

# VIDA RURAL

PRIMERA QUINCENA de ABRIL de 2021 | AÑO XXVIII | Nº 5/2021

[www.vidarural.es](http://www.vidarural.es)

## MECANIZACIÓN

Tractores con nuevas  
**FUENTES DE ENERGÍA**

## ESPECIAL

CULTIVOS  
**ECOLÓGICOS**

## CULTIVOS

Estudio de la variabilidad  
agronómica y calidad del  
**PISTACHO**

**Nº497**

## 8 EN PORTADA

La gestión de crisis cobra cada vez más fuerza en las OP de frutas y hortalizas

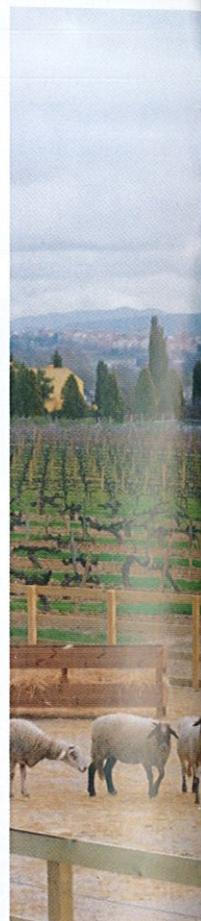
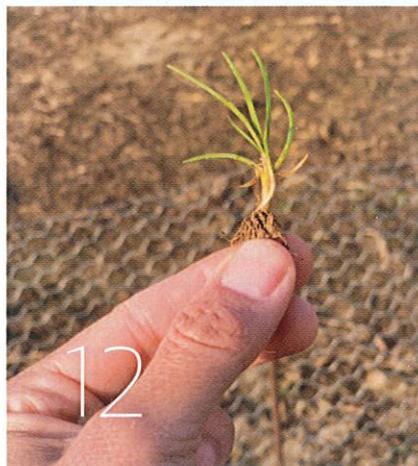
Alfredo López.



## 12 AGENDA

La pandemia del Covid-19 obliga a cancelar varios eventos presenciales y pone en marcha muchos otros virtuales.

Redacción VR.



## 16 ENSAYOS

Nuevas variedades de de maíz para grano de los ciclos 600 y 700.

Jordi Doltra, Eduard Gonzalo, Roser Sayeras y Joan Serra.



## 22 CULTIVOS

Estudio de la variabilidad agronómica y calidad del pistacho.

E. Barajas, S. Álvarez, E. Fernández, S. Vélez, J.A. Rubio y H. Martín.



## 27 ESPECIAL CULTIVOS ECOLÓGICOS

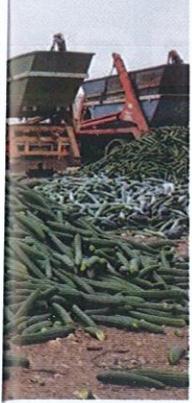
28 *La agricultura ecológica, motor de cambio hacia la transición verde.*

María Dolores Raigón.

34 *Herramientas para mejorar el control biológico en el cultivo de pepino.*

Lidia Lara, Estefanía Rodríguez, Manuel Gámez, Tomás Cabello y M<sup>a</sup> del Mar Téllez.





## 40 Manejo del suelo en agricultura ecológica.

Concha Fabeiro Cortés.



## 46 El cultivo ecológico del olivar.

Juan Manuel Arcos Martín  
y Juan Luis Sánchez Sánchez.

## 54 INNOVAGRI

Familia Torres apuesta por la viticultura regenerativa para combatir el cambio climático.

Elena Martín.

## 58 MECANIZACIÓN

Tractores con nuevas fuentes de energía

Jacinto Gil Sierra.



## 64 NOTICIAS DE EMPRESAS

Claas, Tradecorp, John Deere, Bayer, Alliance, Corteva Agriscience, Idai Nature, BKT, Lemken, Michelin.

**PRESIDENTE:** Eugenio Occhialini  
**VICEPRESIDENTE:** José M.ª Hernández  
**CONSEJERA:** Marta Raspall

**EUMEDIA, S.A.**  
**Redacción, administración y publicidad**  
C/ Méndez Álvaro 8-10. 1ºB - 28045 MADRID  
Teléfono: 91 426 44 30

[www.vidarural.es](http://www.vidarural.es)

### DIRECTOR:

**Jaime Lamo de Espinosa.** Dr. Ingeniero Agrónomo y Economista.  
Catedrático ETSIA (UPM).

### COMITÉ TÉCNICO-CIENTÍFICO:

**Jaume Almacellas Gort.** jefe del Laboratorio de Sanidad Vegetal de Cataluña.

**Francisco José Arenas Arenas,** técnico especialista titular en IFAPA Las Torres-Tomejil. Coordinador Red de Transferencia y Formación en Citricultura.

**Pilar Barreiro Elorza,** catedrática en Ingeniería Agroforestal en ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid.

**Gregorio Blanco Roldán,** profesor del departamento de Ingeniería Rural. ETSI Agronómica y Montes de la Universidad de Córdoba.

**Enrique García Escudero,** jefe del Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agroalimentario de La Rioja.

**Francisco Javier García Ramos,** profesor titular en Ingeniería Agroforestal de la Escuela Politécnica Superior de Huesca.

**Jacinto Gil Sierra,** doctor ingeniero agrónomo. Profesor titular en Ingeniería Agroforestal de la ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid.

**Javier Hidalgo Moya,** técnico especialista titular en IFAPA Alameda del Obispo y Coordinador de la Red Transforma Olivar.

**Rafael Jimenez Díaz,** catedrático de Patología Vegetal, ETSIAM. Universidad de Córdoba.

**Luis López Bellido,** catedrático de Producción Vegetal, ETSIAM. Universidad de Córdoba.

**Jaume Lloveras Vilamanyà,** catedrático de la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària. Universidad de Lleida.

**Santiago Planas de Martí,** investigador del Centro Agrotecnio. GI Agricultura de Precisión. Universidad de Lleida.

**Manuel Ruiz Torres,** responsable del Departamento de Entomología en el Laboratorio de Producción y Sanidad Vegetal en Jaén.

**Miguel Urrestarazu Gavilán,** catedrático de Producción Vegetal en la Universidad de Almería.

**Victorino Vega Macías,** técnico especialista en olivicultura en el IFAPA.

**Jesús Yuste Bombín,** doctor ingeniero agrónomo. Investigador en viticultura. ITACYL. Valladolid.

### REDACCIÓN:

redaccion@eumedia.es

**Subdirector:** Luis Mosquera.

**Coordinación técnica:** Elena Mármol.

**Coordinación periodística:** Arancha Martínez.

**Redacción:** Alfredo López, Elena Martín.

### DISÑO GRÁFICO:

Jaime Muñoz

### PUBLICIDAD:

publicidad@eumedia.es

Alberto Velasco, Alberto Rabasco y Cristina Cano.

### DELEGACIÓN COMERCIAL:

**Cataluña:** Sergio Muriill.

Teléf.: 93 246 68 84. Fax: 93 246 68 84.

### ADMINISTRACIÓN Y SUSCRIPCIONES:

suscripciones@eumedia.es

**Administración:** Concha Barra. **Suscripciones:** Mercedes Sendarrubias.

**Informática:** Mariano Mero.

**ISSN:** 1133-8938. **Depósito Legal:** M-3390-1994

**IMPRESIÓN:** NUEVA IMPRENTA.

EUMEDIA, S.A., no se identifica necesariamente con las opiniones recogidas en los artículos firmados.

© Reservados todos los derechos fotográficos y literarios.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta publicación solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de la misma.

# Estudio de la variabilidad agronómica y calidad del pistacho

## Uso de imágenes satélite para el análisis del cultivo en época de maduración

En los últimos años el cultivo del pistachero o alfóncigo (*Pistacia vera* L.) se ha convertido en una de las especies de mayor interés en el sector de los frutos secos. La viabilidad del pistachero y por tanto su comportamiento agronómico está marcado por las condiciones edafoclimáticas del lugar donde se va a cultivar (Martín *et al.* 2019), de tal forma que las variaciones de temperatura entre las distintas ubicaciones geográficas pueden influir en los procesos bioquímicos durante el desarrollo del fruto y en las características nutricionales y organolépticas del pistacho (Polari *et al.* 2019). Así, la calidad nutricional del fruto se ve afectada fundamentalmente por la composición de ácidos grasos presentes en la semilla (Bai *et al.* 2019). En este sentido, existen estudios que afirman que la estabilidad y calidad del fruto es mayor cuando la concentración de ácido oleico es mayor, proponiendo la cantidad de hierro como parámetro útil para la discriminación de variedades de pistacho (Rabadán *et al.* 2018). Otro de los factores que determinan la calidad del pistacho es el momento óptimo de recolección (Polari *et al.* 2019). En este sentido, Esmaeilpour y Shakerarde-

E. Barajas, S. Álvarez, E. Fernández, S. Vélez, J.A. Rubio, H. Martín.

Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, Valladolid.

**El objetivo de este trabajo es evaluar el comportamiento agronómico, fenológico, la calidad nutricional y las características organolépticas del pistacho (*Pistacia vera* L.) en función del índice de vegetación NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) obtenido a partir de una imagen del satélite Sentinel-2, de acceso libre y gratuito, en la época de maduración. Se estudiaron tres parcelas de pistacho localizadas en Toro (Zamora), Perales (Palencia) y Pozal de Gallinas (Valladolid) en 2018.**

kani (2018) observaron que cuando la recolección del pistacho era temprana los contenidos de potasio, calcio, magnesio, nitrógeno y proteínas eran mayores, en cambio en términos de rendimiento la cosecha temprana era menor que la cosecha tardía.

Por otro lado, el desarrollo de tecnologías cada vez más precisas basadas en la teledetección permiten obtener información de la superficie terrestre y de los cultivos de manera rápida y precisa (Krishna, 2016). En particular, las imágenes de alta resolución ofrecen la estimación de la

variabilidad espacial del vigor de muchos cultivos herbáceos y leñosos (Lamb *et al.* 2004). Los satélites de la constelación Sentinel-2, de carácter público, proporcionan la base para este tipo de información, pudiendo acceder a los datos generados en cada una de sus bandas de forma gratuita (Vélez *et al.* 2019a). Actualmente, en ausencia de un sensor tecnológico operativo que determine *in situ* la calidad, y basado en experiencias presentes y pasadas, el NDVI calculado a partir de imágenes multiespectrales detalladas es la mejor y más económica alter-

### CUADRO I. CARACTERÍSTICAS Y UBICACIÓN DE LAS PARCELAS.

Localidad	Coordenadas (ETRS89 - UTM30N)	Altitud (m)	Superficie (ha)	Marco (m)	Año de plantación	Variedad/patrón
Toro	X: 301.985 Y: 4.598.920	740	4,2	7 x 5	2004	Kerman/Atlántica
Perales	X: 368.751 Y: 4.670.402	770	18,7	7 x 6	2002	Kerman/Comicabra
Pozal de Gallinas	X: 347.997 Y: 4.577.704	737	12,3	7 x 6	2010	Kerman/UCB

**FIG. 1** Clasificación de NDVI intraparcelario de las parcelas de Toro (izquierda), Perales (centro) y Pozal de Gallinas (derecha) con dos niveles de vigor: alto (verde oscuro) y bajo (verde claro).



nativa para planificar unidades de manejo diferenciado en cultivos como el viñedo (Martínez-Casasnovas *et al.* 2012, Vélez *et al.* 2019b) o el nogal (Martín *et al.* 2018). De igual forma, a partir de este índice de vegetación se pueden establecer relaciones para estimar las necesidades hídricas de cultivos como el almendro o el pistacho (Bellvert *et al.* 2018).

El objetivo de este trabajo es evaluar el comportamiento agronómico, fenológico, la calidad nutricional y las características organolépticas del pistacho (*Pistacia vera* L.) en función del vigor (alto y bajo) establecido por el índice de vegetación NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) obtenido a partir de una imagen del satélite Sentinel-2, de acceso libre y gratuito, en la época de maduración del fruto en tres parcelas de pistacho localizadas en Toro (Zamora), Perales (Palencia) y Pozal de Gallinas (Valladolid) en 2018.

## Material y métodos

Los ensayos experimentales de pistachos se encuentran ubicados en las localidades de Toro (Zamora), Perales (Palencia) y Pozal de Gallinas (Valladolid). Las características de las parcelas se encuentran recogidas en el **cuadro I**. La recogida de datos se efectuó durante el año 2018. Todas las parcelas están cultivadas en regadío con aportes hídricos periódicos durante el ciclo vegetativo evitando el estrés hídrico de los árboles. La poda efectuada en las tres parcelas es vaso tradicional, dejando todas las yemas de flor.

Para el cálculo del índice de vegetación NDVI, se utilizaron imágenes gratuitas tomadas a fecha 26 de julio, descargadas de la web del proyecto Copernicus provenientes de los satélites Sentinel 2. Para su procesamiento se utilizó el software

QGIS versión 2.18.13. Tras el análisis de las imágenes de satélite, se establecieron dos niveles de vigor obtenidos por interpolación discreta con dos intervalos iguales, alto y bajo, en función de su NDVI (**figura 1**). En cada parcela se marcaron tres árboles para cada vigor, con un diseño experimental de tres repeticiones por cada vigor, y una parcela elemental de tres árboles. En estos árboles se midió el peso de racimo, el número de frutos por racimo abiertos, cerrados y vanos, la producción por árbol, el peso de fruto y peso de semilla, así como su porcentaje de frutos abiertos, cerrados y vanos en el momento de la cosecha.

Se determinó la fecha de los principales estados fenológicos del cultivo en cada vigor de cada parcela en función de la escala fenológica establecida por Couceiro *et al.* (2017). Los estados fenológicos fijados fueron: D, aparición de racimos



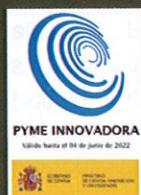
**Hernandorena**

Producimos tu plantón

Elige tu formato

I+D en sistemas de producción

www.hernandorena.com



C14: 1,5 L

C11: 1 L **NOVEDAD HD**

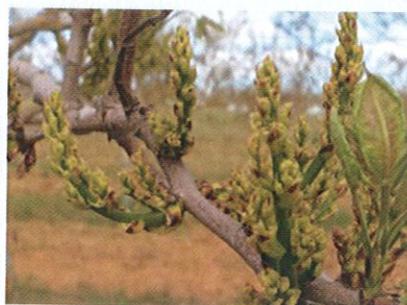
Estriada Sansan



RAÍZ DESNUDA

**FIG. 2** Principales estados fenológicos del pistacho.

D: aparición de racimos entre las brácteas



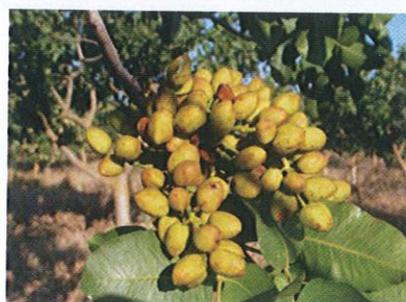
E: apertura de racimos



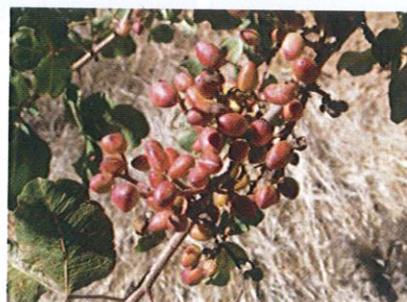
F0: ovarios color rojizo



F1: mesocarpio del fruto amarillea por la base



F2: mesocarpio totalmente amarillo



M: madurez de cosecha

entre las brácteas; E, apertura de racimos; F0, ovarios color rojizo; F1, mesocarpio del fruto amarillea por la base; F2, mesocarpio totalmente amarillo y M, madurez de cosecha, que corresponde con el desprendimiento del epicarpio del fruto y con el día de cosecha (**figura 2**).

Igualmente, como parámetros de calidad nutricional de fruto se determinaron mediante análisis de laboratorio los porcentajes de grasa por gravimetría (previa extracción soxhlet), de hidratos de carbono por gravimetría, de proteínas y nitrógeno por combustión directa Dumas, de fibra por método enzimático-gravimétrico, de fósforo por espectrofotometría UV-VIS (previa digestión ácida por vía seca), de magnesio y calcio por espectrofotometría de absorción atómica (previa digestión ácida por vía seca) y la cantidad (mg/kg) de hierro, zinc y sodio por espectrofotometría de emisión atómica (previa digestión ácida por vía seca).

Por último, se realizaron pruebas triangu-

lares (Noma ISO 4120:2004) entre los frutos procedentes de árboles de distinto vigor con objeto de conocer si el consumidor era capaz de detectar una diferencia entre los tratamientos experimentales correspondientes al vigor alto y al vigor bajo. De igual forma, se realizaron pruebas entre frutos procedentes de distinto ensayo experimental. Las pruebas se realizaron en una sala de catas habilitada con diez cabinas individuales para cata, según Norma ISO 8589:2007 (**figura 3**). El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante análisis de varianza (Anova) con el programa Statgraphics Centurion 17.2.

### Resultados y discusión

Las fechas de los diferentes estados fenológicos observados de los árboles de diferente vigor no han presentado diferencias o desfases significativos, únicamente se ha observado un ligero retraso en el

estado fenológico F2 (mesocarpio totalmente amarillo) en los árboles de vigor bajo de uno de los ensayos experimentales estudiados (**cuadro II**). La fecha de madurez de cosecha se determinó a partir del fácil desprendimiento del epicarpio del fruto, coincidiendo con el día de recolección del fruto en ambos vigores para cada ensayo experimental. En este sentido, se han observado ciertas diferencias entre ensayos experimentales debido a las diferencias de horas de calor del ensayo de Toro respecto a los otros dos ensayos, mostrando un adelanto en la fecha de madurez de cosecha de 9 días (**cuadro II**).

Los parámetros relativos al racimo no han mostrado diferencias con significación estadística, observándose mayores valores en todos los componentes del racimo en el vigor alto (**cuadro III**). Igualmente, el número de frutos por racimo ha sido mayor en el vigor alto, mostrando 13,8 frutos por racimo frente a los

**FIG. 3** Sala de catas normalizada y proceso de las pruebas triangulares



**CUADRO II.** FECHA DE LOS PRINCIPALES ESTADOS FENOLÓGICOS SEGÚN LA ESCALA ESTABLECIDA POR COUCEIRO ET AL. (2017), EN FUNCIÓN DEL VIGOR Y DE LA PARCELA ESTUDIADA.

Estado fenológico	Vigor alto			Vigor bajo		
	Toro	Perales	Pozal	Toro	Perales	Pozal
TD (aparición de racimos entre brácteas)	1-may	4-may	1-may	1-may	4-may	1-may
E (apertura de racimos)	6-may	9-may	6-may	6-may	9-may	6-may
F0 (ovarios color rojizo)	11-may	16-may	11-may	13-may	16-may	13-may
F1 (mesocarpio de fruto amarillea por la base)	27-may	29-may	25-may	27-may	29-may	25-may
F2 (mesocarpio totalmente amarillo)	25-jun	11-jul	19-jun	22-jun	23-jul	20-jun
M (madurez de cosecha)	15-oct	24-oct	24-oct	15-oct	24-oct	24-oct

10 frutos por racimo del vigor bajo, aunque sin encontrar diferencias estadísticamente significativas. Se ha observado que el vigor bajo ha presentado un mayor número de frutos abiertos y uno menor de frutos cerrados y vanos por racimo, mostrando porcentajes de 45,5%, 33,4% y 21,1% respectivamente, frente a los mostrados por el vigor alto de 30,5%, 49,9% y 19,6% respectivamente, siendo éste un aspecto importante en cuanto a la calidad del fruto.

Se ha observado que, a mayor calibre de fruto o semilla, menor vigor de los árboles individuales, si bien la producción de estos árboles ha mostrado diferencias estadísticamente significativas a favor del vigor alto (**cuadro III**). A mayor vigor individual de los árboles menor porcentaje de frutos abiertos, si bien la producción por hectárea es casi un 88% mayor, lo que compensaría el menor porcentaje de frutos abiertos del vigor alto. De igual forma, la producción de frutos cerrados por árbol ha mostrado diferencias con significación estadística a favor del vigor alto, obser-

**CUADRO III.** PROMEDIOS CORRESPONDIENTES A PARÁMETROS DEL RACIMO, DEL FRUTO Y DE LA PRODUCCIÓN DE PISTACHO DE LOS ENSAYOS ESTUDIADOS PARA LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES: VIGOR ALTO Y VIGOR BAJO EN 2018.

	Parámetro	Vigor alto	Vigor bajo	SIG
Racimo	Peso racimo (g)	33,40 ± 16,4	21,82 ± 5,8	ns
	Peso raquis (g)	3,85 ± 1,1	3,05 ± 0,2	ns
	Peso frutos / racimo (g)	29,55 ± 15,4	20,19 ± 6,8	ns
	Nº frutos / racimo	13,76 ± 6,7	10,00 ± 4,1	ns
	Nº frutos abiertos / racimo	3,78 ± 2,0	4,58 ± 2,4	ns
	Nº frutos cerrados / racimo	7,05 ± 5,3	3,34 ± 2,9	ns
Fruto	Nº frutos vanos / racimo	2,93 ± 2,1	2,08 ± 0,5	ns
	% frutos abiertos / racimo	30,47 ± 24,1	45,50 ± 15,2	ns
	% frutos cerrados / racimo	49,92 ± 24,5	33,43 ± 17,2	ns
	% frutos vanos / racimo	19,61 ± 5,5	21,07 ± 4,9	ns
Producción (peso seco)	Peso fruto (g)	1,65 ± 0,2	1,78 ± 0,2	ns
	Peso semilla (g)	0,84 ± 0,1	0,95 ± 0,1	ns
	Producción (kg/árbol)	6,17 ± 2,0	0,78 ± 0,3	*
	Producción (kg/ha)	1597,9 ± 679,5	195,1 ± 60,5	*
	Producción (kg/árbol) frutos abiertos	1,99 ± 1,6	0,36 ± 0,3	ns
	Producción (kg/árbol) frutos cerrados	2,93 ± 1,6	0,24 ± 0,1	*
	Producción (kg/árbol) frutos vanos	1,26 ± 0,8	0,18 ± 0,1	ns

Significación estadística (SIG): ns, no significativa; \*, p<0,05; \*\*, p<0,01.

vándose un valor de 2,93 kg/árbol frente a 0,24 kg/árbol del vigor bajo (**cuadro III**). Los parámetros relativos a la calidad nutricional del pistacho no han mostrado diferencias estadísticamente significativas

entre frutos procedentes de árboles de distinto vigor (**cuadro IV**). En el vigor alto, se han observado mayores porcentajes de fibra, proteínas y nitrógeno, y mayor cantidad de sodio. En cambio, en el por-

**CUADRO IV.** PROMEDIOS CORRESPONDIENTES A LOS PARÁMETROS RELATIVOS A LA CALIDAD NUTRICIONAL DEL PISTACHO DE LOS ENSAYOS ESTUDIADOS PARA LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES: VIGOR ALTO Y VIGOR BAJO EN 2018.

	Vigor alto	Vigor bajo	SIG
% Humedad	2,58 ± 0,78	3,57 ± 0,93	ns
% Fibra	10,70 ± 2,16	9,86 ± 0,66	ns
% Grasa S.H.	47,60 ± 2,43	48,47 ± 2,10	ns
% Hidratos de carbono	20,66 ± 0,33	20,98 ± 2,10	ns
% Proteínas	26,01 ± 1,54	23,92 ± 1,31	ns
% Calcio	0,12 ± 0,01	0,10 ± 0,01	ns
% Fósforo	0,57 ± 0,06	0,55 ± 0,05	ns
% Magnesio	0,12 ± 0,01	0,11 ± 0,10	ns
% Nitrógeno	4,16 ± 0,25	3,83 ± 0,21	ns
Hierro (mg/kg)	32,51 ± 1,28	32,00 ± 0,72	ns
Sodio (mg/kg)	155,44 ± 26,72	146,00 ± 25,54	ns
Zinc (mg/kg)	17,57 ± 4,04	18,67 ± 4,16	ns

Significación estadística (SIG): ns, no significativa; \*, p<0,05; \*\*, p<0,01.

**CUADRO V.** RESULTADOS DE LAS PRUEBAS TRIANGULARES PARA EL FACTOR VIGOR Y PARA EL FACTOR PROCEDENCIA.

Factor	Número de juicios	Aciertos	SIG
Vigor (Alto-Bajo)	68	34	*
Procedencia	66	40	**

Significación estadística (SIG): ns, no significativa; \*, p<0,05; \*\*, p<0,01.

centaje de humedad ha sido el vigor bajo el que ha mostrado un mayor valor, aunque sin ser significativo. El resto de parámetros que definen la calidad nutricional han sido muy similares entre los dos vigores estudiados (**cuadro IV**).

En cuanto al análisis sensorial, las pruebas triangulares han mostrado que el consumidor fue capaz de detectar pistachos procedentes de árboles de distinto vigor a un nivel de probabilidad del 95% para un total de 68 juicios, y pistachos de diferente procedencia o ensayo experimental a un nivel de probabilidad del 99% para un total de 66 juicios (**cuadro V**).

## Conclusiones

El índice de vegetación NDVI obtenido a partir de la imagen satélite del día 26 de julio ha delimitado durante el periodo de maduración dos zonas de vigor en los ensayos estudiados, como así lo han confirmado los datos obtenidos, estando el vigor relacionado con la producción de

pistachos de los árboles. En cambio, dicha zonificación no discrimina la calidad del fruto ya que tanto en el porcentaje de pistachos abiertos como en los parámetros que definen la calidad nutricional del pistacho no existen diferencias significativas entre vigores. Sin embargo, los árboles con vigor alto han mostrado mayor porcentaje de proteínas.

En general, los árboles de distinto vigor no han mostrado diferencias temporales en el estado fenológico, observándose alguna diferencia entre ensayos experimentales debida a la distinta acumulación de horas de calor entre ellos.

El consumidor, a través de las pruebas triangulares realizadas, fue capaz de discriminar tanto la procedencia de los pistachos (distintos ensayos experimentales) como el vigor de los árboles de los que procedían.

Estos resultados, sugieren que para una misma calidad de fruto, el NDVI es un buen indicador para zonificar áreas con distinta capacidad productiva en una

misma parcela, siendo útil para aplicar manejo, riego y fertilización variable en función del vigor. ■

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias al proyecto "Adaptación y desarrollo de nuevas especies y variedades de frutos secos: pistacho, almendro y nogal en Castilla y León" con cofinanciación de fondos Feader y de la Junta de Castilla y León. Asimismo, los autores quieren agradecer a la Asociación de Productores de Pistachos de Castilla y León (Aspropicyl) y a la empresa Pistacyl SL su colaboración desinteresada en este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bai, S.H., Brooks, P., Gama, R., Nevenimo, T., Hannet, G., Hannet, D., Randall, B., Walton, D., Grant, E. & Wallace, H.M. 2019. Nutritional quality of almond, canarium, cashew and pistachio and their oil photooxidative stability. *Journal of Food Science and Technology-Mysore* 56(2), 792-798.
- Bellvert, J., Adeline, K., Baram, S., Pierce, L., Sanden, B.L. & Smart, D.R. 2018. Monitoring Crop Evapotranspiration and Crop Coefficients over an Almond and Pistachio Orchard Throughout Remote Sensing. *Remote Sensing* 10, 2001.
- Couceiro, J.F., Guerrero, J., Gijón, M.C., Moriana, A., Pérez, D. y Rodríguez, M. 2017. El cultivo del pistacho. Ed. Mundiprensa, Madrid.
- Esmailpour, A. & Shakerardakani, A. 2018. Effects of early harvest times on nut quality and physiological characteristics of pistachio (*Pistacia vera*) trees. *Fruits* 73(2), 110-117.
- Krishna, K.R. 2016. Push Button Agriculture: Robotics, Drones, Satellite-Guided Soil and Crop Management. Apple Academic Press, Inc. CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN 13, 978-1-77188-305-4.
- Lamb, D.W., Weedon, M.M. & Bramley, R.G.V. 2004. Using remote sensing to predict grape phenolics and colour at harvest in a Cabernet Sauvignon vineyard: Timing observations against vine phenology and optimising image resolution. *Australian J. Grape & Wine Res.* 10, 46-54.
- Martín, H., Álvarez, S., Barajas, E. y Rubio, J.A. 2019. Condicionantes climáticos del cultivo del pistachero en Castilla y León. *Horticultura* 344, 40-46.
- Martín, H., Gutiérrez, M.A., Vacas, R., Rubio, J.A. y Barajas, E. 2018. Evaluación de diferentes índices espectrales obtenidos por imágenes de satélite para discriminar la calidad del fruto del nogal en Castilla y León. III Symposium Nacional de Ingeniería Hortícola. I Symposium Ibérico de Ingeniería Hortícola. Uso de Drones y Satélites en Agricultura. Lugo (España), 21-23 de febrero. p. 55-59.
- Martínez-Casasnovas, J.A., Agelet-Fernández, J., Arno, J. & Ramos, M.C. 2012. Analysis of vineyard differential management zones and relation to vine development, grape maturity and quality. *Spanish Journal of Agricultural Research* 10(2), 326-337.
- Polari, J.J., Zhang, L., Ferguson, L., Maness, N.O. & Wang, S.C. 2019. Impact of Microclimate on Fatty Acids and Volatile Terpenes in "Kerman" and "Golden Hills" Pistachio (*Pistacia vera*) Kernels. *Journal of Food Science* 84(7), 1937-1942.
- Rabadan, A., Alvarez-Orti, M., Gomez, R., Pardo-Gimenez, A. & Pardo, J.E. 2018. Characterization of pistachio oils and defatted flours regarding cultivar and geographic origin. *Journal of food composition and analysis* 71, 56-64.
- Vélez, S., Andrés, M.I., Barajas, E., Pérez-Magariño, S. y Rubio, J.A. 2019a. Clasificación agronómica de viñedos a partir del NDVI y evaluación de la calidad de sus vinos en un viñedo de la D.O. Rueda. *Tierras* 280, 14-20.
- Vélez, S., Rubio, J.A., Andrés, M.I. & Barajas, E. 2019b. Agronomic classification between vineyards ("Verdejo") using NDVI and Sentinel-2 and evaluation of their wines. *Vitis* 58 (Special Issue), 33-38.