

VIDA RURAL

SEGUNDA QUINCENA DE FEBRERO de 2025 | AÑO XXXII | Nº 2/2025

www.vidarural.es

ENSAYOS

Nuevas variedades de
**TRITICALE Y
CENTENO HÍBRIDO**

CULTIVOS

Evaluación de la producción
DE GARBANZO
en la campaña de Córdoba

ESPECIAL

MAÍZ

INNOVAGRI

Volver a cultivar
variedades tradicionales,
EL EJEMPLO DEL MAÍZ

VIDA
MAQ

Suplemento de mecanización
en páginas interiores

Nº561



¡ CULTIVAR ES UN ARTE !

COMPRAR AL MEJOR PRECIO TAMBIÉN

PUEDE LLAMARNOS AL
945 55 20 27



Fertilizantes



Semillas



Recambios
agrícolas



Nutrición
animal



Taller



Ecológico



Viticultura



Por JAIME LAMO DE ESPINOSA

Trump, esa amenaza agraria

Querido lector:

El tema dominante hoy en todos los medios de comunicación es el presidente Trump con sus cientos de órdenes ejecutivas y sus declaraciones constantes que están creando un cierto conflicto a nivel comercial global. Trump, con su lema “*América first*”, parece cada vez más un nacionalista exaltado pero, eso sí, un nacionalista nada menos que de la primera potencia mundial. Y desde el primer instante ha utilizado la palabra y el concepto “aranceles” como una brillante idea protectora y un sistema de defensa frente a las importaciones que afectan básicamente a sectores estratégicos.

Trump pretende reducir rápidamente su déficit comercial y para ello ha comenzado amenazando con una subida del 25% los aranceles a Canadá, México y China. De momento, esas amenazas han quedado suspendidas por un tiempo, pero esta guerra no ha hecho más que empezar. ¿Puede afectar al mundo agrario y a las exportaciones agrarias de la Unión Europea y de España?

En su ya famoso *Memorandum de Trump* de fecha 20 de enero para todos sus secretarios de Estado y de Gobierno y cuyo asunto decía “Política comercial: América primero” insiste reiteradamente en recomendar aranceles suplementarios contra sus “persistentes y elevados déficits comerciales”; propone revisar los acuerdos comerciales existentes y en diversos párrafos habla de los mercados de exportación para “trabajadores, agricul-

EEUU es el segundo destino de las exportaciones agrícolas europeas y el cuarto país de origen de las importaciones agrícolas de la UE. En ese grupo España ocupa el tercer puesto como país importador de EEUU y el cuarto en posición exportadora.

tores, ganaderos, etc...” Conviene pues estar atentos con respecto a nuestras exportaciones a EEUU.

No olvidemos que EEUU es el primer destino de las exportaciones totales de la Unión Europea que tiene un superávit comercial muy considerado. España ocupa el séptimo lugar de las exportaciones a ese destino y es el sexto país del bloque comunitario que más importó desde allí.

Pero, además, entre ambos territorios –UE y EEUU– los intercambios agrícolas son muy importantes pues EEUU es el segundo destino de las exportaciones agrícolas europeas y el cuarto país de origen de las importaciones agrícolas de la UE. En ese grupo España ocupa el tercer puesto como país importador de EEUU y el cuarto en posición expor-

tadora.

En 2022 las exportaciones agroalimentarias y pesqueras de España a EEUU supusieron el 4,7% del total mientras que las importaciones procedentes de allí representaron el 3,8%. Si estudiamos cuales fueron los productos más exportados encontramos año tras año aceite de oliva, vinos y mostos, zumos y extractos vegetales, aceitunas negras, legumbres, hortalizas (ajos, cebollas, pimientos, etc) y quesos. Y entre los importados desde allí destacan los frutos secos, las habas de soja, el maíz, bebidas espirituosas. Y ya sufrimos de la mano de Trump en 2017 la aplicación de un arancel del 35%, luego del 31%, a las aceitunas negras alegando competencia desleal pese a que la OMC ha fallado varias veces en favor de la UE.

La UE por su parte mantiene una fuerte corriente exportadora agroalimentaria que arroja un saldo positivo importante, donde Francia, Italia y Países Bajos son los mayores exportadores y España se sitúa en cuarta posición.

No hay que olvidar que EEUU es un gran país agrícola por lo que es lógico suponer que Trump, se preocupe por el sector y entre las importaciones globales más significadas se encuentran siempre las agrícolas. Y hemos oído a Trump hablar de la agricultura USA como siempre hacen los presidentes de EEUU o Francia en la UE. La exportación española de frutas y hortalizas a EEUU durante los primeros diez meses (enero a octubre) del pasado año 2024 alcanzó casi las

26.000 toneladas pero han retrocedido un 4% en volumen y un 13% en valor entre enero y octubre de 2024, ocupando el número 20 en mercados, destacando el ajo, la cebolla, y los cítricos aunque con una cierta tendencia decreciente con respecto al año 2020, exportaciones que deben cumplir fuertes barreras fitosanitarias cuyos protocolos deben ser negociados entre la administración norteamericana y cada Estado miembro de la UE.

No creo que las amenazas comerciales de Trump y las órdenes ejecutivas que le hemos visto firmar, afecten de modo singular a las exportaciones de la UE y a las nuestras en particular, pero su entelequica y retorcida frase que todos oímos sobre los BRICS, podrían encerrar una cierta amenaza más dirigida quizás al sector del automóvil o a los productos

A España le conviene mantener una postura de amistad y buenas relaciones políticas con EEUU. Estar enfrente no nos llevará a buen puerto de destino.

alimentarios. De hecho ya ha comenzado gravando un 25% las importaciones procedentes de la UE de acero y aluminio.

A España le conviene mantener una postura de amistad y buenas relaciones políticas con EEUU. Estar enfrente no nos llevará a buen puerto de destino.

Nuestro Gobierno debe cuidar hoy más que nunca ese cuadro de relaciones personales e institucionales. Nuestra economía, y en particular nuestra economía agroalimentaria, así lo exige. Y como ha afirmado reciente y acertadamente el ministro Luis Planas "Los alimentos no pueden formar parte de ninguna guerra comercial!" Confiamos en que esta senda sea cada vez más abierta y amistosa.

Pero no olvidemos que Trump es ya el nuevo "Napoleón del proteccionismo" pues así fue como se llamó al 25 presidente McKinley (1897-1901) "de muy mal recuerdo para España," que además de incrementar un 50% sus aranceles también se caracterizó por sus aspiraciones anexionistas.

Un cordial saludo

Regístrate GRATIS



agronegocios.es

Acceso a la mejor información del sector

Noticias Premium

Newsletters temáticos

Artículos técnicos



SUMITOMO CHEMICAL
Creative Hybrid Chemistry
For a Better Tomorrow

Proliant®
FITORREGULADOR
GRÁNULOS SOLUBLES EN AGUA (SG)

**Fitorregulador
que maximiza
el rendimiento
del maíz.**

**WE
CHANGE
THE
GAME™**

Y su filial
KENOGARD
CULTIVAMOS LA INVESTIGACIÓN · 研究深耕
www.kenogard.es

SUMARIO / 561

8 EN PORTADA

La cosecha de aceite cumple el aforo con más de 1,2 Mt en enero.

Redacción VR.

10 AGENDA

La Technical Summit CIMA se consolida en su segunda edición como referencia.

Redacción VR.

12 INNOVAGRI

Volver a cultivar variedades tradicionales, el ejemplo del maíz.

R.A. Malvar, R. López-Toja, F. Almeida, M. Da Cunha, A. Butrón y P. Revilla.

18 ENSAYOS

Evaluación de nuevas variedades de triticale y centeno híbrido en España

Jordi Doltra, Núria Guerrero, Joan Serra y Roser Sayeras.

23 ESPECIAL
MAÍZ

24 *Grandes números de la evolución de la producción de maíz en España*

José Luis Gabriel Pérez.

30 *Nuevas tecnologías para la optimización del uso de herbicidas radiculares en maíz*

J.M. Montull, I. Zigolo y J.M. Llenes.





36 *La relevancia del maíz como cultivo estratégico en España para la producción de bioenergía*

J. Villamayor, S.J. Álvaro-Fuentes y M. Alonso-Ayuso.

40 **CULTIVOS**
Evaluación de la producción de garbanzo en la campiña de Córdoba.

Patricia Castro, Purificación Fernández, Antonio Rafael Sánchez, Cristóbal Martínez, Mariano Fuentes, Salvador Nadal, María del Carmen del Campillo, Teresa Millán, Juan Gil y Josefa M. Rubio.

45 **VIDA MAQ**

46 **INSCRIPCIONES**
Las inscripciones de maquinaria agrícola suben un 2,3% en el conjunto del año 2024
Redacción Vida MAQ.

50 **PRUEBA DE CAMPO**
Dosificación variable de fertilizantes en cultivos extensivos mediante mapas prescriptivos.
M. Videgain y F. Javier García-Ramos.

58 **TÉCNICA**
Novedades en equipos para mínimo laboreo.
Víctor Marcelo, Pablo Pastrana y Javier López.

64 **NOTICIAS DE EMPRESAS**
Agco, Fendt, Nunhems.



Edita
EUMEDIA

Redacción, administración y publicidad:
Teléf.: 910 003 892
Avda. Donostiarra, 12 posterior, Local 2.
28027 Madrid
www.vidarural.es

—VIDA—
RURAL

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 Eloora, catedrática en Ingeniería Agroforestal en ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid.

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

Francisco Javier García Ramos, catedrático 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.

Francisco Javier López Díez, doctor Ingeniero Agrónomo. Profesor Titular del Departamento de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de León.

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

Pablo Pastrana Santamarta, doctor Ingeniero agrónomo. Profesor Titular del Departamento de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de León.

Santiago Planas de Martí, investigador senior del Centro Agrotecnio CERCA. GI Protección de cultivos.

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

Joan Serra Gironella, Investigador - especialista Programa Cultius Extensius Sostenibles del IRTA.

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
Coordinación técnica: Elena Mármol.
Coordinación periodística: Mari Pinardo.
Redacción: Patricia Magaña.

DISEÑO GRÁFICO:

Jaime Muñoz

PUBLICIDAD:

publicidad@eumedia.es
Alberto Velasco, Alberto Rabasco.

SUSCRIPCIONES:

suscripciones@eumedia.es

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

Eumedia, S.A. está asociada a  **CLUB ABIERTO DE EDITORES,**
(miembro de  **CCOE, CEPYME** y  **Asociación de Editores**).

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. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de la misma.

La cosecha de aceite cumple el aforo con más de 1,2 Mt en enero

Durante el mes de enero la producción de aceite de oliva alcanzó las 341.490 toneladas, según los datos provisionales de la Agencia de Información y Control Alimentarios (AICA). Con esta cifra, se alcanza en el primer cuatrimestre de la campaña 2024/2025 un total de 1.234.568 toneladas, casi lo estimado en el aforo del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), lo que hace augurar a las organizaciones agrarias un repunte de los precios en origen

Redacción VR.

La producción declarada de aceite de oliva durante el pasado mes de enero fue de 341.490,59 t. El total producido a la fecha es de 1.234.568 t, quedando pendientes hasta completar el aforo de campaña 54.431 t estimadas. Esto supone que se ha produ-



cido hasta la fecha el 95,93% del total previsto en la previsión de cosecha.

Las salidas de aceite al mercado se situarían en el mes de enero en el entorno de las 142.140 t según las estimaciones, superiores en 33.740 toneladas al mes de enero de la campaña pasada y suponiendo las salidas más elevadas en las últimas siete campañas. Hay que remontarse a 2016/17 para encontrar unas salidas superiores en 6.000 toneladas. Las salidas acumuladas en este cuarto mes de campaña son de 459.240 t.

Para el cálculo de las salidas durante enero se han estimado unas importaciones de 25.000 t que se confirmarán una

vez Aduanas publique los datos consolidados.

Con estos datos, Cooperativas Agroalimentarias de España estima que las exportaciones en el mes de enero van a estar alrededor de las 83.530 t y unas 58.610 t habrían sido destinadas al mercado interior.

Por lo que respecta a las salidas de aceite de almazara durante este mes, se sitúan en 180.472,74 t, con un total acumulado en estos cuatro meses de campaña de 476.337,70 t.

En lo referido al reparto de las existencias, de los datos de AICA se extrae que las existencias de final de campaña 23/24, han sido modificadas ligeramente hasta las 190.388 t; las existencias en almazaras

se sitúan en 865.175 t, lo que supone 174.822 t más que en el mes de diciembre, según los datos facilitados este mes por el MAPA y las existencias totales a final del mes de enero son de 1.056.440 t, lo que supone 227.390 t más que en el mes de diciembre.

Con estas preliminares cifras algunas organizaciones agrarias se animan a hacer predicciones de precios. Al hilo de los datos, Cristóbal Cano, secretario general de UPA Andalucía, apuntaba «los datos demuestran que se producirá el aceite de oliva previsto y que la demanda sigue siendo fuerte, de ahí que los precios en origen deben tener una dinámica de crecimiento». ■

¡Di adiós a las malas hierbas!

Hector[®]

Arigo[®]

Emir[®]

Dragster[®]

Victus[®] OD

Lortama[®] *

Rinskor™ active



   Visítanos en: corteva.es | [@cortevaES](https://twitter.com/cortevaES)

*Producto no registrado, actualmente en proceso de evaluación bajo el Reglamento (CE) no 1107/2009. Esta información podría no estar actualizada. Con el fin de evitar riesgos para las personas y el medioambiente, lea atentamente la etiqueta del producto y siga estrictamente las instrucciones de uso.
®™, ®ª Son marcas comerciales y de servicio de Corteva Agriscience y de sus compañías filiales. ©2025 Corteva Agriscience™.

El Technical Summit CIMA se consolida como referencia de cooperación técnico-científica

La segunda edición del Technical Summit CIMA se celebró a principios de febrero con gran éxito en Madrid, consolidándose como un evento de referencia para profesionales del sector agroalimentario. Este encuentro reunió a destacados expertos que abordaron los principales desafíos y avances en investigación, innovación y tecnología aplicada a la agricultura y la sanidad vegetal.

Este modelo de cooperación une a más de 10 compañías líderes del sector agrícola, abarcando más de 25.000 hectáreas de cultivo y tiene como objetivo impulsar la productividad, la sostenibilidad y la innovación, cultivando un cambio en la forma de producir alimentos y preservar el medioambiente.

Entre los cultivos gestionados por CIMA se incluyen olivos, almendros, viñedos, pistachos y cítricos, consolidando un im-



pacto significativo tanto a nivel agronómico, como industrial y comercial.

Durante el evento, Raquel Valdés, directora de I+D de Ideagro, junto a Rocío Jarabo, Iberia Project Manager de CIMA, presentaron los resultados del primer año del proyecto CIMA y los próximos retos para 2025:

- Más de 4.000 análisis físico-químicos de suelo, actividades enzimáticas, microbiológicos, foliares, de agua y calidad nutracéutica.
- Incremento del rendimiento de los cultivos mediante innovaciones biotecnológicas.
- Preservación de la biodiversidad del suelo para asegurar la sostenibilidad de los cultivos.

- Gestión eficiente de recursos naturales, incluyendo agua y nutrientes.
- Eficiencia en la solubilización de fósforo y potasio, así como de microelementos.
- Reducción del impacto climático, promoviendo prácticas agrícolas sostenibles.
- Integración de conservación ambiental en las estrategias de gestión agraria.
- Incremento de los parámetros de calidad, sanidad del cultivo y homogeneidad en brotación.

Carlos García Izquierdo, profesor de Investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), habló sobre los suelos supresivos y las estrategias para conseguirlos con factores tan claves como el

incremento de la biodiversidad microbiana, conocimiento sobre el manejo físico y químico el uso de bioestimulantes y fertilizantes orgánicos.

Por otro lado, Antonio Sanz, responsable de Fitopatología de Ideagro, y David Montes, director técnico de Ideagro, expusieron las estrategias que se ejecutan para el diagnóstico y control de patógenos, así como los resultados obtenidos durante el año 2024.

Por último, los asistentes pudieron disfrutar de una mesa redonda con un panel de expertos compuesto por Juan José Herrera de Cortijo La Reina, María Garrido de Castillo de Canena, José Luis Garrido Agromaned y dirigido por Francisco Gálvez de Alltech Crop Science. ■

Siembra temprana del girasol: innovaciones genéticas enfocadas al aumento de la rentabilidad

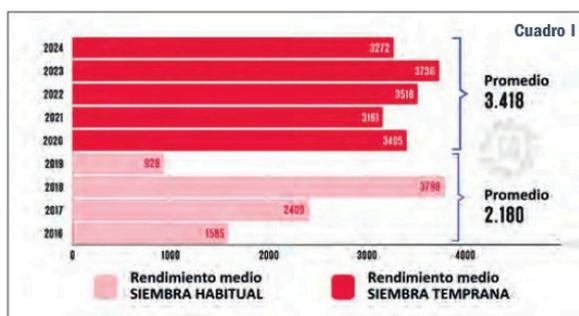
Semillas LG, dedica su investigación a desarrollar soluciones innovadoras que aumenten la seguridad y rentabilidad para los agricultores. Una de ellas es la línea de trabajo enfocada a la obtención de variedades de girasol adaptadas a las condiciones de siembra temprana.

La decisión de iniciar esta línea de investigación se basa en numerosos estudios científicos que demuestran los beneficios económicos de la siembra temprana, especialmente en zonas de clima mediterráneo. La variabilidad climática de los últimos años afecta a la rentabilidad del cultivo de girasol, disminuyendo el interés de los agricultores por el mismo. Sin embargo, con la siembra temprana, se pueden mitigar estos efectos y mejorar la productividad y rentabilidad del cultivo.

El cambio del manejo del cultivo de girasol hacia fechas más tempranas de siembra posibilita:

- Posicionar el ciclo del cultivo en unas condiciones climáticas más favorables, aprovechando las lluvias invernales y primaverales. Esto asegura una mejor nascencia y desarrollo, con menores limitaciones hídricas.
- Incremento de biomasa y rendimiento: este manejo agronómico permite que las plantas alcancen una mayor biomasa a nivel radicular, foliar y productivo, lo que se traduce en un incremento considerable del rendimiento.
- Seguridad del cultivo: con la siembra temprana, se adelantan las fases de floración y maduración del girasol a periodos de temperaturas más suaves, evitando los fuertes golpes de calor, tan perjudiciales para el cultivo.
- Adelantar la cosecha, lo que permite diferenciar su oferta en el mercado, dejando además antes libre el terreno para la preparación del siguiente cultivo.

Desde 2020, en LG se han implementado protocolos específicos de mejora genética denominados "Siembra temprana," orientados a este manejo en las diferentes zonas productivas de España. En el



cuadro I se observa que en 2020 se adelanta la siembra entre 3-4 semanas y, desde entonces, los rendimientos han aumentado significativamente y de manera estable. Para Córdoba, y con el adelanto en la fecha de siembra, los rendimientos medios del conjunto de variedades participantes en los ensayos han superado los 3.000 kg/ha en todas las campañas, independientemente de la distribución de lluvias.

En el contexto de la siembra temprana, Semillas LG ha desarrollado variedades espe-

cialmente adaptadas a estas condiciones, enfocadas a conseguir el máximo rendimiento y sostenibilidad del cultivo. Las principales características que deben reunir las variedades adaptadas a estas condiciones de siembras tempranas son: gran vigor de implantación, variedades equilibradas y robustas, ciclos a floración y maduración adaptados, sanidad frente a enfermedades especialmente al mildiu y protección frente al jopo (a nivel genético y químico), tolerancia a herbicidas y variedades productivas. ■

Volver a cultivar variedades tradicionales, el ejemplo del maíz

Una oportunidad de cooperación público-privada en el marco de proyectos piloto y grupos operativos autonómicos y supra-autonómicos

En 2019 se inicia el proyecto "Variedades locales de maíz para obtener un pan de maíz de calidad". Le sigue en 2022 el proyecto piloto "Las variedades autóctonas como alimentos funcionales a partir de cultivos sostenibles", ambos financiados por la Xunta de Galicia. En este artículo se dan a conocer las distintas iniciativas surgidas a través de estos dos proyectos cuyo objetivo es valorizar los recursos fitogenéticos de interés agrícola.

Esta línea de trabajo comienza en 2018, cuando en una reunión Manuel Da Cunha, propietario del grupo Panadería Da Cunha, comentó que le gustaría recuperar el sabor del pan de maíz de antaño, ya que la harina que podían conseguir

R.A. Malvar¹, R. López-Toja², F. Almeida³, M. Da Cunha², A. Butrón¹, P. Revilla¹.

¹ Misión Biológica de Galicia CSIC. Pontevedra.

² Grupo Da Cunha. A Coruña.

³ Sementares. A Coruña.



en ese momento no tenía la calidad suficiente para proporcionar el sabor que recordaba de su niñez.

La idea surgió en una reunión bajo el paraguas de la "cátedra del pan" financiada por el grupo Da Cunha a la que asistían además de representantes de la empresa, in-

vestigadores de la Universidad de Santiago de Compostela (Ángeles Romero y Santiago Pereira, que pertenecían a la cátedra del pan) y del Grupo de Genética y Maíz de la Misión Biológica de Galicia MBG-CSIC. La cátedra del pan había desarrollado un proyecto que buscó sentar las ba-

ses del cultivo de trigo autóctono en Galicia. Por otra parte, el MBG-CSIC llevaba veinte años trabajando en la mejora de maíz para pan y en su banco de germoplasma conservaba las variedades locales con las que se hacía antiguamente el pan de maíz y empezó a colaborar para recuperar su



Mazorcas de la variedad de maíz Oubiña negro.



Mazorcas de la variedad de maíz Tuy.

cultivo, siempre pensando en una agricultura sostenible y de proximidad.

Variedades locales para obtener un pan de maíz de calidad

Con esta idea se inició en 2019 el proyecto "Variedades locales de maíz para obtener un pan de maíz de calidad" financiado por la Xunta de Galicia (Axudas para o apoio de proxectos piloto (MR331A) (Feader 2019/059). El objetivo consistió en seleccionar, entre las variedades de maíz del Banco de Germoplasma de la MBG aquellas que se adaptaran mejor a distintas localidades gallegas. Se preseleccionaron 10, basándonos en el conocimiento del material previo, y se evaluaron en tres ambientes diferentes durante 2020. Basándonos en el rendimiento en grano y en pruebas de panificación, en estos ensayos se eligieron seis variedades, a las que se añadieron tres más para una segunda evaluación llevada a cabo en 2021. Como resultado final de



Mazorcas de la variedad de maíz Rebordanes.

este proyecto se eligieron tres variedades:

- **Tuy.** Es una variedad de grano liso de color amarillo que proviene del sur de Galicia, de ciclo medio, lo que la hace adecuada para su cultivo en gran parte de Galicia. Su rendimiento medio fue de 6 t/ha con una humedad de grano de 23,4% en los ensayos de evaluación llevados a cabo en 2021. Este rendimiento se puede considerar aceptable, teniendo en cuenta

que se trata de una variedad de polinización libre. La variedad amarilla Oso-ro tuvo mayor rendimiento que Tuy, pero las diferencias no fueron significativas y sí fue significativamente más tardía. Además, proviene del País Vasco y una variedad de conservación limita su cultivo a un área geográfica determinada y en este caso la zona objetivo es Galicia. Por último, el zuro de la variedad Tuy es blanco mientras el de Oso-

ro es rojo siendo el primero preferido para la obtención de harinas.

- **Rebordanes.** Es una variedad lisa de grano blanco, de ciclo similar a Tuy. Su rendimiento es inferior (5 t/ha) aunque las diferencias no fueron significativas en los ensayos de 2021. Se eligió por ser una variedad local blanca que no difería significativamente en rendimiento de la mejor variedad blanca Ribadumia y, a diferencia de

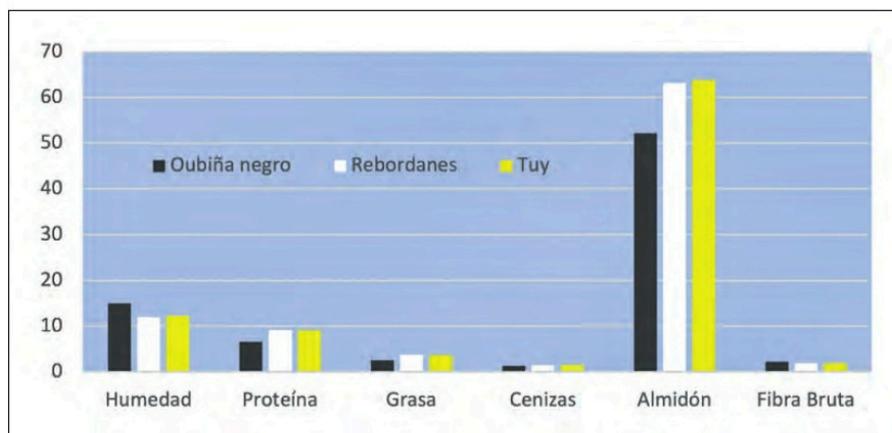


Figura 1. Composición nutricional del grano de maíz en las tres variedades seleccionadas.

esta, su grano era completamente liso. Proviene del sur de Galicia y se usaba tradicionalmente para hacer pan.

- **Oubiña negro.** Es una variedad semilisa de grano negro, de ciclo ligeramente tardío, que destaca además de por su color por un buen rendimiento, obteniendo 7 t/ha de media en los ensayos de 2021, con una humedad del 26%. Lo único que hay que tener en cuenta es que en localidades donde se cultivan ciclos cortos esta variedad puede tener problemas de maduración.

En la **figura 1** se muestra la composición nutricional del grano de maíz en las tres variedades seleccionadas.

Tanto Rebordanes como Tuy demostraron su buen comportamiento agronómico y sus cualidades para la panificación en trabajos anteriores (Revilla *et al.*, 2008; Revilla *et al.*, 2015).

También se ha analizado la composición nutricional de las distintas variedades y des-

tazan las propiedades energéticas de Tuy y Rebordanes debido a su alta concentración en almidón, proteínas y grasa. En el otro extremo está Oubiña, que presentó la mayor proporción de humedad y de fibras con un bajo porcentaje de almidón y grasas, por lo que es especialmente interesante en situaciones donde se desea una baja composición energética.

Variedades autóctonas como alimentos funcionales

En el proyecto piloto “Las variedades autóctonas como alimentos funcionales a partir de cultivos sostenibles” financiado por Axudas para o apoio de proxectos piloto (MR331A) Xunta de Galicia (Feader 2022/017A), se siguió trabajando con Oubiña negro. Esta variedad se eligió por su producción y porque tenía una buena capacidad de panificación para cubrir además una demanda creciente de millo corvo (un tipo de maíz típico de Meiro).

También se evaluó la variedad Ribeira rojo, la cual podría ser interesante por su marcado color rojo, el compuesto varietal EPS37, desarrollado en la Misión Biológica de Galicia para obtener un maíz blanco de calidad, y el híbrido B73 x Mo17 como control, ya que ha sido el híbrido más cultivado en el mundo en zonas templadas y muchos de los híbridos actuales están estrechamente relacionados con él. Además de los componentes nutricionales del grano, humedad, proteína, grasa, almidón, cenizas y fibra bruta, se estimó el contenido en antioxidantes

Los resultados de dos años de ensayos confirmaron que la variedad Oubiña negro es ideal para utilizarse en dietas adelgazantes porque tiene la mayor proporción de agua y la menor proporción de grasa y almidón. Por el contrario, la variedad EPS37 es ideal para aumentar el número de calorías con una mayor proporción de grasa y almidón y una menor proporción de agua y fibra bruta. En cuanto a

los antioxidantes, Oubiña tiene significativamente más que las otras variedades y se ha demostrado que el pigmento que da el color negro al maíz (antocianina) tiene efectos saludables sobre la obesidad (Revilla *et al.*, 2023). Así concluimos, que Oubiña negra es una variedad con potencial para su cultivo en Galicia, además es hipocalórica y tiene capacidad antioxidante, lo que le da un mayor valor añadido.

Valorizar los recursos fitogenéticos de interés agrícola

El siguiente paso es trasladar los resultados experimentales del nivel de micro parcela a una opción real de mercado. Así nos embarcamos en el proyecto del Grupo Operativo Supra autonómico Fitonet: Desarrollo de un entorno digital y de laboratorios vivientes para valorizar los recursos fitogenéticos de interés agrícola (proyectos de innovación de grupos operativos de la AEI-Agri PNDP 2014-2022 (REGA-GE22e00014997141). El objetivo del proyecto era facilitar el acceso y uso de los recursos fitogenéticos utilizando una app amigable. Como ejemplo del uso de variedades tradicionales para obtener productos con valor añadido el proyecto constó de cuatro proyectos pilotos: 1) Piloto 1: variedades para harinas buscando productos diferenciales; selección de variedades de maíz, centeno y espelta de las colecciones de la Misión Biológica de



Recogida de la variedad de maíz Oubiña negro.

Galicia, Instituto de Agricultura Sostenible y del Centro de Recursos Fitogenéticos (CRF) (todos ellos centros del CSIC); Piloto 2: variedades tradicionales de tomate, melón y calabaza; Piloto 3: compuestos inmunogénicos en relación a las intolerancias al gluten en variedades de cereales; Piloto 4: diez variedades tradicionales por cada una de las diez especies de leguminosas seleccionadas por el CRF. Las variedades de maíz forman parte del piloto 1.

Para que la transferencia al sector de las variedades sea efectiva y haya una trazabilidad de la semilla desde el origen es necesario seguir unos pasos básicos. Para que la semilla pueda ser comercializada y certificada, en este caso por la Xunta de Galicia, las variedades tienen que estar inscritas en el registro de variedades comerciales como



Desarrollo vegetativo de la variedad Oubiña negro.

variedades de conservación. Un segundo paso consiste en obtener la semilla base de cada una de las variedades y esto solo lo pueden hacer aquellas instituciones, empresas, etc. que estén registradas como "obtenedores" en la Xunta de Galicia, requisito que cumple la Misión Biológica de Galicia – CSIC. Así que durante el proyecto Fitonet, cada año se

hacía una declaración de siembra de las variedades de interés, técnicos de la Xunta de Galicia inspeccionaban el cultivo para poder certificar que la semilla se obtenía en las condiciones adecuadas, se declaraba la recolección y se realizaba una segunda inspección donde se sellaban los lotes de semillas y se etiquetaban. Una muestra de cada lote era analizada para comprobar el poder germinativo de la semilla y la homogeneidad de cada variedad.

Una vez culminado el proceso, la semilla está lista para enviar a los productores que también tienen que estar registrados en la Xunta y son los encargados de multiplicar la semilla que después pueden cultivar los agricultores. En el caso concreto del proyecto Fitonet, la semilla base la produjo la MBG-CSIC y Da Cunha fue el productor. Las variedades

de Tuy, Rebordanes y Oubiña negra se sembraron en parcelas grandes, en ellas se pudo comprobar su viabilidad respecto al manejo con maquinaria pesada y uniformidad con respecto a parámetros clave como la humedad del grano en el momento de la recogida o madurez del grano. Los datos de estos ensayos se han introducido en la base de datos Noah y estarán disponibles para los agricultores. Todavía queda pulir ciertos aspectos que permitan la mecanización de estas variedades para que se produzca una transferencia real y que se vuelvan a cultivar las variedades tradicionales y poder así rescatar el sabor de antaño del pan de maíz. ■

BIBLIOGRAFÍA

Revilla P, A Landa, VM Rodríguez, MC Romay, A Ordás, RA Malvar. 2008. Maize for bread under organic agriculture. *SJAR* 6:241-247.

Revilla P, Ruiz de Galarreta JI, Malvar RA, Landa A, Ordás A. 2015. Breeding maize for traditional and organic agriculture. *Euphytica* 205:219-230.

Revilla P, De la Fuente M, Couso Careira M, Malvar RA. 2023. Maize anthocyanin improves health parameters in obese rats. *Mol* 23: 4.

Financiación

Proyectos de innovación de por grupos operativos de la AEI-Agri PNDP 2014-2022 (REGA-GE22e00014997141). Desarrollo de un entorno digital y de laboratorios vivientes para valorizar los recursos fitogenéticos de interés agrícola (FITONET).

Ayudas para o apoio de proxectos piloto (MR331A) Xunta de Galicia (FEADER 2019/059). Va-riedades locais de millo para obter un pan de millo de calidade.

Ayudas para o apoio de proxectos piloto (MR331A) Xunta de Galicia (FEADER 2022/017A). Las variedades autóctonas como alimentos funcionales a partir de cultivos sostenibles.



INNOVAGRI

Para leer más reportajes como este entra en www.innovagri.es y suscríbete a nuestro newsletter.

Tecnología Magna[®] Magnifica el potencial de tus cultivos

Anna Biau.

R&D Technical Developer. COMPO EXPERT Spain

A nivel mundial, el maíz fue el cereal que más se produjo durante la campaña 2023/24 con 1.224 millones de toneladas. Su importancia es aún mayor cuando se estima que su producción aumentará en 375 Mt hasta alcanzar unas 3,054 Mt en 2029 (Faostat, 2024).

Dicho aumento de producción se pretende alcanzar en base a un incremento de rendimiento y no en base a un aumento de la superficie cultivada. La agricultura española deberá afrontar este reto haciendo frente al principal desafío que es el cambio climático (precipitaciones y temperaturas extremas) y adaptando las prácticas de fertilización a la nuevas normativas europeas y nacionales mucho más restrictivas.

Es por esto por lo que la preocupación del sector por una agricultura más sostenible ha puesto en valor el suelo y su actividad microbiana para mejorar la nutrición.

En este contexto, el uso de microorganismos benéficos en el cultivo de maíz se ha convertido en una herramienta



clave para mejorar la nutrición vegetal y optimizar el rendimiento de las cosechas.

Los microorganismos del suelo, como bacterias, hongos y actinobacterias, desempeñan un papel fundamental en la fertilidad y salud del suelo.

Estos microorganismos participan en procesos esenciales como la descomposición de materia orgánica, la fijación de nitrógeno atmosférico y la solubilización de nutrientes, haciéndolos más disponibles para las plantas.



Localización de las explotaciones donde se realizaron las aplicaciones de la tecnología Magna[®] en cereal en el año 2023.

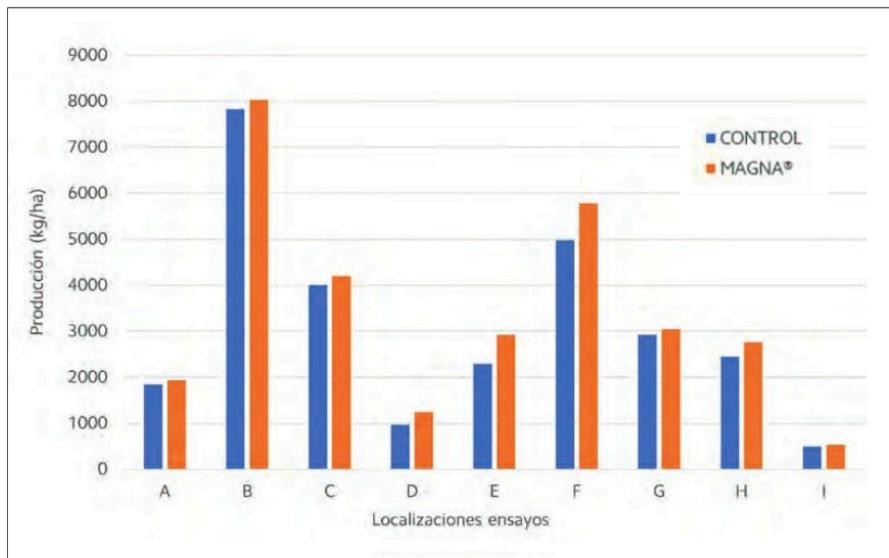


Figura 1. Producción (kg/ha) obtenida en las diferentes aplicaciones en cereal (cebada y trigo).

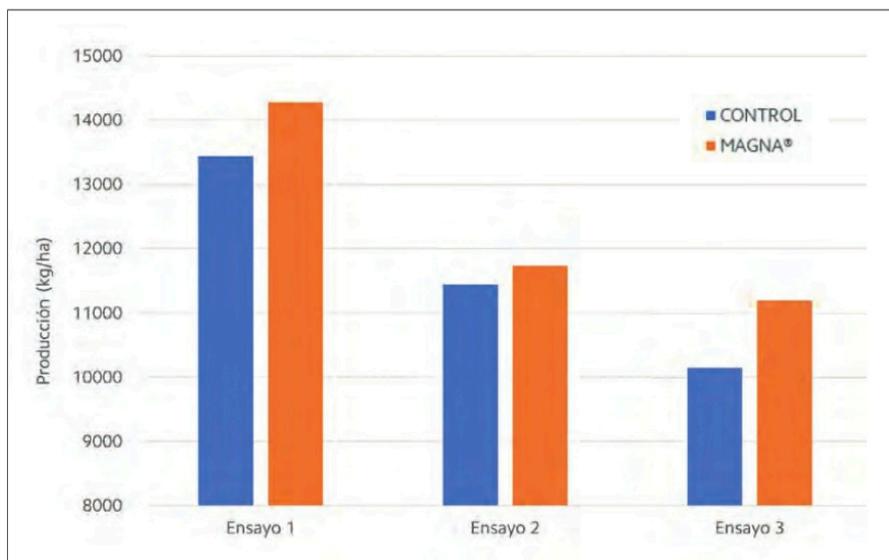


Figura 2. Producción (kg/ha) obtenida en los diferentes ensayos de maíz realizados en Aragón.

En el caso del maíz, un cultivo que requiere altos niveles de nutrientes, la aplicación de microorganismos puede marcar una diferencia significativa en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

COMPO EXPERT ha desarrollado la tecnología **Magna®** que combina cepas seleccionadas y aisladas de microorganismos beneficiosos para optimizar la nutrición vegetal mediante

solubilización de nutrientes y bioestimulación. Además, esa solubilización constante evita bloqueos de nutrientes y micronutrientes en suelo, aportando una nutrición más homogénea.

Entre los beneficios específicos de la tecnología **Magna®**, no sólo destaca un aumento significativo de la producción, —cómo han demostrado los diferentes ensayos de campo realizados en diferentes puntos de la península, en el cultivo de cereal (cebada y trigo) (ver **figura 1**)—, sino que mejoró la resistencia del cultivo al estrés abiótico.

Estos ensayos se realizaron en el año 2023 dónde las condiciones climáticas fueron totalmente desfavorables tanto para los campos de regadío como seco.

Esta mejora de las plantas también es debida al aumento de producción de fitohormonas que favorecen el desarrollo de las raíces y mejora la resistencia de las plantas a condiciones adversas, además de aumentar la capacidad de retención de agua del suelo.

En el cultivo del maíz, donde estamos empezando a introducir la tecnología **Magna®**, se está observando una tendencia similar a la del cereal. En los tres ensayos realizados en la campaña anterior la aplicación de la tecnología **Magna®** generó un incremento importante de rendimiento (**figura 2**).

La tecnología **Magna®** está diseñada para adaptarse a diferentes formas de aplicación, garantizando su efectividad en diversas condiciones agrícolas, mejorando la salud del suelo a largo plazo y promoviendo una agricultura más sostenible. ■

Evaluación de nuevas variedades de triticale y centeno híbrido en España



Producción y parámetros agronómicos de las nuevas variedades de triticale y centeno híbrido

Jordi Doltra Bregón, Núria Guerrero Costa, Joan Serra Gironella y Roser Sayeras Oliveras.
Secretaría técnica de GENVCE – IRTA Mas Badia.

En este artículo se presentan los resultados de los ensayos de nuevas variedades de triticale y centeno híbrido realizados en el marco de la red Genvce (Grupo para la Evaluación de Nuevas Variedades de Cultivos Extensivos en España), durante las campañas 2021/22, 2022/23 y 2023/24.

Los ensayos han sido realizados en el marco de la red Genvce (Grupo para la Evaluación de Nuevas Variedades de Cultivos Extensivos en España) por los siguientes institutos de investigación autonómicos: la Red Andaluza de Experimentación Agraria (RAEA) (IFAPA, Alejandro

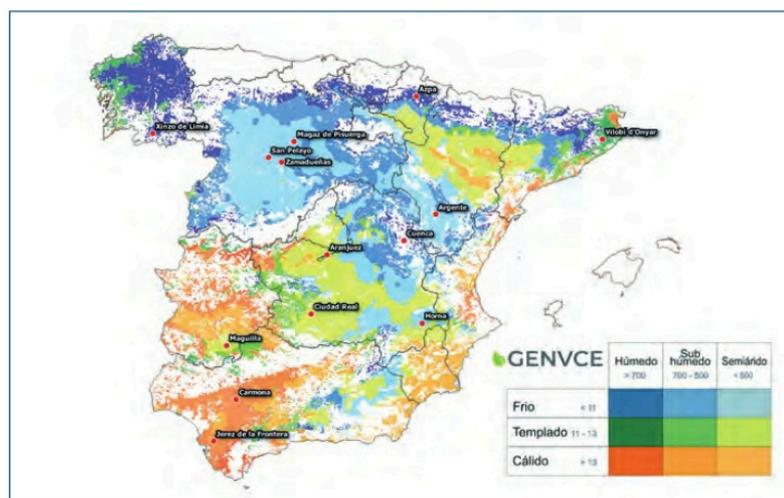
Castilla), el Centro de Transferencia Agroalimentaria del Gobierno de Aragón (CTA, Miguel Gutiérrez), el Instituto Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario y Forestal (IRIAF) de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (Iriaf, Rogelio Corbacho), el Instituto Técnico Agronómico Provincial de Albacete (ITAP, Francisco López), el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ItaCyL, Gabriel Villamayor), el Centro Tecnológico Agrario y Alimentario (ITAGRA, Jesús Laso), el Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA, Josep Antón Betbesé y Joan Serra), el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM, Luis Urquijo), el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (Cicytex, Verónica Cruz), el Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (Imidra, Alejandro Benito), el Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias (Intia, Jesús Goñi y Amaia Caballero) y el Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario (Neiker, Juan Bautista Relloso).

Los trabajos realizados por Genvence han sido financiados por:

- La Oficina Española de Variedades Vegetales (OEVV) del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), principalmente los trabajos de coordinación del grupo.
- Los institutos y servicios de las Comunidades Autónomas participantes han asumido la mayor parte del coste de la realización de los ensayos.
- Las empresas obtentoras y comercializadoras de semillas aportan la semilla de las variedades en evaluación en Genvence.

Durante la campaña 2023-2024 se recogen 9 ensayos válidos de triticale y 7 de centeno híbrido. Estos se han localizado en las principales zonas productoras españolas comprendidas entre zonas

FIG 1. Localización de los ensayos de triticale y centeno híbrido de la red Genvence.



CUADRO I. RENDIMIENTO E ÍNDICE PRODUCTIVO MEDIO RESPECTO A LOS TESTIGOS BONDADOSO Y VIVACIO DE LAS VARIEDADES DE TRITICALE ENSAYADAS EN LA CAMPAÑA 2023-2024 EN LAS ZONAS TEMPLADAS-CÁLIDAS, EN EL MARCO DE LA RED GENVENCE.

Variedades	Producción media (kg/ha)	Índice productivo (%)	Separación de medias	Número de ensayos
AIROSO	6.931	118,1	a	6
LG CABALLERO	6.691	114,0	a	6
BONDADOSO*	6.196	105,5	ab	6
VIVACIO*	5.547	94,5	b	6
MEDIA	6.341 kg/ha al 13% de humedad			
ÍNDICE 100	5.871 kg/ha al 13% de humedad			
Nivel de significación de la variedad	p-valor <0,01			
Coefficiente de variación	9,62%			

(*): variedades testigo.

agrocimáticas con diferente régimen de temperatura (frías y templadas) y de pluviometría (semiáridas, cálidas, subhúmedas y húmedas), tal como se recoge en la **figura 1**.

Triticale

En el **cuadro I** se recogen los rendimientos e índices productivos medios de las distintas variedades, respecto a los testigos Bondadoso y Vivacio durante la campaña 2023-2024 en las zonas templadas-cálidas. Airoso junto a LG Caballero

han sido las variedades más destacadas superando estadísticamente a la testigo Vivacio.

En el cuadro II se recogen algunas de las variables agronómicas más destacadas de las nuevas variedades de triticale ensayadas en estas zonas.

Bondadoso es la variedad más precoz al espigado, anticipándose dos días respecto la fecha media. Vivacio, contrariamente, es la variedad más tardía con un espigado cuatro días posterior al promedio de la campaña. En cuanto al encamado y a la incidencia de roya parda, las varie-

ENSAYOS

CUADRO II. FECHA DE ESPIGADO, ENCAMADO, ROYA PARDA, HUMEDAD DEL GRANO, ALTURA, PESO ESPECÍFICO Y PESO DE MIL GRANOS DE LAS VARIEDADES DE TRITICALE, ENSAYADAS DURANTE LA CAMPAÑA 2023-2024 EN LAS ZONAS TEMPLADAS-CÁLIDAS, EN EL MARCO DE GENVCE.

Varietades	Fecha de espigado	Encamado (%)	Roya parda (%)	Humedad (%)	Altura planta (cm)	Peso específico (Kg/hL)	Peso mil granos (g)
AIROSO	25-mar.	3,7	7,7	9,6 ab	89 b	76,4	37,1
BONDADOSO*	24-mar.	10,7	1,0	11,0 ab	114 a	74,1	40,6
LG CABALLERO	27-mar.	5,3	30,0	12,1 a	116 a	72,2	36,1
VIVACIO*	30-mar.	2,2	17,8	8,4 b	98 ab	72,2	37,0
Media	26-mar.	5,5	14,1	10,3	104,5	73,7	37,3
Nivel significación variedades (p-valor)	-	ns	ns	<0,05	<0,05	ns	-
Número de ensayos	6	5	3	5	5	6	3

(*): variedades testigo.

CUADRO III. RENDIMIENTO E ÍNDICE PRODUCTIVO MEDIO RESPECTO A LOS TESTIGOS RGT ELEAC Y TRIMOUR DE LAS VARIEDADES DE TRITICALE ENSAYADAS EN LA CAMPAÑA 2023-2024 EN AMBIENTES TEMPLADOS-FRÍOS, EN EL MARCO DE GENVCE.

Varietad	Producción media (kg/ha)	Índice productivo (%)	Separación de medias	Número de ensayos
TALAVERA	6.063	135,2	a	7
RGT CENTSAC	5.372	119,8	ab	7
TRIMOUR *	4.842	108,0	bc	7
RGT ELEAC *	4.129	92,1	c	7
MEDIA	5.102 kg/ha al 13% de humedad			
ÍNDICE 100	4.486 kg/ha al 13% de humedad			
Nivel de significación de la variedad	p-valor < 0,01			
Coefficiente de variación	10,15%			

(*): variedades testigo.

CUADRO IV. FECHA DE ESPIGADO, ENCAMADO, HUMEDAD DEL GRANO, ALTURA, PESO ESPECÍFICO Y PESO DE MIL GRANOS DE LAS VARIEDADES DE TRITICALE, ENSAYADAS DURANTE LA CAMPAÑA 2023-2024 EN LAS ZONAS FRÍAS-TEMPLADAS, EN EL MARCO DE LA RED GENVCE.

Varietades	Fecha espigado	Encamado (%)	Humedad (%)	Altura planta (cm)	Peso específico (Kg/hL)	Peso de mil granos (g)
RGT CENTSAC	23-abr.	0,0	10,1	115	66,6	26,4
RGT ELEAC *	22-abr.	1,3	10,1	110	65,6	26,2
TALAVERA	10-abr.	3,9	10,1	101	69,4	40,4
TRIMOUR *	14-abr.	4,0	10,0	109	66,4	30,1
Media	17-abr.	2,3	10,1	108,5	67,0	30,7
Nivel significación variedades (p-valor)	-	ns	ns	ns	ns	-
Número de ensayos	7	6	7	6	6	4

(*): variedades testigo.

dades no presentan diferencias significativas entre ellas, sin embargo, la mayor sensibilidad la han presentado Bondadoso y LG Caballero, respectivamente.

LG Caballero presenta un porcentaje de humedad en grano significativamente superior a la testigo Vivacio. También se han observado diferencias significativas



en cuanto a la altura, LG Caballero destaca por tener un mayor porte junto a Bondadoso, mientras que Airoso resulta ser la variedad de menor talla. El peso específico de las variedades ha estado comprendido entre los 76,4 kg/hl de Airoso y los 72,2 kg/hl de LG Caballero y la testigo Vivacio. Respecto al peso de grano, el valor más alto se ha observado en la testigo Bondadoso.

En el **cuadro III** se presentan los índices productivos medios de las distintas variedades de triticale evaluadas en los ambientes más fríos, con RGT Eleac y Trimour como variedades testigo. En estos ensayos las nuevas variedades Talavera

CUADRO V. PRODUCCIÓN MEDIA DE LAS NUEVAS VARIEDADES DE TRITICALE JUNTO A LOS TESTIGOS BONDADOSO Y VIVACIO, OBTENIDAS EN EL MARCO DE GENVCE EN LAS ZONAS TEMPLADAS-CÁLIDAS DURANTE LAS CAMPAÑAS 2022-2023 Y 2023-2024.

Variedades	Producción (kg/ha)	Índice productivo (%)	Separación de medias	Número de ensayos
AIROSO	5.786	114,6	a	10
LG CABALLERO	5.645	111,8	a	10
BONDADOSO *	5.337	105,7	a	10
VIVACIO *	4.758	94,3	b	10
MEDIA DEL ENSAYO (kg/ha)			5.381	
ÍNDICE 100 (kg/ha)			5.047	
Nivel de significación de la variedad (p-valor)			<0,0001	
Coefficiente de variación (%)			10,00	

(*): variedades testigo.

CUADRO VI. PRODUCCIÓN MEDIA DE LAS NUEVAS VARIEDADES DE TRITICALE, JUNTO A LAS VARIEDADES TESTIGO TRIMOUR Y RGT ELEAC, OBTENIDAS EN EL MARCO DE GENVCE, DURANTE LAS CAMPAÑAS 2022-2023 Y 2023-2024 EN LAS ZONAS FRÍAS Y TEMPLADAS.

Variedades	Producción (kg/ha)	Índice productivo (%)	Separación de medias	Número de ensayos
TALAVERA	4.691	132,2	a	8
RGT CENTSAC	4.338	122,3	a	8
TRIMOUR *	3.596	101,4	a	8
RGT ELEAC *	3.500	98,6	a	8
Media del ensayo (kg/ha)			4.031	
ÍNDICE 100 (kg/ha)			3.548	
Nivel de significación de la variedad (p-valor)			ns	
Coefficiente de variación (%)			12,42	

(*): variedades testigo.

CUADRO VII. RENDIMIENTO E ÍNDICE PRODUCTIVO MEDIO RESPECTO A LOS TESTIGOS KWS SERAFINO Y PETKUS DE LAS VARIEDADES DE CENTENO ENSAYADAS EN LA CAMPAÑA 2023-2024 EN EL MARCO DE GENVCE.

Variedades	Producción media (kg/ha)	Índice productivo (%)	Separación de medias	Número de ensayos
KWS SERAFINO *	4.872	113,5	a	7
SU BARESI	4.795	111,7	a	7
SU PERSPECTIV	4.608	107,3	a	7
PETKUS *	3.715	86,5	a	7
MEDIA			4.498 kg/ha al 13% de humedad	
ÍNDICE 100			4.294 kg/ha al 13% de humedad	
Nivel de significación de la variedad			ns	
Coefficiente de variación			11,76%	

(*): variedades testigo.

y RGT Centsac han presentado índices productivos más altos que las variedades testigo Trimour y RGT Eleac.

En el **cuadro IV** se pueden observar los

datos de las variables agrónomicas de las variedades ensayadas en ambientes templados y fríos la campaña 2023-2024.

Talavera ha sido la variedad más precoz

en cuanto a la fecha de espigado en las zonas templadas y frías con siete días de antelación a la media, mientras que RGT Centsac ha sido la más tardía, con seis días de retraso. Trimour y Talavera muestran mayor tendencia al encamado, mientras que el conjunto de variedades no se diferencia en la humedad del grano en cosecha. RGT Centsac destaca por presentar una mayor altura de planta y Talavera por los valores más altos tanto de peso específico como de peso del grano.

Resultados conjuntos de las campañas 2022-2023 y 2023-2024

En las zonas cálidas y templadas el análisis comprende cuatro ensayos de la campaña 2022-2023 y seis de la 2023-2024.

Los rendimientos e índices productivos de las distintas variedades en las zonas templadas-cálidas se muestran en el **cuadro V**. Se observa un comportamiento diferencial de las variedades durante las dos campañas, encontramos Airoso, LG Caballero, seguidas de Bondadoso como las más productivas con respecto a la testigo Vivacio, que presenta un rendimiento significativamente inferior.

En el cuadro VI se recogen los rendimientos e índices productivos de las distintas variedades en las zonas frías-templadas (un ensayo de 2022-2023 y siete de 2023-2024). En este caso, no se han observado diferencias significativas de rendimiento, sobresaliendo el índice productivo de Talavera y RGT Centsac por encima del de las variedades testigo.

Centeno híbrido

Se han considerado siete ensayos válidos de la campaña 2023-2024 en el análisis conjunto de variedades de centeno híbrido. En el **cuadro VII** se recoge el rendimiento e índice productivo medio de las nuevas variedades ensayadas respecto a KWS Serafino y el testigo no híbrido

ENSAYOS



CUADRO VIII. FECHA DE ESPIGADO, ENCAMADO, ALTURA, HUMEDAD DEL GRANO, PESO DE MIL GRANOS Y PESO ESPECÍFICO DE LAS VARIEDADES DE CENTENO HÍBRIDO Y CONVENCIONAL ENSAYADAS DURANTE LA CAMPAÑA 2023-2024 EN GENVCE.

Variedades	Fecha espigado	Encamado (%)	Altura (cm)	Humedad (%)	Peso de mil granos (g)	Peso específico (Kg/hL)
KWS SERAFINO *	3-may.	8,1	115	10,1	16,1	69,2
PETKUS *	26-abr.	14,6	137	9,9	19,2	71,4
SU BARESI	3-may.	7,7	118	9,9	18,7	69,6
SU PERSPECTIV	3-may.	4,2	118	10,0	19,9	69,8
Media	1-may.	8,7	121,9	10,0	18,5	70,0
Nivel significación variedades (p-valor)	-	ns	ns	ns	ns	ns
Número de ensayos	7	7	5	7	3	5

(*): variedades testigo.

CUADRO IX. PRODUCCIÓN MEDIA DE LAS VARIEDADES DE CENTENO HÍBRIDO, JUNTO A LAS TESTIGOS PETKUS (VARIEDAD NO HÍBRIDA) Y KWS SERAFINO, OBTENIDAS EN EL MARCO DE GENVCE, DURANTE LAS CAMPAÑAS 2022-2023 Y 2023-2024.

Variedades	Producción (kg/ha)	Índice productivo (%)	Separación de medias	Número de ensayos
KWS SERAFINO*	4.016	113,4	a	10
SU BARESI	3.916	110,6	a	10
PETKUS*	3.066	86,6	a	10
MEDIA DEL ENSAYO (kg/ha)			3.666	
ÍNDICE 100 (kg/ha)			3.541	
Coefficiente de variación (%)			12,09	

(*): variedades testigo.

Petkus. No se han observado diferencias significativas en el rendimiento, aunque todas las variedades híbridas han presentado un índice productivo más alto que la convencional.

En el **cuadro VIII** se presentan los datos agronómicos de las variedades de centeno híbrido ensayadas esta campaña. Los híbridos han sido ocho días más tardíos que el testigo convencional Petkus. Esta

última es la que presenta mayor tendencia al encamado, siendo además la variedad de mayor altura.

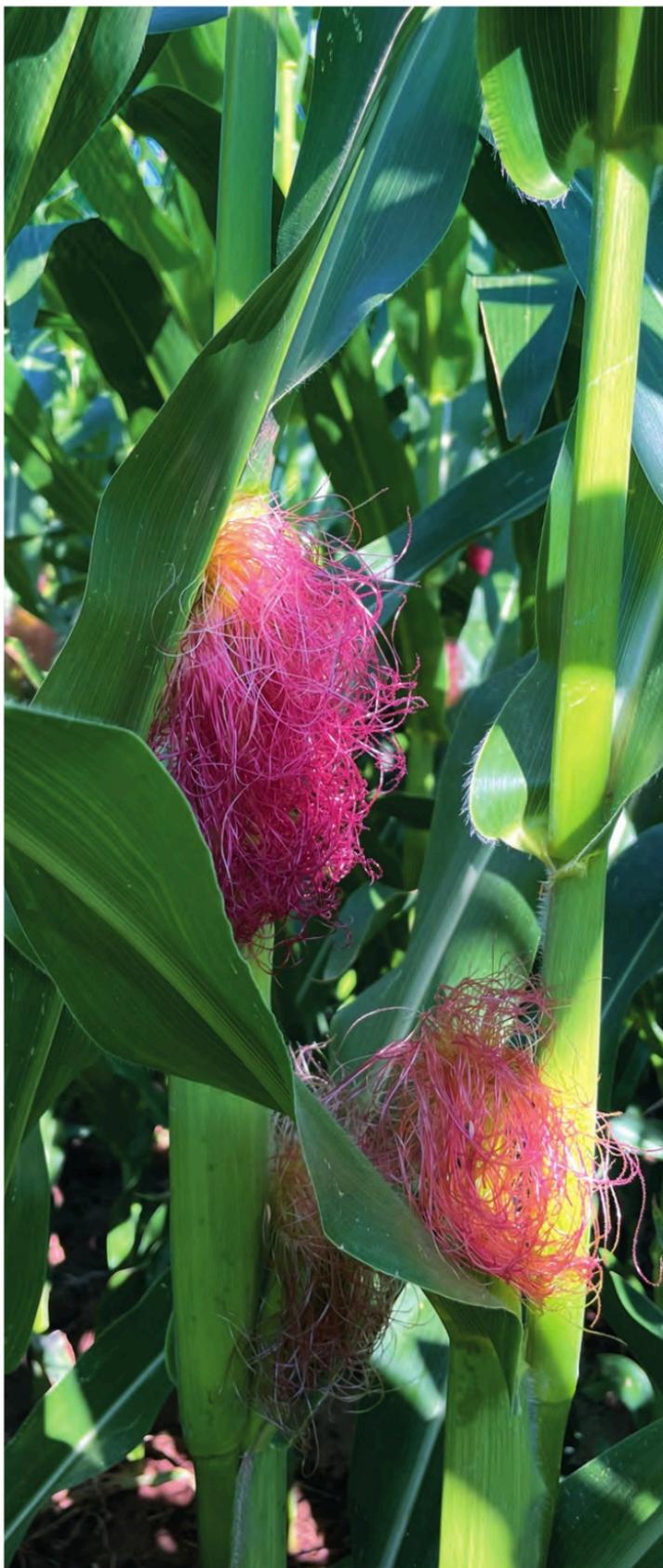
No se aprecian diferencias en el contenido de humedad del grano en cosecha. El mayor y menor peso de grano lo ha presentado SU Perspectiv y KWS Serafino, respectivamente. El testigo convencional Petkus también sobresale por su mayor peso específico.

Resultados conjuntos de las campañas 2022-2023 y 2023-2024

Se ha realizado un análisis conjunto de los resultados productivos correspondientes a 3 ensayos de la campaña 2022-2023 y 7 de la 2023-2024, con la variedad SU Baresi presente en las dos últimas campañas de ensayos, junto al testigo híbrido KWS Serafino y al convencional Petkus. La testigo KWS Serafino junto a SU Baresi, sobrepasan el rendimiento medio del testigo convencional, si bien las diferencias no han sido estadísticamente significativas (**cuadro IX**).

Consideraciones destacadas

- En las zonas cálidas, Airoso y LG Caballero han sido los triticales con los mayores índices productivos en las dos últimas campañas. En estas zonas Bondadoso es la variedad de mayor precocidad al espigado y Vivaio la más tardía, con una diferencia de casi una semana entre ambas. En las localidades frías Talavera y RGT Censtsac presentan los mejores índices productivos, siendo la primera la más precoz y la segunda la más tardía de los ensayos.
- Las variedades de centeno híbrido presentan mayor rendimiento que la testigo convencional Petkus. Los híbridos han sido ocho días más tardíos al espigado que Petkus esta campaña. ■



VIDA RURAL

MAÍZ ESPECIAL

24 *Grandes números de la evolución de la producción de maíz en España*

José Luis Gabriel Pérez.

30 *Nuevas tecnologías para la optimización del uso de herbicidas radiculares en maíz*

J.M. Montull, I. Zigolo y J.M. Llenes.

36 *La relevancia del maíz como cultivo estratégico en España para la producción de bioenergía*

J. Villamayor, S.J. Álvaro-Fuentes y M. Alonso-Ayuso.

Grandes números de la evolución de la producción de maíz en España

La cada vez mayor concienciación a nivel global de que la producción agrícola debe reducir su impacto medioambiental (con normativas mucho más restrictivas, sobre todo en Europa), fomenta que la cantidad de insumos agrícolas debe ser menor y estar mejor manejados. Por eso, producir más maíz con una mayor eficiencia económica, pero también con un menor impacto medioambiental, se convierte en un reto cada vez más esencial tanto para los agricultores españoles como para el resto del mundo.

Producción española frente a la producción mundial

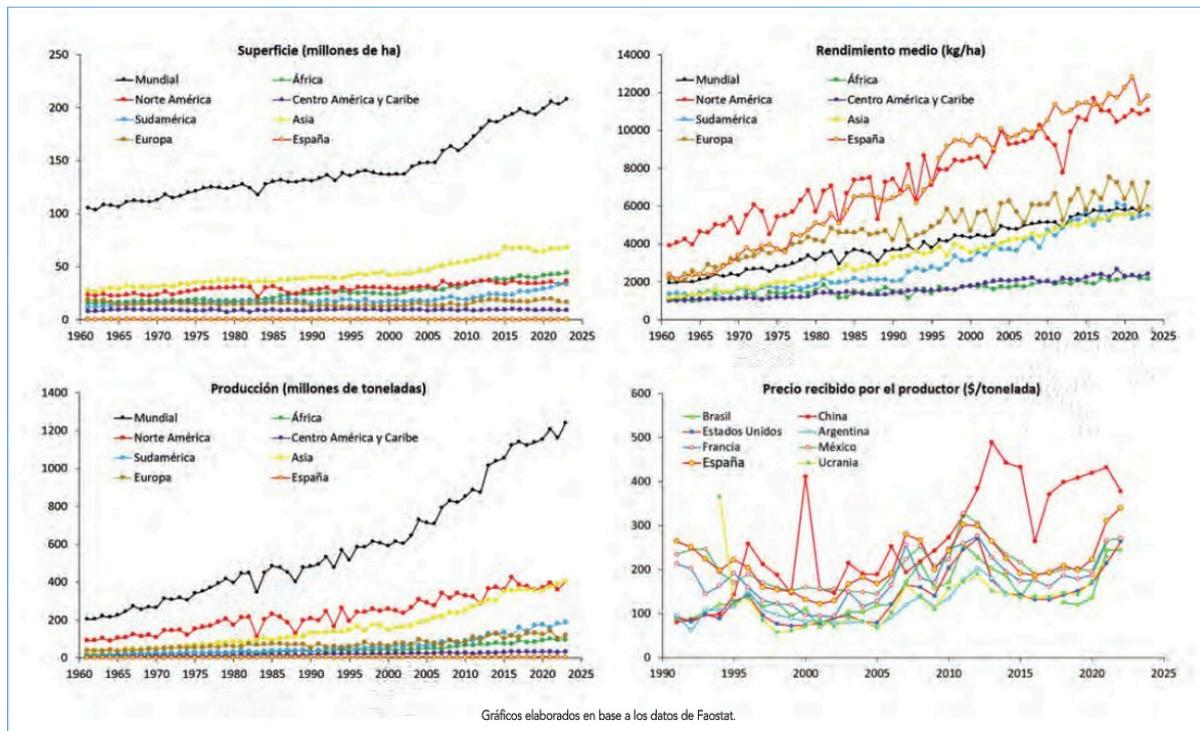
Tanto la superficie cultivada a nivel mundial, así como el rendimiento medio por hectárea han aumentado notablemente durante las últimas décadas, dando lugar a un aumento generalizado de la producción mundial (**figura 1**). La superficie cultivada total pasó de 105,6 millones de hectáreas en 1961, a 137,5 en 2002 (año en el que se produjo un cambio importante de la tendencia), hasta alcanzar un nuevo record histórico en 2023, con más de 208 millones de hectáreas (a falta de datos oficiales para 2024). En cuanto al rendimiento medio, el crecimiento ha sido más lineal, tanto a nivel mundial como a nivel regional. En este caso, los rendimientos medios mundiales pasaron de 1,9 toneladas de grano al 14% por hectárea en 1961, al

José Luis Gabriel Pérez.

Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA-CSIC).

Según la FAO, el maíz es el segundo cultivo en producción mundial, con más de 1.200 millones de toneladas producidas en 2023 (en torno al 40% de la producción total de cereales), y sólo superado en producción por la caña de azúcar y seguido por el trigo. Su importancia es aún mayor cuando se estima que su producción aumentará en los próximos años. Y el objetivo es alcanzar dicho aumento principalmente en base a un incremento en el rendimiento y no tanto por una mayor superficie cultivada. En este artículo se analizan la evolución del cultivo en el mundo y la influencia que tiene el riego y los fertilizantes en este cultivo.



FIG. 1 Superficie, producción y rendimientos obtenidos anualmente en las distintas regiones del mundo.

nuevo record alcanzado en 2023 de 5,9. Finalmente, como resultado de los incrementos en la superficie y el rendimiento, la producción de grano mundial pasó de 205,0 millones de toneladas de grano al 14%, a 603,6 en 2002, donde de nuevo se produce un importante punto de inflexión, y hasta los 1.241,6 millones de toneladas de grano cosechados en 2023.

De esta superficie mundial, un 33% se concentra en Asia, seguidos de lejos por África (21%), América de Norte (18%), América del Sur (16%) o Europa (8%), aportando España sólo el 0,12% en 2023, aunque llegó a ser del 0,24% en 2013 y de hasta del 0,60% en los años 60. Por otro lado, la producción se presenta más igualada entre regiones, dado que, de los 1.241 millones de toneladas de grano producidos en 2023, Asia mantiene un 33% de la producción total, pero América del

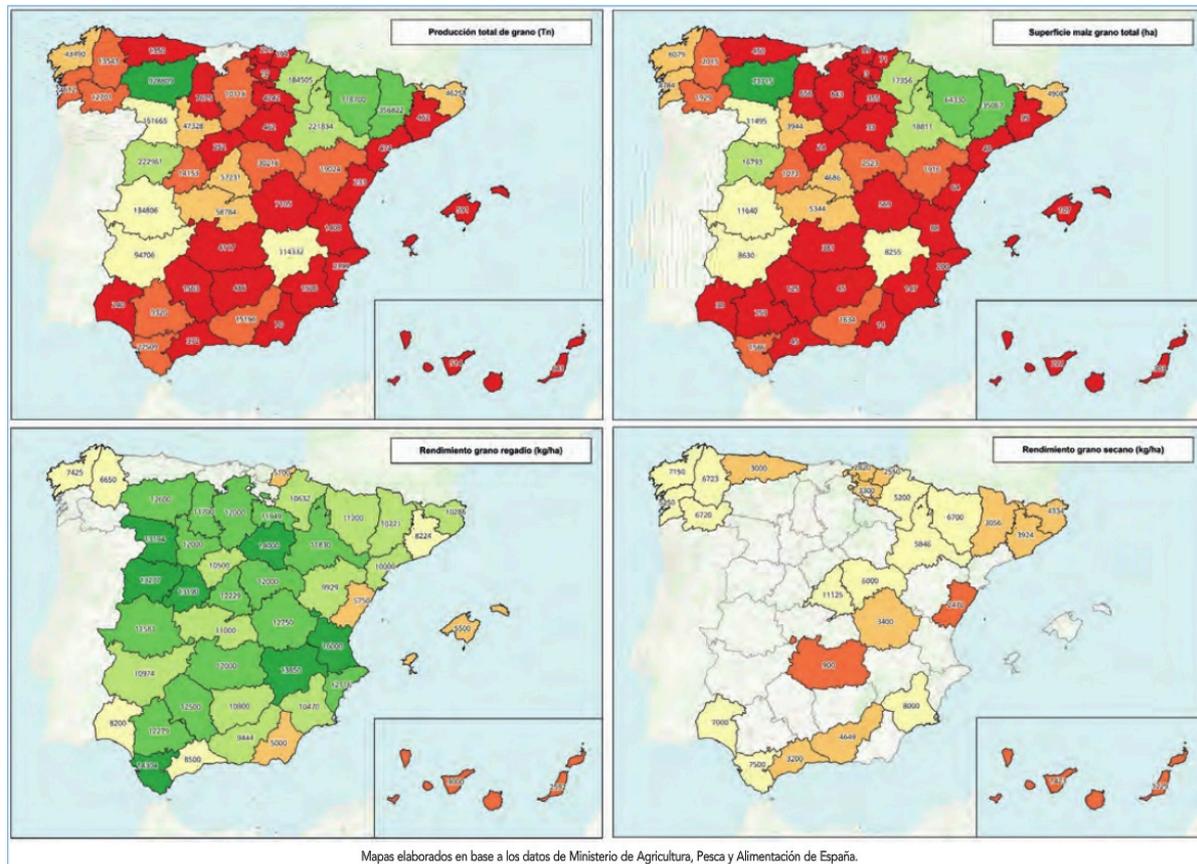
Norte se eleva también al 33%, mientras que América del Sur mantiene un 15%, Europa aumenta al 10% y África baja al 8%. En este caso, la producción de España, en la línea europea, asciende al 0,23% de la producción mundial, con 2,8 millones de toneladas de grano en 2023, aunque muy por debajo de los 4,6 millones de 2021 o de los casi 5 millones de 2001, que fue el record nacional. Este aumento de la producción total frente al rendimiento tan importante observado en España, se debe principalmente a nuestro rendimiento medio es actualmente uno de los más altos del mundo. Este rendimiento se elevó en España a las 11,8 toneladas por hectárea en 2023, ligeramente superior al rendimiento medio de América del Norte (11,1) y muy por encima de la media mundial (5,9) o incluso del rendimiento medio en Europa (7,2). Sin embargo, este rendimien-

to medio en España llegó a ser aún mayor en 2021, donde casi se alcanzaron las 13 toneladas por hectárea de media (12,8).

Finalmente, los precios recibidos por los agricultores presentan tendencias muy similares entre países a lo largo de los últimos 30 años (salvo en China), con picos de precios altos como los observados en 2011 o recientemente en 2022, y con periodos de precios bajos, como en torno al año 2000, los próximos al 2015 o, a la espera de datos oficiales más actuales, los que apuntan a que se produjeron durante los últimos 2 años. En cualquier caso, se observa que los precios pagados en España han sido históricamente ligeramente más altos que los percibidos en otros países del entorno europeo (como Francia o Ucrania) o los percibidos en América en países de gran tradición maicera como EE.UU., Brasil, Argentina o México.

ESPECIAL MAÍZ

FIG. 2 Datos provinciales de 2022 de producción total (arriba izquierda, t/grano al 14%), de superficie cultivada (arriba a la derecha, ha), de rendimiento medio en regadío (abajo izquierda, en kg/grano al 14% por ha) y de rendimiento medio en secano (abajo derecha, en kg/grano al 14% por ha).



El regadío como potenciador de la producción

Desde 1900 a 1960, los rendimientos medios en España no sufrieron variaciones importantes, más allá de las fluctuaciones debidas al clima. Ya en 1960, los rendimientos obtenidos en España fueron muy similares a los obtenidos de media mundial (aproximadamente 2.000 kg de grano), en la misma línea de los obtenidos de media en Europa o en América del Sur, y muy por debajo de los 4.000 obtenidos en América del Norte. Durante los siguientes 20 años,

el aumento en rendimiento fue similar en estas 4 regiones (América del Norte y del Sur, Europa y España), desmarcándose progresivamente de la media mundial. Este incremento, fue probablemente inducido en parte por la mejora de productos fertilizantes y fitosanitarios, así como por la aparición de los nuevos híbridos en el campo. Por ejemplo, en España, se pasó de sólo un 45% de la superficie de maíz sembrada con semilla híbrida en 1964 a un 80% en 1984, y hasta un 98% en 1998.

A partir de 1980, la producción en España creció a un ritmo mucho mayor que

el resto de regiones mundiales, sobre todo entre 1990 y 1995. Estos grandes aumentos vinieron de la mano de la generalización del cultivo de maíz en regadío. Analizando los datos de superficie de maíz regada en 1964, podemos ver como sólo el 40% de la superficie cultivada con maíz tenía riego. Sin embargo, en 1984 ya estaba regada el 70% de la superficie, hasta que, en 1998, coincidiendo con la gran tasa de aumento observada en los rendimientos, ya se alcanzaba el 92%. Cabe destacar que los rendimientos observados en secano en España, se ajustan mejor a

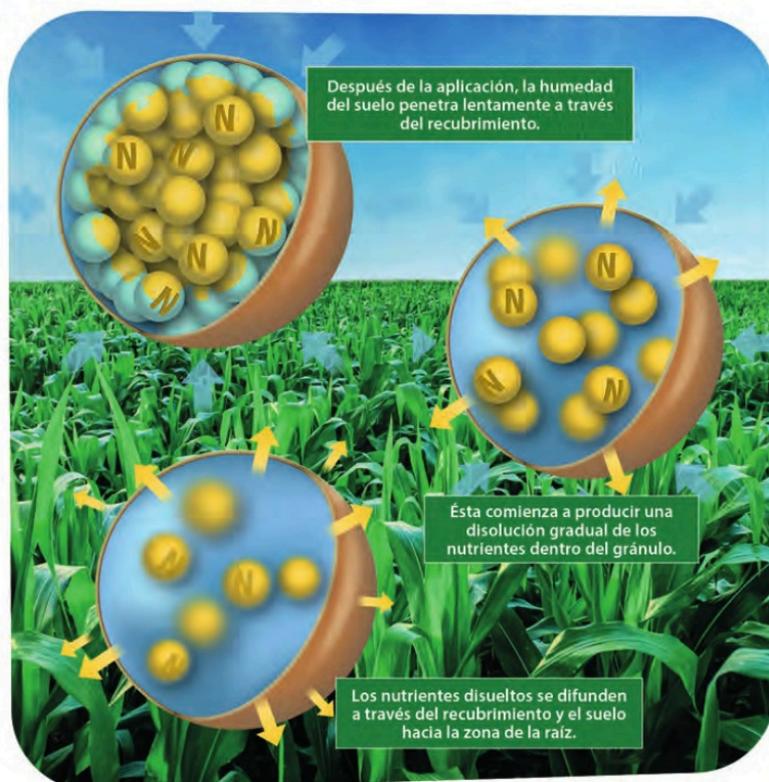
los rendimientos medios obtenidos a nivel mundial (5.749 kg de grano en 2018), mientras que los obtenidos en regadío han alcanzado de media en España los 12.328 kg en 2018. En la **figura 2** se muestran las diferencias de superficie y rendimiento en las distintas zonas productoras de España en 2022.

No obstante, España tiene una gran variabilidad de suelos y climas, por lo que tanto la superficie cultivada, como el porcentaje de esta superficie bajo condiciones de riego y el rendimiento varían enormemente en función de la posibilidad/necesidad de riego (**figura 3**). Aunque en casi todas las provincias españolas se puede encontrar maíz para grano, en general las regiones de este cultivo situadas en el Este y el Sur de España son testimoniales, ya que en estas zonas se suele destinar el agua de riego a cultivos



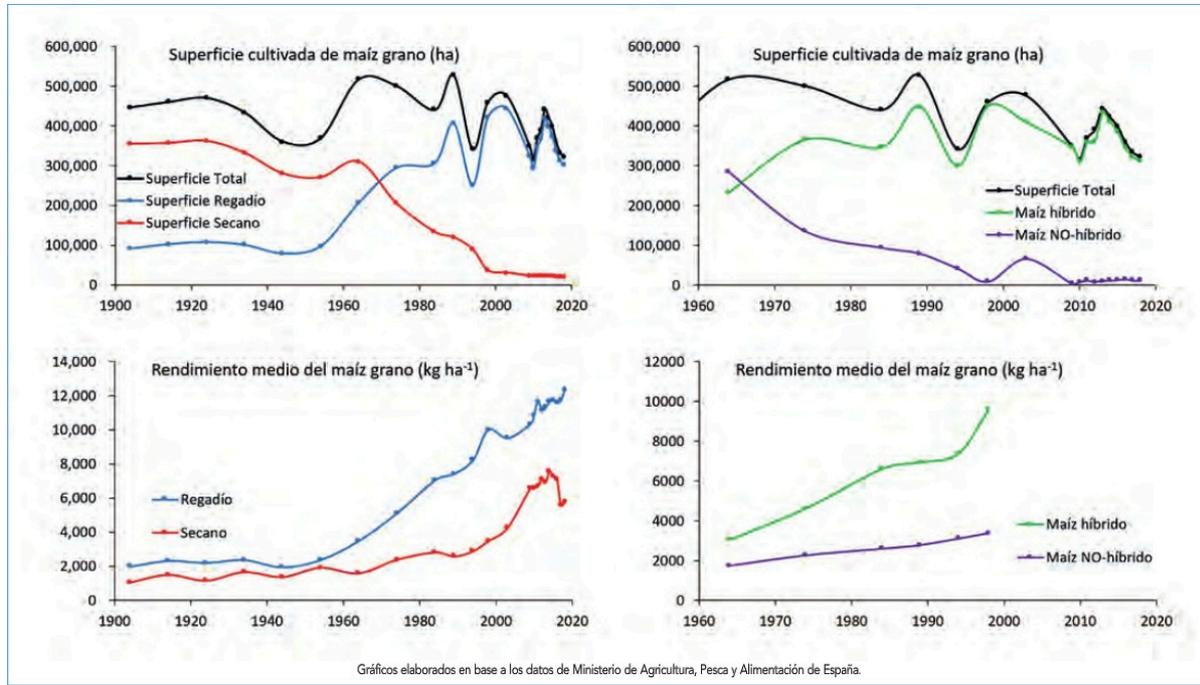
de mayor rentabilidad económica como las frutas y hortalizas. Sólo entre Huesca y León se concentra un tercio de la superficie total cultivada (si se añaden las de Lérida, ya representan casi la mitad). En cualquier caso, la mayor parte de la producción de maíz se concentra entre el Norte y el Oeste de España.

En cuanto al porcentaje de maíz en regadío, como ya se vio a nivel nacional, la mayor parte de las provincias presentan valores superiores al 95%. Pero cabe destacar que, en la Cornisa Cantábrica, donde las lluvias son más abundantes, el regadío es una técnica muy poco utilizada a la hora de cultivar maíz. En cualquier caso, en esta región no se observan grandes mejoras en el rendimiento cuando se introduce el riego, en el resto de España se observan claras mejorías en los rendimientos medios con el riego.



ESPECIAL MAÍZ

FIG. 3 Superficie cultivada y rendimiento medio obtenido en España en función de la presencia de riego o no y del tipo de semilla utilizado.



Impacto de los fertilizantes

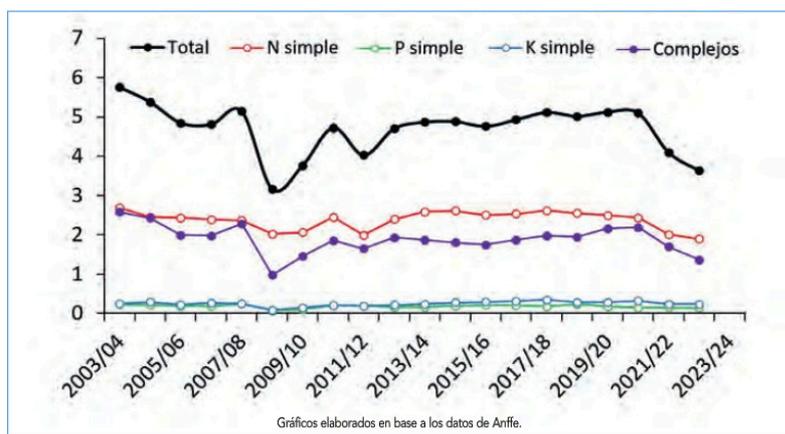
Muy ligado al manejo del agua se encuentra el manejo de los nutrientes. Los nutrientes que el maíz necesita provienen principalmente de dos fuentes: los nutrientes que aplicamos externamente en forma de fertilizantes orgánicos o inorgánicos y los nutrientes que el propio suelo suministra de manera natural. En general, cultivos tan demandantes como el maíz tienen unos requerimientos muy elevados de nutrientes que el suelo no es capaz de suministrar, por lo que es fundamental complementar con fertilizantes que permitan alcanzar rendimientos óptimos (figura 4).

En el caso de España, no hay datos oficiales específicos del consumo de fertilizantes asociados únicamente a la producción de maíz. Según distintos informes de la Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes, ni el consumo total de

fertilizantes ni la distribución del consumo por tipos de fertilizantes sufrieron grandes cambios en las últimas dos décadas, hasta el brusco descenso tras el inicio de la guerra de Ucrania. Para el cálculo de este consumo total por parte de los agricultores se considera tanto el total de fertilizantes de producción nacional, como el total del total de fertilizantes importados y a esto se le descuenta el total de fertilizantes exportados. Si bien las mayores variaciones interanuales se deben más al precio puntual de los propios fertilizantes que a cambios reales en las prácticas culturales de los agricultores, se prevé que la entrada en vigor del Real Decreto sobre nutrición sostenible en los suelos agrarios (así como sus posteriores modificaciones) o el incremento de las zonas vulnerables al lavado de nitratos (con su propia legislación específica) puedan resultar en disminuciones en las dosis aplicadas o incluso el

cambio a otros cultivos menos demandantes. Aunque como ya se ha comentado, el efecto en los precios de la guerra de Ucrania ya ha supuesto una reducción en el consumo nacional de las más de 5 millones de toneladas anuales a las 3,6 que se consumieron en la campaña 2022/23.

Los Balances Nacionales de N y P que elabora el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación señalan que el grupo de cultivos de "Cereales en regadío" suponen en torno a 1/3 del peso de la superficie cultivada correspondiente al maíz. Para estos cereales de regadío en España se estimó en un año tipo un consumo de 189.466 toneladas de N y 32.233 toneladas de P en forma de fertilizantes minerales, así como de 52.958 toneladas de N y 14.240 toneladas de P en forma de otros fertilizantes orgánicos. Según estas estadísticas se volatilizan 25.737 toneladas de N procedentes del abonado, a lo que se deben añadir

FIG. 4 Consumo total de fertilizantes de la agricultura española.

otras 3.133 toneladas de N que se pierden en forma de otras emisiones gaseosas, que quedaron compensadas en parte con las 10.698 toneladas de N que se estima que se incorporan a esos suelos mediante procesos de deposición. Con estos datos, se estiman unas pérdidas anuales medias de 83,9 kg N/ha, de las cuales 25,5 serían en forma gaseosa y 58,4 en forma de lixiviado o de escorrentía. En cuanto al P, las pérdidas anuales se estiman en 3,8 kg P/ha, sin contabilizar el P que queda inmovilizado en el suelo. Estos datos indican que, considerando el N y el P extraído por el maíz en el grano y la paja (en torno a los 14,89 kg N y 4,36 kg P por tonelada de grano al 14% y a los 10,0 kg N y 2,9 kg P por tonelada de paja seca), la eficiencia en el uso de los fertilizantes puede aumentar aun enormemente en la mayor parte de las explotaciones maiceras.

Futuro del maíz en España y principales limitantes

Hoy en día, hay dos principales factores limitantes para el aumento de la superficie cultivada de maíz y su rendimiento que son: la disponibilidad de agua y la rentabilidad económica. El maíz es un cultivo altamente productivo, con rendimientos medios muy superiores a los de otros



cereales como el trigo o el arroz. Pero estos rendimientos no siempre dan lugar a mejor rentabilidad ya que los costes de producción también son mayores y el precio del grano suele ser bajo. En las épocas en las que el precio del grano sube, la superficie cultivada en España tiende a subir, mientras que cuando baja de precio la superficie también tiende a descender. En cualquier caso, el precio de los mercados depende en gran medida del mercado mundial, por ser un producto de fácil conservación y con una buena capacidad de transporte, por lo que los agricultores tienen poco poder de influencia en él. Sin embargo, la rentabilidad también se ve influida por el coste y la cantidad de insumos utilizados para su cultivo. Y en esta

parte, los agricultores sí tienen un mayor margen de maniobra. Los agricultores capaces de optimizar los recursos como los fertilizantes, el gasoil consumido en las labores, los fitosanitarios aplicados o el agua consumida y la energía necesaria para aplicarla podrán obtener una rentabilidad económica apropiada. Sin embargo, cuando estos insumos no se gestionan correctamente, el cultivo no será viable y se tenderá a su abandono. De hecho, durante las últimas décadas, la tendencia en España va orientada a reducir la superficie cultivada (con especial relevancia durante los últimos años, pasando de 442.300 ha en 2013, a 358.270 en 2021 y a 239.900 en 2023).

Y en esta línea de mejora de la eficiencia del uso de los insumos cabe destacar la necesidad de ir a mejores semillas con mayor potencial productivo en nuestras condiciones, la necesidad de una mayor digitalización de la agricultura, aumentando la información disponible de mapas de suelo y de teledetección, optimizando la aplicación de insumos (tanto agua como fertilizantes o fitosanitarios) en los momentos y en las zonas más productivas de cada parcela y reduciendo su uso en las que no sea necesario.

Finalmente, se encuentra el problema de los eventos extremos (tormentas, olas de calor, granizadas, etc.) y la limitación de agua en una situación de cambio climático, donde el agua es cada vez un elemento más escaso para todos los ámbitos de la sociedad. En estas circunstancias, los cultivos con altas demandas de riego requieren ser muy eficientes a nivel económico y medioambiental, ya que si no tenderán a ser reemplazados por los agricultores por otros cultivos mejor adaptados. Por eso, los agricultores que deseen seguir cultivando maíz en España, además de ser capaces de mejorar sus márgenes de producción, deberán ser capaces de optimizar el uso de cada gota de agua utilizada. ■

Nuevas tecnologías para la optimización en maíz del uso de herbicidas radiculares

Soluciones que mezclan tecnología y conocimientos agronómicos en agricultura de precisión

El uso de herbicidas radiculares es común en el cultivo del maíz porque presenta una serie de ventajas indiscutibles, como son: eliminación del pisoteo de plantas, facilidad de incorporación mediante las lluvias primaverales o el riego por aspersión, relativamente amplia ventana de aplicación, espectro amplio de control y ausencia de problemas de resistencia generalizados

Sin embargo, su uso indiscriminado también lleva asociados una serie de problemas a considerar: riesgo de contaminación de aguas subterráneas, imposibilidad de "localizar" tratamientos dado que se desconoce dónde van a aparecer los problemas de malas hierbas más importantes y eficacia variable respecto las condiciones de suelo y al sistema de riego.

Estos problemas relacionados con el uso de este tipo de herbicidas, principalmente cloroacetamidas y triazinas, están llevando a que su uso se encuentre cuestionado en Europa.

De hecho, son recientes los episodios de contaminación de aguas ocasionados por S-metolaclo y terbutilazina y que han llegado al punto de que no se ha renovado la autorización del uso de S-metolaclo a nivel europeo. La caída de las autorizaciones de herbicidas de estos grupos no son nuevas, de hecho, algunos de los históricamente utilizados, como la atra-

J.M. Montull¹, I. Zigolo¹, J.M. Lienes².

¹ Grupo de Investigación en Malherbología y Ecología Vegetal. Agrotecnio-CERCA Center, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria Universitat de Lleida.

² Unitat de Malherbologia del Servei de Sanitat Vegetal, DARP, Generalitat de Catalunya, Lleida.

Durante los últimos años se vienen desarrollando diferentes trabajos con el objetivo de optimizar el uso de herbicidas para el control de las malas hierbas del maíz que nos permitan mantener los rendimientos con una menor cantidad de insumos, haciendo que su producción sea más eficiente y sostenible. En este artículo, nos vamos a centrar en el tratamiento localizado en bandas y la aplicación a dosis variable.





Una opción interesante para reducir el uso de herbicidas radiculares es su localización en la línea de la siembra del cultivo.

CUADRO I

RECOMENDACIONES DE DOSIS DE HERBICIDA A APLICAR SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO. FUENTE: BASF-AGRO FRANCIA.

Porcentaje de materia orgánica	Suelo: franco limoso, limoso profundo, franco arcilloso, arcilloso, arcillo-limoso, arcillo-calcáreo	Suelo: arenoso, limoso grueso
Menor 3%	1,2 l/ha	1 l/ha
Mayor o igual al 3%	1,4 l/ha	1,2 l/ha

zina y el alacloro, se prohibieron durante la década de 1990 por contaminación de aguas subterráneas y la misma terbutilazina, no se puede aplicar más que un año de cada tres.

Sin embargo, el uso de herbicidas en maíz es común dado que las malas hierbas que potencialmente lo afectan tienen una capacidad competitiva elevada y crecen en condiciones ideales de temperatura, irrigación y nutrición. Por esto, se utilizan mezclas de ingredientes activos para conseguir un espectro de control y eficacia suficientes y se siguen manteniendo en el mercado formulados que pertenecen al mismo grupo como la dimetenamida-P y la petoxamida por lo que es esencial un buen uso de los mismos para evitar que sigan el mismo camino que el S-metolaclo.

La principal ventaja desde el punto de vista del buen uso de fitosanitarios y

fertilizantes del cultivo del maíz es que, junto con la remolacha, son los cultivos extensivos más tecnificados que podemos encontrar en los principales sistemas de regadío en España.

Generalmente, los herbicidas se aplican de forma uniforme en la parcela (dosis única aplicada uniformemente en toda la superficie), utilizando recomendaciones a nivel de comarca agrícola y sin entrar en la flora realmente presente en la parcela. Esto es así porque la mayor parte de ingredientes activos que controlan gramíneas anuales se deben aplicar en preemergencia o postemergencia muy precoz de las malas hierbas para ser realmente efectivos.

Esta limitación en el tiempo disponible para el tratamiento con algunos herbicidas condiciona la toma de decisiones y dificulta la detección e identificación adecuada de las especies de forma que se puedan

adoptar técnicas de agricultura de precisión para el control de las malas hierbas en este cultivo.

Tratamiento en bandas en el momento de la siembra

Una opción interesante para reducir el uso de herbicidas radiculares es su localización en la línea de la siembra del cultivo. Esto nos permite disminuir el uso de herbicidas ya que la superficie tratada no es el 100% de la parcela sino una banda que puede estar entre los 15 y los 30cm de anchura localizada en la línea de siembra. Así, la competencia inicial por las malas hierbas se elimina mediante el tratamiento herbicida y posteriormente, cuando el cultivo puede verse afectado por las malas hierbas que crecen en la entrehilera, estas se eliminan utilizando labores mecánicas o herbicidas de postemergencia.

La realización de este tipo de tratamientos se suele hacer de forma simultánea a la siembra, acoplado en la misma sembradora un equipo de pulverización con una boquilla detrás de cada línea de siembra.

Para cultivos de escarda como el maíz, que se suelen sembrar a 75cm entre filas, una anchura de banda tratada de 25cm implica una reducción de superficie tratada, y por tanto, de herbicida aplicado de un 66%. Hay varias consideraciones a tener en cuenta con este tipo de tratamientos y es el manejo de las malas hierbas en la entrehilera del cultivo.

Por una parte, está el hecho de que, en suelos con buena fertilidad, el crecimiento puede ser muy rápido y el primer pase de postemergencia con cultivador o de forma química debería realizarse cuando el maíz alcance 2-3 hojas, especialmente si la densidad de malas hierbas es muy alta.

Por otra parte, si vamos a controlar las malas hierbas de forma mecánica, hay que tener en cuenta la capacidad de

ESPECIAL MAÍZ

trabajo de los equipos y la coordinación con el momento de riego para asegurar la trafabilidad de la parcela y posteriormente al pase, tiempo suficiente para que se sequen las malas hierbas arrancadas.

Otra ventaja del pase mecánico, es que nos puede servir para localizar el fertilizante de cobertera nitrogenado justo al lado de las plantas del cultivo lo que nos permitirá disminuir costes a la vez que frena el vigor de las malas hierbas en la entrehilera ya que dispondrán de menos nitrógeno que el cultivo.

Aplicación variable de herbicidas de absorción radicular

La dosificación variable de herbicidas radiculares la podemos entender como una aplicación teniendo en cuenta los factores que van a afectar su eficacia. En este caso, los principales factores que van a afectarla son dos: la cantidad de arcilla presente en el suelo, es decir, su textura, y el contenido de materia orgánica.

Ya en la etiqueta de algunos herbicidas (**cuadro I**) se expresa la dosis a aplicar según el tipo de suelo y la cantidad de materia orgánica. En general, suelos ligeros y pobres en materia orgánica requieren de menos dosis para alcanzar la misma eficacia que en suelos pesados. Esta variación en la dosis depende también del ingrediente activo ya que las mismas cloroacetamidas son mucho más dependientes del tipo de suelo que, por ejemplo, los herbicidas inhibidores de la ALS.

La aplicación variable de estos insusos nos permite limitar el riesgo de contaminación de aguas dado que, en suelos ligeros, donde el riesgo es mayor, ajustamos la dosis a la baja manteniendo la eficacia. En el **cuadro II** se pueden ver los herbicidas que tienen absorción radicular o en los tejidos jóvenes y están autorizados en maíz en España.

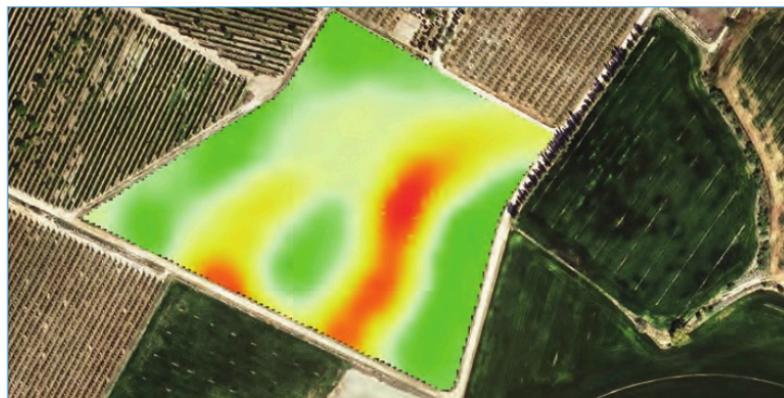
A día de hoy, y dentro del ámbito de las técnicas y tecnologías de la agricultura

CUADRO II

HERBICIDAS DE ABSORCIÓN RADICULAR AUTORIZADOS EN ESPAÑA Y SUS LIMITACIONES DE USO. ENERO DE 2025.

Formulado	Limitaciones de uso
CLOMAZONA 36%	-
CLOMAZONA 8% + MESOTRIONA 15%	-
DIMETENAMIDA-P 21,25% + PENDIMETALINA 25%	-
DIMETENAMIDA-P 72%	-
ISOXAFLUTOL 22,5% + TIENCARBAZONA-METIL 9%	Un año de cada dos
ISOXAFLUTOL 24%	-
MESOTRIONA 10%	-
MESOTRIONA 50% WG	-
PENDIMETALINA 27,5% + CLOMAZONA 5,5%	-
PENDIMETALINA 33%	-
PENDIMETALINA 36,5%	-
PENDIMETALINA 40%	-
PENDIMETALINA 45,5%	Un año de cada dos
PETOXAMIDA 30% + TERBUTILAZINA 18,75%	Un año de cada tres
PETOXAMIDA 60%	Un año de cada dos
SULCOTRIONA 17,3% + TERBUTILAZINA 32,7%	Un año de cada tres
SULCOTRIONA 30%	-
TERBUTILAZINA 30% + DIMETENAMIDA-P 26,5%	Un año de cada tres

FIG. 1 Mapa de conductividad eléctrica aparente (CEa) obtenido con un sensor Veris 3100.



de precisión, hay diferentes sensores que nos permiten estimar la variabilidad intraparcular de propiedades de los suelos. Un ejemplo de estos sensores son los que miden la conductividad eléctrica aparente del suelo (CEa). Estos sensores se utilizan cada vez más para comprender y evaluar cómo varía espacialmente el suelo, y también para definir zonas de manejo

diferenciado en parcelas agrícolas, tanto en cultivos extensivos como en plantaciones frutícolas. Como la CEa varía en una escala espacial similar a la de muchas propiedades físico-químicas del suelo, esta tecnología está siendo ampliamente aceptada y utilizada. En la **figura 1** podemos ver un mapa de CEa de una parcela realizado utilizando un sensor Veris 3100.

FIG. 2 Eficacia esperada de una mezcla de SpadeFlexx a 285 ml/ha +1 l/ha de Spectrum en un suelo ligero y con menos de 1,5% de materia orgánica. Fuente: IPMwise.

Mezcla			
Herbicida:	Spade-flexx (285 ml)	Herbicida:	Spectrum (1 l)
Estación:	Todo el año	Cultivo:	Maíz
Condiciones de tratamiento:	Normales	Estado fenológico:	0-1 hoja
Materia orgánica:	<1,5%	Textura del suelo:	Ligero
		Temperatura:	10 °C - 16 °C
		Estado fenológico del cultivo:	Pre-emergencia
Especie de mala hierba	Eficacia		
	Mezcla	Spade-flexx	Spectrum
-			
Abutilon theophrasti	98	99	73
Amaranthus blitoides	98	95	79
Amaranthus spp.	98	98	79
Chenopodium album	98	97	79
Cyperus rotundus	59	0	59
Datura stramonium	98	93	91
Digitaria sanguinalis	98	94	97
Echinochloa crus-galli	98	96	97
Echinochloa crus-galli, B-r	98	96	97
Panicum ssp.	98	97	95
Polygonum aviculare	93	93	0
Polygonum convolvulus L.	96	93	48
Polygonum laphatfolia	96	93	48
Polygonum persicaria L.	96	93	48
Portulaca oleracea	90	90	0
Rebrote de raigrás	91	0	91
Ricios de cebada	89	0	89

También, se están empezando a comercializar en nuestro país sensores montados en sembradoras que permiten estimar el contenido de materia orgánica del suelo en tiempo real durante la siembra para ajustar la dosis de semilla. Esta medición se hace en función de las diferencias en reflectancia de la luz que produce el suelo. Los suelos más oscuros contienen más humedad o materia orgánica que los suelos más claros. En base a esto, los sensores de luz en el espectro visible e infrarrojo cercano, sirven para aproximar el contenido de materia orgánica del suelo (Sudduth *et al.*, 1993). La materia orgánica es un factor importante ya que, entre otros, afecta a la retención de los herbicidas aplicados al suelo. Un ejemplo de esta tecnología es el sensor OpticMapper (Veris Technologies, Salinas KS, USA).

Generación de mapas de prescripción

Para que un pulverizador equipado con tecnologías de aplicación variable pueda ejecutar una aplicación variable es neces-

sario elaborar previamente un mapa de prescripción. Este mapa indicará al pulverizador dónde aplicar herbicida y con qué dosis. Para elaborar dicho mapa de prescripción se tendrán en cuenta las capas de arcilla/conductividad eléctrica aparente y materia orgánica además de las eficacias deseadas para calcular las dosis a aplicar en cada zona.

Este es otro cuello de botella en la toma de decisiones ya que, generalmente, se desconoce cómo afectan todos estos parámetros a la eficacia de los herbicidas y, por lo tanto, establecer la dosis óptima para cada punto de la parcela resulta una tarea difícil y arriesgada. Es ahí donde el DSS IPMwi se juega un papel importante ya que permite calcular la dosis adecuada para cada ubicación de la parcela, dependiendo de las especies, tipo de suelo y las condiciones de tratamiento. A modo de ejemplo podemos ver las **figuras 2 y 3**. En las mismas podemos ver la eficacia esperada de una mezcla de dos herbicidas en dos tipos de suelo diferentes que nos he-

mos encontrado en la parcela de la **figura 1**. Así, para obtener la misma eficacia en la zona de suelo ligero con poca materia orgánica, es suficiente con aplicar un 72% de la dosis requerida en la zona de suelo pesado y con 2,4% de materia orgánica.

Pulverización variable

El paso final en el control de las malas hierbas es la pulverización de la mezcla herbicida. En el caso de aplicaciones a dosis variable, los pulverizadores deberán incorporar las denominadas tecnologías de aplicación variable (o Variable-Rate Technologies, VRT, en inglés). El control del caudal de las boquillas se puede realizar por secciones de la barra de pulverización o bien de forma independiente para cada una de las boquillas. El nivel de control que incorpore el pulverizador determinará la resolución espacial del tratamiento y, en caso de realizarse en base a un mapa de prescripción, la resolución de éste (**figura 4**). Es decir, si la apertura o cierre de las boquillas se realiza por secciones y estas

ESPECIAL MAÍZ

FIG. 3 Eficacia esperada de una mezcla de SpadeFlexx a 400 ml/ha +1,4 l/ha de Spectrum en un suelo pesado y con entre 1,5% y 3% de materia orgánica. Fuente: IPMwise.

Mezcla		Eficacia	
Mezcla	Spade-flexx	Spectrum	
Herbicida:	Spade-flexx (400 ml)	Herbicida:	Spectrum (1.4 l)
Estación:	Todo el año	Estado fenológico del cultivo:	Pre-emergencia
Condiciones de tratamiento:	Normales	Temperatura:	10 °C - 16 °C
Materia orgánica:	1.5-3.0%	Cultivo:	Maíz
		Estado fenológico:	0-1 hoja
		Textura del suelo:	Pesado
© 2025 - IPM Consult ApS			
Espece de mala hierba	Mezcla	Spade-flexx	Spectrum
Abutilon theophrasti	98	97	68
Amaranthus bitoides	97	89	75
Amaranthus spp.	98	96	75
Chenopodium album	98	94	75
Cyperus rotundus	53	0	53
Datura stramonium	97	84	89
Digitaria sanguinalis	98	86	96
Echinochloa crus-galli	98	91	96
Echinochloa cruss-galli, B-r	98	90	96
Panicum ssp.	98	93	94
Polygonum aviculare	84	84	0
Polygonum convolvulus L.	93	84	42
Polygonum laphatifolia	93	84	42
Polygonum persicaria L.	93	84	42
Portulaca oleracea	79	79	0
Rebrote de raigrás	89	0	89
Ricios de cebada	87	0	87

FIG. 4 Prescripción para la parcela de la figura 2 en l/ha de caldo herbicida a aplicar de acuerdo al tipo de suelo en cada punto.



tienen, por ejemplo, una longitud de 3 metros, no tendrá sentido establecer zonas de aplicación selectiva de ancho inferior a 3 m.

Asimismo, también sería interesante disponer del mapa de aplicación que al-

gunos pulverizadores ya ofrecen donde se indica la dosis realmente aplicada en cada punto de la parcela y otros parámetros de trabajo. El mapa de aplicación debería ser lo más parecido posible al mapa de prescripción.

Conclusión

El hecho de tener en cuenta parámetros como las características del suelo (textura y cantidad de materia orgánica) y, además, la distribución espacial de todos estos parámetros dentro de la parcela permite llevar a cabo aplicaciones basadas en mapas a dosis variables. Todo ello ya es comercialmente posible gracias a la aparición en el mercado de sistemas de monitorización de alta resolución, de sistemas de ayuda a la decisión como IPMwise y de pulverizadores variables. Todas estas soluciones mezclan tecnología y conocimientos agronómicos a partes iguales en el contexto de la agricultura de precisión para conseguir una agricultura más sostenible y eficiente sin perder capacidad productiva. En el caso concreto de la aplicación de herbicidas, la solución presentada contribuirá, sin duda, a eliminar los episodios de contaminación de aguas que se hacen tristemente famosos de vez en cuando en España. ■



Mayor eficiencia en el uso de los nutrientes



Garantía de suministro de nitrógeno y el resto de nutrientes esenciales durante todo el ciclo de los cultivos

Ahorro de aplicaciones y mayor flexibilidad



Posibilidad de reducir las aplicaciones de fertilizantes y mayor tiempo para su aplicación

Imprescindibles para la protección del clima y del medio ambiente



Gama de fertilizantes con la menor huella de carbono del mercado y reducción sustancial de la contaminación de las aguas, sobre todo en zonas vulnerables

ENTEC® maximiza el uso de los nutrientes y la protección del medio ambiente



EuroChem Agro Iberia, S.L.
Consulta nuestro catálogo de productos en
www.eurochemiberia.com



EUROCHEM

La relevancia del maíz como cultivo estratégico en España para la producción de bioenergía

Proyecto Sosmaíz para el aumento de la sostenibilidad de monocultivos de maíz

En la actualidad, existe una gran preocupación por el aumento en la concentración atmosférica de los denominados gases de efecto invernadero y por su impacto en el cambio climático (Aghaei y col., 2022). Por ello, identificar fuentes alternativas a los combustibles fósiles, principales responsables del aumento de dióxido de carbono (CO₂), es una prioridad estratégica para muchos gobiernos, especialmente en la Unión Europea. A esto se suma la necesidad de garantizar la independencia energética, por lo que a lo largo de estos últimos años se ha producido un crecimiento en la demanda de productos procedentes de la biomasa de los cultivos para su aprovechamiento energético, como una alternativa para satisfacer la cada vez mayor demanda de energía a nivel mundial (Padhan y col., 2023).

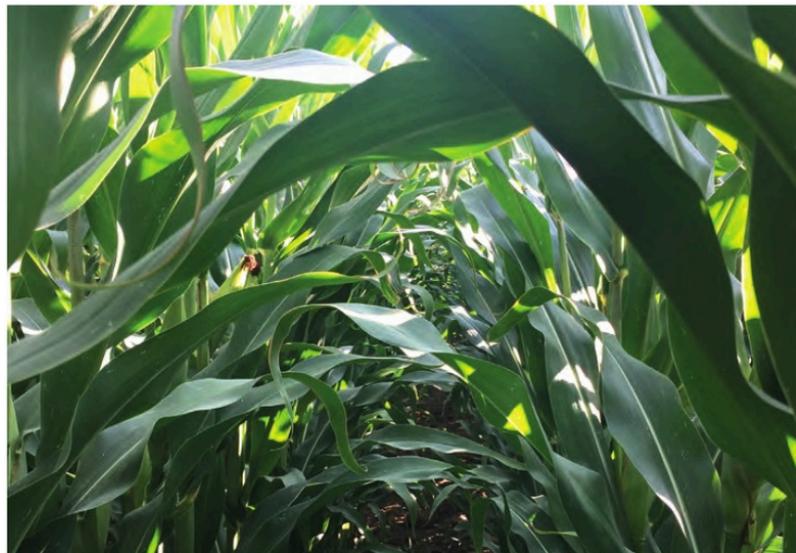
Entre las opciones más prometedoras se encuentra el aprovechamiento de los residuos de los cultivos, definidos como las partes no comestibles de las plantas que se dejan en el campo después de la cosecha. La idea de utilizar restos vegetales como materia prima para producir biocombustibles tiene un elevado potencial debido a la importante cantidad de residuos que se generan a nivel global, su bajo coste y a que no suponen una competencia directa con la producción de alimentos.

J. Villamayor¹, J. Álvaro-Fuentes², M. Alonso-Ayuso¹.

¹ Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, ITACYL. Valladolid.

² Estación Experimental de Aula Dei - CSIC. Zaragoza.

Uno de los cultivos con mayor potencial para el aprovechamiento energético de sus residuos es el maíz. Con una superficie cultivada de alrededor de 250.000 hectáreas, sus residuos podrían proporcionar un valor energético que equivaldría al consumo energético anual de aproximadamente 1,1 millones de hogares españoles. Sin embargo, es crucial identificar prácticas de manejo sostenible que permitan aumentar la sostenibilidad de estos sistemas.



La cantidad de residuos agrícolas producidos a nivel mundial se ha estimado en alrededor de 2.800 millones de toneladas anuales para cultivos cerealistas (Lal, 2004). Su valor energético es significativo: se ha estimado en 1,5 mil billones de kilocalorías, lo que equivale aproximadamente a 1.000 millones de barriles de diésel (Lal, 2005). Este enorme potencial convierte a los residuos agrícolas en una alternativa viable frente a los combustibles fósiles, pudiendo contribuir no solo a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, sino también a garantizar una mayor seguridad energética global.

Entre los cultivos cuyos residuos se aprovechan con mayor frecuencia a nivel global para la producción de energía destacan cereales como el maíz, el trigo y el arroz, debido a la cantidad significativa de residuos que generan. Otros cultivos importantes en este ámbito son la caña de azúcar, cuyos bagazos son ampliamente utilizados para generar bioetanol y energía térmica, así como la soja y el girasol.

El maíz como recurso estratégico

Uno de los cultivos con mayor potencial para el aprovechamiento energético de sus residuos es el maíz. Esto se debe a varios factores clave: en primer lugar, su elevada productividad por hectárea en comparación con otros cultivos (**figura 1**), y su alto contenido en celulosa (35-45%), le confieren un notable valor como materia prima para la generación de bioenergía. En segundo lugar, los residuos de maíz tienen un poder calorífico de unas 3 millones de kilocalorías por tonelada, lo que equivale a la mitad del poder calorífico del carbón y a un tercio del diésel (Lal, 2005). Finalmente, es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, sirviendo como fuente de alimento para millones de personas y animales. El maíz para grano se cultiva anualmente en una superficie global de unas 206 millones de hectáreas, lo que le convierte en el segundo cultivo más sembrado a nivel mundial, después del trigo, con una producción de 1.210 millones de toneladas (FAO, 2023). Además, las tendencias actuales apuntan a que, dado el estancamiento de la superficie cultivada de trigo, el maíz podría superarle en términos de superficie sembrada en 2030 (Grote y col., 2021).

En España, el cultivo de maíz también juega un papel destacado. Con una superficie cultivada de alrededor de 250.000 hectáreas, la producción en 2023 alcanzó los 3,3 millones de toneladas de grano, siendo las principales Comunidades Autónomas productoras, Castilla y León y Aragón, con 120.326 ha y 31.048 ha respectivamente. Aunque la superficie se ha mantenido estable en los últimos años, las campañas 2022 y 2023 estuvieron marcadas por condiciones de sequía severa que condujeron a una restricción de riegos en algunas regiones, lo

EXPOLIVA

XXII FERIA INTERNACIONAL DEL ACEITE DE OLIVA E INDUSTRIAS AFINES

XXII INTERNATIONAL FAIR OF THE OLIVE OIL AND ALLIED INDUSTRIES

ITEA INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ALMERÍA

GEA Engineering for a better world

CONDE DE CIB BENALÚA

14 AL TO 17

MAYO
MAY
2025

IFEJA
JAÉN, SPAIN

WWW.EXPOLIVA.INFO

ORGANIZADORES

IFEJA FUNDACIÓN DEL OLIVAR

PATROCINADORES

DIPUTACIÓN DE JAÉN JUNTA DE ANDALUCÍA

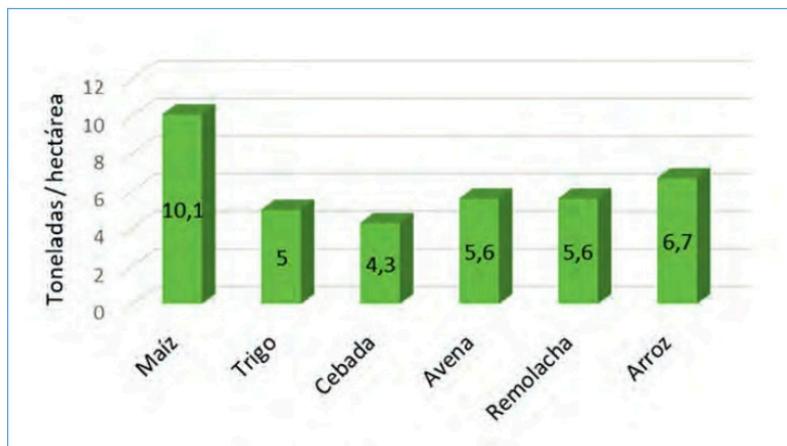
COLABORADORES

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN

CAJA BIVALVA JAÉN

ESPECIAL MAÍZ

FIG. 1 Cantidad de residuos agrícolas por cultivo (t/ha) (Wolf y Snyder, 2003).



CUADRO I

ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO A PARTIR DE LOS RESIDUOS DE MAÍZ EN ESPAÑA.

Potencial energético del residuo de maíz en España*	
Superficie de maíz en España (2023)	245.699 ha
Residuo potencialmente aprovechable (90%)	9.280 kg/ha
Energía total disponible	41.041.603,1 GJ/año
Volumen de biogás generado por residuos de maíz	1.784,4 millones m ³ /año
Kilotoneladas equivalentes de petróleo	980,3 ktep/año

* Los datos de superficie de maíz cultivada en España y promedios de rendimiento utilizados para los cálculos proceden de Esysre, 2023. Para más información sobre los cálculos, consultar a los autores del artículo.

que afectó negativamente tanto a la superficie como a la producción (Esysre, 2024). La influencia de la nueva Política Agraria Común (PAC 2023-2027), podría fomentar un aumento de la superficie destinada al maíz, ya que esta exige rotaciones en los sistemas de cultivos.

Atendiendo a la superficie nacional y rendimiento promedio en regadío (Esysre, 2023), se ha realizado una estimación de la energía total que podría generarse a partir de los residuos de maíz en España (cuadro I).

Según estas estimaciones, los residuos en España podrían proporcionar un valor energético equivalente a 41.000 millones de MJ al año, una cifra que pone de manifiesto su potencial relevancia. Para

ponerlo en perspectiva, esta cantidad equivaldría al consumo energético anual de aproximadamente 1,1 millones de hogares españoles (IDAE, 2011).

Durante las campañas 2023 y 2024, la cotización del maíz al 14% de humedad, se ha situado alrededor de los 230 €/t (Diputación de Salamanca, 2024). La posibilidad de vender el residuo de maíz para usos energéticos, con el fin de aumentar las ventas de las explotaciones, sería una opción a considerar para la búsqueda de nuevos ingresos. En términos generales, los precios del residuo de maíz en España durante los años 2023 y 2024 han oscilado entre los 30 y 60 €/t. Además, un posible aumento de la demanda para su uso energético y no sólo destinado a alimenta-

ción animal, podría generar una subida de precios de este producto.

Implicaciones de la retirada del residuo de maíz

Aunque la retirada de los residuos de maíz para la producción de biocombustibles puede ofrecer beneficios energéticos y económicos, esta práctica no está exenta de implicaciones ambientales y agronómicas que deben ser consideradas.

Los residuos de los cultivos tienen un papel fundamental en el mantenimiento de la salud de suelo, ya que actúa como fuente de materia orgánica, mejora la estructura, aumenta la capacidad de retención de agua y nutrientes y fomenta la biodiversidad del suelo. Por tanto, una retirada excesiva de los mismos puede afectar negativamente la calidad y fertilidad del suelo, e influir en aspectos clave como son la tasa de infiltración, y aumentar el riesgo de erosión por agua y viento; lo que podría conducir a una disminución de la actividad biótica y además afectar negativamente al rendimiento de los cultivos (Lal, 2005; Wilhelm y col., 2004). Por tanto, es preciso ajustar la cantidad de residuo del cultivo a retirar para destinar a producir energía, y obtener así una rentabilidad económica, sin comprometer la calidad del suelo y la sostenibilidad de los agrosistemas.

En un estudio realizado en la zona más productora de maíz de Ohio (EEUU), donde se evaluaron diferentes porcentajes de retirada del residuo de maíz tras la cosecha, se observó cómo una retirada de residuos superior al 25%, condujo a una reducción del carbono orgánico del suelo, del agua disponible para las plantas y de la población de anélidos, y aumentó la resistencia del suelo; y disminuyó además los rendimientos de los cultivos. Estos resultados fueron especialmente importantes en suelos con mayor riesgo de erosión (Blanco-Canqui y Lal, 2007). No obstante, existen algunas prácticas agrícolas que



Foto 1. Cosecha de maíz de uno de los ensayos experimentales del proyecto Sosmaíz en la Finca Zamadueñas del Itacyl en octubre de 2024.

podrían mitigar el impacto de esta retirada de residuo, como son el uso de cubiertas vegetales o el uso de fertilizantes orgánicos (Ruis y col., 2017). En monocultivos de maíz, el establecimiento de cubiertas vegetales durante el periodo otoñal-invernal puede contribuir a mejorar los niveles de carbono orgánico del suelo, mejorando su estructura y fomentando la actividad biológica, lo que a su vez contribuye a la salud y fertilidad del suelo. Además, su combinación con la reducción del laboreo puede promover la conservación del carbono y reducir la erosión. Por otro lado, los fertilizantes orgánicos también pueden mejorar la calidad de suelo al aportar materia orgánica, lo que favorece la mejora de la estructura del suelo, el aumento de la capacidad de retención de agua y nutrientes, y esto puede promover una mayor biodiversidad en el suelo.

Rumbo hacia una gestión más sostenible del maíz

En definitiva, si bien el aprovechamiento energético de los residuos de maíz puede ofrecer beneficios económicos, es crucial identificar prácticas de manejo sostenible que permitan aumentar la sostenibilidad de estos sistemas. La identificación de estas estrategias de manejo es uno de los principales objetivos del proyecto Sosmaíz: "Estrategias de manejo para aumentar la sostenibilidad de monocultivos de maíz para el aprovechamiento energético de la biomasa de paja," que está desarrollando Fertinagro Biotech, gracias a una ayuda del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (expediente 4/2023-ATI).

En el marco de este proyecto de investigación se está desarrollando un doctorado en los ámbitos de conocimiento de

la Plataforma de Dinamización de la I+D Agraria y Agroalimentaria y sectores de actividad de I+D de interés estratégico en Castilla y León. Durante varias campañas, se realizarán diferentes ensayos en la finca experimental de Zamadueñas (Valladolid, Itacyl) que permitirán evaluar el impacto de diferentes prácticas de manejo sobre la productividad y calidad del cultivo, la calidad de suelo o las emisiones de gases de efecto invernadero, entre otros aspectos (foto 1).

El trabajo de campo se combinará con un análisis de ciclo de vida de estos sistemas para evaluar su sostenibilidad ambiental, considerando factores como el balance energético o la huella de carbono. Por tanto, es esperable que con este enfoque global, el proyecto permita obtener información novedosa en esta área de conocimiento. ■

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Sara San Francisco y R. Baigorri, del departamento de I+D+i de Fertinagro Biotech, por la estrecha colaboración en el desarrollo de este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Aghaei S, Alavijeh MK, Shafiei M, Karimi K (2022) A comprehensive review on bioethanol production from corn stover: Worldwide potential, environmental importance, and perspectives. *Biomass and Bioenergy*, 161, 106447.
- Blanco-Canqui H, Lal R (2007) Soil and crop response to harvesting corn residues for biofuel production. *Geoderma*, 141, 355-362.
- Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de los Cultivos (ESYRCE) (2023). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- FAOStat (2023). Disponible en: <http://www.fao.org/faostat>.
- Grote U, Fasse A, Nguyen TT, Erenstein O (2021) Food security and the dynamics of wheat and maize value chains in Africa and Asia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 617009.
- IAEA (2011). Análisis del consumo energético del sector residencial en España. Proyecto SECH-SPAHOUSEC. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- Lal R (2005) World crop residues production and implications of its use as a biofuel. *Environment International*, 31, 575-584.
- Padhan, S. R., Jat, S. L., Mishra, P., Darjee, S., Saini, S., Padhan, S. R., & Ranjan, S. (2023). Corn for Biofuel: Status, Prospects and Implications.
- Ruis SJ, Blanco-Canqui H, Jasa PJ, Ferguson RB, Slater G (2017) Can Cover Crop Use Allow Increased Levels of Corn Residue Removal for Biofuel in Irrigated and Rainfed Systems? *BioEnergy Research*, 10, 992-1004.
- Wilhelm WW, Johnson JMF, Hatfield JL, Voorhees WB, Linden DR (2004) Crop and soil productivity response to corn residue removal. *Agronomy Journal*, 96, 1-17.
- Wolf, B., & Snyder, G. (2003). Sustainable soils: the place of organic matter in sustaining soils and their productivity. CRC Press.

Evaluación de la producción de garbanzo en la campiña de Córdoba

Resultados de los ensayos en dos fechas de siembra y con distintas variedades

Patricia Castro López¹, Purificación Fernández García², Antonio Rafael Sánchez-Rodríguez², Cristóbal Martínez Araque³, Mariano Fuentes García², Salvador Nadal Moyano³, María del Carmen del Campillo², Teresa Millán Valenzuela¹, Juan Gil Ligero¹, Josefa M. Rubio Moreno³.

¹ Departamento de Genética-ETSIAM, Universidad de Córdoba.

² Departamento de Agronomía (DAUCO, Unidad de Excelencia María de Maeztu 2020-2024), ETSIAM, Universidad de Córdoba.

³ Área de Mejora Vegetal y Biotecnología, IFAPA, Córdoba.

El impulso del cultivo del garbanzo en Andalucía y, en concreto, en la campiña de Córdoba, favorece prácticas agrícolas sostenibles. Es bien conocido que la rotación con leguminosas contribuye positivamente a los demás cultivos. La creación de una marca de calidad y una mayor productividad del garbanzo ayudarían a la reactivación del cultivo, de manera que para abordar este objetivo se han evaluado variedades comerciales, líneas avanzadas de selección y ecotipos andaluces.



El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es una leguminosa de grano con mucha tradición en la cultura agronómica y culinaria española. Ya era un cultivo popular en la agricultura hispanorromana como refleja Columela en su libro "De re rustica (Los trabajos del campo)" y en al-Andalus, citado por el sevillano Al Awan (siglos XII–XIII) en su 'Libro de Agricultura'. En la España del siglo XIX, el viajero romántico Davillier, escribe: "si pasáis a España, contad con que os servirán puchero trescientas sesenta y cinco veces, y si el año es bisiesto una vez más" (Del Moral *et al.*, 1998).

En la actualidad, España es la principal productora de garbanzos en la UE con una superficie cultivada en 2024 de 77.576 ha y una producción de 77.721 t siendo Andalucía la comunidad autónoma con mayor superficie y producción de este cultivo (35.076 ha/38.774 t) (MAPA 2024). Su superficie cultivada disminuyó drásticamente en los años 60 del pasado siglo, pasando de 131.835 ha en 1996 a menos de 60.000 ha en 2000, debido principalmente a cambios alimentarios, baja productividad (menos de 1.000 kg/ha) y precios poco competitivos. A partir del 2014 se ha ido incrementado alcanzando un pico en 2018, en gran parte incentivado por la Política Agraria Comunitaria (PAC) (figura 1).

FIG. 1 Serie histórica de la superficie y producción del garbanzo en España. (Fuente: MAPA 2024).

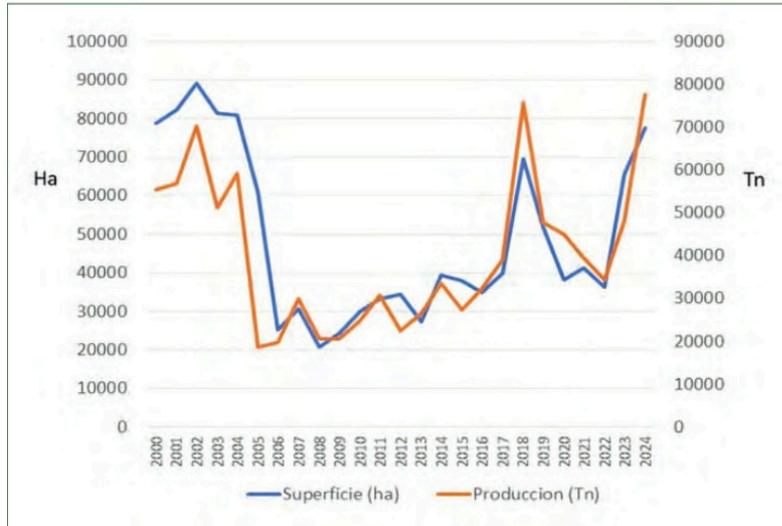


FIG. 2 Semillas de los materiales de garbanzos evaluados en los ensayos experimentales.



El impulso del cultivo de esta legumbre en Andalucía y en concreto en la campiña de Córdoba, favorece prácticas agrícolas sostenibles. Es bien conocido que la rotación con leguminosas contribuye a la

reducción del uso de fertilizantes, mejora la estructura del suelo y se rompen ciclos de plagas y enfermedades. Por otro lado, hay que tener en cuenta, la gran calidad de los garbanzos cultivados en la provin-

cia de Córdoba, reconocida en la cocina tradicional como se describe en la "Guía del buen comer español" de Dionisio Pérez (1929).

La creación de una marca de calidad y una mayor productividad del garbanzo ayudarían a la reactivación del comercio de este cultivo y con ello a promover el desarrollo rural en determinadas localidades de la provincia de Córdoba. Con esta idea, el Grupo Operativo autonómico "IGP Garbanzo campiña de Córdoba" propone crear una Indicación Geográfica Protegida (IGP) en la campiña de Córdoba. Incluso, no se descarta optar a Denominación de Origen Protegido (DOP). En España, sólo existen dos IGPs: IGP Garbanzo de Escacena (Huelva) e IGP Garbanzo de Fuentesauco (Zamora), y ambas han contribuido a aumentar la rentabilidad del cultivo para los agricultores de estas regiones.

Ensayos realizados

Para abordar este objetivo se evaluaron variedades comerciales (Kaveri, Veleka, Fardón y Kasín), líneas avanzadas de selección (IN2-1, IN2-2, IN24-10 E IN28-13) y ecotipos andaluces (M-G, M-P, CA1945, CA1946, CA2036, CA2049 y CA2070). Estos materiales proceden de empresas privadas y de instituciones públicas (Ifapa y Universidad de Córdoba). Este material presenta variabilidad en cuanto al tamaño y forma de la semilla (tipos blanco lechoso, castellano y pedrosillano) y en cuanto a resistencia a fusarium y rabia, características de gran relevancia para el agricultor y el consumidor, así como para una agricultura más sostenible (figura 2). La evaluación se llevó a cabo durante dos campañas agronómicas 2022-23 y 2023-24, en cuatro localidades cada año, cubriendo ampliamente la zona de la campiña de Córdoba. Se han ensayado dos fechas de siembra (diciembre para invierno y febrero para primavera). El

CULTIVOS

motivo de analizar dos fechas de siembra es porque la siembra clásica de primavera produce en general bajos rendimientos (unos 1.000 kg/ha), ya que el ciclo del cultivo es muy corto. Adelantar la siembra a los meses de diciembre o enero implica un incremento notable de las producciones. Hay que considerar que para la siembra invernal es necesario disponer de cultivares de garbanzo con resistencia a la rabia, enfermedad fúngica causada por el hongo aéreo *Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab que se desarrolla fundamentalmente cuando el ambiente es húmedo y fresco, lo que suele ocurrir en invierno y en algunas primaveras. En el caso de sembrar en primavera es importante la utilización de resistencia genética a la marchitez o seca provocada principalmente por el hongo del suelo *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*. Ambas enfermedades son muy importantes, ya que causan grandes pérdidas en este cultivo. Los ensayos experimentales se sembraron siguiendo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La parcela experimental o unidad fue de 4 surcos de 9 m de largo (figura 3).

Siembra de invierno

Los rendimientos medios obtenidos en los ensayos de invierno se muestran en los cuadros I (campaña 2022/23) y II (campaña 2023/24). En la campaña 2022-23, el ensayo de la finca La Reina presentó un coeficiente de variación (CV) aceptable (5,5%) por lo tanto, sus resultados merecen más confianza que en el resto de las localidades, que tuvieron altos CV (>12%) (cuadro I), posiblemente debido a la alta presencia de malas hierbas en algunos de ellos. La producción media estimada del ensayo de La Reina fue la más alta, unos 1.580 kg/ha, seguido de El Carpio (1.429,3 kg/ha), Santaella (773,3 kg/ha) y Cañete (449,05 kg/ha), en los dos últimos ensayos hubo una alta presencia de malas hierbas. Cabe des-

FIG. 3 Vista de un ensayo experimental de los materiales ensayados donde se aprecian las tres repeticiones (1R, 2R y 3R) y la parcela unidad (indicada en recuadro).



CUADRO I. RENDIMIENTO (kg/ha) DE LOS ENSAYOS DE GARBANZO EN SIEMBRA INVERNAL EN CUATRO LOCALIDADES DURANTE LA CAMPAÑA 2022/23. FECHA DE SIEMBRA 28-12-2022.

La Reina		Santaella		El Carpio		Cañete	
Genotipo	Kg/ha ^a	Genotipo	Kg/ha	Genotipo	Kg/ha	Genotipo	Kg/ha
VELEKA	1.874 a	KAVERI	958 a	VELEKA	1.738 a	IN2-2	555 a
KAVERI	1.792 ab	IN28-13	871 ab	KASIN	1.524 a	KAVERI	525 ab
IN2-2	1.636 bc	IN2-2	863 ab	IN2-1	1.428 a	VELEKA	493 ab
IN28-13	1.599 bc	VELEKA	859 ab	IN28-13	1.359 a	IN28-13	457 ab
KASIN	1.549 c	IN24-10	718 ab	IN2-2	1.345 a	IN2-1	450 ab
IN24-10	1.429 c	IN2-1	620 ab	KAVERI	1.309 a	IN24-10	385 bc
IN2-1	1.209 d	KASIN	524 b	IN24-10	1.292 a	KASIN	277 c
Media	1.584,2	Media	773,3	Media	1.429,3	Media	449,05
CV% = 5,5		CV% = 18,3		CV% = 19,1		CV% = 12,9	

^a Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas para el nivel P<0.01. Se ha realizado la comparación de medias mediante mínimas diferencias significativas (LSD, P<0,01).

CUADRO II. RENDIMIENTO (kg/ha) DE LOS ENSAYOS DE GARBANZO EN SIEMBRA INVERNAL EN CUATRO LOCALIDADES DURANTE LA CAMPAÑA 2023/24. FECHA DE SIEMBRA 19-12-2023.

La Reina		Montoro		La Teja		Cañete	
Genotipo	Kg/ha ^a	Genotipo	Kg/ha	Genotipo	Kg/ha	Genotipo	Kg/ha
VELEKA	5.227 a	VELEKA	3.150 a	FARDÓN	3.677 a	KASIN	3.192 a
KASIN	4.644 ab	FARDÓN	3.125 a	KASIN	3.613 ab	VELEKA	3.128 a
FARDÓN	4.588 ab	KASIN	3.116 a	VELEKA	3.537 abc	IN2-1	3.001 a
IN2-2	4.123 bc	IN2-1	2.463 ab	IN2-2	3.008 bcd	FARDÓN	2.968 ab
KAVERI	3.813 bc	IN2-2	2.403 ab	IN2-1	2.916 cd	IN2-2	2.541 abc
IN24-10	3.551 c	KAVERI	2.336 ab	IN24-10	2.722 d	KAVERI	2.186 bc
IN28-13	3.514 c	IN28-13	2.262 ab	KAVERI	2.705 d	IN28-13	2.155 c
IN2-1	3.370 c	IN24-10	1.921 b	IN28-13	1.986 e	IN24-10	2.071 c
Media	4.103,6	Media	2.596,9	Media	3.020,4	Media	2.655,3
CV% = 8,56		CV% = 14,39		CV% = 8,60		CV% = 12,18	

^a Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas para el nivel P<0.01. Se ha realizado la comparación de medias mediante mínimas diferencias significativas (LSD, P<0,01).

CUADRO III. RENDIMIENTO (kg/ha) DE LOS ENSAYOS DE GARBANZO EN SIEMBRA PRIMAVERAL EN DOS LOCALIDADES PARA RENDIMIENTO (kg/ha) DURANTE LA CAMPAÑA 2022/23. FECHA DE SIEMBRA 21-02-2023.

La Reina		El Carpio	
Genotipo	Kg/ha ^a	Genotipo	Kg/ha
CA2036	1.327 a	M-G	989 a
M-P	1.204 a	M-P	935 ab
M-G	1.202 a	VELEKA	905 abc
VELEKA	1.181 a	CA2036	886 abc
CA2070	893 b	IN2-2	825 abc
CA1945	813 bc	CA2070	812 abc
KAVERI	720 bcd	CA1945	789 abc
IN24-10	623 bcd	IN24-10	751 abc
IN2-2	606 cd	CA2049	735 abc
CA2049	598 cd	KAVERI	585 bc
CA1946	509 d	CA1946	524 c
Media	879,70	Media	794,21
CV% = 13,69		CV% = 21,14	

^a Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas para el nivel P<0.01. Se ha realizado la comparación de medias mediante mínimas diferencias significativas (LSD, P<0.01).

tacar algunos genotipos (Veleka, Kaveri, IN2-2 e IN28-13) que en el ensayo de La Reina alcanzaron valores de más de 1.600 kg/ha. Estos genotipos tuvieron un comportamiento similar en los demás ensayos, mostrando un rendimiento igual o superior a la media del ensayo. Comentar que en esta campaña hubo una sequía severa que afectó en general de una manera muy negativa al cultivo del garbanzo. Kaveri e IN28-13 son de grano grande y tipo blanco lechoso, características muy apreciadas en el mercado, la variedad Veleka es de tipo pedrosillano y la línea IN2-2 es de tipo castellano. Como ya se ha comentado, esta campaña fue excepcionalmente seca en invierno y no se dieron las condiciones adecuadas para el desarrollo del hongo *A. rabiei* (humedad y temperatura sobre los 20°C).

En la siguiente campaña, 2023-24, todos los ensayos presentaron unos CV más bajos que en la campaña anterior, indicándonos una gran fiabilidad de estos datos. A diferencia de la anterior, las condiciones climáticas fueron muy favorables para el desarrollo del cultivo, como queda

CUADRO IV. RENDIMIENTO (kg/ha) DE LOS ENSAYOS DE GARBANZO EN SIEMBRA PRIMAVERAL EN CUATRO LOCALIDADES DURANTE LA CAMPAÑA 2023/24. FECHA DE SIEMBRA 08-02-2024.

La Reina		Montoro		La Teja		Cañete	
Genotipo	Kg/ha ^a	Genotipo	Kg/ha	Genotipo	Kg/ha	Genotipo	Kg/ha
VELEKA	3.778 a	M-G	2.438 a	M-G	3.489 a	FARDÓN	3.104 a
M-G	3.653 a	CA2036	2.389 ab	CA2036	3.456 a	M-P	3.073 ab
CA2036	3.424 ab	M-P	2.361 ab	IN2-2	3.393 a	CA2036	3.015 ab
M-P	3.306 abc	VELEKA	2.343 ab	VELEKA	3.256 ab	VELEKA	2.828 abc
CA2049	3.139 bcd	FARDÓN	1.743 abc	M-P	3.251 ab	M-G	2.728 abc
IN2-2	3.056 bcd	CA2049	1.579 bc	CA2070	3.083 abc	IN2-2	2.412 bod
FARDÓN	2.958 bcd	CA2070	1.512 c	CA1945	2.816 bcd	CA1946	2.195 cde
IN24-10	2.944 cd	IN2-2	1.463 c	CA2049	2.759 bod	KAVERI	2.172 cde
CA2070	2.873 cde	CA1945	1.435 c	IN24-10	2.746 bod	IN24-10	2.165 cde
KAVERI	2.819 de	CA1946	1.431 c	CA1946	2.711 bod	CA2070	2.125 cde
CA1945	2.789 de	KAVERI	1.366 c	KAVERI	2.679 cd	CA2049	1.845 de
CA1946	2.433 e	IN24-10	1.162 c	FARDÓN	2.499 d	CA1945	1.759 e
Media	3.097,6	Media	1.768,3	Media	3.011,4	Media	2.448
CV% = 6,65		CV% = 19,95		CV% = 8,06		CV% = 11,43	

^a Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas para el nivel P<0.01.



Serían aconsejables las siembras de invierno siempre y cuando se disponga de material que presente resistencia a rabia; la contrapartida es la presencia de malas hierbas

reflejado en los altos rendimientos que sobrepasan los 2.500 kg/ha en todas las localidades. En esta campaña destacaron como más productivas las variedades de tipo pedrosillano, Veleka, Kasin y Fardón, en todas las localidades (**cuadro II**).

Siembra de primavera

Los resultados de los ensayos de primavera de ambas campañas se resumen en los **cuadros III y IV**. Se evaluaron 12 genotipos que incluyen poblaciones locales andaluzas, líneas avanzadas y variedades comerciales. En la campaña

2022-23 la sequía y las altas temperaturas afectaron notablemente a los ensayos, disponiendo de resultados sólo en los ensayos de dos localidades, Finca La Reina y El Carpio. Destacamos el ensayo de La Reina por presentar el CV más bajo (13,69%) donde se observaron diferencias significativas entre los genotipos ensayados, con un grupo de 4 genotipos cuyos rendimientos fueron los más elevados (CA2036, M-P, M-G y Veleka), presentando tamaños de semilla diferentes, desde grande en M-G, a mediano en M-P, CA2036 y Veleka (**cuadro III**). En 2023-24 las producciones de primavera fueron casi tan elevadas como las de siembra invernal, superando los 2.300 kg/ha en tres de las cuatro localidades. Esto fue debido a que las condiciones climáticas fueron muy favorables, lloviendo en los momentos más adecuados para el desarrollo del cultivo y cuajado de vainas. Por otro lado, la siembra se realizó el 8 de febrero lo que supuso un mayor desarrollo y producción del cultivo. Teniendo en cuenta los ensayos de La Reina y La Teja, que podemos considerar como más fiables por su bajo CV (6,65% y 8,06%, respectivamente), al igual que en la cam-

CULTIVOS



CUADRO V. MEDIAS DE RENDIMIENTO (kg/ha) DE GARBANZO SEMBRADO EN DIFERENTES LOCALIDADES DE LA CAMPIÑA DE CÓRDOBA EN DOS CAMPAÑAS AGRONÓMICAS.

Campaña	Siembra	La Reina	Santaella	El Carpio	Cañete
		2022-23	Invierno	1.584,2	773,3
	Primavera	879,70	nd*	794,21	nd
		La Reina	Montoro	La Teja	Cañete
2023-24	Invierno	4.103,6	2.596,9	3.020,4	2.655,3
	Primavera	3.097,6	1.768,3	3.011,4	2.448

* nd: Sin dato.

paña anterior destacan entre los más productivos los 4 genotipos citados anteriormente (CA2036, M-P, M-G y Veleka) (cuadro III). A modo de resumen, en el cuadro V se presentan las medias de las producciones en siembras de invierno y primavera en las dos campañas evaluadas.

Conclusiones

Podemos concluir que a pesar de que en 2022/23 las condiciones climáticas fueron totalmente adversas para el cultivo, hecho que se repetirá con más frecuencia debido al cambio climático que estamos sufriendo, sus producciones fueron bastante

aceptables sobre todo en los ensayos de invierno. Así pues, serían aconsejables las siembras de invierno siempre y cuando se disponga de material adecuado para ello, es decir, que presente resistencia a rabia. La contrapartida al adelanto de la fecha de siembra, es la presencia de malas hierbas. No obstante, si se realizan unas prácticas culturales adecuadas junto con tratamientos con herbicidas de preemergencia, sería posible su control. En el caso de que no se disponga de variedades con resistencia a rabia o el agricultor prefiera controlar las malas hierbas sembrando en primavera, sería aconsejable adelantar la siembra a fe-

brero con objeto de aprovechar la humedad residual del suelo del invierno y escapar de las sequías terminales cada vez más recurrentes. Según nuestros resultados el adelantar la siembra a finales de febrero en la campaña 2022-23 supuso una cierta ventaja sobre la tradicional siembra de primavera que en esa campaña fue muy negativa. Por ese motivo en la campaña siguiente se adelantó la siembra a principio de febrero. ■

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la estrecha colaboración en estos ensayos de Juan Antonio Beltrán García y Rubén Vega Ibáñez, de SAT Córdoba; Juan José Herrero Carmona y José María Cabrera de Altolaguirre de Abecera SL (Córdoba); Estrella M^a Luque Ruano y Tomás Zurita León de Miluma (Cañete de las Torres, Córdoba); Isidoro Serrano González de la Cooperativa Agrícola Oliverera Virgen del Campo S.C.A (Cañete de las Torres, Córdoba); Carlos Navas Ferrer y Carlos Molina Arróspide de Asaja Córdoba e Íñigo Prieto Urizar, de Dolneo Consulting (Córdoba).

FINANCIACIÓN



Proyecto GOPG-CO-20-0007 "IGP Garbanzo de la campaña de Córdoba". Ayudas al funcionamiento de los Grupos operativos de la Asociación Europea para la Innovación (AEI) en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas (Operación 16.1.2.), convocatoria 2020. Focus Área: Mejorar los resultados económicos de las explotaciones y facilitar la reestructuración y modernización de las mismas, en particular con objeto de incrementar su participación y orientación hacia el mercado, así como la diversificación agrícola.

BIBLIOGRAFÍA

Columela. De los trabajos del campo y De Arboribus, Trad. De A. Holgado Redondo, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid 1988.

Del Moral, J. (1998). El garbanzo en la cultura española en del Moral, J. y Mejías, A. (eds.) El garbanzo, un cultivo para el siglo XXI, Junta de Extremadura 15-30.

IBN Al Awan, El libro de agricultura. Edición y comentarios sobre la traducción de Banqueri de J.I. Cubero (2003). Edita: Empresa Pública para el desarrollo agrario y pesquero de Andalucía. Sevilla

MAPAMA (2024). <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/> .pdf

Pérez, Dionisio (1929) Guía del buen comer español: inventario de la cocina clásica de España y sus regiones. Ed: Patronato Nacional de Turismo, Madrid. pp 134-135

— VIDA —

MAQ

—

SUPLEMENTO DE MECANIZACIÓN AGRARIA | FEBRERO de 2025 | AÑO XXXII | 2/2025

www.vidarural.es

+ INSCRIPCIONES

LAS INSCRIPCIONES DE
MAQUINARIA AGRÍCOLA
SUBEN UN 2,3%
EN EL CONJUNTO
DEL AÑO 2024

+ TÉCNICA

NOVEDADES
EN EQUIPOS PARA
MÍNIMO
LABOREO

PRUEBA DE CAMPO

Dosificación variable

*de fertilizantes en cultivos extensivos
mediante mapas prescriptivos*

Las inscripciones de maquinaria agrícola suben un 2,3% en el conjunto del año 2024

Redacción. Vida MAQ

Durante los doce meses de 2024 se registraron un total de 31.634 equipos agrícolas. Esta cifra supone un incremento del 2,3% respecto a datos del mismo periodo del 2023. Mientras las inscripciones del grupo de tractores han aumentado un 20% y las del grupo de maquinaria automotriz aumentaron un 3,9%, el número de registros de maquinaria remolcada o suspendida se redujo en un 7,7%.

Tras analizar los datos de registros correspondientes al mes de diciembre de 2024, las inscripciones totales de equipos agrícolas en el Registro Oficial de Maquinaria Agrícola (ROMA), gestionado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), se incrementaron en un 2,3% en comparación con el mismo periodo de 2023. Este aumento se debe principalmente al rendimiento del grupo de tractores, que arrastró al alza el número total de inscripciones, compensando el descenso experimentado por el grupo de maquinaria remolcada o suspendida, el más importante por número de registros.



En este sentido, el grupo de tractores experimentó un aumento del 20% en el número de inscripciones en comparación con el mismo período del año anterior, con un total de 10.390 equipos inscritos durante los doce meses de 2024. Con misma tendencia positiva el grupo de maquinaria automotriz registró un aumento del 3,9%. Por otro lado, el grupo de maquinaria remolca-

da o suspendida registró una tendencia negativa, con un descenso del 7,7%. En total, se inscribieron 1.705 equipos de maquinaria automotriz y 16.373 equipos de maquinaria remolcada o suspendida a lo largo del año. El grupo de remolques mostró un importante aumento en sus inscripciones, con un total de 3.166 registros en 2024, lo que representa un incremento del 10% en

CUADRO I Comparativa de las inscripciones en el periodo enero-octubre de 2024 frente a datos de 2023.

Tipo de máquina	2024	2023	Variación (%)
Tractores	10.390	8.658	20,00
Maquinaria automotriz	1.705	1.641	3,90
Maquinaria remolcada o suspendida	16.373	17.744	-7,73
Remolques	3.166	2.878	10,01
Total máquinas	31.634	30.921	2,31

comparación con los datos cosechados en 2023 (**cuadro I**).

En cuanto a la distribución geográfica de las inscripciones, durante el año 2024, Andalucía encabezó la lista con 7.511 equipos registrados, seguida de Castilla y León y Castilla-La Mancha. Estas tres comunidades autónomas representaron el 51,1% del total nacional de máquinas registradas. Una vez finalizado el año, octubre ha sido el mes con el mayor número de nuevos registros en el país, con un total de 3.315 máquinas inscritas.

Tractores

En relación con el grupo destacado que engloba las diferentes tipologías de tractores, se registraron un total de 10.390 tractores en el ROMA del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) durante los doce meses de 2024. Esta cifra representa un aumento del 20% en comparación con el mismo período de 2023.

En términos de distribución geográfica de los nuevos registros, Andalucía encabeza la ránking, seguida de Castilla-La Mancha y Castilla y León, con un total de 2.855 equipos inscritos durante 2024. Estas tres regiones representan casi el 50% de los tractores registrados durante este período. En cuanto a las marcas de tractores, analizando los datos totales a lo largo del año 2024, John Deere ha sido la marca con mayor penetración en este grupo. Contando con los datos de diciembre, John Deere ha alcanzado una cuota de mercado del 20,3% con 2.118 tractores inscritos. Le sigue New Holland con una cuota del 11,5% y 1.201 tractores registrados. Fendt se sitúa en tercer lugar con 829 nuevos tractores inscritos, lo que representa un 7,9% de cuota de mercado (**figura 1**).

Maquinaria automotriz

Durante el año 2024, se registraron un total de 1.705 unidades de máquinas automotrices, lo que representa un aumento del 3,9% en comparación con los datos de

Figura 1 Distribución de las inscripciones de tractores por marcas en el periodo enero-diciembre de 2024.

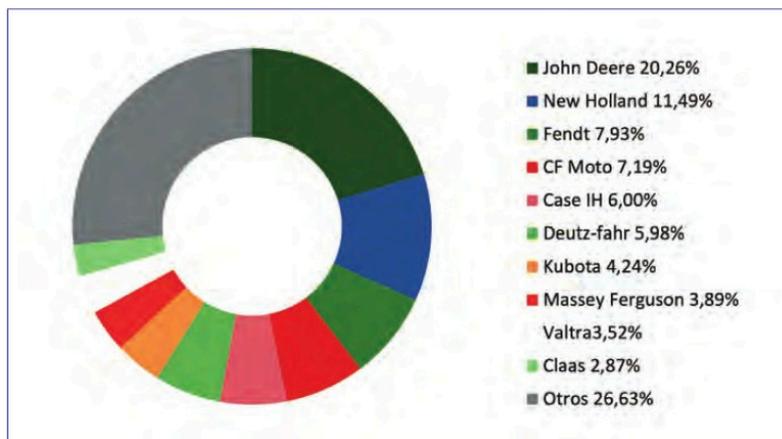
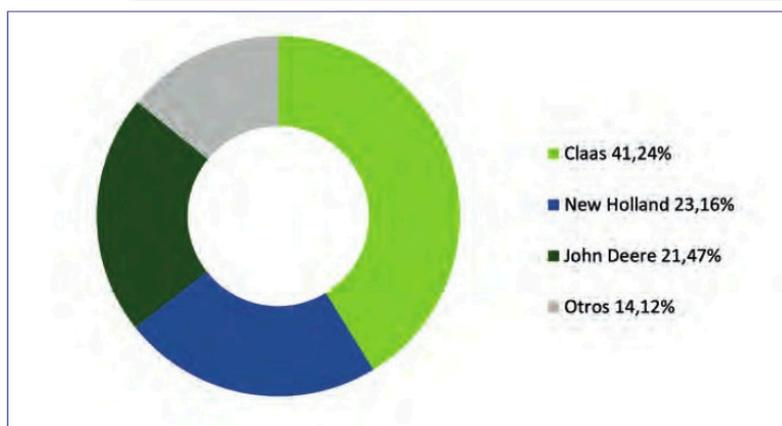


Figura 2 Distribución de las inscripciones de cosechadoras de cereal por marcas en el periodo enero-diciembre de 2024.



2023. Los principales grupos de maquinaria automotriz experimentaron un incremento prácticamente generalizado en sus inscripciones en relación con el año anterior. Las inscripciones de equipos de recolección aumentaron un 7,7% y las inscripciones de equipos de carga mantuvieron el mismo volumen de inscripciones que en el año anterior. Por su parte, las inscripciones de motocultores y motomáquinas experimentaron un descenso del 25,96%, y las de tractocarrs disminuyeron un 11,76%. Por último, el grupo compuesto por otros tipos de maquinaria automotriz incrementó

sus inscripciones en un 30,23%, alcanzando las 224 unidades en el conjunto del año.

Equipos de recolección

Durante 2024, se registraron un total de 177 cosechadoras. Castilla y León encabezó las inscripciones con 58 cosechadoras, lo que representa el 32,7% del total nacional. En cuanto a los fabricantes, Claas lidera en este segmento con 73 equipos inscritos, lo que supone una cuota de mercado del 41,2%. (**figura 2**).

En cuanto a las picadoras de forraje, se inscribieron tan solo 23 unidades, liderando

INSCRIPCIONES

en esta categoría la marca Claas con 17 máquinas, un 73,9% del total de registros realizados. Galicia, con 12 equipos, fue el principal destino de las nuevas máquinas registradas.

Durante este periodo, se registraron 103 vendimiadoras y 26 vibradores. En el caso de las vendimiadoras, New Holland lidera el mercado con 70 máquinas (67,9% de cuota de mercado), y Castilla-La Mancha se convierte en el principal destino con 31 registros (figura 3).

Equipos de carga

El número de inscripciones de equipos de carga, el subgrupo de maquinaria automotriz más numeroso, durante los doce meses de 2024 se situó en 814 unidades. Esta cifra se traduce en un resultado exactamente similar respecto a los datos obtenidos en el mismo periodo de 2023. Andalucía, con 250 equipos inscritos (30,7%), es el principal destino de las máquinas registradas. La firma Manitou, con 174 equipos de carga inscritos y un 21,3% de cuota de mercado, lidera en este segmento (figura 4).

Tractocarros

Durante el conjunto del año 2024 se han inscrito 15 tractocarros. Esta cifra supone un descenso del 11,7% respecto a datos del año 2023. Roteco lidera en esta categoría con 11 equipos inscritos.

Motocultores y motomáquinas

Por último, la cifra de motocultores y motomáquinas oficialmente inscritos en el ROMA en 2024 se situó en las 77 unidades. Esta cifra supone un descenso del 25,9% respecto a datos del 2023. Andalucía, con 40 máquinas inscritas (51,9%), fue el principal destino de estas nuevas inscripciones.

Maquinaria remolcada o suspendida

Las inscripciones de maquinaria remolcada o suspendida, el grupo de maquinaria más numeroso, experimentó a lo largo del año 2024 un descenso de las inscripciones

Figura 3 Distribución de las inscripciones de vendimiadoras por marcas en el periodo enero-diciembre de 2024.

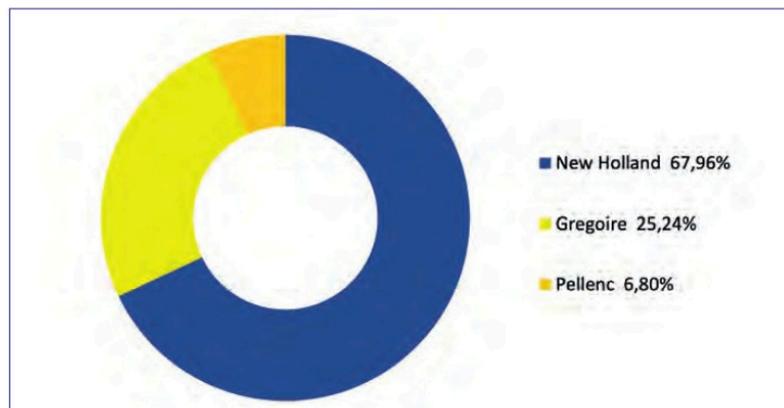
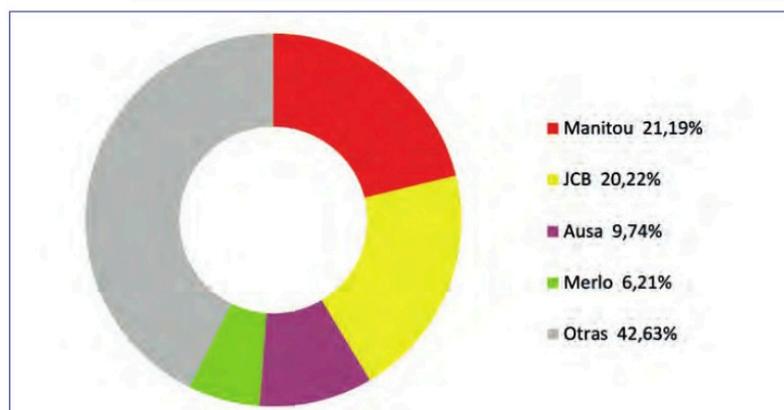


Figura 4 Distribución de las inscripciones de equipos de carga por marcas en el periodo enero-diciembre de 2024.



del 7,7% respecto a datos registrados en 2023. La cifra total de máquinas inscritas se situó en los 16.373 equipos. Analizando en detalle este grupo de maquinaria, el número de inscripciones de equipos para preparación y trabajo del suelo se situó en 2.715, registrando un descenso del 22,2%. El grupo de equipos para siembra y plantación experimentó una caída del 0,8%, pasando de 1.352 inscripciones en 2023 a 1.341 en 2024. Las inscripciones de los equipos de recolección también descendieron y lo hicieron en un 4,1%, con 2.199 registros en los doce meses de 2024. Las inscripciones de equipos para tratamientos aumentaron en un 1,7%, suman-

do 6.152 máquinas en el conjunto del año 2024. Con similar tendencia, las inscripciones de equipos para el aporte de fertilizantes y agua aumentaron un 2,5%, alcanzando 1.869 máquinas.

Remolques

El total de remolques contabilizados por el ROMA durante el año 2024 fue de 3.166 unidades. Esta cifra supone un aumento del 10% respecto a cifras del año 2023. Por comunidades autónomas, Andalucía, con el 30,2% de los remolques inscritos (957 máquinas), registró el mayor número de este tipo de equipos. ■

**JOHN DEERE**

NOTHING RUNS LIKE A DEERE

PAQUETE SPORT DEL 6R: ESTE ES EL CAMINO.

El nuevo 6R con paquete Sport incluido alcanza un nivel de agilidad de aceleración, precisión de la dirección y conducción por la vía similar al de un automóvil, junto con el rendimiento de campo, la eficiencia de fluidos y el valor residual probados del 6R.

Ponte en contacto con tu concesionario John Deere más cercano hoy mismo para probarlo. ¡Explora la experiencia en carretera del 6R de nivel superior!

**PAQUETE SPORT
EN BASE**

ASB610SPA_ES

PRUEBA DE CAMPO



M. Videgain; F. Javier García-Ramos.

Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza.

En relación con la introducción de las tecnologías de agricultura de precisión en agricultura, la aplicación diferenciada de fertilizantes en cultivos extensivos es una de las prácticas más habituales dada la existencia de abonadoras dotadas de tecnología adecuada y de herramientas y tecnología para la generación de mapas prescriptivos con un nivel de dificultad razonable para el usuario. En este artículo se detalla la metodología para implementar la técnica de fertilización variable mediante mapas prescriptivos en cultivos extensivos.

En primer lugar, debemos ser conscientes de que hay condicionantes, como las variables climatológicas, que condicionan cualquier estrategia de agricultura de precisión en una explotación agrícola a cielo abierto. En

este sentido, para garantizar una buena producción, la disponibilidad de agua por parte del cultivo es el factor más limitante, siendo, principalmente en las explotaciones de secano, un parámetro básico que puede llevar al traste, junto con el efecto

de la temperatura, cualquier estrategia de dosificación variable de insumos en años con climatología adversa.

El primer concepto que debe quedar claro para aplicar de forma diferenciada fertilizantes, o cualquier otro insumo, es que la parcela objeto del tratamiento debe disponer de zonas con diferente potencial productivo en las que, por lo tanto, sea rentable económicamente aplicar dosis diferenciadas de fertilizante, basando esta rentabilidad en el balance neto entre gastos e ingresos.

De forma práctica, el potencial productivo viene marcado por las características físico-químicas del suelo de la explotación, por lo que el primer paso para poder implementar técnicas de agricultura de precisión es conocer, de la forma más aproximada posible, el diferente potencial productivo del suelo y, por lo tanto, su zonificación.

Para ello, podemos disponer de varias fuentes de información que podemos utilizar de forma individual o combinada:

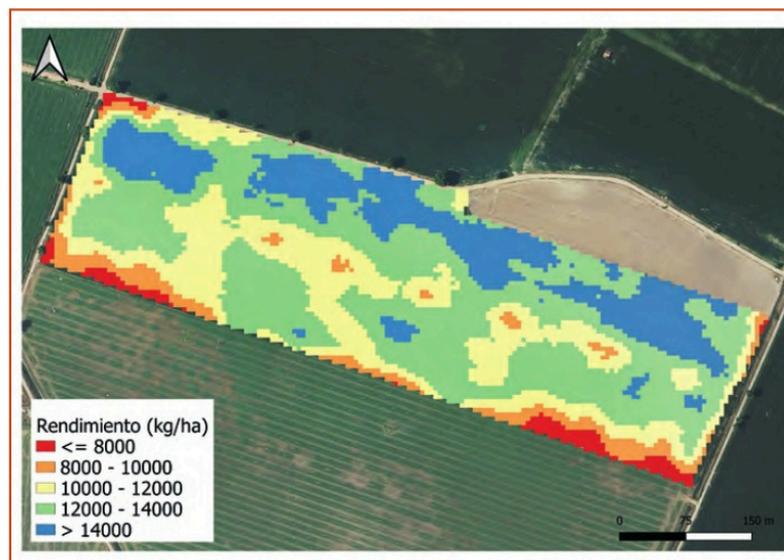
- Mapas de rendimiento de cultivos anteriores.
- Mapas de conductividad eléctrica aparente de los suelos.
- Análisis físico-químicos de muestras de suelo.
- Mapas de índices de vegetación obtenidos mediante teledetección.

Además de estas fuentes principales, en la actualidad se está trabajando con otras tecnologías, como plataformas múltiples de sensores para detectar la posible variabilidad en propiedades del suelo, o sensores ópticos de proximidad, que además de aplicaciones en tiempo real pueden servir para recopilar información del desarrollo del cultivo y generar mapas de prescripción basados en ellos.

Mapas de rendimiento

Centrándonos en los cultivos extensivos de cereal, que son los más habituales en nuestra agricultura, las cosechadoras utilizadas para su recolección equipan o pueden equipar sensores de rendimiento y humedad que permiten generar mapas de kg/ha a una humedad determinada en las diferentes zonas de la parcela. Así, el mapa puede constituir un resultado más del servicio aportado por la cosechadora que es capaz de generar dicho mapa de forma automática, previa calibración adecuada de los sensores. Para generar el mapa, los sensores de rendimiento y humedad incorporados en la cosechadora registran y georreferencian de manera continua el rendimiento y la humedad del grano al medir la cantidad de grano recolectado por unidad de superficie, para lo que tienen en cuenta el trayecto realizado, la velocidad de avance y la anchura de trabajo de la máquina. Mediante la geolocalización de esta información con el sistema de posicionamiento global se dispone, por

FIGURA 1. Mapa de rendimiento generado por cosechadora.



lo tanto, de las coordenadas geográficas de cada dato de rendimiento. La cartografía resultante constituye el mapa de rendimiento (figura 1) a partir del cual se pueden realizar comparaciones entre diferentes zonas productivas y establecer estrategias de agricultura de precisión.

Mapas de conductividad eléctrica aparente

La conductividad eléctrica aparente de un suelo (CEa) es la medida de la facilidad que ofrece el suelo al paso de la corriente eléctrica (conductancia) considerando el suelo en su estado natural, por lo que se considera tanto la fase sólida como la fase líquida del suelo. La unidad habitual de medida es milisiemens por metro (mS/m). La conductividad eléctrica es un dato que se mantiene bastante estable durante los años, aunque se ve influenciada por condiciones coyunturales del suelo como la humedad.

Numerosos estudios de investigación han encontrado correlaciones de la CEa con algunas propiedades del suelo: sali-

nidad, contenido en humedad, textura, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, etc. No obstante, es preciso destacar que la correspondencia con las propiedades del suelo no es exacta y tiene que ser determinada para cada condición edafoclimática con análisis de muestras de suelo en laboratorio. También se han encontrado correlaciones entre la CEa y parámetros del cultivo como los valores de índices de vegetación y el rendimiento.

Para la medida de la CEa se utilizan sensores arrastrados por vehículos. Actualmente existen dos tecnologías: sensores de contacto galvánico y sensores de inducción electromagnética.

Los sensores de contacto galvánico se basan en la introducción de una corriente eléctrica en el suelo a través de electrodos (transmisores) en contacto con la superficie del suelo (discos similares a los discos de apertura de una sembradora) y en la medición de la diferencia en el potencial de flujo de corriente en electrodos de potencial (receptores). Con el dato de diferencia de potencial se obtiene resistividad y, a partir de dicho dato, la conductividad. Como ejemplo de esta tecnología podemos citar

PRUEBA DE CAMPO



Foto 1. Equipo de medida de conductividad eléctrica aparente Veris.



Foto 2. Equipo de medida de conductividad eléctrica aparente Dualem.

los equipos Veris (**foto 1**) (www.veristech.com) y Geocarta (www.geocarta.net).

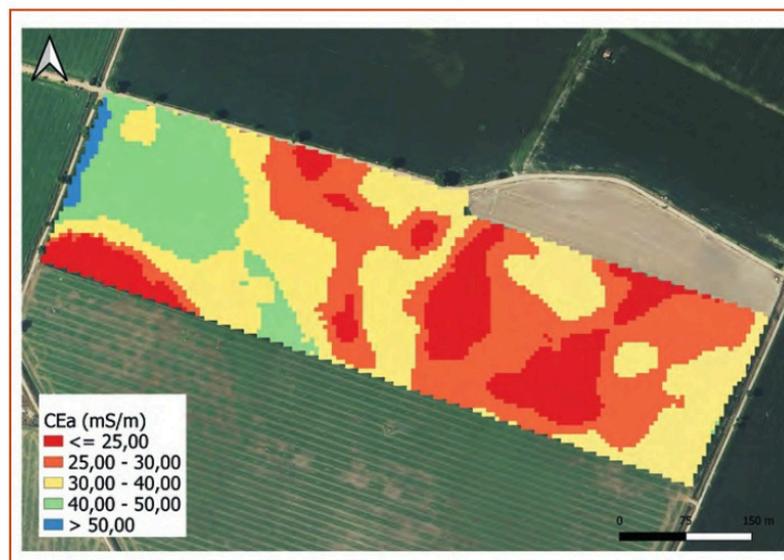
Los sensores de inducción electromagnética (**foto 2**) constituyen una técnica no invasiva con el suelo (el sensor se coloca en superficie) basada en el análisis de la transmisión de un campo magnético a través del suelo, utilizando bobinas emisoras y receptoras de campo magnético colocadas superficialmente. Como ejemplo podemos citar los desarrollados por Dualem (www.dualem.com), Geonics (www.geonics.com) o Geophex (www.geophex.com).

Los equipos disponen de un receptor GNSS de forma que se realizan trayectorias por la parcela, con separación entre pasadas entre 12 m y 15 m y frecuencias de muestreo en torno a 1 dato/s, obteniendo mapas digitales de CEa (**figura 2**) a diferentes profundidades en función del tipo de sensor. A partir de la información de los mapas se pueden establecer estrategias de agricultura de precisión en base a la zonificación generada en los mismos.

Mapas de índices de vegetación

Los índices de vegetación (NDVI, GNDVI, SAVI, ENDVI, etc.) se obtienen con fórmu-

FIGURA 2. Mapa de conductividad eléctrica aparente.



las matemáticas sencillas que combinan dos o más bandas (verde, rojo, infrarrojo cercano, etc.) del espectro electromagnético reflejado por los cultivos. La reflectancia en las diferentes bandas del espectro electromagnético es captada mediante cámaras multispectrales equipadas a bordo de satélites, drones u otro tipo de vehículos.

Existen diferentes índices de vegetación, siendo uno de los más habituales el

índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), que mide el contenido de clorofila y la actividad fotosintética de las plantas mediante la relación entre las bandas del rojo (R) y el infrarrojo cercano (NIR). Los cálculos del NDVI se realizan mediante la **ecuación 1**. Los valores más altos (cerca de 1) indican vegetación con mayor vigor y densidad, mientras que valores más bajos (cerca de 0) indican escasa

cobertura vegetal y menor desarrollo del cultivo. Valores entre 0 y -1 indicarían superficies con falta de vida.

Ecuación 1.

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

Para obtener estos índices en cultivos extensivos, donde la resolución de la imagen no es tan exigente como la necesaria para cultivos arbustivos o viñedo, se pueden utilizar imágenes de satélite, como las suministradas de forma gratuita por la flota de satélites Sentinel-2 perteneciente al programa Copernicus de la Comisión Europea, los cuales cuentan con el sensor denominado MSI (MultiSpectral Instrument). Las imágenes proporcionadas por la misión Sentinel-2 son públicas y tienen 13 bandas espectrales con una resolución espacial de 10 a 60 metros (según la banda) y una resolución temporal actual de aproximadamente 10 días para cada satélite (según la latitud), o 5 días en tándem. También existe la posibilidad de trabajar con imágenes de mayor resolución suministradas por constelaciones privadas, un ejemplo sería la constelación de satélites PlanetScope (www.planet.com), que entrega imágenes prácticamente diarias de la Tierra y con 3 m de resolución óptica aproximadamente.

Existen multitud de índices de vegetación que se pueden calcular a partir de imágenes multiespectrales. Una base de datos muy extensa en la que se describen algunos se puede consultar en <http://www.indexdatabase.de/>, en ella se pueden buscar índices espectrales por sensor (es decir, posibilidades de cálculo de índices según las bandas que adquiera un sensor determinado), por ámbito de aplicación, o por otro tipo de criterios.

El uso de drones también está ganando popularidad para generar mapas de índices de vegetación. Los drones equipados con cámaras multiespectrales o hiperespectrales permiten la captura de datos a resoluciones espaciales de centímetros por píxel, lo que en el ámbito que estamos tratando, puede suponer una caracterización extremadamente detallada del estado del cultivo. Entre sus ventajas destacan la capacidad de volar en momentos específicos para captar información crítica en etapas clave del desarrollo del cultivo y la posibilidad de realizar análisis en tiempo real mediante software integrado. Sus desventajas incluyen costes elevados en relación al retorno económico, necesidad de licencias o contratación de servicios habilitados, así como dependencia de condiciones climáticas favorables para el vuelo.

Para la elaboración de mapas de índices de vegetación (figura 3), las imágenes multiespectrales capturadas deben ser procesadas mediante herramientas de análisis geoespacial. Software libre como QGIS permite realizar estas tareas



Excepcional por Naturaleza. Nuevo Fendt 600 Vario.

Un todoterreno de primera clase que marca nuevos hitos en el campo. Su estrecho radio de giro, su reducido peso combinado con una elevada capacidad de carga y su potencia hidráulica, hacen que el Fendt 600 Vario sea excepcional por Naturaleza en el segmento de potencia de entre 149 y 224 CV.

Más información fendt.com/600-vario



Los mejores llevan Fendt.

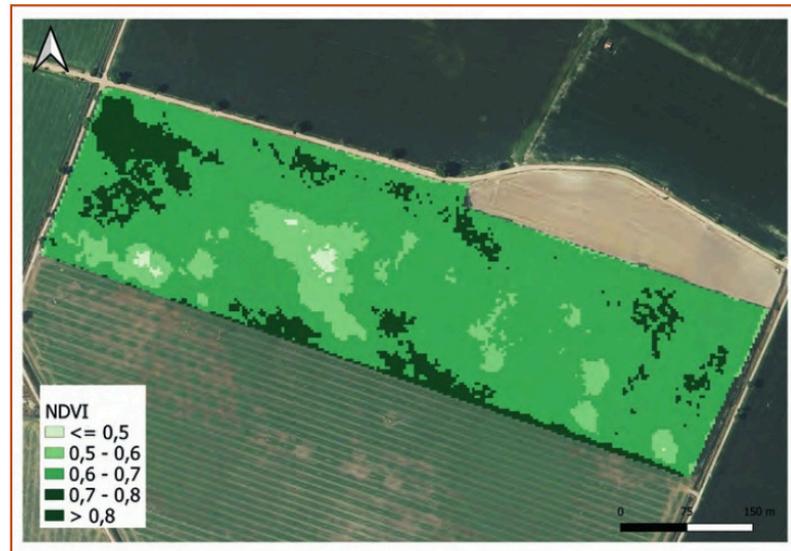
PRUEBA DE CAMPO

aplicando fórmulas ráster a las bandas correspondientes para obtener los índices deseados. El flujo de trabajo incluye la importación de las imágenes en formato compatible, la aplicación de las fórmulas matemáticas correspondientes y la representación cartográfica de los índices generados. Por ejemplo, para calcular el NDVI con la fórmula anteriormente mostrada, la herramienta de calculadora ráster dentro de QGIS permite realizar la operación entre las bandas específicas. Posteriormente, estos mapas pueden ser analizados para identificar patrones espaciales de desarrollo del cultivo, permitiendo definir zonas con diferentes niveles de vigor. Estas zonas pueden ser exportadas como capas vectoriales con valores asociados en sus tablas de atributos, que servirán para generar mapas prescriptivos. Una vez obtenidos, estos mapas son transferidos a las máquinas agrícolas con capacidad de dosificación variable, facilitando así la aplicación diferencial de insumos y optimizando los recursos disponibles.

Cómo generar el mapa prescriptivo

La elaboración de mapas prescriptivos de fertilización ajustados a la variabilidad intraparcilaria se basa, en general, en la integración de mapas promedio de rendimiento, mapas de CEa o mapas de índices de vegetación, como el NDVI. Los mapas de rendimiento promedio se emplean comúnmente para diseñar prescripciones de fertilización de base, fundamentando la zonificación en el potencial productivo de cada área. Por otro lado, los valores puntuales de índices de vegetación en fechas específicas permiten planificar aplicaciones diferenciadas en cobertura, aunque también es posible utilizar datos promedio para generar zonificaciones más robustas que sirvan como base para prescripciones de fertilización en fondo.

FIGURA 3. Mapa de índice de vegetación NDVI.



Existen dos estrategias principales para la elaboración de mapas prescriptivos de fertilización ajustados a la variabilidad interparcelaria: homogeneizar el rendimiento o maximizarlo

Para la generación de los mapas prescriptivos, una vez definida la zonificación de la parcela, se pueden seguir diferentes estrategias agronómicas. La hipótesis inicial es que las zonas de la parcela con mayores valores de índices de vegetación, rendimiento y CEa (dentro de unos niveles que no impliquen salinidad) representan un mayor potencial productivo del cultivo. A partir de esta información, existen dos estrategias principales para la elaboración de mapas prescriptivos de fertilización: a) maximizar el rendimiento y b) homogeneizar el rendimiento.

Tomando como referencia una dosis homogénea de fertilización de un determinado nutriente, como el nitrógeno, la estrategia de maximizar el rendimiento, conocida como la estrategia del Rey ("the King's approach"), sugiere incrementar las dosis de nitrógeno en las zonas con mayor potencial productivo y reducirlas en las zonas con menor productividad. De esta forma, la cantidad reducida en las zonas menos productivas se reasigna a las más productivas, maximizando así el rendimiento global. Por el contrario, la estrategia de homogeneizar el rendimiento, conocida como la estrategia Robin Hood ("the Robin Hood approach"), propone aplicar más nitrógeno en las zonas menos productivas y reducir la dosis en las zonas más productivas, buscando equilibrar la producción en las diferentes zonas en el momento de recolección. Desde un punto de vista agronómico, la elección entre estas estrategias debe considerar las características edafoclimáticas específicas de cada zona. En sistemas de secano fresco o en regadíos, numerosos estudios han demostrado que la estrategia de equilibrar, es decir, maximizar el rendimiento en las zonas con menor potencial suele ofrecer

buenos resultados, ya que estas áreas responden favorablemente al incremento de insumos. Sin embargo, en secanos más áridos o en zonas con mayores limitaciones hídricas, las estrategias basadas únicamente en el aumento de nutrientes pueden resultar ineficaces o incluso contraproducentes. En estas áreas, mejorar la fertilidad de las zonas menos productivas requiere estrategias más integrales y a largo plazo, como la mejora de la estructura del suelo, el incremento del contenido de materia orgánica o la optimización del manejo del agua. Por tanto, en muchas situaciones de secano, la reducción estratégica de fertilizantes en zonas de bajo potencial puede ser la mejor alternativa para mejorar los retornos económicos parciales, especialmente en años con bajas precipitaciones.

Para facilitar la creación de mapas prescriptivos, existen diversas herramientas y plataformas que permiten a los técnicos y agricultores procesar la información recopilada para su generación. Entre las más utilizadas estaría el software libre y de código abierto QGIS, como se ha comentado anteriormente. Una iniciativa de carácter público de uso cada vez más habitual es Sativum (www.sativum.es), desarrollada por el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, que además de permitir la gestión integral de explotaciones, facilita la creación de mapas prescriptivos a partir de datos satelitales y registros de campo. Entre otras plataformas comerciales se pueden citar SMS Advanced (Ag Leader), SST Summit, Trimble Ag Software, John Deere Operations Center, AgroSense, Pix4Dfields, o DroneDeploy, todas ellas ampliamente utilizadas para la generación de mapas prescriptivos e implementación de estrategias de fertilización variable.

FIGURA 4. Ejemplos de mapas de prescripción de fertilizante a partir de diferentes fuentes de información y plataformas. (a) QGIS – a partir de conductividad eléctrica aparente; (b) plataforma comercial 1 – a partir de NDVI; (c) plataforma comercial 2 – a partir de mapa de rendimiento.



La **figura 4** muestra ejemplos de mapas prescriptivos de fertilización con dos dosis, generados a partir de distintas herramientas y exportados en formato vectorial (shape) para su representación: (a) mapa de prescripción elaborado con QGIS a partir de datos de conductividad eléctrica aparente de una parcela, diseñado en polígonos de 12 metros de anchura alineados con la dirección de pasada habitual de la máquina para facilitar la aplicación de la dosis; (b) mapa de prescripción generado con la plataforma comercial Atfarm de Yara, utilizando datos del índice NDVI y exportado en formato shape; (c) mapa de

prescripción creado manualmente a partir de datos promedio de rendimiento de la parcela mediante el Creador de prescripciones de agronomía Telus, integrado en la herramienta Operations Center de John Deere.

Aplicación en campo

Las abonadoras utilizadas habitualmente para realizar dosificación variable son abonadoras centrífugas con sistemas de distribución de doble disco (**foto 3**). Los fabricantes han desarrollado tecnología que permite trabajar con diversas anchuras de aplicación, asegurando una distribución homogénea del fertilizante. Este tipo de máquinas cuentan con sistemas que ajustan el punto de caída del fertilizante en el disco y controlan su velocidad de giro, permitiendo adaptar el ancho de trabajo. La regulación de la dosis de fertilizante que llega a los discos se realiza en las máquinas más modernas mediante sistemas automáticos consistentes en actuadores lineales eléctricos o motores eléctricos independientes para cada disco, que permiten variar la sección de alimentación. El control de la cantidad de producto que se transmite a los discos se realiza con diferentes tecnologías: a) células de carga ubicadas en la base de la tolva que pueden ir equipadas con sensores (inclinómetros y acelerómetros) que son capaces de corregir el dato aportado por la célula de carga; y b) sensores capaces de medir el par de torsión de cada eje de los discos, de manera que la torsión es directamente proporcional a la variación del flujo de producto que cae sobre el disco.

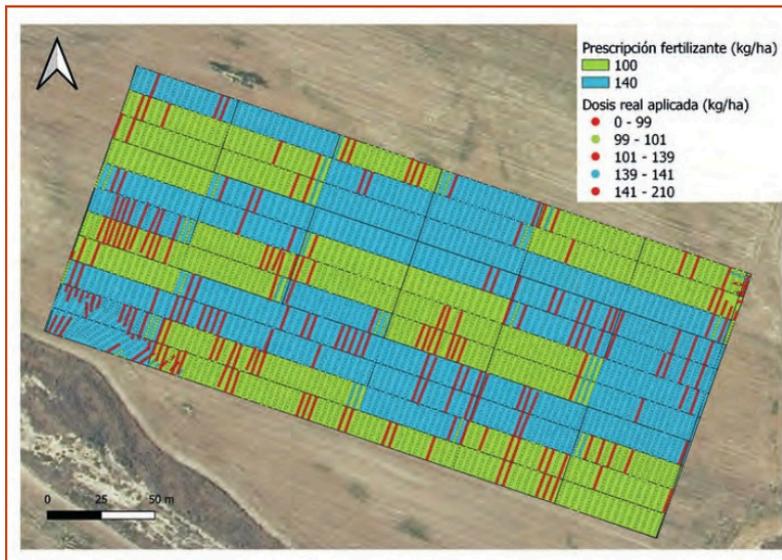
Una vez generado el mapa prescriptivo, su incorporación en el monitor de la

PRUEBA DE CAMPO



Foto 3. Abonadora Amazone ZA-V 3200 de doble disco.

FIGURA 5. Comparación de la dosis real aplicada por una abonadora hidráulica de doble disco sobre mapa de prescripción.



abonadora puede realizarse a través de una memoria USB, siguiendo el formato requerido (ISO-XML o shape) y la estructura de carpetas específica de cada equipo. También es posible realizar este proceso mediante plataformas digitales desarrolladas por los fabricantes, que simplifican el

intercambio de datos y permiten almacenar y analizar la gran cantidad de información generada durante las labores de campo. El nivel de precisión en la aplicación de las dosis dependerá del diseño del mapa y de la capacidad de la abonadora para ajustarse a él. La **figura 5** muestra un ejemplo

Los fabricantes han desarrollado tecnología que permite trabajar con diversas anchuras de aplicación, asegurando una distribución homogénea del fertilizante

de aplicación real de fertilizante siguiendo el mapa prescriptivo previamente descrito. En este caso, se utilizó una abonadora Amazone ZA-V 3200 con una anchura de trabajo de 24 metros y dos dosis diferenciadas de urea: 100 y 140 kg/ha. La capa de puntos representa la dosis real aplicada, destacándose en rojo los datos donde la dosis no se ajustó a lo prescrito. De los 8.590 puntos registrados, solo en el 11,3% la dosis se desvió de la prescripción, lo cual es un margen muy reducido considerando que se aceptó como ajustada cualquier aplicación dentro del rango de ± 1 kg/ha.

Conclusión

La fertilización variable mediante mapas prescriptivos es una herramienta clave para optimizar el uso de insumos y mejorar la rentabilidad de las explotaciones agrícolas. Su éxito radica en la integración de datos obtenidos a través de herramientas avanzadas, como mapas de rendimiento, índices de vegetación o conductividad eléctrica aparente, junto con el conocimiento práctico del agricultor y el técnico.

Las estrategias agronómicas deben ajustarse a las características específicas de cada parcela, potenciando el rendimiento en zonas favorables o ajustando insumos en áreas de menor productividad. La tecnología, combinada con una correcta interpretación y aplicación de los datos, permite una gestión más precisa y eficiente de los cultivos. ■



LEMKEN AZURIT 9 CON DELTAROW – CADA GRANO SITUADO CON PRECISIÓN



Con Azurit 9, LEMKEN establece un nuevo estándar en la siembra de precisión. Lucha contra la sequía y permite que sus plantas tengan más espacio con LEMKEN DeltaRow. La disposición triangular proporciona el máximo acceso al agua, los nutrientes y la luz para cada planta individual.

- 70 % más espacio por planta
- Hasta un 10 % más de cosecha con LEMKEN DeltaRow
- Banda de fertilizante situada en el centro entre líneas
- Tolva de semillas central de 600 l

lemken.com

 **LEMKEN**
The Agrovision Company

Novedades en equipos para mínimo laboreo

Descripción de los equipos e innovaciones técnicas en rastrojeros y laboreo en bandas

Víctor Marcelo, Pablo Pastrana y Javier López.

Grupo Investigación MECAS de la Universidad de León.

Este artículo describe las innovaciones y novedades técnicas en los equipos para llevar a cabo la técnica de mínimo laboreo en explotaciones donde se ha abandonado el laboreo tradicional con volteo de la tierra. Esta técnica se utiliza en multitud de tipos de explotaciones, tanto de secano como de regadío, de cultivos tanto extensivos herbáceos como leñosos.

Al igual que ha ocurrido con la siembra directa en los últimos treinta años, el laboreo mínimo ha ido creciendo en superficie labrada con esta técnica para la preparación del lecho de siembra o del espacio entre calles en cultivos permanentes. A continuación, se realizará una descripción de los equipos e innovaciones técnicas en la maquinaria utilizada para el laboreo mínimo, especialmente en chisel rastrojero y equipos para laboreo en bandas.

Rastrojeros

En el caso de los rastrojeros, la estructura del apero está formada por el bastidor,



los brazos de trabajo, una fila de discos que aportan tierra a la línea de los últimos brazos y un rodillo. A estos componentes se les pueden añadir deflectores y rastras de púas. Sobre esta base, los diferentes fabricantes disponen de variantes para adaptarse a las necesidades del cliente. La regulación de los discos suele ser manual, pero en el caso del rodillo encontramos regulación manual e hidráulica.

Ovlac

La gama de cultivadores de Ovlac está formada por el XLander y el Versatill. El XLander, en su versión suspendida

y arrastrada, es un cultivador con los brazos fijados al bastidor sobre elastómeros. El Versatill es un cultivador polivalente diseñado para realizar un trabajo eficaz en diferentes terrenos y trabajando a diferentes profundidades, mayores que el XLander debido a su mayor robustez.

El rastrojero Versatill presenta equipos suspendidos y arrastrados. La gama actualmente monta un equipo hidroneumático para mantener la presión en el brazo constante, pudiendo llegar a los 6000 N. Otros fabricantes, como Gaher, disponen también de esta opción. La posición de los discos es regulable, así como la del

rodillo que permite regular la profundidad de trabajo del brazo.

El XLander es un equipo para un laboreo más superficial que el Versatill, que llega hasta 25 cm. En su diseño destacan los brazos desfasados en cada línea para facilitar el flujo del material vegetal entre los brazos de la misma fila. Los brazos se pueden completar con diferentes rodillos y rastras de púas. Ovlac también dispone de una gama para mínimo laboreo en las calles del viñedo, compuesta por el Mini-chisel Viña y el Minichisel Viña Reptill.

Lemken

Los aperos Kristall y Karat constituyen la gama de cultivadores pesados y rastrojeros de Lemken. El Karat es, de los dos, el que trabaja a mayores profundidades, y ambos montan muelles como sistema de presión y seguridad en el brazo. Los dos disponen de un sistema de cambio rápido de la parte final del brazo donde se monta la reja, lo que permite minimizar los tiempos muertos del apero en campaña; se puede realizar el cambio de cada una en menos de un minuto y sin herramientas. Tienen disponible una numerosa gama de puntas y alas en función del tipo de trabajo, profundidad, intensidad de mezclado que se requiera y suelo en el que se vaya a trabajar. La gama es doble: con y sin refuerzo con tungsteno (**figura 1**).



Rastrojero Versatill de Ovlac con brazos en tres filas.



Sistema de cambio rápido de rejas en el Kristall de Lemken.

Figura 1 Gama de puntas y alas con y sin refuerzo de Tungsteno disponibles para los rastrojeros de Lemken.



Kverneland

El CTC y el Enduro, en sus diferentes variantes, constituyen la gama de rastrojeros de Kverneland. En el caso de Kverneland, son las ballestas las que dan presión al brazo de trabajo y actúan como sistema de seguridad. Kverneland dispone del sistema Knock-on que permite un reemplazo de las puntas de forma sencilla y rápida. Para realizar el cambio únicamente es necesario un sencillo accesorio que se utiliza tanto en la retirada de la usada como en la colocación de la nueva y un martillo.

Pottinger

La gama de rastrojeros de Pottinger la forman los suspendidos Synkro y los arrastrados Terria. La presión y seguridad del brazo se consigue, como en el caso de Lemken, por medio de muelles. Para adaptarse a las diferentes tipologías de tractores, el bloque de enganche es adaptable no solo para los brazos inferiores sino también para el tercer punto, permitiendo que la geometría del enganche pueda adaptarse en cada caso para conseguir los mejores resultados. La gama permite acoplar hasta nueve tipos diferentes de rodillos para adaptarse a las condiciones específicas de textura de suelo y pedregosidad de la explotación.

Amazone

Amazone dispone de los rastrojeros Cenio y Cenius. Dispone también de un

CUADRO I

Tabla comparativa de características de rastrojeros. Elaborada a partir de la información comercial de los fabricantes.

Marca	Modelo	Ancho m	Peso kg	Despeje cm	Distancia entre filas cm
OVLAC	Versatill 3-10	3	1.750	86	75
Pottinger	Synkro 3030	3	1.490	80	75
Amazone	Cenio Super	3	1.515	75	
Amazone	Cenius Super	3	2.024	80	81
Kverneland	Enduro Pro	3	1.930	87	75
Horsch	3FX	3	1.860	85	



Sistema de ajuste de la conexión en el tercer punto en la gama de rastrojeros Pottinger.

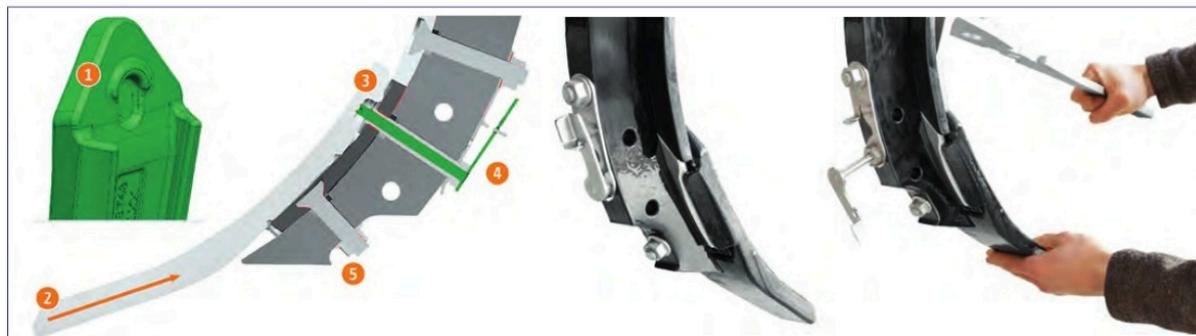
sistema de cambio rápido de las rejas denominado C-Mix Clip que permite el cambio rápido de la reja. El accesorio colocado entre el brazo y la reja permite que, con un simple giro del pasador 4, la reja quede fijada (figura 2). La gama

puede montar fusible, muelle o sistema hidroneumático.

Otros fabricantes

Un gran número de fabricantes nacionales y europeos disponen en su catálogo

Figura 2 Sistema de cambio rápido de rejas C-Mix Clip de Amazone que puede equipar su gama de rastrojeros.



de rastrojeros, entre los primeros podemos citar a Vomer, Guerra, Hibema, Gaher, Jympa, Bagües, Agromet, Horsch, Rau, Alpego y Maschio Gaspardo.

Laboreo en bandas

Esta técnica está ligada a cultivos en líneas y, sobre todo, resulta adecuada para cultivos como el maíz. Originariamente, este ha sido su inicio. En el caso de España, aunque todavía la superficie que la utiliza es pequeña, resulta muy adecuada para llevar a cabo la preparación del suelo para la siembra de maíz en segunda cosecha, reduciendo el tiempo de preparación y ganando días para el desarrollo del cultivo. La técnica está apoyada en el guiado con RTK para que las líneas de laboreo sean posteriormente aprovechadas por la sembradora monograno para depositar la semilla. Los equipos constan de un tren de laboreo que va realizando sucesivas operaciones en diferentes profundidades para dejar listo, en una única pasada, el lecho de siembra.

El laboreo en bandas es una técnica especialmente adecuada para cultivos en líneas como el maíz, que ha demostrado ser una herramienta valiosa en la agricultura española. Si bien su adopción aún es limitada, esta práctica resulta particularmente útil para la preparación del suelo en siembras de maíz de segunda cosecha, aunque también se puede desarrollar en otoño tras la cosecha, para aprovechar el efecto del invierno, sobre todo si tenemos suelos arcillosos. Al reducir significativamente el tiempo de preparación, se gana un margen de tiempo crucial para el desarrollo del cultivo. Además, el uso de sistemas de guiado por RTK garantiza una alta precisión en el laboreo, lo que permite aprovechar al máximo las líneas preparadas para la sembradora monograno. Esta técnica, apoyada en equipos especializados que realizan múltiples operaciones en una sola pasada, optimiza la eficiencia y la

calidad del lecho de siembra. También se puede adoptar en otros cultivos como el girasol o la soja.

Los trenes de trabajo tienen la mayoría de los elementos comunes. Vamos a ver los equipos para laboreo en bandas de Kuhn, Kverneland, Farnet y Bagües.

Kuhn

El apero denominado Kuhn Striger (figura 3), tiene un tren de siembra que está formado por:

- 1.- Paralelogramo hidráulico y ruedas con control de profundidad. Cada cuerpo es independiente del chasis y de los demás cuerpos.
- 2.- Un disco abre el paso para la reja y corta los residuos vegetales. Disponible opcionalmente, el disco ondulado permite esponjar mejor la tierra de la fila antes de que pase la reja.
- 3.- Limpiadores de residuos despejan la línea de siembra para ofrecer un lecho de siembra limpio de residuos.

Figura 3 Tren de laboreo del tren de siembra del Kuhn Striger.

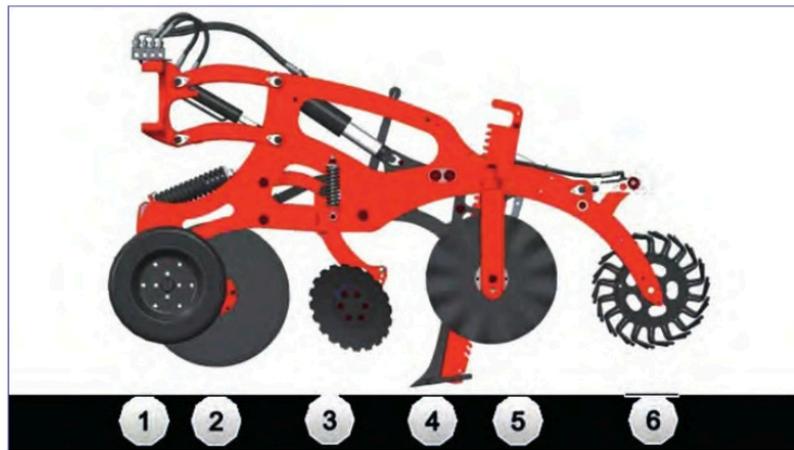


Figura 4 Vista lateral del Kultistrip de Kverneland. 1: ruedas de control de profundidad del disco cortador; 2 disco cortador; 3: discos estrellados limpiadores de residuo; 4: reja descompactadora; 5: discos limitadores de la banda trabajada; y 6: rodillo.



Figura 5 Tren de laboreo en bandas del Farnet Strip-Till.**Tren de laboreo en bandas de Bagües.**

- 4.- La reja trabaja la línea de siembra para permitir un buen desarrollo de las raíces. La profundidad de trabajo se puede ajustar de 7 a 30 cm sin necesidad de herramientas. Para impedir la proyección de tierra en el espacio entre filas, el trabajo de la reja es independiente del de los discos deflectores.
- 5.- Los discos deflectores canalizan el flujo de tierra y crean tierra fina. El espacio entre filas queda intacto y el brote de malas hierbas se reduce considerablemente.

- 6.- Las ruedas de compactación presionan el lecho de siembra y evitan que se formen huecos en la futura línea de siembra. La presión que ejercen es ajustable y se pueden elevar para efectuar pasadas antes del invierno.

Kverneland

La firma Kverneland tiene entre su gama de producto el Kultistrip, con un "tren" de trabajo formado por una serie de elementos de labranza que pueden verse en la **figura 4**. La separación de las líneas puede ajustarse en varias posiciones

entre un mínimo de 45 cm y un máximo de 80. Dependiendo de las condiciones de suelo y cultivo, la banda no labrada no debería de ser inferior a 25 cm. Además, con un bastidor con dos extremos plegables para obtener una anchura de transporte ajustada a 3 m, es posible, según el fabricante, montar hasta 6 líneas a 80 cm de separación, y hasta 10 líneas con separación de 45 cm. En el primer caso, el peso anunciado para el equipo es de 2.300 kg, aumentando hasta 3.350 kg con 10 líneas.

Farnet

El cultivador en hileras strip-till de Farnet (**figura 5**) está formado por:

- 1.- Discos de limpieza de residuos 370 mm de diámetro que colocan restos vegetales entre hileras (equipamiento opcional).
- 2.- Disco delantero de 500 mm de diámetro con el ángulo de ajuste perpendicular para cortar la capa de restos vegetales.
- 3.- La reja, con bloqueo hidráulico, para romper el suelo en la banda hasta una profundidad de 35 cm.
- 4.- Discos laterales de 600 mm de diámetro que impiden que la tierra se desplace fuera de la banda.
- 5.- Doble cilindro trasero de puntas que tritura terrones y compacta la capa superior de la línea cultivada.

Bagües

El tren de siembra del Custom-strip de Bagües es similar al de Kuhn y Kverneland. Las posibilidades de regulación de los equipos son muy variadas: desde la presión del sistema hidráulico, la profundidad de la reja de trabajo, las inclinaciones y presiones de discos de corte y barredores. Una de las características del trabajo de estos equipos es que se recomiendan velocidades de 10-12 km/h, aunque esto depende del tipo de suelo. Para un equipo de 6 líneas, necesitaríamos un tractor de alrededor de 200 CV. ■



A LONG WAY TOGETHER

BKT TE ACOMPAÑA SIEMPRE, ALLÁ DONDE ESTÉS

Independientemente de lo difíciles que sean tus exigencias, BKT está siempre a tu lado y te ofrece una amplia gama de neumáticos adaptados a cualquier necesidad en la agricultura: desde las labores en el campo abierto hasta los huertos y los viñedos, desde potentes tractores hasta remolques de transporte. Fiables y seguros, resistentes y duraderos, capaces de combinar una gran tracción y una compactación del suelo reducida, junto con el mayor confort y un alto rendimiento.

BKT: siempre contigo para sacar el máximo rendimiento.



Descubre la gama BKT

BKT

GROWING TOGETHER



[bkt-tires.com](https://www.bkt-tires.com)

AGCO y SDF firman un acuerdo para ofrecer tractores de baja-media potencia de Massey Ferguson

A partir de mediados de 2025, el especialista en tractores SDF producirá tractores propios de hasta 85 CV para la mayoría de los mercados. “El enfoque Farmer-First de AGCO y Massey Ferguson se centra en crear una experiencia excepcional para nuestros agricultores,” señala Luis Felli, vicepresidente senior y director general de Massey Ferguson.

“Estamos muy orgullosos de contar con un socio como SDF, que comparte nuestra pasión por ayudar a los agricultores de todo el mundo. Esta asociación reforzará la posición global de Massey Ferguson en el segmento de tractores de media-baja potencia, lo que nos permitirá ofrecer a más agricultores equipos de manejo fácil, fiables y de alta calidad para aumentar su productividad y maximizar sus beneficios”

La nueva gama de productos se ofrecerá con diferentes sistemas de propulsión para satisfacer las diferentes necesidades de los clientes y los mercados. AGCO espera que la renovada cartera de productos de Massey Ferguson ayude a impulsar la cuota de mercado en el segmento de hasta 85 CV.

AGCO Corporation y SDF, uno de los principales fabricantes mundiales de tractores, cosechadoras, tractores eléctricos autopropulsados y motores diésel, han firmado un acuerdo de suministro a través del cual ofrecerán a los agricultores una gama de tractores de baja-media potencia para la marca de grupo AGCO, Massey Ferguson.



Massey Ferguson iniciará la transición a estos productos a mediados de 2025

“Nos complace haber alcanzado este acuerdo, que pone de manifiesto la eficacia del sistema de producción verticalmente integrado de SDF en todas nuestras instalaciones”, comentó Alessandro Maritano, director comercial de SDF. “Esto confirma el valor de nuestra experiencia y conocimientos internos

en el diseño y la fabricación de componentes básicos patentados, que garantizan la excelencia y la innovación en todo el mundo”

Ambas empresas han fijado ambiciosos objetivos para esta asociación, entre los que se incluyen:

- Aumentar la satisfacción y fidelidad de los clientes en todas las regiones, aprovechando la experiencia y las sinergias de Massey Ferguson y SDF para

satisfacer las necesidades de los agricultores.

- Impulsar un crecimiento rentable que aproveche la fabricación al mejor coste, la producción de alta calidad y las economías de escala.

La red de distribución mundial de Massey Ferguson comenzará la transición a estos nuevos productos a mediados de 2025 de forma escalonada en la mayoría de las regiones del mundo. ■



Fendt 600 Vario, premiado como «Máquina del Año 2025» en la feria Lamma de Reino Unido

Fendt se hace en Lamma, la mayor y más importante feria de maquinaria agrícola de Reino Unido, con la primera medalla de oro del año por su Fendt 600 Vario, que consiguió durante el evento celebrado entre el 15 y el 16 de enero el galardón de "Máquina del año".



Estamos encantados de haber sido galardonados con el premio a la Máquina del Año 2025 a la innovación en la Lamma, afirmaba Martin Hamer, director de ventas de Fendt para Europa Noroccidental. Para el cual, esta máquina "se puede utilizar en una amplia gama de aplicaciones. Con su fantástica maniobrabilidad y su excelente relación potencia-peso, el 600 Vario es muy adecuado para la agricultura de Reino Unido".

Concretamente, el jurado declaró: la serie 600 de Fendt redefine el mercado de tractores de gama media con su combinación de tecnología

avanzada, comodidad para el operador y eficiencia.

Con cuatro modelos (164-224 CV), incorpora innovaciones de los tractores Fendt de mayor tamaño, adaptadas a los agricultores del Reino Unido e Irlanda, donde el 62% de las ventas de Fendt en 2023 se situaron en la gama de 130-220 CV.

Cosechadora de sacudidores Fendt 5275 C de la serie C

La cosechadora de sacudidores incorpora la cabina FendtONE, que combina el

confort con una interfaz intuitiva tipo iPad, estandarizando los controles en toda la gama Fendt. Innovaciones como la gestión de la presión de los neumáticos VarioGrip mejoran la productividad, ahorrando diésel y aumentando la fuerza de tracción. Compacta pero potente, la serie Fendt 600 ofrece una flexibilidad inigualable, por lo que resulta ideal para empresas agrícolas de todos los tamaños.

En la Lamma de este año, Fendt presentó además una amplia gama de maquinaria, desde la tecnología de recolección de forraje con el nuevo

rastrillo central Fendt Former C, hasta las rotoempacadoras y la tecnología de recolección Fendt Rotana 160 V Combi. Por primera vez, Fendt expuso en la feria una cosechadora de sacudidores Fendt 5275 C de la serie C de Fendt. La serie Fendt Corus 500 se lanzó al mercado en 2022 y pertenece al segmento de potencia de hasta 260 CV.

El tractor Fendt 600 Vario se presentó por primera vez en Gran Bretaña, junto con otras máquinas muy conocidas, como el Fendt 200 VFP Vario y el tractor de orugas Fendt 1100 Vario MT. ■

Nunhems lanza el N 6556, una nueva variedad de tomate de industria resistente a fusarium 3

Con el objetivo de seguir garantizando la rentabilidad para los productores de tomate de industria, Nunhems, del grupo BASF, está desarrollando un interesante portfolio de variedades con resistencia a fusarium 3, entre ellas el N 6556, su novedad para este 2025.



Es una enfermedad de suelo cada vez más extendida en la zona”, afirma Juan Manuel Lapie, especialista de ventas de tomate de industria de Nunhems, quien detalla que, si bien hasta la fecha estaba más presente en la zona de las Vegas Altas, “ya la observamos cada vez más también en las Vegas Bajas.”

Su incidencia aumenta como consecuencia de dos factores,

fundamentalmente. Por un lado, la escasa rotación de cultivos y, por otro, la eliminación de materias activas. Y está siendo tal que, a día de hoy, “resulta limitante para el desarrollo del cultivo”, lamenta Lapie.

Según explica el especialista, el fusarium 3 provoca la obsolescencia temprana de la planta y, con ella, su muerte. Además, si impacta en el cultivo en sus fases iniciales de desarrollo, “los

frutos no rellenan”; mientras que, si tiene un efecto tardío, una vez cuajados los frutos, “la recolección es relativamente viable.”

Adaptable tanto a ciclos tempranos como tardíos

La nueva variedad se adapta tanto a los ciclos más tempranos como a los más tardíos de cultivo, ofreciendo en todos los casos un valor elevado de

grados brix. El N 6556 destaca, además, por su capacidad de cuaje con altas temperaturas, además de por su buen aguante en campo y su alta producción.

Con esta nueva variedad, Nunhems completa al N 6428, novedad en la campaña pasada y que, según apunta Lapie, “está ofreciendo muy buenos resultados”. En su caso, está recomendada para ciclos tempranos, con plantaciones hasta el 25 de abril.

“Confiamos en el éxito de ambos materiales”, afirma Juan Manuel, quien insiste en la importancia de contar con variedades con resistencia a fusarium 3 para garantizar la viabilidad y la rentabilidad de un cultivo estratégico en zonas como Extremadura.

Precisamente en Extremadura el cultivo de tomate de industria suma más de 20.000 hectáreas, en las que, anualmente, se recolectan en torno a 2 millones de toneladas. Motivo de peso para que la marca organizara el pasado 6 de febrero, en Mérida, un encuentro con productores y técnicos de tomate de industria en el que se puso el foco sobre esta problemática creciente en este cultivo. ■



Spintor[®] GR

Qalcova[™] active

INSECTICIDA

Certificado para **ECOLÓGICO**

**Para mantener al
gusano de alambre
a raya, naturalmente**



Visítanos en: corteva.es | [@cortevaES](https://twitter.com/cortevaES)

Esta información podría no estar actualizada. Con el fin de evitar riesgos para las personas y el medioambiente, lea atentamente la etiqueta del producto y siga estrictamente las instrucciones de uso.
[®][™] SM Son marcas comerciales y de servicio de Corteva Agriscience y de sus compañías filiales. ©2025 Corteva Agriscience[™].



FUERZA, ESTABILIDAD Y RENDIMIENTO SUPERIOR



VISÍTENOS EN - <https://www.ceatspecialty.com/es>

SÍGUENOS    @ceatspecialtyeurope