecha de vendimia, sin embargo presentan efectos diferentes sobre el peso medio de los racimos, de tal manera que, los aclareos realizados en cuajado, incrementan el peso medio de los racimos, compensando en parte la cantidad de fruta eliminada, mientras que aclareos tardíos, no modifican el peso de los racimos, reduciendo la producción final en mayor grado (Fig.2).

DESHOJADO TEMPRANO DEL ENTORNO DE LOS RACIMOS

Esta técnica, consiste en eliminar las hojas de la zona de los racimos en floración. El deshojado temprano, puede controlar el desequilibrio entre vegetación y producción debido a que reduce el número de bayas cuajadas, generando racimos menos compactos y con menor peso y mejorando su iluminación y aireación,

además la ausencia de hojas en la zona de los racimos aumenta la eficacia de los tratamientos fitosanitarios y puede garantizar un mejor estado sanitario de la vendimia. Esta técnica puede considerarse como una alternativa al aclareo de racimos, reduciendo sus costes ya que puede resultar mecanizable.



CONCLUSIONES

Un déficit hídrico durante el periodo de pre-envero, permite controlar el crecimiento vegetativo y productivo mediante un ajuste interno de la cepa, lo que facilita el manejo de la plantación, adelanta la maduración y posibilita un mejor estado sanitario de la uva.

El principal efecto del aclareo de racimos es una reducción de la producción, que produce un adelanto de la maduración, lo que puede ser interesante para corregir desequilibrios durante la campaña. A igual intensidad de aclareo, la reducción de la cosecha es menor cuando el aclareo se produce en cuajado.

El deshojado temprano, adelanta la maduración y reduce la producción, siendo una alternativa mecanizable al aclareo de racimos.

Este trabajo se llevó a cabo como parte del proyecto INIA RTA 2008-00037-C04-03 y cofinanciado por FEDER.

Nuevas tecnologías aplicadas a la vid: Modelos de simulación

Luís A. Mancha Ramírez. Ingeniero Agrónomo. Centro de Investigación Finca La Orden-Valdesequera.
luisalberto.mancha@juntaextremadura.net



INTRODUCCIÓN

El riego deficitario controlado (RDC), se ha demostrado como una buena estrategia para ahorrar agua en especies leñosas de regadío. Sin embargo, la adopción de las mismas entrañan un cierto riesgo debido a la dificultad de manejar estrés hídrico en planta en distintas fases del cultivo. Estos riesgos llegan a comprenderse mejor cuando se considera el amplio espectro de posibles condiciones de cultivo, motivadas por las combinaciones entre Clima x Suelo x Técnicas de cultivo x Vigor. Habitualmente, en el periodo en el que se pretende inducir el déficit, el riego se reduce de acuerdo a una proporción fija sobre la máxima demanda evapotranspirativa del cultivo (% ETc), con lo cual, el agricultor corre el riesgo de aplicar más estrés que el deseado, o por el contrario, de no aplicar el suficiente para conseguir el beneficio previsto (por ejemplo, controlar un vigor excesivo).

En este trabajo se plantea, en vista de la ausencia de un método simple y rápido para la determinación de estado hídrico de las plantas por parte del viticultor, evaluar como una alternativa el uso de un modelo de simulación de cultivos CropSyst (CS) como Sistema de Soporte a la Decisión (SSD). Sin embargo, para que CS realice simulaciones específicas para la vid, es necesario un proceso previo de adaptación del mismo. Este ajuste supone la obtención de datos fiables de transpiración y radiación interceptada por el cultivo, que permitan el ajuste de los parámetros de dichas aplicaciones para que CS funcione como SSD a partir de simulaciones periódicas en las que se vayan actualizando, y en las que las salidas de estado hídrico servirán para ajustar el déficit de riego (% ETc) al nivel de estrés deseado en planta. Para evaluar la idoneidad de CS es necesario realizar ensayos de campo donde, entre otras cosas, se comparen la mejor programación de riego posible (con ajustes periódicos del % ETc a partir de mediciones en campo de

potencial hídrico de tallo) con la producida a través de las simulaciones CS. Las desviaciones que se produzcan serán la base para mejorar la capacidad de predicción de CS.

OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivo principal el poner a punto una herramienta para el asesoramiento del riego que pueda ser útil a los viticultores que no disponen del agua necesaria para llegar a los requerimientos óptimos, o que desean aplicar programas de RDC reduciendo el riesgo de afectar negativamente a sus producciones.

De forma más específica, estos se pueden desglosar en:

- 1) Adaptar un modelo de simulación de cultivos (CropSyst) a la especificidad de la viña para la simulación general de su crecimiento.
- 2) Realizar estimaciones de potencial hídrico en viña mediante el modelo de simulación de cultivos CropSyst.
- 3) Generar recomendaciones de riego bajo condiciones de riego deficitario, que permitan mantener el estado hídrico de la planta dentro de un margen de seguridad.
- 4) Proponer adaptaciones necesarias al modelo CropSyst para que pueda ser utilizado para recomendaciones de riego deficitario controlado en viña.

METODOLOGÍA

El ensayo se desarrolla durante los años 2010, 2011 y continúa en el 2012 en una parcela de La "Finca La Orden" en el término municipal de Guadajira (Badajoz) sobre una plantación existente de 1,8 ha de Tempranillo sobre patrón 110-Ritcher, en espaldera, con una poda de formación a Cordón doble con 12 yemas/planta a 0,6 m de altura y con un gotero por planta que proporciona un caudal de 4 l/h. El planteamiento del ensayo tiene dos fases bien diferenciadas:

- Fase 1 (1º año) en el que se realizaron medidas sobre una base diaria de la transpiración y de la radiación interceptada por el cultivo, en las 2 plantas de un lisímetro de pesada existente en la parcela del ensayo, en 10 días al año, repartidos proporcionalmente a la duración del ciclo del cultivo, que posibilitaron los ajustes paramétricos iniciales del sistema.
- Fase 2 (2º y 3º año) en el que se desarrollan, ya en campo, distintos tratamientos de riego:
 1. Control: riego al 100% de la demanda evapotranspirativa (ETc) durante todo el ciclo.
 2. Tradicional: riego al 50 % ETc en pre-envero y al 20% en postenvero.

3. Cropsyst: riego al 50 % ETc en pre-enero y según simulación CROPSYST para el mantenimiento de un potencial hídrico de tronco entre -1 y $1,1$ MPa
4. SWP: riego al 50 % ETc en pre-enero y según medidas de potencial en campo para el mantenimiento de un potencial hídrico de tronco entre -1 y $1,1$ MPa.

La determinación de la dosis de riego se hace a través de un lisímetro de pesada de 6 m^2 , que se encuentra instalado en la propia plantación, el cual contiene dos plantas que se desarrollan en las mismas condiciones que el resto de la parcela.

La toma de datos en la fase 2 consistió en:

- Cuantificación del agua aplicada en cada tratamiento de riego.
- Seguimiento fenológico semanal.
- Medida del contenido de agua en el suelo a partir de sonda de neutrones.
- Medida del potencial hídrico de tallo a mediodía.
- Intercepción de radiación PAR diaria del cultivo en tres momentos de su ciclo.
- Dimensiones iniciales y finales de la planta.
- Evolución del peso seco del fruto.
- Producción de fruta y número total de frutos por planta en vendimia.
- Porcentaje de almidón en tejidos de reserva (raíces).
- Control de un periodo de secado en lisímetro, midiendo potencial hídrico de tallo y transpiración

RESULTADOS

Simulación 1º año

(Ajustes paramétricos en lisímetro)

En cuanto a los ajustes realizados durante el primer año, se puede apreciar en la Figura 1 como hay un buen ajuste entre los parámetros simulados por el sistema y los medidos realmente sobre las plantas del lisímetro, tanto para los parámetros considerados de desarrollo vegetativo (Índice de Área foliar e Intercepción de Radiación), como para los parámetros de necesidades hídricas del cultivo (Evapotranspiración y Coeficiente de cultivo), observándose de manera general como el sistema infravalora el potencial de crecimiento y las necesidades hídricas del cultivo, siendo mas marcado este desfase en estas últimas.

Simulación 2º año

(Ensayo de campo. Evaluación del modelo)

En cuanto a la evaluación de la respuesta del modelo en campo bajo situación de estrés hídrico en determinados momentos del ciclo de cultivo, se ha observado (Figura 2) como el modelo presenta una buena aproximación en los periodos de caída del potencial hídrico de tronco, pero no consigue simular con acierto la recuperación en el estado hídrico de las plantas como consecuencia de los aportes a través del riego o las precipitaciones.

CONCLUSIONES

Los ajustes realizados en el Modelo han resultado acertados para las plantas en situaciones de no estrés pero aún estos ajustes no son suficientes para modelar manejos del riego en los que las plantas entren en estrés en determinados momentos de su ciclo de cultivo.

Este trabajo se llevó a cabo como parte del proyecto INIA RTA 2009-00026-C02-00 y cofinanciado por FEDER.

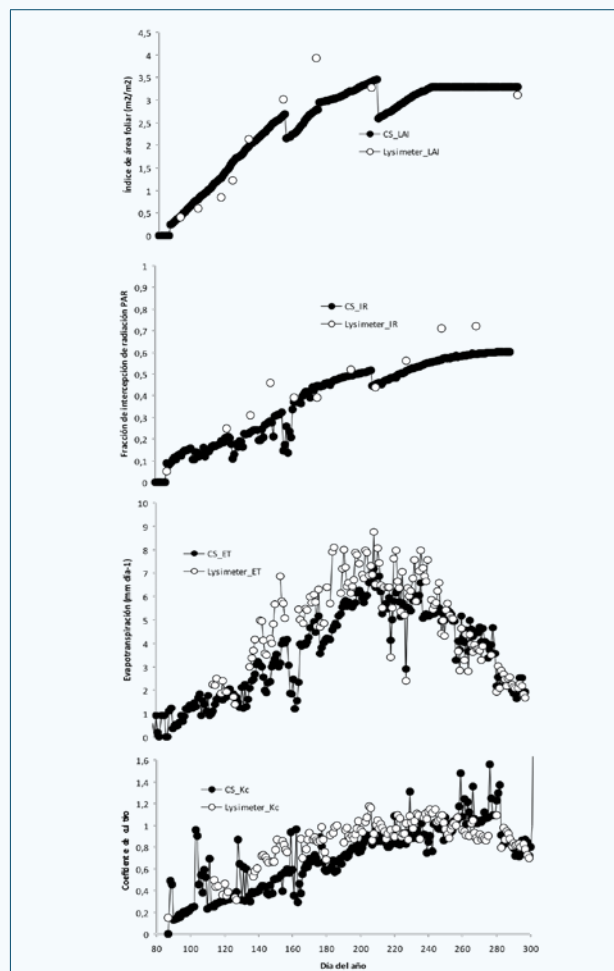


Figura 1. Patrones de LAI, fracción de radiación interceptada, evapotranspiración y coeficiente de cultivo por viña cultivados en el lisímetro durante 2010, para las observaciones experimentales en el lisímetro o simulaciones mediante CropSyst.

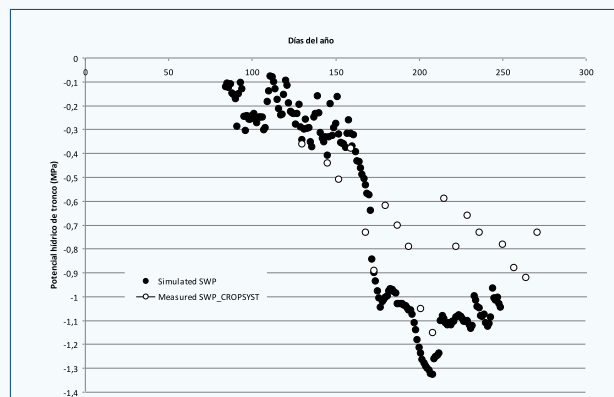


Figura 2. Evolución del potencial hídrico de tronco, valores simulados y medidos, para el tratamiento de riego Cropsyst durante la campaña 2011.

Agricultura de precisión en el viñedo

-Terroir dinámico-

José R. Marques da Silva; Adélia Sousa; Carlos Alexandre; João M. R. Serrano; Luís L. Silva; Renato Coelho. Universidade de Évora, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas (ICAAM), Escola de Ciências e Tecnologia, Apartado 94, 7002-554 Évora, Portugal.
jmsilva@uevora.pt

INTRODUCCIÓN

El concepto de terroir en el vino se basa en la observación de que diferentes regiones, viñedos, o incluso secciones diferentes dentro del mismo viñedo puede producir vinos con una identidad muy singular y diferente del resto. Los franceses comenzaron a consolidar este concepto como una manera de describir los aspectos únicos de un determinado lugar (suelo, topografía y clima), que influye y da forma al vino del mismo.

Para un lugar en particular, podemos considerar que el suelo y la topografía son fijos en el espacio y el tiempo, pero no el clima. De hecho, en el mismo viñedo, se pueden definir varias regiones microclimáticas. Los microclimas de un determinado viñedo, afectan de forma diferente a la maduración de la uva, creando así una variabilidad espacial y temporal en su calidad.

En cualquier punto de una determinada parcela, la calidad de la producción y su rendimiento es el resultado de la genética, la población de plantas, y el suelo donde están instalados, de la gestión, del clima y de la integración temporal de las tensiones que la población de plantas experimenta durante un ciclo vegetativo. Los primeros cinco factores definen el potencial productivo y de calidad que podemos lograr en una campaña determinada, mientras que las tensiones experimentadas por las plantas sirven para influir la productividad y la calidad de esa producción, así como, su variabilidad espacial y temporal. De esta manera, la productividad y la calidad de la producción resultan de una interacción temporal muy compleja, que normalmente ocurre durante y entre las estaciones. Una determinada tensión sobre la planta puede originar diferentes tipos de respuesta, dependiendo del momento del ciclo en que ocurre.

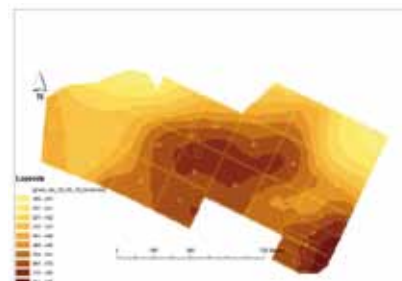
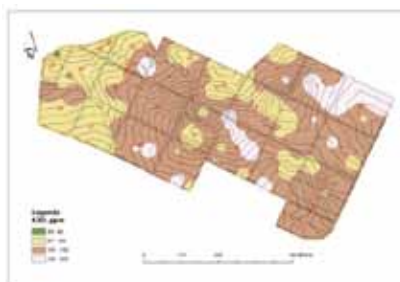
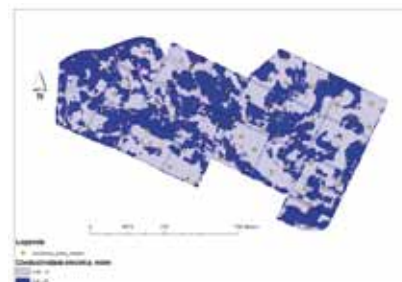
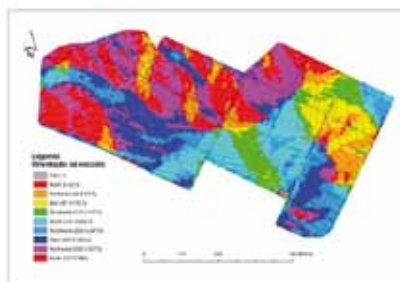
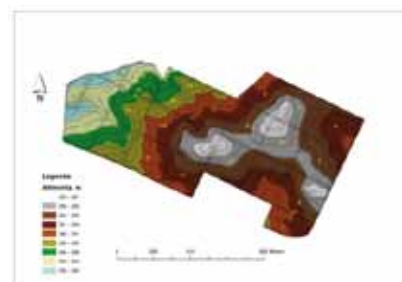
Esta situación nos hace pensar que el terroir estático, tal como lo consideramos normalmente, no contempla la dinámica espacial y temporal de la gestión de la producción y su calidad. Hoy en día tiene más sentido pensar en un terroir dinámico, que considera para un mismo lugar, diferentes tipos de producción y de calidad de la producción, en función de las tensiones y

del momento en que dichas tensiones actúan sobre las plantas.

Nuestra capacidad para estimar el impacto que esta serie de tensiones tienen sobre la planta es todavía limitada, sin embargo, esta limitación tiende a disminuir por la incorporación de las nuevas tecnologías que ya están disponibles en la producción agrícola. La tecnología actual permite y permitirá todavía más, definir un terroir dinámico en tiempo real para cada punto de la parcela, de acuerdo con las tensiones a las que las plantas pueden llegar a estar sujetos y de la probabilidad de que ocurran esas mismas tensiones en un determinado espectro temporal.

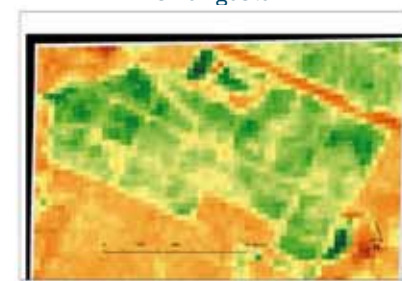
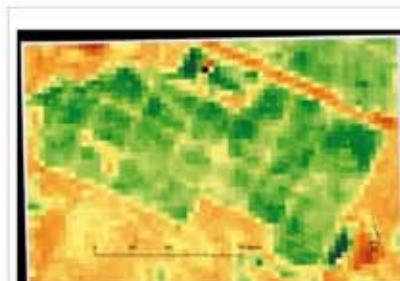
ESTUDIO DE UN CASO – VINHA DO CASITO

A continuación se presentan los mapas de la viña el Casito, que pertenece a la Fundación Eugenio de Almeida, de Évora, Portugal, que demuestran el gran conjunto de factores a los que las plantas están sujetos, así como la respuesta de las plantas a estos mismos factores en el tiempo y el espacio.



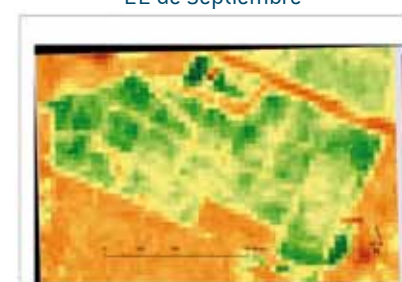
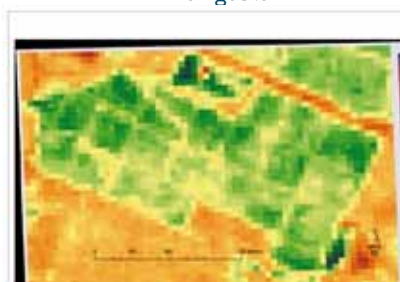
4 de Julio

5 de Agosto



21 de Agosto

22 de Septiembre



Programación del riego deficitario controlado en el olivar

José Enrique Fernández Luque, Dr. ingeniero agrónomo e investigador científico del CSIC; Antonio Díaz Espejo, Dr. en Biología y científico titular del CSIC; María Victoria Cuevas, Dra. en Biología y técnico superior del CSIC. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC). Avenida de Reina Mercedes, nº 10, 41012-Sevilla. jefer@irnase.csic.es

RIEGO DEL OLIVAR

El riego deficitario (RD) es común en los olivares de regadío. Además de la frecuente falta de agua que hay en las zonas olivareras, el RD suele aumentar la productividad del cultivo (beneficios netos / m³ de agua consumida) y ayuda a conseguir un mejor equilibrio entre la cantidad y la calidad del aceite obtenido (Ruiz-Sanchez y col., 2011). Las estrategias de RD más recomendadas para el olivar son el riego deficitario sostenido (RDS, Goldhamer y col., 2006) y el riego deficitario controlado (RDC, Chalmers y col., 1981). Los trabajos de Moriana y col. (2003), Berenguer y col. (2006), Iniesta y col., (2009) y Ramos y Santos (2010) ilustran la aplicación de estas estrategias de riego a olivares de características diversas. Con el RDC se aumenta la dosis de riego en los momentos del ciclo del cultivo en los que el olivo es más sensible al estrés hídrico y se disminuye en los momentos de menor sensibilidad. En la Fig. 1 se muestra la estrategia de RDC que estamos usando en olivares del sur de España en los que nuestro grupo de investigación (grupo REC, www.olima.es) desarrolla trabajos relacionados con la programación del riego del olivar. Como se puede apreciar en la figura, las dosis de riego son mayores durante la floración, primeras semanas del endurecimiento del hueso y poco antes de la recogida de la aceituna de mesa. El riego

en los dos primeros periodos garantiza el número y tamaño final de los frutos, y con el último se consigue que los frutos se recuperen tras los rigores del estío y que la acumulación de aceite no resulte mermada.

Del análisis de la Fig. 1 se deduce que, para una correcta programación del RDC, se requiere un adecuado conocimiento de la fisiología del cultivo y un seguimiento preciso del estrés hídrico de los árboles. Ambos factores son necesarios para garantizar que no se den niveles de estrés excesivo en periodos en los que la planta es particularmente sensible al estrés hídrico. Se evita así no sólo una disminución del desarrollo y producción en ese año, sino también el declive prematuro de la plantación.

MEJORA DEL RIEGO BASADA EN LA ECOFISIOLOGÍA DEL OLIVO

Con los estudios ecofisiológicos se analiza la respuesta del olivo a las condiciones medioambientales. En el caso del riego se estudian las variables fisiológicas y agronómicas relacionadas con el estrés hídrico. Los continuos avances que vienen haciéndose en este campo (Gucci et al., 2009; Rapoport et al., 2012) permiten identificar mejor las fases del ciclo del cultivo de mayor sensibilidad al estrés hídrico, por lo que disminuyen los riesgos derivados de un mal uso del RDC.

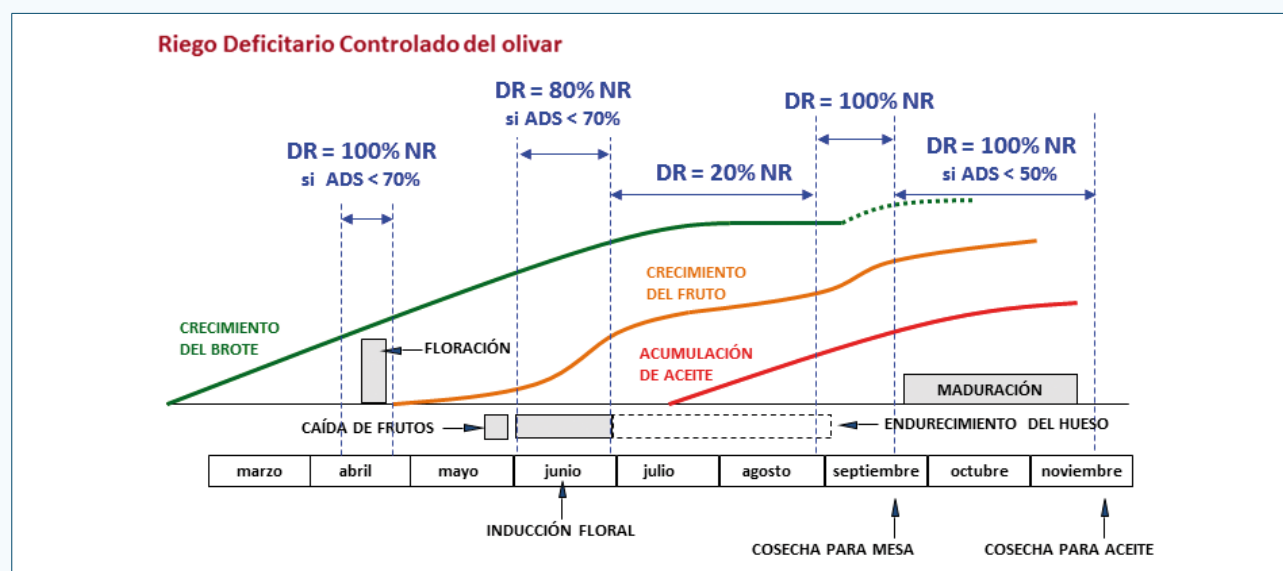


Figura 1. Estrategia de riego deficitario controlado (RDC) recomendada para olivares del sur de España. DR = dosis de riego; NR = necesidades de riego para la máxima producción del cultivo; ADS= agua disponible en el suelo. GMT = hora del meridiano de Greenwich.

NUEVOS MÉTODOS PARA EL SEGUIMIENTO DEL ESTRÉS HÍDRICO

En los últimos años se han desarrollado nuevos métodos para el seguimiento del estrés hídrico en el olivar, que se caracterizan por un funcionamiento continuo y automático. Todos ellos permiten, además, que los datos registrados en campo puedan consultarse desde cualquier ordenador conectado a Internet. Estos métodos se basan en medidas que se hacen en el árbol, bien de flujo de savia, FS [Fernández y col., 2008b], del diámetro del tronco, TDV [Fernández y Cuevas, 2010; Ortuño y col., 2010] o de la presión de turgencia en la hoja, PT [Ehrenberger y col., 2011; Fernández y col., 2011]. La ventaja de estas medidas en la planta es que reflejan no sólo el estado hídrico del suelo y de la atmósfera que la rodea, sino también la propia respuesta del árbol a dichas condiciones. La Tabla 1 resume las ventajas que estos nuevos métodos tienen sobre un método convencional como es el uso de la cámara de Scholander.

De la Tabla 1 se deduce que hay dos inconvenientes principales para un uso generalizado de los nuevos métodos: su dificultad de uso y su precio. Ante lo primero, hay empresas como la española Verdtech (www.verdtech.es) o la israelí Phyttech (www.phyttech.es) que disponen de estaciones de registro de variables clave para el control del riego, incluidas algunas relacionadas con los métodos mencionados. Tras establecer un contrato por sus servicios con el agricultor, la empresa instala un número adecuado de estaciones de registro en la plantación, adquiere los datos, los interpreta y le facilita al agricultor la información resultante en un formato sencillo. Se resuelve así la dificultad de interpretación de la información suministrada por los nuevos métodos.

En cuanto al coste de aplicación, en fincas grandes y heterogéneas el número de sensores requeridos para el control del riego puede ser prohibitivamente elevado. Pero, una vez más, la tecnología ofrece soluciones. Los métodos de teledetección permiten visualizar la variabilidad del estrés hídrico en la plantación, condicionada por las propiedades del suelo y de la planta. Estos métodos se basan en la toma de imágenes de la plantación desde aviones convencionales o vehículos no tripulados controlados desde el suelo, como aviones y helicópteros de aeromodelismo [Suárez et al., 2008; Zarco-Tejada et al., 2009]. Hay empresas que toman las imágenes y las analizan, suministrando al agricultor una información que le permite reducir sustancialmente el número de árboles a instrumentar sin perder precisión, por lo que se abarata el uso de estos nuevos métodos.

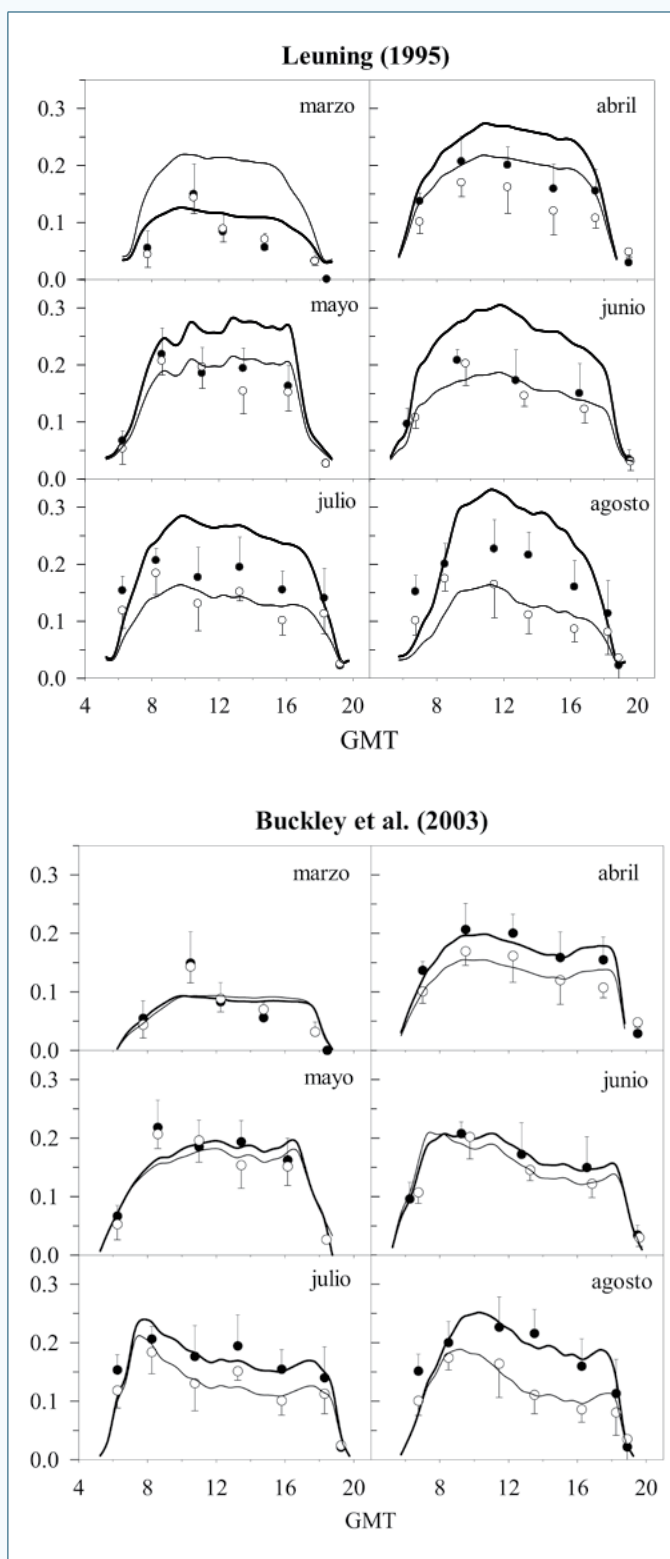


Figura 2. Comparación entre los valores de conductancia estomática simulados (líneas) y medidos (círculos, $n = 10 \pm SE$) en olivos 'Manzanilla de Sevilla' adultos, en la finca La Hampa [Coria del Río, Sevilla]. Se consideraron dos tratamientos hídricos, riego localizado (círculos negros y líneas gruesas) y secano (círculos blancos y líneas finas). Las gráficas muestran los ciclos diarios en días representativos de la estación de riego. Las simulaciones se hicieron con el modelo empírico de Leuning [1995] y el modelo mecánico de Buckley y col. [2003].

CONCLUSIONES

La variedad de métodos existente para la programación del riego permite elegir el adecuado para cualquier tipo de plantación, economía y grado de formación del agricultor. La realidad demuestra, sin embargo, que es raro el olivar en el que se programa el riego con ayuda de un método al uso. Quizá sea necesario, por tanto, un

mayor esfuerzo de divulgación sobre los avances que se están logrando sobre la gestión del riego, con la premisa de el agricultor que resulte convencido de la rentabilidad de estos métodos acabará usándolos, lo que ayudará a la sostenibilidad de la agricultura de regadío.

BIBLIOGRAFÍA

Consultar con el autor.

CÁMARA SCHOLAND.	TDV	FS	PT
Sí	Sí	Sí	Sí
Limitado	Limitado árb. gran.	Limitado riz. gran.	Sí leve, no severo
Sí	Sí	Sí	Limitado
-	Sí	Sí	Sí
Sí	Sí, salvo instalac.	Sí, salvo Instalac.	Sí
No	Sí	Sí	Sí
Sí	Limitado	Limitado	Limitado
No	~ Sí	~ Sí	Limitado
Sí	Sí con teledetecc.	Sí con teledetecc.	Sí con teledetecc.

Tabla 1. Grado de cumplimiento que tienen diversos indicadores de estrés hídrico de los requerimientos necesarios para que, según Goldhamer y Fereres (2001), Gallardo y col. (2006) y Naor (2006), entre otros, resulten adecuados para plantaciones comerciales.



Foto 1. Sensores para la medida del flujo de savia y de las variaciones en el diámetro del tronco, instalados en un olivo 'Arbequina' de 4 años de edad.



Foto 2. Sonda ZIM (www.zim-plant-technology.com) instalada en una hoja de olivo para la medida de su potencial de turgencia.

Aprovechamiento de residuos de almazaras como enmienda orgánica para una olivicultura sostenible: evaluación agronómica y ambiental

Antonio López Piñeiro. Profesor Titular Edafología y Química Agrícola. Universidad de Extremadura.
pineiro@unex.es



INTRODUCCIÓN

En los últimos años el interés por la utilización de sistemas de producción sostenibles ha experimentado un notable incremento, persiguiéndose la consecución de óptimos rendimientos conservando el suelo, agua, energía y, en definitiva, protegiendo el medio ambiente. Una alternativa a la escasez de estiércoles como enmienda orgánica ha sido el uso de residuos orgánicos procedentes de industrias agroalimentarias, residuos sólidos urbanos, lodos de depuradora, etc. En este contexto, tan sólo en Andalucía y Extremadura se producen más de 3.400.000 t de residuos de la industria oleícola (alperujo) al año, que cada vez tiene un mayor carácter contaminante y que, en consecuencia hay que eliminar, si es posible, de manera que sea económicamente rentable. Una alternativa a la solución del problema que plantean los residuos de la industria oleícola en su eliminación, es su reciclaje mediante su aplicación agronómica (como enmienda orgánica) a los suelos directamente o una vez compostado. El incremento en materia orgánica tras su aplicación al suelo puede mejorar la eficiencia en el uso del agua, así como determinadas propiedades edáficas que condicionan la productividad. Además, la adición de estos residuos orgánicos al suelo puede ejercer un efecto amortiguador sobre la lixiviación de agentes potencialmente contaminantes utilizados en la agricultura como son los plaguicidas, cuya contaminación difusa originada por su transporte hacia las aguas superficiales, puede tener una gran

incidencia en los pantanos de los que se suministra agua a las poblaciones próximas. Con este trabajo se pretende determinar el efecto que la aplicación directa de alperujo ejerce en las propiedades edáficas, productividad y dinámica del herbicida diurón.

MATERIALES Y MÉTODOS

La enmienda orgánica utilizada procede de una almazara de dos fases. En un olivar que ha recibido repetidas aplicaciones de alperujo (7 años) se ha llevado a cabo una experiencia con un diseño experimental planteado en bloques al azar, con tres réplicas por tratamiento, seleccionándose tres dosis: 30 y 60 t ha⁻¹ de alperujo (T1 y T2), y un control en el que no se aplicó enmienda (T0). Las características generales de los suelos y residuo se presentan en la Tabla 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación continuada de alperujo incrementó significativamente los niveles de N, P y K en los suelos enmendados (Tabla 1), indicando que este residuo puede ser utilizado como alternativa a los fertilizantes inorgánicos. El incremento de P observado en los suelos que reciben alperujo, además del beneficio agronómico, también puede ayudar a resolver los problemas de fijación de este elemento, fenómeno frecuentemente detectado en los suelos de olivar. Los incrementos significativos de K asimilable detectados en los suelos enmendados sugieren que la utilización de este residuo mejoraría la tolerancia del cultivo frente a situaciones de stress, incluyendo las derivadas por sequía frecuentemente observada en condiciones mediterráneas semiáridas, en las que el 98% de los olivares mundiales se ubican. Con respecto al control, la aplicación continuada de alperujo conduce a un descenso significativo de los valores de densidad aparente (DA) en T1 (13%) y T2 (27%) (Tabla 1). La elevada correlación observada ($r=0.901$) entre los valores de DA y carbono orgánico (CO) sugieren que el descenso observado en DA obedece al mayor contenido en materia orgánica observado en los suelos que incorporan alperujo. La aplicación de alperujo produce un incremento significativo en los valores de estabilidad estructural (44% y 62% para T1 y T2, respectivamente) (Tabla 1). El incremento de la estabilidad

de los agregados puede ser también atribuido a la mayor presencia de materia orgánica en los suelos T1 y T2 que en T0. La mejora observada en la estabilidad de los agregados estructurales contribuirá a que los suelos que reciben alperujo ofrezcan una mayor resistencia frente a procesos erosivos.

A pesar de la elevada concentración de compuestos potencialmente tóxicos, por ejemplo polifenoles, que se incorporan con la aplicación de alperujo (tabla 1), la utilización de este residuo conduce a un incremento significativo en la producción de aceitunas, especialmente en el tratamiento que incorpora la dosis más baja (17%) (Tabla 2). El estado nutricional del cultivo en el tratamiento control presenta niveles de N y K por debajo de los valores límites para el rango de suficiencia. Por el contrario, los niveles de N, P y K en los suelos enmendados se sitúan por encima del umbral de suficiencia (Tabla 2), indicando que la aplicación de alperujo puede equilibrar la nutrición mineral.

La persistencia del herbicida ($T_{1/2}$) no se encuentra afectada por la aplicación de alperujo (Tabla 3). Sin embargo, los resultados muestran un aumento importante de la adsorción del herbicida diurón y una menor lixiviación del mismo en los suelos que incorporan alperujo. Parece importante, por tanto, tener en cuenta estos efectos a la hora de fijar las dosis de este tipo de enmienda así como las de los plaguicidas que se coapliquen con ella en los suelos de olivar.

CONCLUSIONES

El aprovechamiento agronómico del alperujo en el olivar puede contribuir a mejorar la calidad de los suelos que los soportan, así como su productividad. Igualmente, la aplicación de estos residuos puede resultar una práctica eficaz para minimizar la contaminación de acuíferos por plaguicidas, especialmente en zonas semiáridas cuyos suelos agrícolas son muy pobres en materia orgánica.

Tabla 1. Propiedades generales de los suelos y alperujo utilizado

	T0	T1	T2	Alperujo
Carbono orgánico (g kg⁻¹)	11.1	26.2	36.44	535
pH (H₂O)	8.00	7.80	7.15	5.70
N total (g kg⁻¹)	1.53	2.77	3.33	16.0
P asimilable (mg kg⁻¹)	14.0	37.6	60.3	2.75*
K asimilable (mg kg⁻¹)	351	877	1657	7.30**
Conductividad eléctrica (dS m⁻¹)	0.439	0.584	0.824	5.02
Polifenoles (g kg⁻¹)	0.016	0.029	0.057	7.30
Agregados estables (%)	31.6	45.4	51.9	
Densidad aparente (kg L⁻¹)	1.45	1.25	1.06	
Porosidad (mm³ g⁻¹)	221	337	512	
Capacidad de campo (%)	30.1	35.8	39.2	

P total (g kg⁻¹); ** K total (g kg⁻¹)

Tabla 2. Efecto de la aplicación de alperujo en la productividad y estado nutricional del cultivo

	Producción (kg ha⁻¹)	N concentración (g kg⁻¹)	P concentración (g kg⁻¹)	K concentración (g kg⁻¹)
T0	8184	12.3	1.24	7.83
T1	9592	15.2	1.36	8.21
T2	8717	15.9	1.42	8.19

Tabla 3. Efecto de la aplicación de alperujo en la adsorción, disipación y lixiviación de diurón

	Kf	nf	R²	T_{1/2} (días)	Lixiviado (%)
T0	6.93	0.719	0.995	8.5	9.5
T1	8.58	0.877	0.985	8.0	6.4
T2	13.6	0.844	0.984	8.1	5.1

Diseño y manejo agronómico de plantaciones de olivar en seto

Juan Parras Cintero. Ingeniero Agrónomo. Centro de Investigación Finca la Orden-Valdesequera.
juan.parras@juntaextremadura.net



ANTECEDENTES

En las últimas décadas en la olivicultura española ha surgido un nuevo tipo de plantaciones de olivar, con densidades comprendidas entre los 1.500-2.000 olivos/ha que recibe el nombre de olivar superintensivo o en seto. Su implantación está ligada a la pretensión de mecanización integral del cultivo, destacando la recolección mediante cosechadora cabalgante, y la poda, una vez establecido el seto, consiguiendo con ello una reducción significativa de los costes. Además existen otras características que han ayudado a su difusión, como la precocidad productiva, la elevada producción en los primeros años y la baja vecería de las variedades empleadas. Todo ello ha derivado en un importante aumento de superficie plantada de este tipo de olivar, con registros superiores a las 40.000 ha a nivel nacional y 80.000 ha a nivel mundial (Tous, 2010). Pero no todo son ventajas, este sistema plantea inconvenientes como son, los elevados costes de implantación, el poco material vegetal disponible, la dificultad para controlar el vigor de los árboles, requiere de explotaciones de cierta dimensión y poco accidentadas que permitan el paso de la maquinaria y la mayor incidencia de ciertas plagas y enfermedades. Por ello, es fundamental un diseño y manejo agronómico adecuado de las plantaciones de olivar en seto (agua, suelo, planta), para

garantizar una productividad sostenida a lo largo de tiempo y su rentabilidad.

DISEÑO DE PLANTACION EN OLIVAR EN SETO

Es necesaria una planificación detallada en la fase previa al establecimiento del olivar en seto para garantizar al máximo su potencial productivo y evitar errores que serán difíciles de corregir a posteriori: orientación de filas, marco de plantación, sistema de formación de la planta, estructura de soporte, acondicionamiento del terreno, etc. Partiendo del conocimiento de las características del suelo, los parámetros climáticos, el tamaño de la explotación, las características del aceite deseado y la tolerancia y/o resistencia a enfermedades, se elegirán la/s variedad/es a emplear. Esta elección está muy limitada, con un abanico varietal contrastado y adaptado al olivar superintensivo de 5 variedades ("Arbequina", "Arbosana", "Koroneiki", "Sikitita" y "Tosca 07®"), aunque, en los próximos años, se prevé la incorporación de muchas otras como resultado de diferentes programas de mejora genética en curso.

En nuestras latitudes la opción más apropiada para orientar las filas del cultivo, si la topografía y los vientos dominantes lo permiten, será la orientación N-S, que maximiza la interceptación de luz solar por parte de la planta.

Los marcos de plantación más utilizados oscilan 3,75-4,5 x 1,35-2 m y la altura de vegetación no debe ser superior a los 2,5-2,7 m para evitar sombreamientos y para que la cosechadora cabalgante trabaje de manera óptima. Además, los olivos deberán estar alineados y formados sobre un eje central, apoyándose su estructura vegetativa en un soporte, formado por tutores, postes y alambres que garanticen el porte erguido de la planta. Se preverá dejar espacio al final de las filas (6-10 m) que facilite el giro de la maquinaria y pasillos auxiliares de anchura similar en filas de larga longitud (>225 m) cuando la descarga de la aceituna se realiza sobre tolvas. Si las cosechadoras poseen brazo de descarga lateral, la longitud de la fila carece de importancia. Antes de realizar la plantación, las operaciones culturales de subsolado o desfonde, facilitan el establecimiento de la planta en suelos con horizontes arcillosos próximos a la superficie, así como, la realización de caballones para asegurar un espacio mínimo y adecuado para el desarrollo radicular de los olivos. La sensibilidad de los olivos a la asfixia radicular hace especialmente útil el uso de caballones en terrenos con exceso de humedad y con problemas de salinidad.

MANEJO DEL CULTIVO

Mantenimiento del suelo y malas hierbas

Las prácticas habituales son dos: el uso de cubiertas vegetales, ya sean de especies adventicias o sembradas en el centro la calle y tratamiento herbicida debajo de los árboles y el empleo del sistema no laboreo con suelo desnudo y tratamiento herbicida en toda la superficie. Las cubiertas vegetales reducen la compactación del suelo y su incorporación al suelo después de la siega, ayuda a mejorar el contenido de materia orgánica. Para el control de malas hierbas es aconsejable la aplicación de herbicidas o acolchado plástico frente al laboreo tradicional. Este control será más exhaustivo en los primeros años de la plantación debido a la proliferación de especies adventicias a causa de una mayor iluminación del suelo y favorecido por las labores preparatorias del terreno. En años sucesivos el control de malas hierbas distintas a las naturales (*Conyza ssp.*) centrarán la mayor atención. Para evitar el crecimiento de malas hierbas en las proximidades del olivo se recomienda el uso de protectores, que además de inhibir el crecimiento de brotes laterales protege al olivo de los tratamientos herbicidas.

Abonado

El plan de abonado variará en función del estado de desarrollo de la plantación y las necesidades del cultivo, y en su diseño se tendrán en cuenta el contenido de nutrientes en planta, suelo y agua de riego. Es recomendable dosificar el N, lo que permitiría reducir sus aportaciones

y frenar el crecimiento excesivo de los olivos. Por ello debería limitarse el abonado nitrogenado a partir del mes agosto. Por el contrario, es recomendable abonados potásicos desde endurecimiento de hueso hasta cosecha, mientras que, las aportaciones de fósforo serán regulares a lo largo del ciclo.

Plagas y enfermedades

Debido a la alta densidad de plantación cobran más relevancia plagas como glifodes (*Margaronia unionalis*), sobre todo en el periodo de formación, ya que, ataques importantes provocan la emisión de rebrotes y ralentizan el crecimiento del olivo. Para su control se recomienda la alternancia de materias activas en los tratamientos fitosanitarios. En cuanto a enfermedades destaca el repilo (*Spilocaea oleagina*), cuya propagación se ve favorecida por la alta densidad vegetativa; para ello se recomienda tratamientos cúpricos preventivos al comienzo del otoño (octubre) y a la salida del invierno (febrero-marzo).

Poda

Las técnicas de poda empleadas son tanto manuales como mecánicas. La poda de formación se realiza de manera manual mediante pequeñas intervenciones para mantener el eje central y evitar ramas bajas, mientras que la poda de producción puede ser totalmente mecanizada o semimecanizada. En ambos casos, para el control de la altura del seto se realizará una poda de rebaje o topping, que facilitará el trabajo de la cosechadora. Con la misma máquina de discos rotativos colocada en posición vertical se realizará la poda de los laterales alternando las paredes del seto cada dos años. Si se actuara de manera manual, se eliminarán aquellas ramas de cierto grosor dirigidas hacia la calle y/o presenten competencia al eje central. La poda de las faldas podrá ser mecanizada, con máquinas recortadoras acopladas al tractor, semimecanizada, con cortasetos manipulado por un operario o de manera manual. Los restos de poda serán alineados en el centro de la calle y mediante pase de picador incorporados al suelo.

Recolección

Se realiza con cosechadoras cabalgantes, ya sean arrastradas o autopropulsadas, vendimiadoras adaptadas o específicas para olivares en seto. Éstas presentan dimensiones variables desde 2,5-3,5 m de altura y 0,5-1 m de anchura del túnel de trabajo. Para la mayoría de las variedades en olivar en seto, la eficacia de recolección de la cosechadora es muy elevada (90%), siendo la velocidad de trabajo 2,5-3 h/ha (Tous et al., 2006)..

BIBLIOGRAFÍA

Consultar con el autor.

Estrategias de Riego Deficitario Controlado en sistemas de olivar en seto

Juan Manuel Pérez Rodríguez. Ingeniero Técnico Agrícola. Centro de Investigación Finca La Orden-Valdesquera. juanmanuel.perez@juntaextremadura.net



INTRODUCCIÓN

La introducción del riego por goteo en el olivar ha sido un aspecto clave que marcó el inicio de las transformaciones a regadío de las plantaciones tradicionales. Además, dio lugar a sistemas de producción más intensivos hasta llegar a las actuales plantaciones en seto con densidades entre 1.500-2.000 plantas/ha. Sin embargo, una de las mayores limitaciones del olivar en seto es el excesivo vigor de las variedades actuales, provocando problemas a medio-largo plazo y limitando la vida útil de las mismas (15-20 años).

La alta densidad con el vigor de los árboles favorece su rápido desarrollo y entrada en producción con elevadas cosechas iniciales. Sin embargo, pasa a ser un problema a medida que avanza su edad, de forma que la sostenibilidad de la misma depende entre un equilibrio entre producción y crecimiento (Gómez del Campo *et al.*, 2009; Connor *et al.*, 2009). En este contexto, el empleo de estrategias de riego deficitario controlado (RDC), desde los primeros años de plantación, pueden ser una herramienta específica de control del vigor y que estemos ante un sistema que para ser sostenible deba restringir el uso del agua.

OBJETIVOS

Determinar si el uso de RDC es una herramienta viable para controlar el vigor de un olivar en seto cv. 'Arbequina' desde los primeros años tras la plantación, de forma que aumente su vida útil y apoye la viabilidad económica.

METODOLOGÍA

Se realizó un ensayo en campo durante 3 años (2009-2011) sobre una parcela de olivar en seto var. 'Arbequina' establecido en el año 2008 y situada en la Finca "La Orden-Valdesquera", Guadajira (Badajoz). La densidad de plantación fue de 1.975 olivos/ha (3,75 x 1,35 m) y orientación N-S. El sistema de riego fue por goteo superficial, con una tubería por fila de árboles, con goteros integrados autocompensantes a 75 cm de distancia y caudal de 2,2 l/h.

El diseño del ensayo fue de bloques al azar, con 4 repeticiones y parcelas elementales formadas por 3 filas de 12 árboles. Se aplicaron 3 tratamientos de riego deficitario (RDC-1, 2 y 3) y un Control regado acorde a necesidades hídricas (Orgaz *et al.*, 2006). Los RDC fueron establecidos en base a un nivel de potencial hídrico de tronco y diferenciando entre fases de cultivo (Tabla 1).

	Fase I Brotación-EH	Fase II EH-Envero	Fase III Envero-Recolección
Control	Riego al 100% de ETc		
RDC-1	-1,0 MPa	-1,4 MPa	-1,2 MPa
RDC-2	-1,4 MPa	-2,0 MPa	-1,6 MPa
RDC-3	-2,0 MPa	-3,0 MPa	-1,6 MPa

(EH)= endurecimiento hueso)

Tabla 1: Estrategias aplicadas de riego según fases de cultivo en olivar en seto var. 'Arbequina',

RESULTADOS

Agua aplicada

El empleo de RDC supuso un ahorro de agua de riego con respecto al Control del 85-90% para el tratamiento más estresado (RDC-3). En los tratamientos intermedios las dosis fueron inferiores entre el 25-47% para el RDC-1 y del 61-78% en el RDC-2. La distribución estacional del agua aplicada por fases así como la pluviometría anual fue la que se presenta en la Tabla 2. Cabe destacar, que en la fase I y II las proporciones totales van disminuyendo a medida que se aplican tratamientos más severos. Por el contrario, en la fase III se llega a aportar hasta 90% del agua total en el caso del tratamiento de más déficit.

Tratamientos	% por fase	2009 m ³ /ha	2010 m ³ /ha	2011 m ³ /ha
Control	(25-50-25)	3.600	3.900	4.500
RDC-1	(20-50-30)	1.900	2.300	3.400
RDC-2	(10-40-50)	810	670	1.750
RDC-3	(5-5-90)	360	290	670
Lluvia	(mm)	340	505	270

Tabla 2: Riego (m³/ha) y lluvia (mm) en los diferentes tratamientos de riego durante las campañas 2009-2011 en olivar en seto var. 'Arbequina'.

Crecimiento vegetativo

En la Figura 1 se muestra el tamaño final de las copas de los árboles y el perímetro de tronco alcanzado. Se observa en ambos parámetros que son necesarias estrategias de moderadas a severas para reducir el vigor de los árboles. Tratamientos muy severos (RDC-3) aunque controlaron igualmente el vigor de los árboles retrasaron la formación del seto.

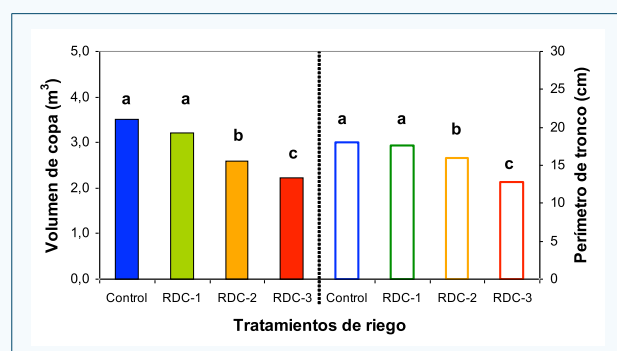


Figura 1: Volumen de copa (m³) y sección de tronco (cm) final (2011) según tratamientos de riego en olivar de seto var. 'Arbequina'. Letras distintas indican diferencias significativas (P<0,05).

Producción

El tratamiento Control y RDC-1 fueron los más productivos y con valores similares en todos los años de estudio (Figura 2). Por el contrario, el tratamiento más deficitario

(RDC-3) presentó una pérdida de productividad media del 55%. En posición intermedia se sitúa el tratamiento RDC-2 con un bajada de producción media del 36% pero con una tendencia productiva a igualarse a los más regados como muestra los resultados del último año.

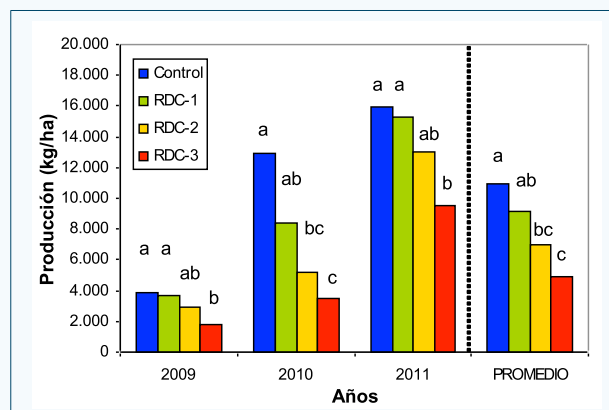


Figura 2: Producción de aceitunas según tratamientos de riego en olivar de seto var. 'Arbequina'. Letras distintas indican diferencias significativas (P<0,05) (2009-2011).

Eficiencia del uso del agua (EUA) y productiva (EP)

El tratamiento con mayor EUA fue el tratamiento más deficitario pero fue igualmente el que menor EP presentó. Sin embargo, tratamientos moderados (RDC-2) se situaron en un punto intermedio entre ambos parámetros equilibrando una buena EUA con una EP similar al control (Tabla 3).

Tratamientos (2009-2011)	EUA		EP	
	Kg aceite /m ³ riego		Kg aceite /m ³ copa	
Control	0,61	c	0,35	a
RDC-1	0,77	c	0,31	ab
RDC-2	1,50	b	0,32	ab
RDC-3	2,63	a	0,26	b

Tabla 3: Eficiencia media en el uso del agua de riego (EUA) y eficiencia productiva (EP) para aceite en los diferentes tratamientos de riego en olivar en seto var. 'Arbequina' (2009-2011).

CONCLUSIONES

Un riego deficitario moderado (RDC-2) resultó ser la estrategia de uso más adecuada en un olivar joven en seto ya que supuso un ahorro de agua de riego entre el 61-78%, controlando el vigor de los árboles. Las pérdidas productivas medias del 36% tienden a igualarse al tratamiento control con los años, presentando el mejor equilibrio entre la EUA y la EP.

Este trabajo se llevó a cabo como parte del proyecto INIA RTA2008-00033-C02-02 y cofinanciado por FEDER

BIBLIOGRAFÍA

Consultar con el autor.

Caracterización de los aceites elaborados a partir de las principales variedades extremeñas

Daniel Martín Vertedor. Dr. en Ciencias Biológicas. Instituto Tecnológico Agroalimentario (INTAEX).
daniel.martin@juntaextremadura.net

En Extremadura, la importancia del cultivo del olivar se pone de manifiesto por el hecho de ser el cultivo al que se dedica mayor superficie dentro del total de tierras cultivadas (285.570 ha aprox.) (*). Las variedades de aceituna más representativas en la Comunidad Autónoma de Extremadura son por orden de importancia las denominadas Carrasqueña, Manzanilla Cacereña, Cornezuelo, Corniche, Morisca, Picual y Verdial de Badajoz. Para realizar un estudio de caracterización del aceite de oliva virgen es indispensable conocer la composición en ácidos grasos y triglicéridos para poder realizar una diferenciación varietal (*), diferenciar distintos tipos de aceites (*) o el origen del área de producción (*). Además, la fracción esterólica y de hidrocarburos se ha utilizado para diferenciar aceites con características propias, y estudiar su origen varietal (*). Esta información analítica es de gran utilidad pues en muchos casos permite detectar eventuales adulteraciones además aporta un conocimiento más completo sobre la tipicidad de los aceites (*).

Asimismo, la determinación del perfil fenólico de los aceites resulta de gran interés para industria oleícola ya que obedece a la necesidad de caracterizar los aceites de oliva elaborados a través de biomarcadores, como son los compuestos fenólicos.

PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS

El contenido medio de los ácidos grasos mayoritarios como son palmítico (12,7 %), palmitoléico (0,97 %), esteárico (3,04 %), oleico (72,5 %), linoléico (8,90 %) y linolénico (0,78 %), representan alrededor del 99,0 % del total y están muy próximos a los referidos por diversos autores (*).

Existen claras diferencias varietales en la proporción de cada uno de ellos, tal como se puede observar en el oleico cuyo nivel medio oscila entre el 79,8 % que presenta la variedad Cacereña y el 62,7 % que presenta la variedad Verdial de Badajoz. En esta misma línea, el nivel de linoléico presenta igualmente importantes oscilaciones que van desde los niveles de la variedad Verdial de Badajoz con el 18,2 %, frente al que presenta la variedad Picual con el 3,48 %. Al margen de las diferencias significativas señaladas para las diferentes variedades, se aprecia un

primer grupo con alto contenido en oleico y bajo en linoléico como son Carrasqueña, Cacereña, Corniche y Picual, frente a un segundo grupo constituido por las variedades Cornezuelo, Morisca y Verdial de Badajoz que presentan bajo nivel de oleico y alto en linoléico. En este segundo grupo, aunque a menor escala también se aprecia un ligero aumento del nivel de ácido palmítico y esteárico frente al primero.

FRACCIÓN ESTERÓLICA

Los esteroides se encuentran en concentraciones importantes en el aceite de oliva, de estos el más representativo es el β -sitosterol, seguido del Δ -5-avenasterol. Entre estos dos esteroides mayoritarios existe una alta correlación negativa. En ambos se aprecia una clara diferenciación de dos grupos dentro de las variedades, por un lado Cacereña, Morisca y Cornezuelo y por otro Carrasqueña, Corniche, Picual y Verdial de Badajoz.

El Campesterol, presenta unos niveles muy superiores en las variedades Corniche, Picual y Verdial de Badajoz, con claras diferencias a los que presentan las variedades Carrasqueña, Cacereña, Cornezuelo y Morisca. Este esteroide podría tener un importante poder diferenciador al ser poco sensible a variaciones frente a factores como el estrés hídrico, localización geográfica y conservación.

Este mismo análisis permite apreciar unas claras diferencias entre los altos niveles de Eritrodil + Uvaol de las variedades Carrasqueña, Corniche y Verdial de Badajoz (2,6 - 3,3 %) frente a los mínimos que presentan las variedades Cacereña y Picual (1,3 - 1,5 %), encontrándose en niveles medios las variedades Cornezuelo y Morisca (2,42 %).

PERFIL DE TRIGLICÉRIDOS

Globalmente destacan, dentro de los considerados triglicéridos mayoritarios, un grupo constituido por OLL (0,35 - 6,29 %), OLnO (1,30 - 2,69 %), OLO (6,24 - 21,1 %) y PPO (2,37 - 4,23 %), al igual que la suma PLO + SLL (2,66 - 10,9 %), que al margen de la variabilidad que presentan, son unos niveles sensiblemente más altos en las variedades Cornezuelo, Morisca y Verdial de Badajoz. Por otro lado, dentro igualmente de los mayoritarios, los triglicéridos OOO (27,1 - 50,9 %) y POO (18,9 - 28,0 %)

son los que presentan los niveles más altos en todas las variedades.

Teniendo en cuenta los niveles de ECN 42 se observan que son muy representativos para las variedades Cornezuelo, Morisca y Verdial de Badajoz. Esto mismo ocurre para los niveles de ECN 44 y ECN 46, especialmente en esta última variedad. Estos valores máximos encontrados son explicados por el contenido de los triglicéridos OLL (ECN 44), OLO (ECN 46), así como la suma PLO + SLL, es decir un mayor contenido en ácido linoléico. En contraposición, son las variedades Cacerena y Picual las que presentan valores mínimos en estos niveles referidos.

Los niveles de ECN 48, los más importantes desde el punto de vista cualitativo dada su alta proporción, son los más representativos en las variedades Carrasqueña, Cacerena, Corniche y Picual, destacando muy por encima de los niveles medios (68,3 %), tanto la Cacerena como la Picual, influenciados sin duda por los altos niveles en Trioleinas (OOO) que ambas presentan. La regularidad mayor se encuentra en los niveles de ECN 50 que presentan las distintas variedades, destacando tan solo la Cacerena que presenta unos niveles mínimos frente a las demás.

HIDROCARBUROS

Dentro de los aceites de oliva, el compuesto más numeroso de la fracción de hidrocarburos del insaponificable es el escualeno, constituyendo entre el 85 y 90% de ésta (*). Recientemente se ha demostrado la presencia de otros compuestos, como alquenos (*) y sesquiterpenos (*), que hacen aún más diferenciador el análisis de los hidrocarburos sobre todo en los aceites de oliva vírgenes monovarietales.

En algunas variedades como la Cacerena y la Corni-

che son muy numerosos los hidrocarburos que permiten diferenciarlas, teniendo en cuenta que son los de cadena alta ($C_{29,0}$ a $C_{34,0}$) lo más indicados para la primera y los de cadena media ($C_{24,0}$ a $C_{29,0}$) para la segunda. Destacar el alto contenido del $C_{13,1}$ que aparece en las variedades Carrasqueña, Corniche y Picual, presentando la Carrasqueña un valor dos veces superior a la Corniche y cuatro veces más que la Picual. Además, en cuanto al contenido en hidrocarburos totales, la variedad Morisca es la que menos concentración presenta mientras que la Corniche es la que más.

FENOLES

Actualmente, la implicación de los compuestos fenólicos en la salud humana, como compuestos biosaludables, constituye unas de las líneas prioritarias de investigación. Los compuestos fenólicos mayoritarios en el aceite de oliva son los derivados secoiroideos del hidroxitirosol y tirosol que presentan propiedades antimicrobiológicas, hipoglicémicas, hipolipidémicas e hipocolesterolémicas (*).

La forma dialdehídica del ácido elenólico unida a tirosol (p-HPEA-EDA) ha sido el principal fenol encontrado, 281,0 ppm en Verdial de Badajoz frente a los 68,7 ppm de la Carrasqueña. El 3,4-DHPEA-EDA es también relativamente abundante (200,8 ppm en Corniche). Varios estudios han puesto de manifiesto la relación existente entre el atributo sensorial "amargo" y el contenido fenólico total del aceite. También es conocida la capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos presentes en el aceite de oliva virgen. Los estudios realizados hasta el momento muestran una elevada correlación entre el contenido en compuestos fenólicos con su estabilidad oxidativa.

BIBLIOGRAFÍA

(*) Consultar con el autor.

Variedad	ÁCIDOS GRASOS (%)					ESTEROLES (%)				HIDRO-CARBUROS (ppm)	COMP. FENÓLICOS (ppm)	
	C _{16:0}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	Campes-terol	β-sitos-terol	Δ-5-avenas-terol	Eritro-di-ol + Uvaol		p-HPEA-EDA	3,4 DHPEA-EDA
Carrasqueña	13,0 c	3,30 cd	75,3 c	5,12 b	0,70 a	2,58 ab	86,8 b	5,67 ab	2,61 bc	32,9 c	68,7 a	114,2 de
Cacerena	12,2 b	1,72 a	79,8 d	3,50 a	0,69 a	2,63 b	81,0 a	11,9 c	1,54 a	27,9 b	100,6 cd	9,26 a
Cornezuelo	13,3 c	3,18 c	67,8 b	12,9 c	0,85 c	2,64 b	79,4 a	12,5 c	2,42 b	19,5 a	185,3 d	119,4 de
Corniche	11,3 a	3,69 e	78,3 d	3,88 ab	0,78 b	4,01 d	87,3 b	4,22 a	3,28 c	37,3 d	239,5 e	200,8 e
Morisca	14,3 d	3,30 cd	64,3 a	15,1 d	0,88 c	2,31 a	80,5 a	12,3 c	2,41 b	18,7 a	78,9 b	41,7 b
Picual	11,9 b	2,66 b	79,3 d	3,48 a	0,73 a	3,42 c	86,4 b	6,11 ab	1,30 a	20,3 a	88,9 c	77,0 c
Verdial de Badajoz	13,0 c	3,53 de	62,7 a	18,2 e	0,78 b	3,18 c	84,9 b	7,43 b	3,03 bc	23,5 ab	281,0 f	99,3 d

Variedad	TRIGLICÉRIDOS (%)										ECN 48	ECN 50
	OLL	OLnO	OLO	PLO+SLL	OOO	POO	PPO	ECN 42	ECN 44	ECN 46		
Carrasqueña	0,78 a	1,38 a	9,76 b	4,23 b	43,2 b	26,4 d	3,44 bc	0,19 a	2,66 a	14,4 b	73,6 c	8,94 c
Cacerena	0,61 a	1,48 a	8,10 a	3,18 a	50,6 c	25,8 c	3,23 b	0,21 a	2,66 a	11,7 a	80,5 d	4,86 a
Cornezuelo	3,57 b	2,35 b	16,6 c	9,15 c	32,7 a	22,9 b	3,69 c	0,65 ab	6,54 b	26,9 c	59,6 b	6,23 b
Corniche	0,56 a	1,55 a	8,16 a	3,09 a	46,7 b	24,7 b	3,11 a	0,23 a	2,68 a	12,8 a	75,2 c	8,98 c
Morisca	4,13 b	2,48 b	17,1 c	10,0 c	29,5 a	23,2 b	3,95 d	0,82 b	7,25 b	28,3 c	57,0 b	6,52 b
Picual	0,45 a	1,42 a	7,66 a	2,96 a	49,7 c	26,1 d	3,23 b	0,17 a	2,43 a	11,0 a	79,4 c	6,87 b
Verdial de Badajoz	5,53 c	2,60 c	19,3 d	9,95 c	28,7 a	20,7 a	3,23 b	1,00 c	8,63 c	30,4 d	53,0 a	6,83 b

Tabla 1: Contenido medio en ácidos grasos (%), triglicéridos (%), esteroleos (%), hidrocarburos totales (ppm) y compuestos fenólicos mayoritarios (ppm) presentes en las principales variedades extremeñas.

Proyectos sobre riego y nutrición en cultivos hortofrutícolas realizados en el Centro de Investigación Finca La Orden-Valdesequera (2007-2011)

TÍTULO: RTA2011-00136-C04-04 Integración de medidas de suelo, planta y modelos para el manejo eficiente del nitrógeno en los cultivos hortícolas.

FINANCIACIÓN: INIA + FEDER

DURACIÓN: 2011-2013

PROYECTO COORDINADO: IVIA, Junta de Extremadura.

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Prieto Losada, María del Henar [Coordinadora]; Daza Delgado, Carlota; González García, Valme; González García José Ángel.

TÍTULO: RTA2011-00100-C05-03 Incidencia del riego y la altura de espaldera en aspectos agronómicos y enológicos de variedades blancas cultivadas en Extremadura.

FINANCIACIÓN: INIA + FEDER

DURACIÓN: 2011-2013

PROYECTO COORDINADO: IVIA, ITACYL, Junta de Extremadura, FUNDESCAM, MBG.

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Valdés Sánchez, Esperanza [Coordinadora INTAEX] Uriarte Hernández, David; Picón Toro, Joaquín; Mancha Ramírez, Luis Alberto.

TÍTULO: RTA2011-00062-C04-01 Optimización de la calidad organoléptica y funcional del tomate de industria. Selección de genotipos y técnicas de cultivo respetuosas con el medio ambiente.

FINANCIACIÓN: INIA + FEDER

DURACIÓN: 2011-2013

PROYECTO COORDINADO: Junta de Extremadura, ITGA-Navarra y Universidad Jaume I-Castellón

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Campillo Torres, Carlos [Coordinador]; Gragera Facundo, Juan; Daza Delgado, Carlota; González García, José Ángel; Fortes Gallego, Rafael; Sánchez Iñiguez, Francisco; Prieto Losada, María del Henar.

TÍTULO: Mejora en la gestión y utilización de los recursos hídricos y nutricionales para el cultivo del cerezo en el Valle del Jerte.

FINANCIACIÓN: Agrupación de cooperativas Valle de Jerte + Junta de Extremadura

DURACIÓN: 2011-2013

PROYECTO COORDINADO: Junta de Extremadura, Agrupación de cooperativas Valle de Jerte.

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Campillo Torres, Carlos; Nieto Serrano, Elena; Fortes Gallego, Rafael; González García, Valme; Prieto Losada, María del Henar.

TÍTULO: RITECAII: Red de Investigación Transfronteriza de Extremadura, Centro y Alentejo (Fase II). A3-A1 " Optimización

de prácticas de cultivo: uso del agua de riego y agricultura de precisión.

FINANCIACIÓN: JUNTA DE EXTREMADURA + FEDER

DURACIÓN: 2011-2013

PROYECTO COORDINADO: Junta de Extremadura, COTR, Instituto Politécnico De Beja, Escola Superior Agraria, Universidade de Evora, ICAAM.

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: María José Moñino Espino [Coordinadora], Mª Henar Prieto Losada, Antonio Vivas Cacho, Alberto Samperio Saínz-Aja, Fernando Blanco Cipollone, David Uriarte Hernández, Luís Alberto Mancha Ramírez.

TÍTULO: Mejora en la gestión y utilización de los recursos hídricos y nutricionales para el cultivo del tomate de industria.

FINANCIACIÓN: Sociedad de activos productivos e inmobiliarios ROMA S.L. + Junta de Extremadura.

DURACIÓN: 2011-2013

PROYECTO COORDINADO: Junta de Extremadura, Roma SL

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Campillo Torres, Carlos; Daza Delgado, Carlota; Fortes Gallego, Rafael; González García, Valme; Prieto Losada, María del Henar; Terrón López, José María.

TÍTULO: RTA2009-00026-C02-02 Uso del modelo general de cultivo CropSyst para facilitar recomendaciones en el uso de riego deficitario controlado en plantaciones comerciales de Extremadura.

FINANCIACIÓN: INIA + FEDER

DURACIÓN: 2010-2012

PROYECTO COORDINADO: Junta de Extremadura, COTR.

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Mª Henar Prieto Losada, [Coordinadora], María José Moñino Espino, Antonio Vivas Cacho, Alberto Samperio Saínz-Aja, David Uriarte Hernández, Picón Toro, Joaquín, Luís Alberto Mancha Ramírez.

TÍTULO: Transferencia de un paquete tecnológico a Bodegas Antonio Medina e Hijos S.A. para innovar el cultivo del viñedo.

FINANCIACIÓN: PRI + EMPRESA + FEDER

DURACIÓN: 2010-2011

PARTICIPACIÓN EMPRESARIAL: Bodegas Antonio Medina e Hijos S.A.

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: González Toscano, Juan Bautista [Coordinador]; Uriarte Hernández, David; Picón Toro, Joaquín; Mancha Ramírez, Luís; Benítez Guerrero, Antonio; Picón Toro, Julia; Membrillo Moreno, Julián; Moreno Cruz, Víctor.

TÍTULO: RITECA: Red de Investigación Transfronteriza de Extremadura, Centro y Alentejo. 4.2-4.2.1. "Empleo de estrategias de riego deficitario controlado (RDC) en ciruelo japonés.

FINANCIACIÓN: JUNTA DE EXTREMADURA + FEDER

DURACIÓN: 2009-2010

PROYECTO COORDINADO: Junta de Extremadura, COTR.

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: María José Moñino Espino (Coordinadora), M^a Henar Prieto Losada, Antonio Vivas Cacho, Alberto Samperio Saínz-Aja, Ana Isabel Marín Vertedor, Víctor Moreno Rendón.

TÍTULO: RTA-08-0037-C04-03 Mejora del sistema de producción vitícola. Uso eficiente del riego y otras prácticas de cultivo.

FINANCIACIÓN: INIA + FEDER

DURACIÓN: 2008-2011

PROYECTO COORDINADO: Junta de Extremadura, IVIA, IMIDA.

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Prieto Losada, María del Henar (Coordinadora); Uriarte Hernández, David; Picón Toro, Joaquín; Mancha Ramírez, Luís Alberto.

TÍTULO: RTA-08-00033-C02 Estrategias de riego deficitario para el control del vigor en plantaciones de olivar en seto en Extremadura y su efecto sobre la producción y la calidad del aceite.

FINANCIACIÓN: INIA + FEDER

DURACIÓN: 2008-2011

PROYECTO COORDINADO: Junta de Extremadura, IFAPA, Universidad de Extremadura, Universidad de Sevilla.

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Prieto Losada, María del Henar (Coordinadora del subproyecto); Pérez Rodríguez, Juan Manuel; González García, José Ángel; Puebla Arias, Manuel; Moñino Espino, María José; Ruiz Afán, Inés María; Lara Carrasco, Encarna; Parras Cintero, Juan.

TÍTULO: El uso eficiente del nitrógeno en las rotaciones hortícolas

FINANCIACIÓN: Junta de Extremadura + FEDER

DURACIÓN: 2008-2010

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Daza Delgado, Carlota (Coordinadora); Campillo Torres, Carlos; Bautista Toscano, Juan.

TÍTULO: PDT07B008 Transferencia de tecnología para programación de riego y fertilización en frutales de hueso a la sociedad cooperativa CAVAL.

FINANCIACIÓN: Junta de Extremadura + FEDER

DURACIÓN: 2007-2009

PROYECTO COORDINADO: Junta de Extremadura, CAVAL

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Prieto Losada, María del Henar (Coordinadora); Moñino Espino, María José; Vivas Cacho, Antonio; Pérez Rodríguez, Juan Manuel; Campillo Torres, Carlos; Lara Carrasco, Encarna González García, Valme.

TÍTULO: Establecimiento de indicadores agronómicos y enológicos para una vendimia orientada a la elaboración de vinos tintos de calidad en Extremadura.

FINANCIACIÓN: PRI + EMPRESA + FEDER

DURACIÓN: 2006-2008

PARTICIPACIÓN EMPRESARIAL: Bodegas Otero Vaquera; Bodegas Juan Leandro Romero; Bodegas García de la Peña S.L.; Isidoro Martín Mangas; Encarnación Cruz-Guzmán López.

PROYECTO COORDINADO: Junta de Extremadura, Santa Ana

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Prieto Losada, María del Henar (Coordinadora); Uriarte Hernández, David; Picón Toro, Joaquín; Mancha Ramírez, Luís.

TÍTULO: RTA-05-00038-C06-00 Riego deficitario para vinos y uva de calidad.

FINANCIACIÓN: INIA + FEDER

DURACIÓN: 2005-2008

PROYECTO COORDINADO: Junta de Extremadura, IVIA, ITAP, IRTA, ICIA, CITA.

EQUIPO INVESTIGADOR DEL CENTRO: Prieto Losada, María del Henar (Coordinadora del subproyecto); Uriarte Hernández, David; Picón Toro, Joaquín; Mancha Ramírez, Luís Alberto.

GRUPO DE RIEGO Y NUTRICIÓN

LÍNEAS DE TRABAJO

- Ecofisiología de cultivos
- Relaciones Hídricas
- Programación y estrategias de riego
- Nutrición cultivos
- Detección precoz de deficiencias nutricionales
- Influencia de prácticas agronómicas en la calidad del producto
- Reducción del impacto ambiental de riego y fertilización
- Estrategias frente al cambio climático

OFERTA TECNOLÓGICA

- Asesoramiento en el ajuste de programaciones de riego para diferentes cultivos de la zona
- Mejoras en técnicas de cultivo en horticultura
- Optimización de insumos
- Diseño de estrategias de riegos para objetivos productivos concretos
- Empleo de estrategias de riego deficitario controlado, reduciendo consumos hídricos y manteniendo o mejorando los resultados productivos de las plantaciones
- Tecnología para el seguimiento del estado hídrico de los cultivos y la posibilidad de realizar las correcciones en función de las líneas base de potencial hídrico-déficit de presión de vapor
- Asesoramiento en técnicas de análisis foliar, programaciones de abonado y detección precoz de deficiencias nutricionales
- Formación de investigadores y técnicos en técnicas avanzadas en riego y fertilización



la orden

centro de investigación
la orden - valdesequera

Centro de Investigación Agraria
Finca La Orden-Valdesequera
06187 Guadajira (Badajoz)
Tlfn: 924 01 40 00 - Fax: 924 01 40 01
www.centrodeinvestigacionlaorden.es

Financia: {AC2011-00053-00-00}



Cofinancia:



UNIÓN EUROPEA
FONDO EUROPEO DE
DESARROLLO REGIONAL

UNA MANERA DE HACER EUROPA

GOBIERNO DE EXTREMADURA
Consejería de Empleo, Empresa e Innovación

EQUIPO

María del Henar Prieto Losada

Dra. Ingeniero Agrónomo

Carlos Campillo Torres

Dr. Ingeniero Agrónomo

María José Moñino Espino

Dra. Ingeniero Agrónomo

Alberto Samperio Saíñz-Aja

Ingeniero Agrónomo

Rafael Fortes Gallego

Ingeniero Agrónomo

Fernando Blanco Cipollone

Ingeniero Agrónomo

Elena Nieto Serrano

Ingeniero Agrónomo

Víctor Moreno Rendón

Ingeniero Agrónomo

Luís A. Mancha Ramírez

Ingeniero Agrónomo

Juan Parras Cintero

Ingeniero Agrónomo

Carlota Daza Delgado

Ingeniero Agrónomo

Antonio Vivas Cacho

Ingeniero Técnico Agrícola

Juan Manuel Pérez Rodríguez

Ingeniero Técnico Agrícola

Encarna Lara Carrasco

Ingeniero Técnico Agrícola

Jorge Blanco Gallego

Ingeniero Técnico Agrícola

José Ángel González García

Ingeniero Técnico Agrícola

Manuel Puebla Arias

Ingeniero Técnico Agrícola

David Uriarte Hernández

Ldo. Tecnología Alimentos

Valme González García

Ldo. Biología

Inés María Ruíz Afán

Ldo. Química