

SE APLICA EN VITICULTURA DE PRECISIÓN Y PERMITE MONITORIZAR EL VIÑEDO PARA LA TOMA DE DECISIONES

Estimación de la variabilidad del vigor del viñedo a través de un sensor óptico lateral terrestre

Tardáguila J¹, Barragán F², Yanguas R³, Diago M.P¹.

¹ VITUR. Departamento de Agricultura y Alimentación. Universidad de La Rioja. 26006. Logroño. España.

² Bodegas Dinastía Vivanco. 26330. Briones. España.

³ Ingeniero Agrónomo. 31610. Villava. España.

El NDVI (índice diferencial de vegetación normalizado) es un índice vegetativo, utilizado en viticultura de precisión, indicador del vigor y de la densidad foliar. En el presente trabajo se ha estudiado la variabilidad del vigor, a través del NDVI, en un viñedo en espaldera de Tempranillo, mediante un innovador sensor óptico lateral terrestre, con un sensor GPS y montado en un quad.

La variabilidad espacial de las características físico-químicas del suelo, topografía y condiciones climáticas de un viñedo es un hecho bien conocido en viticultura. Esta variabilidad espacial está relacionada directamente con la variabilidad espacial del vigor y los parámetros productivos y cualitativos del viñedo (Hall et al., 2002; Lamb et al., 2004; Bramley y Hamilton, 2004).

Actualmente, la viticultura de precisión permite detectar y gestionar esta variabilidad espacial (Bramley y Proffitt 1999; Lamb et al., 2004; Proffitt et al., 2006; Johnson, 2003). El desarrollo de nuevas tecnologías en la viticultura de precisión permite un mayor control del estado vegetativo y productivo del viñedo (Tardáguila y Diago, 2008).

El vigor es un indicador del crecimiento vegetativo de la planta. En viticultura, frecuentemente se relaciona con la biomasa vegetativa producida anualmente por cada pámpano. El vigor, que corresponde al desarrollo de cada pámpano, y no al desarrollo vegetativo total de una cepa, es un parámetro muy importante en la viticultura de calidad. Es perfectamente conocida la relación directa y negativa existente entre el vigor y la composición de la baya, como concentración de azúcares, antocianos y polifenoles (Cortell et al., 2005; Cortell et al., 2007).

Recientemente, en el contexto de la viticultura de precisión, se han desarrollado los denominados sensores laterales terrestres. Estos sensores miden la reflectancia de la pared vegetal, que puede relacionarse con la densidad de la *canopy*, el vigor y la actividad fotosintética. El sensor utilizado en los ensayos es un sensor lateral terrestre portátil, que dispone de una fuente de luz y unos detectores, capaces de emitir y registrar respectivamente, la luz reflejada por la pared vegetal.

A partir de la información obtenida en la banda roja del visible y el infrarrojo próximo, que son las regiones donde se observa una fuerte absorción por la vegetación fotosintéticamente activa, se pueden calcular distintos índices relativos al estado vegetativo (Rodríguez-Pérez et al., 2007). Uno de los índices más utilizados es el NDVI (índice diferencial de vegetación normalizado, en inglés *Normalized Difference Vegetation Index*) que se define como $NDVI = (R_{770} - R_{660}) / (R_{770} + R_{660})$, siendo R_{770} la reflectancia en el rojo y R_{660} la reflectancia en el infrarrojo cercano (Rodríguez-Pérez et al., 2007). El NDVI varía entre -1,0 y +1,0, según la productividad sea mínima (nula captura de energía luminosa) o máxima (total utilización de la energía luminosa disponible). La utilización conjunta del sensor lateral terrestre y un sistema GPS, permite obtener datos vi-



Sensor óptico con GPS montado en un quad en viñedos de Dinastía Vivanco en la DOca Rioja.

La empresa de servicios de **José Antonio Pena** deposita su confianza en New Holland

En la localidad leridana de Pla de la Font, visitamos la empresa de servicios de maquinaria agrícola propiedad

de José Antonio Pena Galera. Con él hemos hablado largo y tendido sobre su empresa, las máquinas

de que dispone, sus clientes, su organización, y por supuesto de su principal proveedor: New Holland.



José Antonio Pena Galera, propietario, gerente y factotum de la empresa, era el hijo mayor de una familia de siete hermanos, agricultores. Hace ahora veintisiete años decidió dar una nueva orientación a su actividad vinculada con la agricultura, ofreciendo servicios de maquinaria agrícola, en una zona que estaba experimentando una transformación radical y en la que existían, y continúan existiendo, varias fincas de grandes dimensiones.

En estos momentos la empresa cuenta con tres cosechadoras de cereales (una TF 46, una TX 68 y una CX8080), todas ellas New Holland, dos vendimiadoras también New Holland ▶

A la izda.: El personal de la empresa: Antonio Pena, su hermano y su hijo, con Román Lopez, delegado comercial de New Holland, Francesc Concabella, del concesionario de New Holland Maquinaria Agrícola Solsona, y nuestro colaborador.

Debajo: Mural pintado en una pared lateral exterior del taller de la empresa que refleja claramente las preferencias en maquinaria agrícola.



NEW HOLLAND

AGRICULTURE



Una panorámica de las principales máquinas de la empresa

(una SB 65 y una VX7090), y tres tractores, el mayor de los cuales es un New Holland T8040, de 330 CV de potencia, que representan la parte más significativa de su potencial. Para extender su gama de servicios dispone asimismo de un tractor frutero y de un Fiat, de 115 CV, una sembradora volumétrica, para cereales, una monograno de seis hileras, fundamentalmente para maíz, un equipo de pulverización neumática Berthoud adaptable a una de las vendimiadoras, una grada de discos pesada Tractomotor, un subsolador de siete rejas, amén de remolques y algún otro equipo complementario. Como podemos apreciar se trata de una empresa importante, por su equipamiento, por el capital invertido, por los servicios que presta, y que ha sido creada, partiendo prácticamente de cero, por José Antonio Pena.

La solución: servicios a terceros

La situación de la maquinaria agrícola en España obliga cada día más a que se produzcan cambios importantes en su organización. El sistema actual en el que cada finca dispone de toda la maquinaria que necesita y lleva a cabo prácticamente todos sus trabajos es insostenible económicamente. Las máquinas cada vez más sofisticadas, más eficaces, más seguras, tienen, lógicamente, precios elevados y su correcta amortización exige que sean utilizadas el número necesario de horas a lo largo de una vida útil razona-

ble. Obviamente, muchas fincas en España, no justifican este número de horas, con lo cual alargan en exceso esta vida útil. La solución general a este grave problema pasa sin duda por la utilización en común de la maquinaria, y para esta utilización en común, una de las posibilidades más operativas la constituye, sin duda, la existencia de empresas de servicios debidamente equipadas y con personal altamente capacitado.

Este es el caso de la empresa que nos ocupa considerando los principales cultivos de la zona, las características de las fincas, las distancias máximas recorridas, el número de clientes, el número de horas que trabajan las máquinas, y el número de hectáreas "servidas".

Así, los cultivos principales de la zona son los cereales de invierno, el maíz, diversos cultivos forrajeros, y una superficie notable de viña, que se ha implantado recientemente y que en su mayor parte ya se plantó para ser recolectada mecánicamente.

«Tenemos dos clientes principales, dos fincas muy próximas a su domicilio, y el de la empresa, con superficies superiores a las 1.000 hectáreas cada una. Ello permite un arreglo muy interesante para ambas partes», nos comenta José Antonio Pena. La empresa tiene garantizadas muchas horas de trabajo al año, y las fincas tienen siempre a punto unas máquinas de reconocida eficacia, accionadas por personal que las conoce a fondo y que conoce además las fincas en que trabajan.

También le preguntamos si disponen de

algún programa de cálculo de costes de utilización que les permita determinar de forma eficaz los criterios y los plazos de sustitución de las máquinas. La respuesta es pragmática: «las máquinas se cambian cuando empiezan a tener demasiadas reparaciones». Es un criterio de sólida experiencia. Para el tema relativo a los costes de utilización, pertenecen a una asociación de usuarios de maquinaria que les lleva la contabilidad y les indica los precios de coste y por tanto aquéllos a los que puede facturar su trabajo. Las cosechadoras de cereales, el elemento clave de la empresa, llegan a trabajar 1.000 horas al año. Con estas cifras el coste para el cliente puede ser muy razonable y asimismo el beneficio para la empresa.

¿Por qué New Holland?

Nos interesamos por las razones que han llevado a José Antonio a elegir New Holland como proveedor de las principales máquinas de su empresa. La respuesta tiene el aval de estas 27 campañas que lleva trabajando la empresa. «Los equipos New Holland son robustos, muy fiables, y trabajan con una gran precisión», nos comenta José Antonio Pena, mientras destaca el consumo razonable y un coste de mantenimiento muy reducido. Entre otras cualidades, Pena elogia el confort de las cabinas, con un nivel de sonoridad de los más bajos que se pueden encontrar en el mercado así como la amplitud del espacio interior. Y también piensa en el mañana, prueba de ello es la adquisición del potentísimo

tractor T8040 de New Holland que ha comprado con una clara visión de futuro que basa en la seguridad de que tarde o temprano la inmensa mayoría de los pequeños agricultores de la zona optarán por contratar servicios de maquinaria a terceros para las labores propias del cultivo.

Con New Holland desde la cosecha más tradicional hasta la más innovadora

Tras la adquisición de la TF 46, y la TX 68, José Antonio Pena ha decidido completar su flota de cosechadoras New Holland con una CX8080, que dispone de una potencia máxima de 394 CV, seis sacudidores y una capacidad de tolva de 10.500 litros.

Entre otras características técnicas señala que la última cosechadora de cereales que ha adquirido, la CX8080 de New Holland, está equipada con un sistema de seguimiento del flujo de grano que permite establecer los mapas de producción necesarios para poder incorporar las nuevas técnicas de agricultura de precisión. Con relación a estas máquinas subraya que una particularidad interesante es que el cilindro desgranador

trabaja con la máxima eficacia a un número de revoluciones relativamente bajo, alrededor de las 580 rpm, cuando son frecuentes, en otras marcas velocidades de giro mucho más elevadas, hasta 1.000 rpm. Este detalle es importante de cara al consumo del motor, a la generación de ruido de la máquina y al buen funcionamiento de la misma. Otro de los rasgos que destaca José Antonio de las cosechadoras New Holland que componen su flota, es que todas ellas poseen un cajón de criba autonivelante.

Soluciones a la carta

Hace ya seis años que José Antonio Pena adquirió su primera vendimiadora, una SB 65 de la firma New Holland. Comenzó cosechan-

do los viñedos de la bodega Raimat, que disponían de hileras muy largas en las que la capacidad de las tolvas de la vendimiadora no eran suficientes para llegar a justificar su utilización, dado que antes de que acabara la hilera las tolvas estaban llenas y tenía que ir a descargar y volver de nuevo a la misma hilera a continuar el trabajo.

Estudiando la finca, New Holland pensó que lo más rentable en este caso era cosechar con una vendimiadora SB 65 con descarga lateral, de forma que paralela a la vendimiadora iba un tractor con un remolque y la uva se iba descargando al remolque según

se iba cosechando. El acuerdo fue que José Antonio Pena vendimiaría estos viñedos con la máquina a modo de prueba, de forma que si luego quería adquirir la máquina entonces la pagaría, pero si no la quería podía devolverla. Sin duda, sólo una empresa de la envergadura de New Holland puede hacer este tipo de tratos, sobre todo si tenemos en cuenta que era una máquina a estrenar.

Pues bien, José Antonio había estado usando la vendimiadora durante toda la campaña, con unos resultados óptimos, pero la bodega Raimat decidió comprar sus propias máquinas, por lo que sólo necesitaría los servicios de José Antonio

en momentos de mucho trabajo, en los que no daba abasto con sus propias máquinas de vendimiar.

A la vez, a José Antonio Pena le surgió un nuevo cliente, las bodegas Nuviana, del grupo Codorníu, que le ofrecían cosechar gran parte de sus viñedos, los cuales tenían calles mucho más cortas, de un máximo de 300 metros, y en los que sin duda merecía la pena disponer de una vendimiadora con tolva, ya que se ahorra el coste del tractor y el remolque. Comentando la nueva situación con New Holland, dieron una solución fácil al problema: el cliente podía devolver la máquina que había estado usando, y repetimos, que había estrenado, por otra de iguales características, también SB 65,

pero sin descarga lateral. Claro está que el cliente aceptó el trato, y hoy en día sigue usando esta misma máquina.

La vendimia más rentable

Hace apenas un año José Antonio ha adquirido una vendimiadora VX7090 New Holland, ya que además de estas 200 ha de las bodegas Nuviana, vendimiaría otras 100 ha de viñedos cercanos y unas 400 ha de olivar superintensivo. Se decidió por este modelo por estar indicado para hileras anchas con vegetación espesa. Los viñedos a vendimiar tienen un marco



Arriba: El tractor, modelo T8040, de 330 CV.



Centro: La cosechadora de cereales modelo TX 68, entre sus dos hermanas. Observar el estado de los neumáticos nos da una idea de lo a punto que están las máquinas en esta empresa.



Abajo: La cosechadora TF 46, otro modelo mítico de la marca.

de plantación de 2 x 3 m y una altura entre 1,1 y 1,2 m, y los olivos comprenden edades entre 3 y 18 años y con una densidad de planta de entre 1.100 y 2.500 árboles. Existe cierta controversia en cuanto al tamaño del túnel de cosechado y la altura de los olivos, así que al escuchar en primera mano que están cosechando olivos de hasta 18 años, la pregunta lógica es ¿qué altura puede tener el árbol para que sea cosechado con una vendimiadora?, a lo que nos contestan que aunque el túnel tiene unos 3 m de altura, se están cosechando olivos de hasta 4 m, dado que las ramas altas son flexibles y se doblan sin dañarse al entrar en el túnel. En cuanto al diámetro del tronco, la vendimiadora admite un máximo de 26 cm.

Con respecto a la rentabilidad para el productor, José Antonio Pena calcula que el rendimiento en vendimia con una de estas máquinas

se sitúa en torno a 1,5 h/ha, con la ventaja de que se puede vendimiar de noche mejorando en gran manera la calidad del vino, gracias a que no se producen fermentaciones indeseables durante la recogida. De hecho, sus máquinas únicamente trabajan a partir de la puesta del sol, comenzando a entregar uva a la bodega a las diez de la noche, dado que así lo exige el cliente. El coste para el productor es aproximadamente de 231 euros/ha, lo que supone una importante reducción de costes de cosechado con respecto a la vendimia manual.

En lo que respecta al olivar, subraya que los costes normales de recolección sin mecanizar en la zona rondan los 0,33 euros/kg (55 de las antiguas pesetas), mientras que con la vendimiadora él ha llegado a cosechar a 0,048 euros/kg (8 ptas/kg). Sólo en un caso ha llegado a cosechar a 0,198 euros/kg (33 ptas/kg) y fue a un productor que tenía árboles de tan solo tres años con muy poca producción.

La importancia del servicio posventa

Otro de los aspectos que José Antonio Pena destaca en su elección es el servicio posventa de New Holland. «Para las máquinas agrícolas en general y en particular para

las cosechadoras es fundamental ser atendidos inmediatamente en cualquier emergencia».

En este sentido, Pena solo tiene elogios para Talleres Naval, de la localidad oscense de Binéfar, que tiene a su cuidado el servicio de posventa de New Holland en la zona, y que acude, si es necesario, a las 5 de la mañana, o incluso en domingo. Talleres Naval es el taller colaborador del concesionario Maquinaria Agrícola Solsona.

Como cliente de New Holland, José Antonio Pena disfruta de las ventajas del servicio

Determinadas máquinas de alta gama, como la CX8080, cuentan además con un servicio especial para la búsqueda y gestión inmediata de soluciones técnicas y suministro de recambios de máxima prioridad y rapidez que abarca desde acudir a la cadena de montaje a buscar la pieza, hasta la canibalización de una máquina si fuera preciso e incluso la puesta a disposición del cliente de una máquina de cortesía.

Sin embargo, José Antonio Pena no ha hecho uso de este número de atención nunca, y la única vez que ha tenido que recurrir a este servicio, la incidencia fue activada por Talleres Naval, y en menos de 24 horas tenía la pieza de recambio que precisaba la máquina.

Como propietario de la nueva VX7090, José Antonio Pena es también cliente del programa Vine Master de New Holland que ofrece condiciones especiales para estos grandes clientes que tiene que tratar habitualmente con varios concesionarios de diversas partes de España. A través del programa Vine

Master, New Holland coordina el trabajo de todos los concesionarios de cara al cliente y abre una línea de comunicación directa con él para mejorar el servicio.

El cliente Vine Master, que se identifica con una tarjeta personalizada, tiene línea directa con New Holland para resolver cualquier problema que surja con los equipos nuevos y usados de la marca, servicio de reparaciones y piezas de recambio las 24 horas del día, todos los días

de la semana, con un seguimiento especial desde la central en apoyo a los concesionarios implicados, servicio especial de mantenimiento e hibernación de las vendimiadoras, formación continua para sus operarios, posibilidad de conocer, probar y ayudar al desarrollo de prototipos de New Holland de forma exclusiva, así como labores de comunicación en apoyo de la imagen del cliente. ■

Carlos Bernat.

Experto en maquinaria agrícola.



Arriba: La vendimiadora modelo VX7090.

Abajo: Una vista del taller en la que están instalando el kit de pulverización neumática Berthoud.



especial de entrega de recambios del programa de asistencia Top Service de New Holland.

Se trata de un número gratuito válido para toda Europa, en el que cualquier cliente de New Holland puede demandar desde información general hasta dar una aviso de una máquina parada en campo. El servicio, disponible 24 horas al día, 365 días al año, constituye en definitiva un proceso optimizado de atención al cliente que asegura que todas las peticiones de los clientes son atendidas hasta su resolución final.

tícolos georreferenciados, que posibilitan la generación de mapas de vigor y de porosidad de la vegetación (Goutouly *et al.*, 2006).

El objetivo de este trabajo es explorar la aplicación de nuevos sensores ópticos para caracterizar la variabilidad espacial del vigor de un viñedo, y así poder continuar desarrollando la viticultura de precisión.

Material y métodos

El estudio se ha realizado durante 2007 en un viñedo de Bodegas Dinastía Vivanco de la variedad Tempranillo (*Vitis vinifera* L.), injertado sobre 110R, y plantado en 1986 en el municipio de Briones (DOCa Rioja, España). El viñedo estaba conducido en espaldera, con un marco de plantación de 2,8 x 1,20 m y podado en doble cordón Royat con una carga media de 12 yemas/cepa. El cordón de formación estaba situado a 0,70 m del suelo y la pared vegetativa de la espaldera tenía altura media de 1,1 m. La orientación de las filas era NE-SO. El viñedo estaba en condiciones de secano, sin riego.

Determinación del vigor

El vigor del viñedo fue determinado a través del NDVI mediante un sensor óptico portátil (Greenseeker modelo RT 100) que, montado en un quad, fue conectado a un sistema GPS y a una PDA, donde se registraban todos los datos. El quad circuló a una velocidad media de 10 km/h en el viñedo donde se realizó el ensayo. El sensor óptico estaba situado a una altura equivalente al tercio superior de la pared vegetativa (1,40 m del suelo) para evitar la influencia de la zona productiva y a 0,40 m de separación de la espaldera.

El NDVI o índice diferencial de vegetación normalizado fue calculado de la siguiente manera: $NDVI = (R_{770} - R_{660}) / (R_{770} + R_{660})$; donde R es la reflexión espectral adquirida en las regiones del rojo (R_{660}) e infrarrojo próximo (R_{770}), respectivamente.

El 11 de julio de 2007 a las 10:00 am se realizó un primer ensayo con el sensor, con objeto de determinar la influencia de la exposición foliar en la medición del vigor; se realizó un estudio en diez filas del viñedo determinando el NDVI en la cara iluminada (sureste) y en la cara a la sombra (noroeste) de la espaldera.

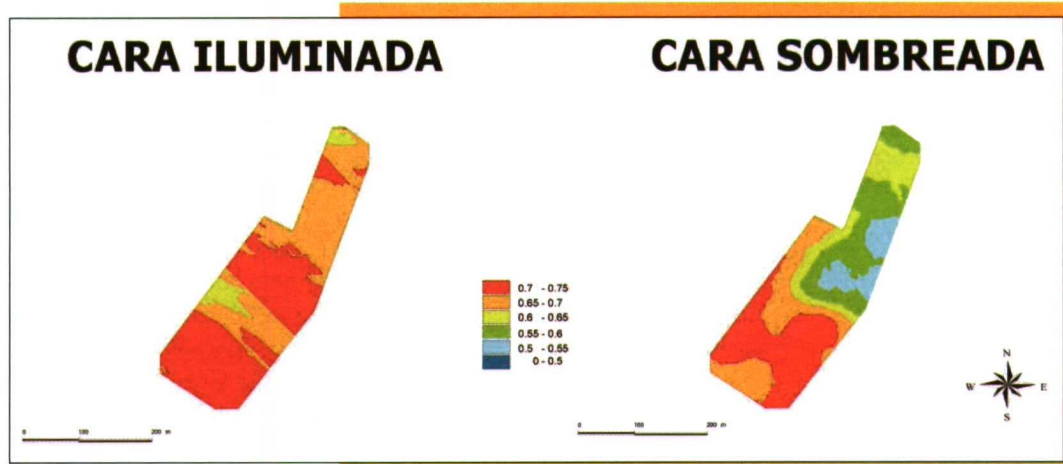
Por otro lado, se ha estudiado la variabilidad espacial del NDVI en la parcela completa de Tempranillo, con una superficie de 12 ha. Se ha determinado el NDVI en dos épocas diferentes: pleno desarrollo vegetativo (11 de julio de 2007) e inicio de la maduración de la uva (13 de agosto de 2007). Durante este ensayo se han obtenido datos de NDVI con el sensor en una de cada cuatro filas del viñedo, trabajando sobre la cara iluminada de la espaldera.

Resultados y discusión

A través del sensor óptico es posible evaluar la variabilidad espacial del vigor en el viñedo, que es un factor esencial en la producción de uva de alto potencial enológico. El vigor del viñedo se ha determinado a través del índice de vigor normalizado (NDVI) muy utilizado en numerosos trabajos (Johnson, 2003; Goutouly *et al.*, 2006). Con el fin de determinar la influencia de la exposición de las hojas, la medición del vigor se realizó un estudio en diez filas determinando el NDVI en la cara iluminada (sureste) y en la cara a la sombra (noroeste) de la espaldera.

Figura 1.

Variación del índice de vigor NDVI en un viñedo de Tempranillo en la cara iluminada y sombreada de pared vegetativa de la espaldera.



ra. Los resultados de la variabilidad del vigor se pueden observar en la figura 1.

En la cara iluminada, el NDVI variaba entre 0,7 y 0,65, mientras que en la cara a la sombra oscilaba entre 0,7 y 0,55. Estos primeros resultados indican que determinando el NDVI en la cara de la espaldera a la sombra es posible detectar una mayor variabilidad, y por tanto podría permitir una mayor diferenciación de zonas con diferente vigor dentro de un viñedo. En un trabajo realizado en Burdeos (Goutouly *et al.*, 2006)

**Alta expresión
en insumos
agrícolas
ecológicos**

Agromed

**High expression
in ecological
agriculture
supplies**

**Alta expresión en FORTIFICANTES
fitosanitarios y nutricionales ecológicos es:**

Composición: Las mejores materias primas = máxima calidad
Aplicación: La mejor formulación = máximo rendimiento
Garantía: Los mejores resultados en campo = máxima rentabilidad

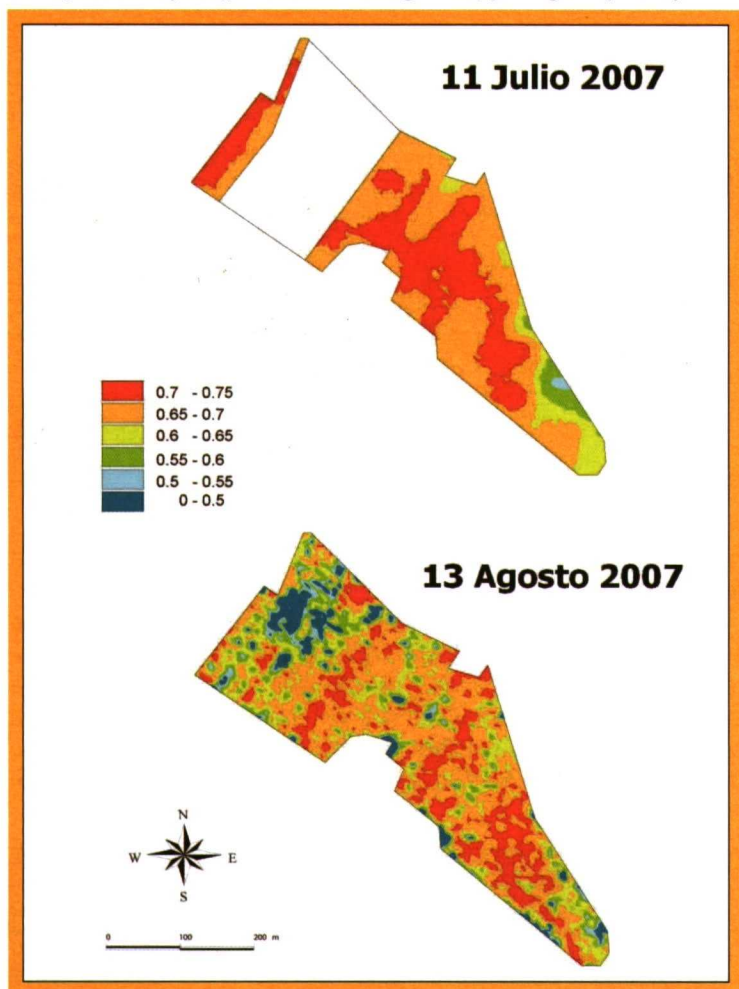
<p>Nutricionales Food chain</p> <p>H-2 Hulmax G-A2 Algas G-20 Germinator A.A. G-30 Germinator Nitro</p>	<p>Fitosanitarios Crop protection</p> <p>BIO 7 Jacks Jabon BIO 50 Quassia Amara BIO 75 Tomillo BIO 125 Ajo BIO 150 Citrico BIO 175 Neem oil</p>	<p>BIO 2001-P Bacillus BIO 4000 Rotenona BIO 6000 Piretrin R-16 Trichoderma Super BIO 175 Azadiractina Super BIO 6000 Piretro</p>
--	--	---

*Producto utilizado en agricultura ecológica conforme al Anexo II del Reglamento (CEE) n.º 2092/91
Certificación n.º AN26P-F

Ctra. Gójar - Dilar, km. 2 • 18150 GÓJAR - GRANADA - SPAIN • Telfs.: +34 958 59 71 17 • +34 958 59 76 11 • Fax: +34 958 59 71 17
Agroorgánicos Mediterráneo S.L. www.agromed.net E-mail: agromed@agromed.net

Figura 2.

Variabilidad del índice de vigor normalizado NDVI en un viñedo de Tempranillo en espaldera en julio (pleno desarrollo vegetativo) y en agosto (envero).



vado una notable variabilidad del vigor del viñedo, determinado a través del índice de vegetación NDVI, tanto en julio como en agosto (**figura 2**). En agosto (inicio del envero) se ha observado una mayor variabilidad que en julio, de hecho el NDVI en agosto variaba entre 0,75 y 0,50 y en julio solamente entre 0,75 y 0,65. Estos resultados parecen coherentes con las observaciones realizadas a pie de campo (datos no publicados). En un trabajo realizado en un viñedo de Merlot en espaldera en Burdeos se observó que el NDVI determinado con este mismo sensor era un buen indicador de la superficie foliar expuesta de la espaldera (Goutouly *et al.*, 2006). Por otro lado, en nuestro trabajo, el NDVI ha disminuido en general de julio a agosto, de forma similar a los resultados obtenidos en Burdeos (Goutouly *et al.*, 2006). Otros autores han utilizado también el sensor óptico junto con otros sensores de ultrasonidos para caracterizar el desarrollo vegetativo del viñedo (Brancadoro *et al.*, 2007).

La caracterización del vigor es esencial en la viticultura de precisión. Nuestros resultados indican que es posible utilizar este sensor óptico para describir el vigor de un determinado viñedo. La variabilidad espacial del vigor del viñedo es consecuencia de la variabilidad espacial del suelo. Así la variación de factores como textura, profundidad, agua útil, fertilidad, etc., en el suelo influyen sobre la variabilidad del vigor del viñedo.

Para una adecuada gestión vitícola, se debería disponer de tecnologías fiables y precisas para monitorizar la variabilidad espacial del viñedo. Actualmente, se utilizan nuevas y potentes tecnologías para estimar la variabilidad espacial de un viñedo en la viticultura de precisión (Tardáguila *et al.*, 2008). El uso de este tipo de sensores ópticos terrestres permite adquirir información de forma sencilla y no muy cara, pudiendo llegar a ser complementarios de otras técnicas más potentes y caras como la teledetección.

Conclusiones

Se presentan las primeras experiencias en España sobre la caracterización del vigor de un viñedo mediante un nuevo sensor óptico terrestre.

Los primeros resultados obtenidos apuntan la posibilidad real de obtener un mapa de vigor de forma rápida y flexible utilizando un sensor óptico disponible a nivel comercial.

Esta nueva tecnología, que se aplica en la viticultura de precisión, permite monitorizar el viñedo y por tanto tomar decisiones técnicas tomando como base datos reales y fiables, incrementando la eficiencia productiva y mejorando la calidad de la uva. ■

Bibliografía

Bramley, R.G.V. Proffitt, A.P.B. 1999. Managing variability in viticultural production. *Grapegrower and Winemaker*, 427 11-16.

Brancadoro L., Mazzeto F. Oberti R., Carnevalli P., Scienza A. 2006. Use of optical and ultrasonic sensors for determining canopies structure and productive parameters in viticulture. XV GESCO Symposium. Pore_, Croatia.

Cortell, J. M. Halbleib, M. Gallagher, A. V. Righetti, T. Kennedy, J.A. 2007. Influence of vine vigor on grape (*Vitis Vinifera* L. cv. Pinot Noir) anthocyanins. 1. Anthocyanin concentration and composition in fruit. *J. Agric. Food Chem.* 55, 6575-6584.

Cortell, J. M. Halbleib, M. Gallagher, A. V. Righetti, T. Kennedy, J.A. 2005. Influence of vine vigor on grape (*Vitis Vinifera* L. cv. Pinot Noir) and wine proanthocyanidins. *J. Agric. Food Chem.*, 53, 5798-5808.

Goutouly J.P., Drissi R., Gorget, D., Gaudillere J.P. 2006. Characterization of vine vigor by ground based NDVI measurements. Vith Inter. Terroir Congress 2006 July 2006 Budeaux. 237-241 pg.

Hall, A., Lamb, D.W. Holzzapfel, B. Louis, J. 2002. Optimal remote sensing applications in viticulture - a review. *Aus. J. Grape Wine Res.* 8 (1) 36-47

Johnson, L.F. 2003. Temporal stability of an NDVI-LAI relationship in a Napa Valley vineyard. *Aust. J. Grape Wine Res.* 9:96-101.

Lamb, D.W., R.G.V. Bramley, A. Hall. 2004. Precision viticulture: An Australian perspective. *Acta Hort.*, 640:15-25.

Proffitt T., Bramley, R. Lamb D, Winter E. 2006. Precision Viticulture. A new era in vineyard management and wine production. Winetitles. Adelaide.

Rodríguez-Pérez, J.R. Riaño D., Carlisle E., Ustin S., Smart RE 2007. Evaluation of hyperspectral reflectance indexes to detect grapevine water status in vineyards. *Am. J. Enol. Vitic.*, 58: 302-317.

Tardáguila J., Diago M.P. 2008. Viticultura de precisión: principios y tecnologías aplicadas en el viñedo. *World Wine Forum*, 2008 Logroño, Spain.



El NDVI se ha determinado en la cara sombreada y en la cara iluminada del viñedo con el sensor óptico a una altura de 1,4 m desde el suelo para evitar la influencia de la zona productiva.

se observó que el NDVI determinado con el sensor estaba relacionado negativamente con la porosidad del viñedo, es decir con su desarrollo vegetativo. En nuestro estudio, la variación espacial del vigor determinado en la cara a la sombra representa mejor la variación del desarrollo vegetativo observado in situ en este viñedo (datos no publicados). Las zonas con NDVI más bajo corresponden con zonas con menos vigor y con mayor porosidad de la espaldera (más huecos entre las hojas).

Por lo que se refiere al vigor de la parcela de viñedo, se ha obser-