

Núm 38 • ABR 2018

# Agricultura de Conservación



Publicación realizada con la  
contribución financiera del  
instrumento LIFE+ de la  
Unión Europea

**Andalucía aprueba una ayuda  
para la Siembra Directa y las  
Cubiertas Vegetales**

**La Comisión Europea premia al  
proyecto “LIFE+Agricarbon” por  
su aportación a la lucha contra el  
Cambio Climático**



# Roundup® Ultimate

## LA SOLUCIÓN DEFINITIVA



# La Agricultura de Conservación en los programas de desarrollo rural: luces y sombras

Nos hacemos eco en este número de la reciente publicación de la Orden por la cual, se “abre la ventanilla” para solicitar ayudas agroambientales por la práctica de Siembra Directa y Cubiertas Vegetales en Andalucía. Dicha orden, se une a otras que ya se encuentran en vigor en distintas Comunidades Autónomas en donde la preocupación por la conservación del suelo por parte de las administraciones competentes ha pasado de una declaración de intenciones a medidas concretas basadas en Agricultura de Conservación ¿o no?

Si echamos un vistazo a los 17 Programas de Desarrollo Rural (PDR) de las Comunidades Autónomas, a priori nos encontramos que en 10 de ellos se contemplan medidas destinadas a proteger el suelo y mejorar su calidad, y aunque dichos postulados son los propios de la Agricultura de Conservación, no debemos llevarnos a engaño por ello, puesto que no siempre las operaciones o medidas propuestas se ajustan a su filosofía o bien, tienen una aplicabilidad muy limitada debido a los requisitos que se exigen al agricultor.

Si entramos en materia, la mayoría de las ayudas relacionadas con Agricultura de Conservación contempladas en los PDR se destinan a la implantación de Cubiertas Vegetales en cultivos leñosos. En este punto nos encontramos principalmente dos tipos de restricciones que limitan la accesibilidad de los agricultores a solicitar la ayuda. Por un lado, está la pendiente a partir de la cual las parcelas o recintos por los que se solicita la ayuda son elegibles. En gran parte de los casos, la pendiente media mínima exigible va desde el 4% hasta el 8%, lo que supone que un gran número de agricultores con parcelas de pendientes inferiores a las señaladas no puedan acogerse a esta ayuda, aunque sus problemas de erosión sean evidentes. De todos es sabido, que en la erosión de un suelo no sólo influye la pendiente, sino también la longitud de la ladera entre otros factores, por lo que muchas superficies susceptibles de erosión no quedan cubiertas por estas medidas. La otra restricción es la prohibición del uso de productos fitosanitarios para el control de la cubierta, permitiéndose el control sólo con medios mecánicos o con

ganado. Si bien estos métodos se contemplan como una opción de manejo de la cubierta, no hay que olvidar que la correcta utilización de productos fitosanitarios no implica necesariamente un mayor riesgo para el medio ambiente, más bien al contrario, puesto que la presencia de una cobertura vegetal sobre el suelo, reduce el arrastre de herbicidas hasta en un 70% según algunos estudios, y además reduce de una manera más eficaz que la siega mecánica, la posibilidad de rebrote de la cubierta en épocas en las que puede competir con el cultivo por el agua y los nutrientes, no comprometiéndose la viabilidad económica de la explotación. Por otro lado ¿qué sentido tiene prohibir la aplicación de herbicidas en la cubierta si se permite en los ruidos de los árboles?

Entrando ahora en las medidas destinadas a su aplicación en cultivos extensivos, nos encontramos que el único caso en el que se habla de Siembra Directa es en el PDR de Andalucía. En el resto de comunidades autónomas se habla de restringir el laboreo, permitiendo sólo operaciones de tipo vertical, con un límite de alteración del suelo hasta los 20 cm de profundidad y permitiendo este tipo de labor durante un periodo determinado. Desde la AEACSV hemos de decir que estas operaciones no se pueden considerar *per se* Agricultura de Conservación, por cuanto no cumplen con los tres principios básicos que han de darse para que los beneficios de estas prácticas se den en los ecosistemas agrarios, a saber: no laboreo, cobertura vegetal del suelo en al menos un 30% de su superficie y rotación/diversificación de los cultivos. Todo ello indica que, aunque las administraciones han comenzado a entender que para proteger el suelo hay que alterarlo lo menos posible, en algunos casos todavía no alcanzan a discernir la verdadera magnitud de lo que implica hacer Agricultura de Conservación. Es pues, labor de todos aquellos que estamos implicados en su práctica, investigación y transferencia, en seguir difundiendo estas técnicas para darlas a conocer en toda su amplitud y que las medidas en futuros PDR recojan su verdadera esencia y filosofía.





## 03 NOTICIAS

04

Andalucía aprueba una ayuda para la Siembra Directa y las Cubiertas Vegetales

05

La AEAC.SV participa en un proyecto innovador que demostrará los beneficios de la implantación de cubiertas vegetales nativas en olivar

06

Luz verde a la formación de un grupo operativo que aportará soluciones innovadoras al girasol en siembra directa

## 08 TÉCNICA

17 LIFE

19

La Agricultura de Conservación: punto de interés de una delegación japonesa de periodistas agrarios

Estudio de la dosis adecuada de fertilizante para optimizar la producción y calidad de trigo duro en siembra directa

20

La Comisión Europea premia al proyecto "LIFE+Agricarbon" por su aportación a la lucha contra el Cambio Climático

Jornada de Campo sobre Agricultura del Conservación

## 26 TÉCNICA

Efecto del sistema de laboreo en el carbono orgánico del suelo y en las emisiones de CO<sub>2</sub> en un monocultivo de maíz en una zona semiárida de Castilla y León

## 42 EMPRESAS

### AEAC.SV

IFAPA Centro "Alameda del Obispo". Edificio de Olivicultura. Avda. Menéndez Pidal, s/n. E-14004 Córdoba (España). Tel: +34 957 42 20 99 • 957 42 21 68 • Fax: +34 957 42 21 68. info@agriculturadeconservacion.org • www.agriculturadeconservacion.org

### JUNTA DIRECTIVA

Presidente: Jesús A. Gil Ribes

Vicepresidente: Rafael Espejo Serrano

Secretaria Tesorera: Rafaela Ordoñez Fernández

Vocales: Antonio Álvarez Saborido, Miguel Barnuevo Rocko, Rafael Calleja García, Ramón Cambray Gispert, Germán Canomanuel Monje, Ignacio Eseverri Azcoiti, Alfonso Lorenzi, José Jesús Pérez de Ciriza, Juan José Pérez García

### REDACCIÓN

Óscar Veroz González (Coordinador), Emilio J. González Sánchez, Manuel Gómez Ariza, Francisco Sánchez Ruiz, Francisco Márquez García, Rafaela Ordóñez Fernández, Jesús A. Gil Ribes, Rafael Espejo Serrano

### PUBLICIDAD

VdS Comunicación || Tel: +34 649 96 63 45 || publicidad@vdscomunicacion.com

## SOCIOS PROTECTORES

### Clase I



www.monsanto.es



www.syngenta.es

### Clase II

Antonio Tarazona  
www.antoniotarazona.com

Michelin  
www.michelin.es

New Holland  
www.newholland.es

### Clase III

Maquinaria Agrícola Solá  
www.solagrupo.com

John Deere  
www.deere.es

### Clase IV

- Agrogenil, S.L.
- Bonterra Ibérica, S.L.
- Federación Nacional de Comunidad de Regantes
- Oficina Del Campo y Agroservicios, S.L.
- Sat 1941 "Santa Teresa"
- Seagro, S.L.
- Trifera
- Ucaman

NIPO: 280-16-310-4

Depósito Legal: M-44282-2005

ISSN edición impresa: 1885/8538

ISSN edición internet: 1885/9194

# Andalucía aprueba una ayuda para la Siembra Directa y las Cubiertas Vegetales

La Siembra Directa en cultivos herbáceos de secano y las Cubiertas Vegetales implantadas en cultivos leñosos contarán, a partir de la siguiente campaña, con una subvención de hasta 126,83 €/ha y 248,31 €/ha respectivamente, para aquellos agricultores que soliciten las ayudas agroambientales de dichas medidas en la presente campaña junto con la Solicitud única.

A través de la Orden de 16 de febrero de 2018, por la que se efectúa la convocatoria para el año 2018 de subvenciones a la Medida 10: Agroambiente y Clima, publicada en el Boletín Oficial de la Junta de Andalucía (BOJA) el pasado 27 de febrero, se abre el plazo de solicitudes de ayudas agroambientales para las operaciones 10.1.4 “Sistemas sostenibles de cultivos herbáceos de secano” y 10.1.6 “Sistemas sostenibles de cultivos leñosos (permanentes)”, en las que se contemplan entre otros compromisos a adquirir por el agricultor, la puesta en práctica de **Siembra Directa** en cultivos tales como trigo, girasol o cebada entre otros, y el establecimiento de **Cubiertas Vegetales** en almendro y viña.

En el caso de la operación 10.1.4, referida a los cultivos herbáceos de secano, se da por fin salida, tras cuatro años de vigencia del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía, a la medida estrella de Agricultura de Conservación en cultivos extensivos, respondiendo de esta manera, a la demanda que desde hace tiempo vienen haciendo los agricultores que practican Siembra Directa. Además hay que destacar que la limitación que en un principio imponía la operación del Programa de Desarrollo Rural, respecto a que sólo eran elegibles para la subvención aquellos recintos con una pendiente media superior al 8%, ha sido eliminada, por lo que un mayor número de agricultores podrán acogerse a la ayuda. Además de practicar Siembra Directa, los solicitantes tendrán que implantar márgenes multifuncionales en la explotación y los cultivos de las parcelas declaradas, han de obtener la correspondiente certificación en Producción Integrada por parte de la entidad de certificación autorizada.

En lo que respecta a la operación 10.1.6, referida a Sistemas Sostenibles de cultivos leñosos, se promueve la implantación de Cubiertas Vegetales en los cultivos de almendro y vid, ya sean sembradas o de vegetación espontánea y con una anchura mínima de 1,8 m. En este caso, la prima percibida por el agricultor en cada cultivo dependerá del tipo de cubierta (sembrada o vegetación espontánea), de su anchura y del porcentaje de pendiente del recinto, siendo elegibles recintos con una pendiente mínima media del 8%.

Para más información sobre estas ayudas puede consultar la última versión del PDR de Andalucía ([http://www.juntadeandalucia.es/export/drupal-jda/PDR%20de%20Andaluc%C3%ADa\\_%202014-2020%20V4\\_APROBADO\\_0.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/export/drupal-jda/PDR%20de%20Andaluc%C3%ADa_%202014-2020%20V4_APROBADO_0.pdf)) y la Orden de Convocatoria de las ayudas disponible en la web de la Consejería de Agricultura, Pesa y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía (<http://www.juntadeandalucia.es/boja/2018/37/3.html>).



# La AEAC.SV participa en un proyecto innovador que demostrará los beneficios de la implantación de cubiertas vegetales nativas en olivar

La Asociación Española Agricultura de Conservación. Suelos Vivos (AEAC.SV) forma parte del Grupo Operativo "Cubiertas Vegetales de Especies Nativas en Olivar" junto a otras entidades para la puesta en marcha de un proyecto de innovador. Financiado a través de la Junta de Andalucía en la convocatoria para el Funcionamiento de Grupos Operativos Regionales de la Asociación Europea de Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícola (EIP AGRI) en el sector del olivar

El Grupo Operativo está integrado por la Asociación Española Agricultura de Conservación. Suelos Vivos (AEAC.SV), el grupo AGR-126 "Mecanización y Tecnología Rural" de la Universidad de Córdoba, el Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario ceiA3, el RNM-350 "Geobotánica y Palinología: Aplicaciones al medio natural" de la Universidad de Jaén, la empresa Semillas Silvestres S.L, la red para la conservación de la biodiversidad Seo Birdlife y por la Asociación para el Desarrollo del Guadajoz (ADEGUA) y cuenta con la colaboración de Asaja Córdoba, Arbequisur S.C.A y Oleo-campo S.C.A.

El objetivo principal del proyecto regional de Grupo Operativo "Cubiertas Vegetales de Especies Nativas en Olivar" consiste en dar respuesta a las cuestiones en la implantación y manejo de cubiertas vegetales permanentes nativas en cultivos leñosos.

Con este proyecto se trata de consolidar herramientas agronómicas en materia de lucha frente a la erosión en cultivos leñosos, así como la conservación de suelo, mejora de la calidad del agua y la biodiversidad. Para ello, se ejecutará la siembra de semillas de especies nativas ibéricas frente a otras especies para la implantación de la cubierta vegetal y su comparación con otras opciones de siembra y manejo del suelo.

Las parcelas experimentales donde se va a desarrollar el proyecto se encuentran localizadas en las provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla, abarcando tres tipos de olivares: tradicional, intensivo y superintensivo tanto en secano como en regadío, lo que posibilitará extraer conclusiones de las opciones de implantación y manejo de las cubiertas vegetales nativas en cada uno de ellos, a la vez que acercar resultados a los usuarios



que demandan estas técnicas de Agricultura de Conservación.

"Cubiertas Vegetales de Especies Nativas en Olivar" tiene un período de ejecución de dos años y está previsto que finalice en diciembre de 2019. Dotado con un total de 188.439,70 euros constituye una inversión subvencionada por los fondos FEADER por la Junta de Andalucía a través de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.

Durante los dos años que dura el proyecto, la AEAC.SV será el encargado de transmitir los beneficios que las cubiertas vegetales aportan a los suelos agrícolas a científicos, técnicos, cooperativas, asociaciones, agricultores y, en general, a todas aquellas personas interesadas en las prácticas de Agricultura de Conservación en materia de control de la erosión, incremento del contenido de materia orgánica, mejora de la estructura del suelo, aumento de la biodiversidad y reducción de la compactación que sufren nuestro agro sin mermar la producción.

# Luz verde a la formación de un grupo operativo que aportará soluciones innovadoras al girasol en siembra directa

La AEAC.SV lidera un grupo operativo en Andalucía, que busca ofrecer soluciones innovadoras que favorezcan la implantación y desarrollo del cultivo de girasol en siembra directa. El grupo, que cuenta con Asaja Sevilla, la Universidad de Córdoba y Asaja Andalucía como socios, diseñará un proyecto que, a través de la innovación en la maquinaria y del sistema de manejo del cultivo, permita salvar todas las dificultades que los agricultores en siembra directa se encuentran en el cultivo de girasol.

En Andalucía, el cultivo del girasol con 259.477 ha (ESYRCE, 2017) es el segundo cultivo herbáceo en superficie, siendo actualmente el principal cultivo de primavera e imprescindible en la rotación asociada a las ayudas PAC. En la actualidad, más del 95% de la superficie se maneja mediante laboreo provocando una destrucción de la estructura del suelo, exponiéndolo a pérdida de materia orgánica y una mayor evaporación directa de la humedad (menos agua útil para el cultivo). Este hecho es muy importante en las condiciones de Andalucía ya que con frecuencia ha de desarrollarse sin aporte de lluvias relevantes. Otro efecto negativo de la agricultura convencional son las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera (mayor uso de combustibles y oxidación de la materia orgánica), además de mantener al suelo sin protección con un riesgo de erosión inaceptable en una agricultura que ha de ser sostenible.

Bajo este contexto, la siembra directa supone un sistema de manejo que viene a resolver estos problemas, si bien su implantación en el cultivo de girasol bajo las condiciones edafo-climáticas que se dan en Andalucía, presentan algunas dificultades, principalmente en la nacencia de la planta, haciendo necesario aportar soluciones innovadoras en este sentido. Se dispone de menos experiencia y han de mejorarse los medios, tanto humanos (formación), como técnicos (manejo y maquinaria) para obtener herramientas innovadoras en las que el agricultor pueda apoyarse.

Los socios del grupo operativo, conscientes de estas dificultades y de las necesidades existentes por parte de los agricultores, se han unido con la idea de estudiar y materializar las soluciones técnicas a dichas dificultades, con un proyecto que genere conocimiento y dote de herramientas innovadoras, experiencia y solvencia técnica necesarias, para que la masa crítica de agricultores impulse la implantación de la práctica de la siembra directa en todo el territorio andaluz y sea extrapolable a otras regiones de la UE.

El funcionamiento del Grupo Operativo se circunscribe dentro del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía 2014-2020, financiado por la Junta de Andalucía y por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER).





## La Agricultura de Conservación: punto de interés de una delegación japonesa de periodistas agrarios



Periodistas en la finca Mas Mascó.

Por segundo año consecutivo, y gracias al Proyecto INSPIA de Buenas Prácticas Agrarias y el proyecto Life+ Climagri, el día 13 de febrero de 2018, la AEAC.SV junto al Dr. Carlos Cantero, profesor de la Universidad de Lérida

y D. Josep María Besora, propietario de la explotación, acogieron la visita de la delegación Japonesa Agricultural News, interesados en conocer las ventajas de la Agricultura de la Conservación en España.

En esta ocasión, la visita tuvo lugar en la finca Selvanera “Más Mascó”, situada en la comarca del Pla de Lérida, en el término municipal de Guissona (Lérida), siendo ésta una de las más importantes en los sistemas de producción de secano.

Durante la visita, los participantes mostraron gran interés en conocer las buenas prácticas agrarias empleadas en la explotación, como es el caso de la Agricultura de Conservación, la cual lleva implantada en la finca más de 30 años. Los asistentes pudieron comprobar *in situ* los beneficios que la Siembra Directa aporta a los ecosistemas agrarios, derivados fundamentalmente de mantener el suelo con una cobertura permanente.

La visita contó con la presencia del Dr. Carlos Cantero, que explicó cómo la implantación de la Agricultura de Conservación ha brindado a la región diversas ventajas agronómicas, medioambientales y económicas, incluida la conservación del agua, la protección contra la erosión del suelo, el aumento de la materia orgánica y la actividad biológica en el suelo, además de un menor coste y una reducción del tiempo y mano de obra utilizada en los cultivos. El Dr. Cantero también comentó los principales problemas específicos que se han dado durante estos 30 años de práctica de Siembra Directa y como se han ido solventando.

Por su parte, D. Josep María Besora, propietario de la explotación y Dña. Elia Pereta, técnico de la misma, realizaron un recorrido explicativo por las instalaciones de la finca y la explotación ganadera. Se visitó el parque de maquinaria con el que cuenta la explotación, donde los participantes pudieron observar los diferentes equipos con los que cuenta la misma, causando gran curiosidad e interés por parte de la delegación japonesa, el reducido número de equipos necesarios para realizar Agricultura de Conservación.

Otro punto de gran relevancia e interés tratado en la visita, fue la importancia de la práctica de la rotación de cultivos en sistemas de Agricultura de Conservación. Se expuso cómo la rotación favorece la actividad biológica del suelo proporcionando una fuente de alimento más diversa para los organismos beneficiosos del suelo. El Dr. Cantero explicó cómo la diversidad de cultivos en una equilibrada rotación ha ayudado a minimizar algunos problemas de malas hierbas, plagas y enfermedades, a la vez de ayudar a mitigar algunos de los riesgos agroclimáticos que producen el monocultivo.

Desde la AEAC.SV queremos agradecer la atención y dedicación del Dr. Carlos Cantero, D. Josep María Besora y Dña. Elia Pereta, sin cuya colaboración no hubiera sido posible la visita a la explotación y las explicaciones realizadas sobre las Buenas Prácticas Agrarias implantadas en la misma.





# Solución integral en fertilización para el cereal

**Agromaster® Agroleaf® Polysulphate Combifert®**

[www.icl-sf.es](http://www.icl-sf.es)  
T +34 968 418 020  
[info.iberica@icl-group.com](mailto:info.iberica@icl-group.com)

**ICL** Specialty Fertilizers



# Estudio de la dosis adecuada de fertilizante para optimizar la producción y calidad de trigo duro en siembra directa



Márquez-García, F.  
Gil-Ribes, J.A.  
Flores Rodríguez, C.M.



## Introducción

La armonía entre la producción agraria y el entorno es fundamental para evitar su degradación. Por este motivo, la preservación del medio ambiente es una preocupación cada vez más tenida en cuenta en las políticas europeas, nacionales y regionales.

Sin embargo, aún se continúan realizando prácticas de cultivo inapropiadas como el laboreo. Entre otros efectos nocivos, las labores mullen el suelo, y aumentan la relación entre los macro y microporos del terreno, lo que disminuye su capacidad de retención de agua y nutrientes en las capas superficiales (Márquez *et al.*, 2009), favoreciendo la pérdida de humedad por evaporación y la de nitrógeno por percolación profunda (Kassam *et al.*, 2012).

La Unión Europea se hizo eco del problema de la lixiviación de nitratos, promulgando la Directiva 91/676, relativa a la contaminación producida por nitratos de origen agrícola. Dicho documento establece los criterios para designar como zonas vulnerables aquellas superficies cuyo drenaje pueda dar lugar a la contaminación de masas de agua por nitratos y la obligación para los Estados miembros de identificar las aguas que se hallen afectadas por esta contaminación. Así por ejemplo, gran parte de la zona sur y centro de España, una de las mayores regiones productoras de cereal de España, se encuentra incluida dentro de estas zonas, estando restringido el uso de fertilizantes nitrogenados.

Si bien es cierto, la utilización de fertilizantes es totalmente necesaria para el mantenimiento de la producciones agrarias, aunque en la actualidad los agricultores cuentan con nuevas técnicas que le ayudan a realizar un abonado más racional y sostenible. Así, la implantación de técnicas



como la Siembra Directa, ayudan a frenar estos procesos contaminantes, pues reducen la escorrentía y mejoran la estructura y distribución porosa del suelo (Triplet y Warren, 2008). Además, la aparición de abonos, como los microcomplejos de efecto starter que mejoran la nacencia y desarrollo del cultivo en estadios tempranos y, fertilizantes nitrogenados con inhibidores y con presencia de micronutrientes que propician el correcto encañado y espigado del cereal, permiten hacer un uso más racional y adecuado de las sustancias nitrogenadas, que junto con el fósforo son los principales contaminantes del agua derivados de la fertilización (Rodríguez *et al.*, 2008), a la par que presumiblemente pueden ayudar a mejorar la cantidad y calidad del cereal sin necesidad de incrementar la dosis de fertilizante.

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto sobre la producción y calidad del trigo que tiene la utilización de distintas dosis de fertilizantes bajo Siembra Directa, utilizando un plan de abonado basado en el uso de fertilizantes microcomplejos incorporados en la línea de siembra y abonos sólidos con micronutrientes e inhibidores.

## Material y métodos

Durante la campaña 2016-17, en la Finca Experimental de Rabanales propiedad de la Universidad de Córdoba, se instaló un campo de ensayo en un suelo vértico típico de la campiña andaluza. Se estudiaron tres dosis de fertilizantes: una baja de 95 Unidades de fertilizante nitrogenado (UFN), otra media de 120 UFN y otra alta de 150 UFN. En siembra se utilizaron abonos microcomplejos depositados en la línea de siembra junto con la semilla, y dos coberteras, la primera con un fertilizante con urea, nitrato amónico y azufre y la segunda con urea e inhibidor de la ureasa, ver tabla 1.

95 UFN/ha	120 UFN/ha	150 UFN/ha
40 kg Umoplast Perfect	40 kg Umoplast Perfect	40 kg Umoplast Perfect
115 kg Nitrocom 30%	145 kg Nitrocom 30%	175 kg Nitrocom 30%
150 kg ENEBE 40%	190 kg ENEBE 40%	245 kg ENEBE 40%

Tabla 1. Tratamientos estudiados.

Como cereal se empleó trigo duro variedad Euroduro, bajo condiciones de Siembra Directa, en la tabla 2 se recoge el manejo llevado a cabo al cultivo.

OPERACIÓN	FECHA	PRODUCTO	DOSIS
Herbicida	27-09-2016	Buggy (Glifosato 36%)	3 l/ha
Herbicida	10-11-2016	Buggy (Glifosato 36%)	2,5 l/ha
Siembra + Abono	16-11-2016	Trigo Duro + Umoplast Perfect	180 kg/ha + 40 kg/ha
Herbicida	18-11-2016	Most Micro (Pendimetalina 36,5%) + Diflufenican 50%	2,5 l/ha + 125 cc
Abonado	18-01-2017	Según tratamiento	
Herbicida	27-02-2017	Axial (5 g Pinoxaden + 1,25 g Cloquintocet-Mexyl)	1 l/ha
Herbicida	15-03-2017	Hermenón (mcpa 50%) + Trimur (TRIBENURON-METIL 75%)	1 l/ha + 15 g/ha
Fungicida	24-03-2017	Lovit Comet (Epoconazol 12,5% + Piraclorobin)	1,5 l/ha
Abonado	28-03-2017	Según tratamiento	
Cosecha	09-06-2017	-	-

Tabla 2. Operaciones de cultivo realizadas al trigo duro.

Se instalaron parcelas de 4,5 m de ancho por 25 de largo que fueron abonadas a mano (Figura 2). Cada tratamiento se repitió cuatro veces.





# microTEAM<sup>®</sup>



## TECNOLOGÍA DE ULTRALocalIZACIÓN A TU MEDIDA



rootway<sup>®</sup>



UMOSTART<sup>®</sup>  
PERFECT



microone<sup>®</sup>



ultraliq<sup>®</sup>

Completa tu plan de abonado con:

eNebe<sup>®</sup>

nitreNe<sup>®</sup>

Tarazona 

¡Creciendo en verde juntos!

[www.antoniotarazona.com](http://www.antoniotarazona.com)





Figura 2. Fertilización de los campos experimentales.

Como mediciones del desarrollo del cultivo se llevaron a cabo muestreos de la evolución de la biomasa producida con marco de 50 x 50 cm<sup>2</sup> y de la actividad fotosintética del cultivo a través del NDVI (índice de vegetación de diferencia normalizada) mediante sensor GreenSeeker (Trimble, USA), ver figura 3.



Figura 3. Muestreos de biomasa, arriba, y de NDVI, abajo.

Como complemento a esta información, también se tomaron muestreos del número de espigas y de la cantidad de cosecha, al igual que de la calidad del trigo duro analizando peso específico, índice de caída, vitrosidad y concentración de proteína y nitrógeno total.

## Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos muestran como a pesar de incrementar la dosis de fertilizante no se aumentó la cantidad de biomasa producida a lo largo del ciclo del cultivo (Figura 4). Aunque sí que aumentó el NDVI del trigo con los tratamientos con más abono (Figura 5), incrementándose estas diferencias especialmente en el periodo de llenado del grano (mayo de 2017), donde el tratamiento con alta dosis de abono (150 UFN) mostró diferencias estadísticamente significativas respecto al de baja dosis (95 UFN), estando el de dosis media (120 UFN) relacionado estadísticamente con los dos anteriores.

Este incremento de la actividad fotosintética no ocasionó un mayor número de espigas viables en recolección, que se mantuvo alrededor de las 270 espigas / m<sup>2</sup> en los tres tratamientos (Figura 6), pero sí que propició un aumento productivo conforme se incrementó la cantidad de abono, aunque sin diferencias estadísticamente significativas. Así, el tratamiento de baja dosis produjo 2.878 kg/ha con 95 UFN. Teniendo en cuenta las recomendaciones del MMAMRM (2009) de unas 30 UFN por cada 1.000 kg de trigo previstos, esta debería ser la tesis que optimizara la fertilización del cereal, aunque como se aprecia en la figura 6, el tratamiento con dosis media (120 UFN) incrementó la producción en 275 kg/ha respecto a la dosis baja y la dosis alta (150 UFN) en unos 470 kg/ha respecto a la baja y unos 200 kg/ha respecto a la media.

En cuanto a los parámetros de calidad del grano, tanto el peso específico, índice de caída y vitrosidad no presentaron diferencias entre tratamientos, pues por norma general suelen estar ligados a la variedad de trigo utilizada. Cabe destacar que en todos los casos los valores obtenidos estuvieron dentro de los rangos para que el trigo sea considerado de primera categoría, ver figuras 7 y 8.

En cuanto a la concentración de proteínas, sí que se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Así, el tratamiento con 95 UFN presentó un valor del 12,8 %, por debajo del umbral mínimo para un trigo duro de primera categoría, lo que conlleva una penalización de 6 €/t de cosecha. El tratamiento de 150 UFN fue el que mayor valor obtuvo, 13,9%, y el de 120 UFN presentó una concentración del 13,2%, estando estos dos últimos dentro del rango de categoría 1.

Por tanto, y atendiendo al precio de compra de los abonos y el de venta del grano, el tratamiento de 120 UFN tuvo un incremento de gasto en fertilizante con respecto al de 95 UFN de 25 €/ha, muy inferior al aumento en el beneficio obtenido por la mayor cosecha,



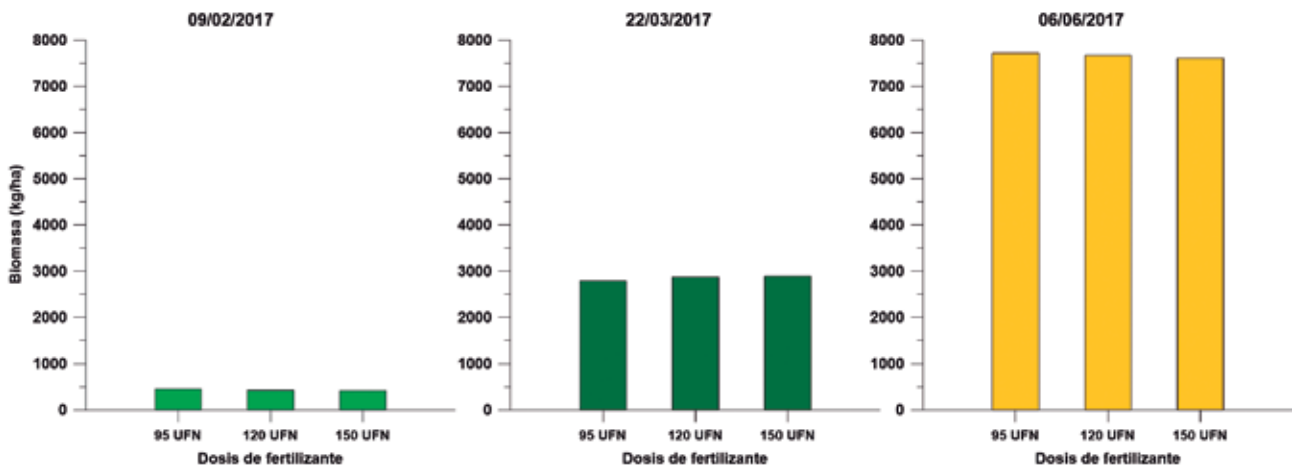


Figura 4. Evolución temporal de la biomasa de los diversos tratamientos estudiados. Letras diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas para el test de Tukey  $p \leq 0,05$ .

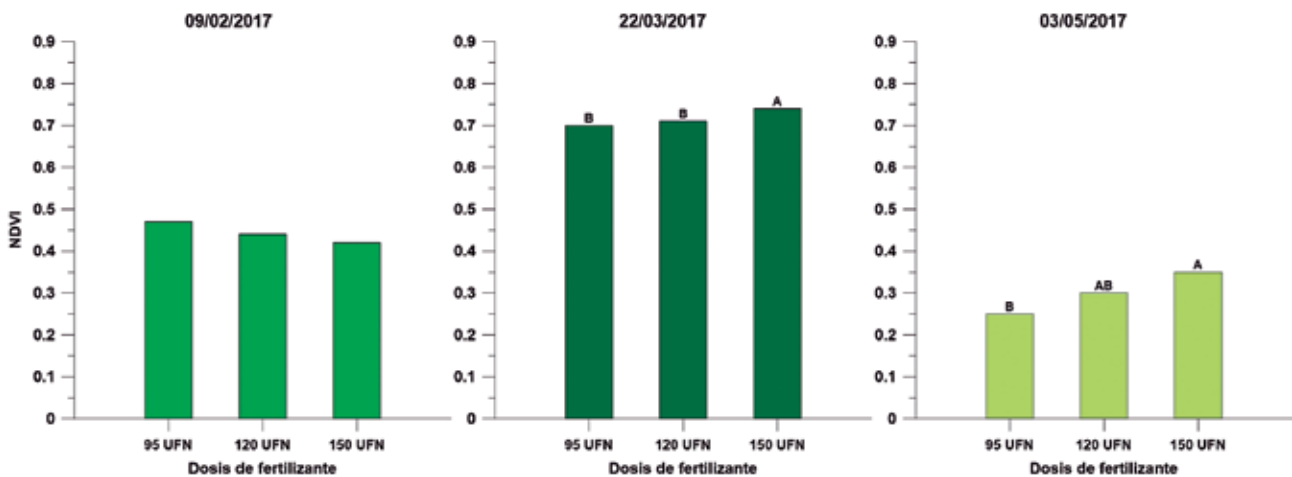


Figura 5. Evolución temporal del NDVI de los diversos tratamientos estudiados. Letras diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas para el test de Tukey  $p \leq 0,05$ .

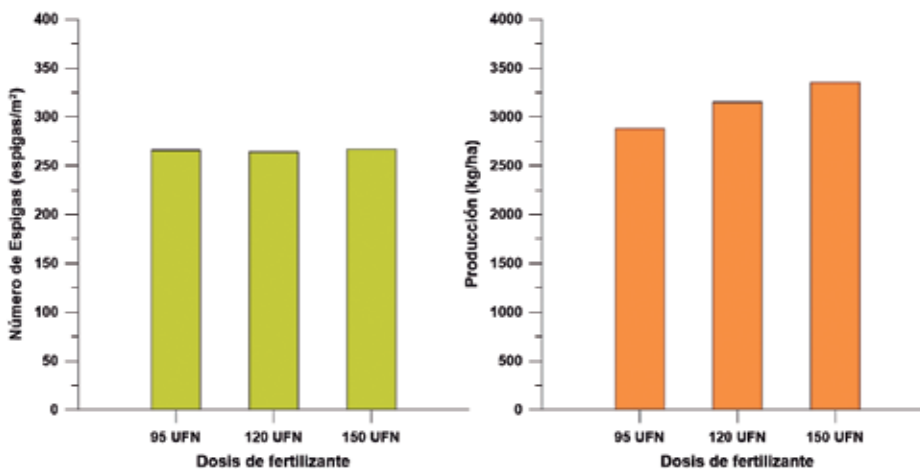


Figura 6. Número de espigas y cantidad de trigo cosechados de los diversos tratamientos estudiados. Letras diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas para el test de Tukey  $p \leq 0,05$ .

Figura 7. Peso específico e índice de caída del trigo cosechado en los diversos tratamientos estudiados. Letras diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas para el test de Tukey  $p \leq 0,05$ .

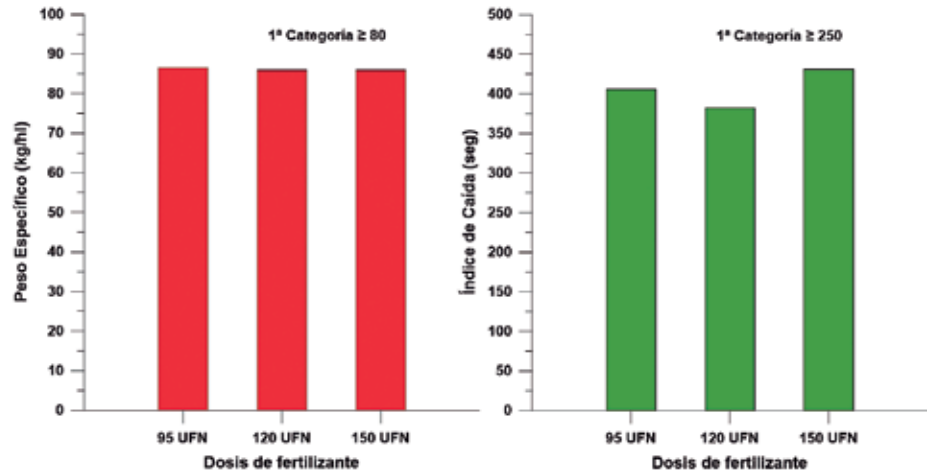
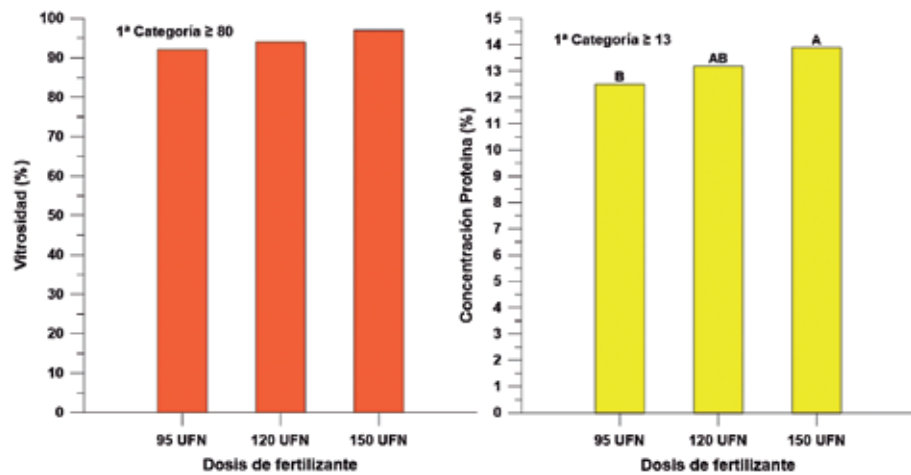
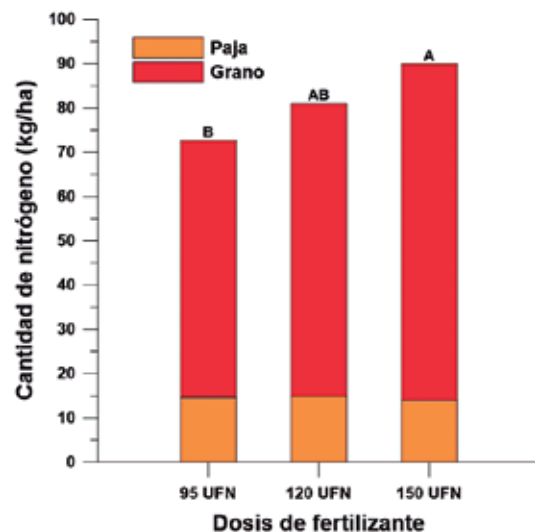


Figura 8. Vitrosidad y concentración de proteína del trigo cosechado en los diversos tratamientos estudiados. Letras diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas para el test de Tukey  $p \leq 0,05$ .



que fue de 80 €/ha. En cuanto al de 150 UFN, el gasto respecto al de 95 UFN se incrementó en unos 56 €/ha, viéndose los ingresos aumentados en alrededor de 130 €/ha; si bien es cierto, que con respecto al tratamiento de 120 UFN, las diferencias se atenuaron de manera importante, pues el gasto se aumentó en unos 31 €/ha viéndose incrementados los ingresos en 50 €/ha. Se ha de ser cauto con estos resultados y cuando los agricultores calculen su plan de abonado, siempre han de tener en cuenta el precio de las materias primas y el de venta de la cosecha para esa campaña, ya que estas cifras pueden variar de manera importante.

Figura 9. Cantidad nitrógeno extraído por la paja y el grano del trigo cosechado en los diversos tratamientos estudiados. Letras diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas para el test de Tukey  $p \leq 0,05$







**+4%**



Harper Adams  
University

**TECNOLOGÍA  
MICHELIN ULTRAFLEX  
NEUMÁTICOS QUE  
TE DAN MUCHO MÁS**

**COMPRANDO NEUMÁTICOS AGRÍCOLAS CON TECNOLOGÍA  
MICHELIN ULTRAFLEX EN TU TALLER CERTIFICADO MICHELIN EXELAGRI**

**CONSIGUE UN 4% DE SU IMPORTE\***

Captura este código QR para acceder a toda la información de esta promoción y al listado de talleres certificados MICHELIN Exelagri.



Más información en la web:  
[agricola.michelin.es](http://agricola.michelin.es)



\*El cálculo se hará en base al precio que aparece en la tarifa de neumáticos agrícolas MICHELIN en vigor, reembolsándose mediante transferencia bancaria. Promoción válida del 1 de marzo al 31 de mayo de 2018, por la compra, en tu taller certificado MICHELIN Exelagri, de neumáticos agrícolas con Tecnología MICHELIN Ultraflex. Más información en [agricola.michelin.es](http://agricola.michelin.es). No acumulable a otras promociones u ofertas.



**MICHELIN**

En cuanto a la cantidad de nitrógeno extraído por la paja y el grano obtenidos (Figura 9), se aprecia como ésta se incrementó con la dosis de fertilizante aportado, presentando diferencias estadísticamente significativas a favor del mayor aporte de nitrógeno, si bien es cierto que a medida que se incrementó la cantidad de abono, se redujo la eficiencia en el uso de éste. Así con la dosis baja, 95 UFN, la paja y el grano extrajeron el 76% del total de nitrógeno aportado por el fertilizante, casi la totalidad de nitrógeno si se tuviera en cuenta el almacenado en las raíces, que no se ha medido dentro del estudio. Para la dosis media (120 UFN) esta eficiencia disminuyó, pero aún se mantuvo en valores altos, ya que entre la planta y el grano se fijaron cerca del 70% del nitrógeno aportado, descendiendo hasta el 60% para la dosis alta (150 UFN). Por tanto, cuanto más abono se aportó también quedó más remanente en el suelo existiendo una mayor posibilidad de potencial contaminante.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en este estudio muestran como el aumento en la cantidad de nitrógeno aportado no produjo variaciones en la cantidad de biomasa producida a lo largo del ciclo del cultivo, aunque sí que lo hizo en NDVI, que se vio incrementado conforme se aumentó la dosis de abono. Esta mayor actividad fotosintética llevó relacionada un incremento productivo y por tanto, una mejora en los ingresos del agricultor, que se vieron incrementados en 55 €/ha en la dosis media (120 UFN) respecto a la baja (95 UFN) y en 74 €/ha en la alta (150 UFN) respecto a la baja. La alta respecto a la media sólo incrementó los ingresos en 19 €/ha. A pesar de que se aumentó el beneficio económico con la dosis de fertilizante aplicado, también se redujo la eficiencia en el uso del fertilizante especialmente en las dosis altas (150 UFN). Por tanto, si el agricultor quiere maximizar la sostenibilidad económica y ambiental de su plan de abonado siempre habrá de conjugar estos dos factores, y tener muy en cuenta el lugar donde se encuentra enclavada su explotación, prestando especial atención a aquellas zonas que sean vulnerables de contaminación de nitratos.

## Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación concedida por el programa Life de la Unión Europea para el proyecto “Life+ Climagri: Best Agricultural Practices for Climate Change”, recogiendo esta publicación parte de los resultados obtenidos y a la empresa Antonio Tarazona por su apoyo y colaboración.

## Bibliografía

- Kassam, A.; Friedrich, T.; Derpsch, R.; Lahmar, R.; Mrabet, R.; Basch, G.; González-Sánchez, E.J.; Serraj, R. (2012). Conservation agriculture in the dry Mediterranean climate. *Field Crops Research*. 132, 7-17.
- MAPAMA (2018). Accesible en: <http://sig.mapama.es/geoportal/>
- MMAMRM (2009). Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. MMAMRM Eds. Madrid, España.
- Márquez, F.; Gil-Ribes, J.; Ordóñez, R.; González, E.; Carrasco, E. (2009). Introducción a la agricultura de conservación. La sinergia entre la agricultura y medio ambiente. En: *Asociación Española Agricultura de Conservación / Suelos Vivos Ed. Ficha técnica*.
- Rodríguez, A.; Ordóñez, R.; Repullo, M.A.; Carbonell, R.; Llanos, I.; Márquez, F. (2008). Calidad de las aguas y agricultura de conservación. Ensayos de simulación. En: *Asociación Española Agricultura de Conservación / Suelos Vivos Eds. Córdoba, España*.
- Triplett, G.B. y Warren, A. (2008). No-tillage crop production: a revolution in agriculture. *Agron. J.* 100: S-153-S-165.





climagri

**LIFE** **Agricultura**  
de Conservación

La Comisión Europea premia al proyecto LIFE+ Agricarbon por su aportación a la lucha contra el Cambio Climático

Jornada de campo sobre Agricultura de Conservación dentro del proyecto Life+ Climagri





# Life+ climagri

## ¿QUÉ PRETENDE?

Contribuir a la adaptación de los cultivos extensivos de regadío al cambio climático a la vez que mitigar los efectos de este fenómeno.

## ¿CÓMO?

A través del diseño e implantación de sistemas de manejo agronómico basados en la utilización conjunta de Buenas Prácticas Agrarias cuya efectividad en la mitigación del cambio climático y en la adaptación de los cultivos a sus efectos ha sido contrastada a nivel experimental.

## ¿DÓNDE?

El sistema de manejo se implantará a escala piloto en una finca demostrativa y en pequeñas parcelas demostrativas en el sur de España, y a escala global, en una Red Europea de Fincas demostrativas situadas en Portugal, Grecia, España e Italia.

Le invitamos a conocer de manera más exhaustiva los objetivos, las acciones a llevar a cabo, la Red de Fincas Demostrativas sobre las que se implementarán las acciones y los resultados esperados en el marco del proyecto.

Todo el proyecto en:  
[www.climagri.eu](http://www.climagri.eu)



Con la contribución del instrumento financiero LIFE de la Unión Europea

Socios:



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera  
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA



European Conservation Agriculture Federation



Comunicado de la AEAC.SV

# La Comisión Europea premia al proyecto “LIFE+Agricarbon” por su aportación a la lucha contra el Cambio Climático

La iniciativa Agricultura Sostenible en la Aritmética del Carbono (LIFE+ Agricarbon) ha sido premiada como uno de los mejores proyectos del año por la Comisión Europea. La Comisión ha elegido este proyecto, entre casi 400 proyectos europeos, por su valiosa aportación a la lucha contra el cambio climático. Un dato revela la importancia de este LIFE+Agricarbon: se ha demostrado que gracias a la Agricultura de Conservación se han compensado las emisiones de CO<sub>2</sub> de más de un millón de ciudadanos europeos.

El proyecto, coordinado por la Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos (AEACSV) y en la que han participado el IFAPA, la ECAF y la Universidad de Córdoba, a través de la ETSIAM, ha contado con un presupuesto cercano a los 2,7 millones de euros, de los que 1,2 han sido financiados por la Unión Europea.

Este proyecto ha servido para desarrollar y demostrar sistemas agrícolas sostenibles, basados en la agricultura de conservación, en combinación con técnicas de precisión. La agricultura de conservación se fundamenta en cultivar produciendo una mínima alteración del suelo, manteniendo una cobertura permanente que evita su erosión, y realizando rotación de cultivos que fomentan la biodiversidad. Por otra parte, la agricultura de precisión promueve un uso más eficiente de energía gracias al empleo de ayudas al guiado de los tractores y técnicas de aplicación de insumos variable.

Gracias al empleo de la agricultura de conservación, se ha capturado CO<sub>2</sub> de la atmósfera, aumentando hasta en casi un 60% el carbono del suelo, en comparación con la agricultura convencional. El proyecto ha demostrado además que las técnicas respetuosas del medio ambiente no son menos productivas que las convencionales y que la agricultura de conservación ahorra costes a los agricultores, cifrados en 60 euros por hectárea de media.

Este galardón se une al XVII Premio Andalucía de Medio Ambiente, como mejor proyecto sobre cambio climático, y a su presentación como caso de éxito en el Programa Medioambiental de las Naciones Unidas (UNEP).

Más información: [www.agricarbon.eu](http://www.agricarbon.eu)



Agricultura de Conservación sobre restos de girasol.



Trigo en siembra directa sobre restos de girasol.



Dentro del proyecto LIFE+ Climagri

# Jornada de Campo sobre Agricultura del Conservación





Más de 100 agricultores se dieron cita el pasado mes de octubre, en la Jornada de campo sobre Agricultura de Conservación, organizada en Las Cabezas de San Juan (Sevilla) por ASAJA-Sevilla y la AEAC.SV en el marco del proyecto Life+ Climagri, y en la que los asistentes pudieron conocer de primera mano, las bondades de la agricultura de conservación y técnicas para mejorar la gestión del agua y la fertilidad del suelo, para reducir la erosión y para ahorrar combustible.

El evento, celebrado el pasado 26 de octubre de 2017, fue inaugurado por el alcalde del Ayuntamiento de Las Cabezas de San Juan, Francisco José Toajas; el presidente de ASAJA-Sevilla, Ricardo Serra; el presidente de la AEAC.SV, Jesús Gil y el secretario general de ASAJA-Sevilla, Eduardo Martín, quien moderó las conferencias técnicas.

El presidente de ASAJA-Sevilla, Ricardo Serra, explicó que la jornada es uno de los actos de divulgación que está desarrollando ASAJA-Sevilla dentro del proyecto Life+Climagri, un proyecto liderado por la Asociación Española Agricultura de Conservación-Suelos Vivos (AEAC.SV), y que cuenta con ASAJA-Sevilla, la Federación Europea de Agricultura de Conservación (ECAAF), el Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera y Alimentaria (IFAPA) y la Universidad de Córdoba como socios participantes.

El proyecto se centra en el desarrollo de estrategias de manejo agronómico de cultivos extensivos de la cuenca mediterránea que posibiliten a mitigación del cambio climático y la adaptación de los cultivos a las condiciones climáticas, tanto presentes como futuras, y que sirvan para el impulso y desarrollo de las políticas medioambientales de España y del resto de la UE respecto al cambio climático.

El sector agrario es uno de los que puede verse más afectado por el cambio climático, que influye negativamente en los rendimientos agrícolas. Por ello, tal como expuso Serra, “es necesario llevar a cabo una adaptación a tiempo y tomar medidas para mitigar los efectos del clima y sus consecuencias económicas, sociales



y ambientales, teniendo en cuenta el importante papel que desempeña el sector agrario como proveedor de alimentos, de bienes y servicios ambientales”.

La agricultura de conservación, que es la agricultura del futuro, en muchas zonas ya es presente. “Se trata -insistió Serra- de una apuesta sostenible por el medio ambiente que puede verse lastrada si finalmente la Unión Europea da la espalda al glifosato, un herbicida efectivo, contrastado e inocuo que permite el desarrollo de las técnicas de la agricultura de conservación.”



La actuación de los Estados miembros y de los órganos de decisión de la Unión Europea sobre la renovación del glifosato está siendo disparatada. Puesto que lejos de atender el criterio de las agencias competentes en materia de salud de la propia UE, los políticos están adoptando sus decisiones basándose en las directrices que se les marcan desde las redes sociales. Se trata de un disparate total con consecuencias graves para la agricultura en general y en especial, para la agricultura de conservación.

El alcalde de Las Cabezas, Francisco José Toajas, corroboró la maraña de confusión que se ha tejido en torno al glifosato y lamentó que no prevalezcan los cri-





Fertiberia Advance, una nueva  
gama de fertilizantes exclusivos,  
más avanzados y eficientes.

más información

Para obtener más información  
escanee este código QR con la  
cámara de su dispositivo móvil.

...o visite [fertiberia.com](http://fertiberia.com)



  
**Fertiberia**  
Advance



**Sulf Active**  
Polisulfato

abonos complejos  
NPK (Ca-Mg-S)

Seis nutrientes fundamentales  
totalmente solubles

Una composición única que...

- 1 Garantiza la fertilización más completa y equilibrada
- 2 Mejora la asimilación de los nutrientes
- 3 Aumenta la producción y calidad de su cosecha
- 4 Enriquece su tierra y protege el medioambiente

  
**Fertiberia** Creciendo juntos.

Torre Espacio, Paseo de la Castellana, 259 D. Planta 4B. 28046 Madrid.  
Telf.: (34) 91 586 62 00 • E-mail: [fertiberia@fertiberia.es](mailto:fertiberia@fertiberia.es)

[fertiberia.com](http://fertiberia.com)





El presidente de la AEAC.SV, Jesús Gil, atendiendo a los medios de TV.



Estación temática sobre regulación de equipos de aplicación.



Asistentes en la estación temática sobre la gestión de la finca La Jurada.



Asistentes en la parte de demostración dinámica de maquinaria.

terios científicos, porque este tipo de decisiones que se toman desde Bruselas afectan a municipios agrícolas como Las Cabezas y abocan a la muerte económica a una actividad social y familiar como la agricultura, tan necesaria para que permanezca la vida rural.

Finalmente, a finales del año 2017, la Comisión Europea aprobó la renovación del glifosato durante un periodo de 5 años, tiempo inferior al solicitado por el sector agrario, a pesar de haber recibido evaluaciones positivas tanto de la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (AESA) como de la Agencia Europea de los Productos Químicos (ECHA).

Por su parte, el presidente de la AEAC.SV, Jesús Gil Ribes, puso de manifiesto algunos de los efectos que ya está produciendo el cambio climático y señaló que en los últimos cien años la temperatura ha aumentado dos grados en amplias zonas de Andalucía, a lo que sumó el grave problema de erosión que padece España, que sólo puede evitarse eliminando el laboreo pesado y protegiendo el suelo con cubiertas. Por lo que la apuesta por la Agricultura de Conservación es hoy más necesaria que nunca.

El secretario general de ASAJA-Sevilla, Eduardo Martín, recordó que esta organización tiene mucha experiencia en el desarrollo de proyectos divulgativos, de hecho, este es el sexto proyecto Life en el que participa ASAJA-Sevilla y es probablemente uno de los más fáciles de difundir, pues las consecuencias del cambio climático y las necesidades de adaptación son, por desgracia, sobradamente evidentes.

El proyecto Life+ Climagri, tal como indicó Martín, se circunscribe a la cuenca Mediterránea, al ser una de las zonas más vulnerables a los efectos del clima en Europa, y a los cultivos de regadío, muy demandantes en el consumo energético. Andalucía es, por sus características edafoclimáticas, el principal foco de estudio del proyecto, si bien se extiende a un total de doce fincas en España, Portugal, Italia y Grecia.

## Buenas prácticas agrarias para mitigar el cambio climático

En el turno de conferencias técnicas la investigadora del IFAPA Centro "Alameda del Obispo", **Rafaela M. Ordoñez**, alertó de las consecuencias del impacto del cambio climático sobre los sistemas agrarios, que conllevará una previsible reducción de recursos hídricos y el incremento paralelo de las temperaturas. Ante este panorama, la actuación de los agricultores andaluces para mitigar las consecuencias debe ir encaminada al desarrollo de una serie de buenas prácticas agrarias y en paralelo a la re-



ducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. Ordoñez señaló que la agricultura es la única actividad productiva que, además de emitir CO<sub>2</sub>, tiene a capacidad de absorberlo y actuar como sumidero, lo que debe ser valorado y reconocido por la sociedad.

A continuación el presidente de la AEAC.SV, Jesús Gil Ribes, expuso la evaluación de la sostenibilidad agraria de las explotaciones europeas y explicó



Estación temática sobre escorrentía y erosión.

los objetivos del proyecto INSPIA que cuenta con la participación de 60 fincas europeas en las que se trabaja de manera habitual con quince buenas prácticas agrarias: cobertura permanente del suelo, no laboreo, uso de cubiertas vegetales, optimización del riego y los fitosanitarios, implementación de márgenes multifuncionales, establecimiento y mantenimiento de márgenes en zonas de ribera, gestión optimizada de residuos...


Por su parte, el ingeniero agrónomo de la Universidad de Córdoba, **Julio Román**, detalló las **prácticas agrícolas para la conservación del suelo y del agua**, recalcó la importancia del suelo, el principal activo de una explotación, y la necesidad de conservarlo mediante las buenas prácticas agrícolas.

Tras las conferencias técnicas los asistentes pudieron ver la aplicación práctica de la agricultura de conservación “in situ”, en la finca “La Jurada” donde tuvo lugar una demostración de maquinaria y de las herramientas para la agricultura de conservación.

Esta jornada de campo contó con tres estaciones. En una de ellas el ingeniero responsable de la gestión agronómica de la finca La Jurada, **Juan José Pérez**, y el ingeniero agrónomo **Manuel R. Gómez**, explicaron su experiencia en los últimos seis años y destacaron todas las mejoras a nivel agronómico, económico y medioambiental que se han experimentado en La Jurada con la adopción de la agricultura de conservación.

En otra, el ingeniero agrónomo **Julio Román** mostró las **medidas de aplicación para la reducción de escorrentía y erosión**; mientras que en una tercera el profesor de la Universidad de Córdoba **Gregorio L. Blanco** y el ingeniero agrónomo responsable de la finca experimental del Campus de Rabanales (Universidad de Córdoba), **Francisco Márquez**, han realizado una **demostración de maquinaria de agricultura de conservación y de regulación de equipos**.





Sombrero, A.  
Rodríguez-Bragado, L.

Efecto del sistema de laboreo en el carbono orgánico del suelo y en las emisiones de  $\text{CO}_2$  en un monocultivo de maíz en una zona semiárida de Castilla y León





## 1. Introducción

Las actividades humanas, entre ellas la agrícola, han provocado en las últimas décadas un aumento de la concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI),  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$  principalmente, los cuales inciden en el calentamiento global del planeta, y están provocando un cambio apreciable en la climatología de la tierra. El sector agrario contribuye de manera significativa a estas emisiones a través de la producción y se estima que en este sector en España, las emisiones de GEI derivadas de las actividades agrícolas supusieron un 12%, siendo el  $\text{CO}_2$  el principal gas emitido (78% del total), seguido del metano (12%) y del  $\text{N}_2\text{O}$  (7%) (MAPAMA, 2015). En este sector, el dióxido de carbono se libera en la quema de combustibles fósiles, en el uso de maquinaria agrícola, en la producción de fertilizantes sintéticos y pesticidas, en la descomposición microbiana y en la quema de rastrojos y de materia orgánica del suelo (Lal, 2004). Sin embargo, en el sector agrario, los cambios en el uso de la tierra y su gestión tienen un doble efecto sinérgico, como mitigación (disminución de las emisiones) y como sumidero (aumento del carbono inmovilizado), a diferencia de otros sectores implicados en la emisión de GEIs. Uno de los sumideros terrestres más importantes del almacenamiento de carbono y del intercambio con el  $\text{CO}_2$  atmosférico es la fijación del carbono orgánico del suelo. Las labores agrícolas, sobre todo labores profundas como el pase de vertedera, perturban tales procesos. Durante estas labores se activan procesos rápidos de oxidación que desprenden gran cantidad de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera, disminuyendo los niveles de materia orgánica y contribuyendo al calentamiento global, mientras que en los sistemas de Agricultura de Conservación, como el no laboreo o siembra directa no se realiza ninguna perturbación del perfil del suelo, por lo que se mejora la estructura del mismo, conservando de forma eficiente el agua y los nutrientes. Los residuos de cosecha que se dejan sobre la superficie del suelo o se incorporan en el perfil del mismo cuando empiezan a descomponerse, hace que una pequeña parte del carbono se retenga en el suelo como materia orgánica y la mayor parte del carbono se respira y vuelve a la atmósfera como  $\text{CO}_2$ . Por tanto, las técnicas utilizadas en la Agricultura de Conservación podrían desempeñar un papel importante en su aumento y fijación en el suelo mejorando al mismo tiempo la calidad ambiental en los sistemas de producción (Reicosky, 1997) y en concreto, el no laboreo o siembra directa sería una alternativa viable para estabilizar las concentraciones de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera y una forma de contrarrestar el cambio climático debido en parte a las emisiones de origen agrícola. El no laboreo o siembra directa implica no labrar el suelo y sembrar directamente sobre el rastrojo de manera que los residuos vegetales de las cosechas sigan cubriendo la mayor parte de la superficie. De esta forma, el suelo se protege contra la erosión, se aumenta la cantidad de materia orgánica y la

fertilidad del mismo, se mejora su estructura, se favorece la biodiversidad, se disminuye la contaminación de las aguas subterráneas y se reducen las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera (Lal, 2004). Para restablecer el equilibrio inicial, entre el carbono de la superficie terrestre y el CO<sub>2</sub> atmosférico, se hace imprescindible, por tanto, por una parte reducir las emisiones de los GEIs, y por otra incrementar la fijación del carbono en el suelo.

La región de Castilla y León tiene la mayor superficie de maíz (136.500 ha) y produce alrededor de un tercio de toda la producción en España. El sistema de cultivo predominante de este cultivo de regadío en esta región semiárida es el laboreo convencional (CT), utilizando el arado de vertedera. Los agricultores utilizan prácticas intensivas de laboreo para manejar la gran cantidad de residuos de estos cultivos, recuperar los nutrientes perdidos y mejorar el control de malas hierbas en la preparación de siembra. La conversión del laboreo convencional a no laboreo (NT) mejoraría la calidad del suelo, del agua y de diversas comunidades de fauna y reduciría el potencial de erosión del suelo y la pérdida de carbono orgánico del suelo (Halvorson *et al.*, 2008), que es un buen indicador de la calidad y conservación del suelo (Doran y Parkin, 1994). En los sistemas de producción agrícola sostenible, el carbono orgánico del suelo (SOC) es esencial para mantener la calidad del suelo, promover la productividad de los cultivos y proteger el medio ambiente y tiene muchos efectos directos e indirectos sobre dicha calidad. Sin embargo, la calidad del suelo está determinada principalmente por dos componentes, el primero depende de las características intrínsecas del mismo, y, el segundo componente hace referencia a las propiedades dinámicas debido a ciertos usos y manejo del suelo (Karlen *et al.*, 2003). La importancia relativa de estos procesos depende en gran medida de las condiciones del suelo y del clima. A mayores, la rentabilidad económica y balance energético en el monocultivo de maíz en regadío con la introducción del sistema de no laboreo comparado con el de LC, es la opción más beneficiosa en esta zona de estudio de Castilla y León (Sombrero *et al.*, 2015; 2016).

En esta región, se dispone de información limitada sobre la gestión de los sistemas NL en propiedades del suelo en el cultivo de maíz de regadío y se necesita tener un conocimiento más amplio de los resultados ambientales y agronómicos que proporciona el NL en cultivos altamente productivos, como es el caso del maíz. Además, la evaluación de la rentabilidad económica de la introducción de técnicas no laboreo fue la opción más beneficiosa en el monocultivo de maíz en regadío en esta zona de estudio de Castilla y León. Por lo tanto, los objetivos de este estudio son evaluar los efectos a corto plazo sobre el carbono orgánico del suelo (SOC)



Maíz en el sistema de no laboreo.

y las emisiones de CO<sub>2</sub> del sistema de laboreo, NL y LC en un monocultivo de maíz en regadío en una región semiárida de Castilla y León.

## 2. Material y métodos

El estudio, iniciado en 2011, se llevó a cabo durante los años 2011-2015 en la finca Zamadueñas (41°42'23''N, 4°41'36''W), Valladolid. El experimento se estableció en un suelo clasificado como Typic Xerofluvent (clasificación USDA 87) caracterizado por una textura franco-limosa en el horizonte superficial, un pH del suelo básico mayor de 8 y una cantidad de materia orgánica media del 0,8% en los horizontes más superficiales del suelo.

El diseño del experimento fue de bloques al azar con cuatro repeticiones donde el factor principal fue el sistema de laboreo. El cultivo fue de maíz en monocultivo en regadío. El ensayo tuvo 16 parcelas elementales de 144 m<sup>2</sup> de superficie cada una. Los sistemas de laboreo fueron convencional (LC) y no laboreo (NL). Los trabajos preparatorios se llevaron a cabo de acuerdo al sistema de laboreo, en laboreo convencional se realizó una labor con arado de vertedera (30 cm de profundidad) y un pase de cultivador para preparar el lecho de siembra, mientras que en no laboreo únicamente se aplicó un herbicida residual (glifosato 36% dosis 2 l ha<sup>-1</sup>). Las labores preparatorias para la siembra, abonados, tratamientos fitosanitarios, riegos y cosecha del cultivo de maíz de las campañas estudiadas 2011-2015 se detallan a continuación: El abonado de fondo se aplicó en todas las parcelas de maíz a razón de 800 kg ha<sup>-1</sup> del complejo 8-15-15 NPK. La siembra en el LC se realizó con una sembradora tradicional modelo Nodet y en el sistema de NL con una sembradora específica de discos para siembra directa modelo Semeato. Las parcelas de maíz se sembraron en la primera semana de mayo con las variedades Bergxxon (ciclo 400) en 2012, Alixxia



(ciclo 300) en 2013 y Roxxy (ciclo 400) en 2014 y 2015 a una dosis de 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Durante el ciclo vegetativo del cultivo de maíz se realizaron los siguientes tratamientos fitosanitarios: En el momento de la siembra se aplicó un insecticida de suelo Clorpirifos (Clorpirifos 5%). Como herbicida de preemergencia 3,5 l ha<sup>-1</sup> de Camix (Mesotriona 4% + S-Metolaclo 40% p/v. SE) y tratamientos herbicidas en postemergencia fueron Lontrel (Clopiralina 42,5%) a una dosis de 250 cc ha<sup>-1</sup> y Bromoxinil 24% a una dosis de 1 l ha<sup>-1</sup>. El abonado nitrogenado de cobertura en maíz se realizó en estado de ocho hojas con una dosis de 700 kg ha<sup>-1</sup>. Durante todo el ciclo de cultivo se realizó el riego por aspersión con una dosis variable en función de las necesidades del cultivo y de las condiciones meteorológicas. La cantidad de agua regada fue de 6.363, 4.500, 4.250 y 7.060 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> en las campañas de 2012, 2013, 2014 y 2015 respectivamente. En las campañas 2013 y 2014, la cantidad de agua fue menor que en la de 2012 debido a que hubo mayor precipitación y una menor evapotranspiración durante los meses de verano. En la campaña 2015 hubo temperaturas mayores que la media histórica y una alta evapotranspiración, por lo que la cantidad de agua aportada en el cultivo de maíz fue mucho mayor que en las otras campañas.

La producción del cultivo de maíz en dos sistemas de laboreo las campañas 2012-2015, se cosecharon en cada parcela dos bandas de 12 m x 1,5 m con una cosechadora de ensayos. Se pesó por separado el grano obtenido de las muestras registrando también los porcentajes de humedad y calculando con estos datos la producción de cada parcela. En el momento de cosechar, la paja se picó y esparció sobre la superficie del suelo en los dos sistemas de manejo.

La recogida de muestras de suelo se realizó en todas las parcelas del ensayo en noviembre de 2011, 2013 y 2015. Se recogieron tres muestras compuestas de suelo por parcela a 6 profundidades (0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-60 y 60-100 cm). Las muestras se dejaron secar y se llevaron al laboratorio donde se molieron. La determinación del carbono total y orgánico se realizó por combustión seca con un LECO CNS. Debido a que el material original es calcáreo, todas las muestras se trataron para eliminar cualquier carbono inorgánico. El carbono inorgánico del suelo se estimó como la diferencia entre el carbono total y el orgánico. La densidad aparente se determinó por el método de cilindro de muestras inalteradas (Blake and Hartge, 1986) en los mismos intervalos, sistemas de laboreo y en los años (2011 y 2015) que los determinados para el análisis de carbono. El carbono orgánico de suelo (SOC) en Mg ha<sup>-1</sup> se calculó en términos de masa de suelo teniendo en cuenta la densidad aparente del suelo (la densidad aparente del suelo fue similar en los dos sistemas de laboreo), el volumen de suelo, que vino dado por la profundidad del horizonte estudiado en metros y la superficie (ha), además de la concentración del carbono orgánico en g kg<sup>-1</sup>.

Para las determinaciones del flujo de CO<sub>2</sub> en el suelo de las parcelas con diferentes sistemas de laboreo se utilizó un analizador de gases infrarrojo (Model EGM-4, PPSystems) conectado a un sistema con cámara (PPSystems). El flujo de CO<sub>2</sub> en el suelo se calculó por las diferencias de concentración en CO<sub>2</sub> entre el aire que entra y sale de la cámara. La cámara fue introducida 3 cm en el suelo y el flujo se midió tres minutos después de que la cámara fuera insertada en el suelo para evitar las alteraciones producidas por la implantación de la cámara. El flujo de CO<sub>2</sub> se determinó 24 horas antes del laboreo y de las labores que se realizaron para preparar el lecho de siembra e inmediatamente después de las operaciones de laboreo y a intervalos de dos a cuatro horas después, y en los días posteriores hasta la desaparición de diferencias entre las medidas en los diferentes sistemas de laboreo. También se determinó el análisis del flujo de CO<sub>2</sub> a lo largo de cada campaña, desde la preparación del lecho de siembra

Años	2011		2012		2013		2014		2015		Media 1981-2010	
Meses	Tmedia	Precipitación	Tmedia	Precipitación	Tmedia	Precipitación	Tmedia	Precipitación	Tmedia	Precipitación	Tmedia	Precipitación
	°C	(mm)	°C	(mm)	°C	(mm)	°C	(mm)	°C	(mm)	°C	(mm)
Abril	14	49	9	67	9	29	13	22	12	66	10	46
Mayo	16	37	16	20	11	28	14	19	16	20	15	49
Junio	18	19	19	13	16	34	19	10	20	76	19	29
Julio	20	0	20	12	23	9	20	66	24	4	22	13
Agosto	21	35	22	1	21	29	21	0	21	5	22	16
Septiembre	19	0	17	22	18	0	19	61	16	24	19	31
Octubre	13	17	12	73	13	23	15	37	13	54	13	55
Noviembre	9	64	7	60	7	3	9	71	8	47	8	52

Tabla I. Temperatura media (Tmedia) y precipitación mensual desde abril a noviembre durante las campañas 2011-2015. Media de temperatura y precipitación del período 1981-2010.

hasta la madurez del cultivo. De forma paralela, se tomaron medidas de la temperatura y humedad del suelo.

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el análisis de la varianza (ANOVA) y el modelo general de lineal (GLM) de SAS, aplicado al diseño experimental en otros, usando el test de Tukey para la separación de medias con un nivel de significación  $P < 0,05$ .

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1. Climatología de las campañas agrícolas

La tabla I muestra la temperatura media y precipitaciones de cada campaña y la media del período 1981-2010 desde Abril a Noviembre. Las temperaturas medias de los meses de mayor crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz, desde junio hasta agosto, variaron durante las campañas. Desde 2011 a 2014, las temperaturas medias en estos meses estuvieron por debajo de la media histórica mientras que en 2015 esas temperaturas fueron más elevadas de lo normal. En cuanto a la precipitación, los meses más críticos del desarrollo de cultivo en esta zona, julio y agosto osciló desde un total de 9 mm en 2015 hasta 66 mm en 2014. La temperatura así como la cantidad de agua tanto del riego del cultivo como la

precipitación influyeron en el desarrollo y producción del cultivo y en el microclima del suelo.

#### 3.2. Distribución, estratificación y acumulación del carbono orgánico del suelo (SOC) campañas agrícolas

El contenido de SOC a lo largo del perfil del suelo en el monocultivo de maíz aumentó en ambos sistemas de laboreo en la campaña 2015 en relación a la situación inicial en 2011. El contenido de SOC en 2013 fue menor significativamente que en 2015 (Figura 1). En la zona superficial fue donde mayor contenido de SOC orgánico se acumuló disminuyendo con la profundidad. Este parámetro fue mayor significativamente desde la superficie del suelo hasta los 30 primeros cm de profundidad en el sistema de NL que en el LC en el muestreo de noviembre 2011, debido no solo al manejo del suelo, sino también a que el ensayo en noviembre de 2010 fue sembrado de veza para homogeneizar el suelo y en abril de 2011, antes de la preparación del lecho de siembra para el cultivo de maíz, en el caso del NL, la veza fue tratada con un herbicida y permaneció sobre la superficie del suelo. En sistema de LC, el cultivo de veza fue enterrado mediante el pase de vertedera y se almacenó en profundidad, pro-

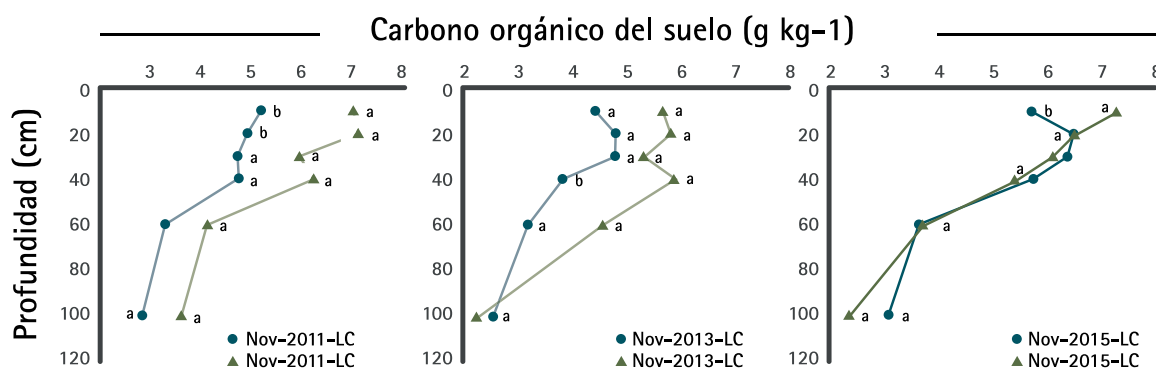


Figura 1. Carbono orgánico del suelo después de recolección en Noviembre 2011, 2013 y 2015 en dos sistemas de laboreo en un monocultivo de maíz. LC, laboreo convencional y NL no laboreo. Datos con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí ( $\alpha = 0,05$ ).



# Trika<sup>1</sup>

lambda ●



TRIKA<sup>®</sup> 1  
LAMBDA

NUEVO INSECTICIDA DE SUELO CON EFECTO ENRAIZANTE  
PARA UNA MEJOR IMPLANTACIÓN DEL CULTIVO

**Composición:**

Lambda Cihalotrin 0,4%  
Nitrógeno 7%  
Fósforo soluble en agua 35%  
Materia Orgánica humificada

- Microgranulado para incorporar en la línea de siembra
- Controla las plagas de suelo más importantes del maíz
- Alta eficacia insecticida contra rosquilla y gusano de alambre
- Fuerte acción de choque y repelencia
- Con aporte de nutrientes que favorecen la nascencia del cultivo

[sipcamiberia.es](http://sipcamiberia.es)

  
**SIPCAM**  
IBERIA

porcionando carbono orgánico a medida que se fue descomponiendo. A partir de esa profundidad, el contenido de SOC fue similar en los dos sistemas. En Noviembre de 2013 no se observaron las diferencias significativas encontradas en 2011 en el contenido de SOC y fue similar en los dos sistemas de laboreo a lo largo de todo el perfil del suelo, si bien los valores de este parámetro fueron un 28, 21 y 11% mayores en 10, 20 y 30 cm de profundidad del suelo respectivamente en el sistema de NL que en el LC. La disminución del SOC este año pudo ser debida a la baja temperatura y precipitación en el mes de noviembre (Tabla I), mes en el que se tomaron las muestras de suelo, lo que pudo provocar una baja actividad de los microorganismos en el suelo disminuyendo la degradación de la materia orgánica. De Bona *et al.* (2006), estudiaron la velocidad de descomposición de la materia orgánica en el cultivo de maíz en regadío, y después de 8 años de investigación, concluyeron que el agua de riego aumentó la velocidad de descomposición de la materia orgánica en un 19% en el sistema de LC y un 15% en el de NL. En noviembre de 2015, la concentración del SOC del suelo fue un 27% mayor significativamente en los primeros 10 cm de profundidad en el sistema de NL que en el de LC y a partir de esa profundidad, este parámetro fue similar en los dos sistemas de laboreo a lo largo del perfil del suelo (Figura 1). En LC, el pase de vertedera al airear el suelo pudo romper la estructura del mismo y el contenido de SOC orgánico pudo perderse debido a la mineralización, proceso que no ocurrió en el NL donde la ausencia de la perturbación del suelo hizo que se estabilizase resultando una mayor acumulación de SOC en la superficie. Un aumento del contenido de SOC es muy importante, pues influye en muchas propiedades del suelo, favoreciendo la estabilización y estructura del suelo disminuyendo su degradación. Así, Beare *et al.* (1994) y Traoré *et al.* (2007) revelaron que los restos de cosecha que se depositan sobre la superficie del suelo actuaron como una capa protectora que evitó las pérdidas de agua de riego por evapotranspiración, además, esta cubierta vegetal impidió la erosión hídrica y eólica, y su descomposición aumentó el contenido de materia orgánica del suelo, que a su vez contribuyó a mejorar su calidad mediante la formación de micro y macroagregados. Balesdent *et al.* (1990) estudiaron, durante 17 años en Francia, los efectos del sistema de laboreo en las pérdidas de materia orgánica por mineralización en un monocultivo de maíz y mostraron, que en el sistema de LC, aumentó la mineralización de la materia orgánica con una pérdida anual dos veces superior a la determinada en el sistema de NL. Huang *et al.*, (2015), estudiaron los efectos a largo plazo del sistema de laboreo sobre distintos parámetros de calidad del suelo en un monocultivo de maíz y mostraron las ventajas de la adopción del NL sobre la calidad del suelo; de este modo, en este sistema, la concentración de materia orgánica aumentó un 18% en los primeros centímetros de suelo y la

cantidad asociada a los agregados del suelo fue el doble en comparación con el del sistema de LC.

El contenido de carbono orgánico en el suelo disminuyó significativamente con la profundidad coincidiendo con resultados de otros estudios. Beare *et al.*, (1994) determinaron mayor cantidad de materia orgánica en NL en



Ensayo de Zamadueñas 2014.

los primeros 15 cm de profundidad en comparación con el LC, por debajo de esta profundidad ambos sistemas de laboreo no mostraron diferencias significativas. La distribución a lo largo del perfil del suelo se puede evaluar mediante un valor denominado *razón de estratificación* (Franzluebbers, 2002), que es un buen indicador de la calidad del suelo y se define como el cociente del SOC en la superficie (0-10 cm) y el SOC de la zona subsuperficial (40-60 cm). Esta razón de estratificación se puede utilizar como indicador de calidad y se basa en la gran importancia que tiene la materia orgánica en la superficie para controlar el riesgo de erosión, mejorar la infiltración de agua y la conservación de nutrientes. En nuestro estudio, en el sistema de LC la razón de estratificación fue de 1,57 y de 1,56 mientras que en NL fue de 1,74 y 1,94 en 2011 y 2015 respectivamente. Valores próximos o mayores de 2 se relacionan con suelos casi inalterados de buena calidad en la superficie del suelo (Franzluebbers, 2002). Basamba *et al.* (2006) y Zhang *et al.* (2012), señalaron la importancia de la acumulación de materia orgánica en el horizonte de suelo más cercano a la superficie, ya que mejoró la calidad de la interfase entre el suelo y la atmósfera, dotando al suelo de mayor resistencia frente a distintos procesos de degradación que ocurren en superficie.

La densidad aparente en el perfil del suelo no varió de forma significativa entre los sistemas de laboreo en los resultados de 2011 y los valores encontrados en las parcelas de LC y NL oscilaron entre 1,27 y 1,24 Mg m<sup>-3</sup> en la superficie del suelo y 1,54 y 1,53 Mg m<sup>-3</sup> en el intervalo de 40 a 100 cm de profundidad respectivamente (datos no presentados). En noviembre de 2015,





Maíz en el sistema convencional .

la densidad aparente aumentó con respecto a la obtenida en 2011 si bien no fue significativamente diferente entre sistemas de laboreo. La densidad aparente en las parcelas de LC y NL osciló entre 1,50 y 1,58 Mg m<sup>-3</sup> en la superficie del suelo y 1,63 y 1,64 Mg m<sup>-3</sup> en el intervalo de 20 a 40 cm de profundidad respectivamente. Corsini *et al.* (1999) observó que los efectos del sistema de NL sobre la disminución de la densidad aparente del suelo en un cultivo de maíz generalmente se obtienen a partir del cuarto año tras la implantación del sistema de laboreo. Da Silveira *et al.* (2008) determinaron en un cultivo de maíz un aumento de la densidad del suelo y una disminución de la porosidad en el NL a corto plazo, sin embargo, a largo plazo, la densidad del suelo en este sistema tendió a disminuir.

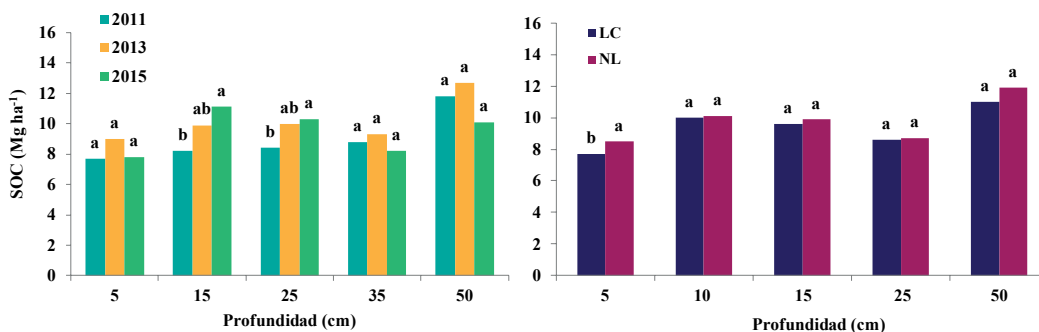


Figura 2. Acumulación de carbono orgánico del suelo (SOC) a lo largo del perfil del suelo en 2011, 2013 y 2015 y en dos sistemas de laboreo en un monocultivo de maíz . LC, laboreo convencional y NL no laboreo. Datos con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí ( $\alpha=0,05$ ).

El contenido de SOC acumulado en los intervalos de 10-20 y 20-30 cm de profundidad mostró diferencias significativas entre años donde las parcelas en 2015 tuvieron mayor acumulación de carbono que en el primer año de experiencia 2011 (Figura 2), probablemente debido al aporte de residuos de las cosechas anteriores en ambos sistemas de laboreo. De 30 a 60 cm de profundidad, el contenido de SOC no varió de forma significativa entre los años estudiados, si bien en estos intervalos se obtuvieron valores menores de SOC que en el año 2013, debido a una mayor pérdida de SOC por mineralización entre los años o bien dado que en 2015, la cantidad de agua a lo largo del ciclo del cultivo en el perfil del suelo fue mayor que en 2013, los microorganismos del suelo pudieron mineralizar mayor cantidad de carbono y esto hizo disminuir los valores de SOC en estos intervalos. El cultivo de maíz en esta zona como cultivo de primavera se desarrolla en un suelo con alta temperatura y humedad debida al agua de riego, lo que puede provocar una elevada actividad de los microorganismos que hay en el suelo favoreciendo una rápida degradación de la materia orgánica y los nutrientes disponibles

para el cultivo. De Bona *et al.* (2006), estudiaron la velocidad de descomposición de la materia orgánica en el cultivo de maíz en regadío, y después de 8 años de investigación y concluyeron que el agua de riego aumentó la velocidad de descomposición de la materia orgánica en un 19% en el sistema de LC y un 15% en el de NL.

En la tabla II se observa el contenido de SOC acumulado en el perfil del suelo en función del sistema de laboreo en los tres años estudiados. Los resultados de los muestreos de 2011 mostraron una acumulación de SOC en los treinta primeros cm de suelo que ya fue de un 24% de media mayor en las parcelas de NL que en las de LC, debido principalmente a que en mayo de ese mismo año, el cultivo de veza se quedó como cubierta en la superficie del suelo en NL e hizo que estos valores de SOC aumentaran en relación con los del LC. De 30 a 60 cm de profundidad el contenido de SOC fue similar en ambos sistemas y en todo el perfil considerado de 0 a 60 cm, las parcelas de NL almacenaron 3,6 Mg ha<sup>-1</sup> (8%) de SOC más que las de LC. Roldán *et al.* (2005) destacaron que la materia orgánica actuó como un reservorio de nutrientes para el cultivo, participando en la actividad biológica del suelo y su estructura y sufrió cambios cuantitativos y cualitativos debidos al laboreo. Normalmente estos cambios necesitaron entre cinco y diez años para ser observados y estuvieron principalmente controlados por el tamaño y actividad de la biomasa microbiana, la cual actuó como un indicador rápido a los cambios debidos al laboreo del suelo. En general, los parámetros biológicos y bioquímicos del suelo, jugaron un papel importante como indicadores tempranos y sensibles al estrés ecológico y a la restauración del suelo (Roldán *et al.*, 2003; Izquierdo *et al.*, 2003).



En 2013, el contenido de SOC almacenado en el suelo no varió de forma significativa en función del sistema de laboreo, si bien los valores de SOC en los treinta primeros cm de profundidad fueron también un 8% de media mayor en NL que los obtenidos en LC (Tabla II). Considerando los 60 cm de profundidad de suelo, las parcelas de NL acumularon 2,1 Mg ha<sup>-1</sup> más de SOC que las de LC. En 2015, sólo en los primeros 10 cm de profundidad, el contenido de SOC fue un 22% mayor en NL que en LC, los residuos del cultivo anterior dejados sobre la superficie del suelo en NL influyeron de forma considerable en el aumento de carbono orgánico en este sistema (Tabla II). Aunque no aparecieron diferencias significativas entre sistemas de laboreo en el contenido de SOC de 20 a 60 cm de profundidad, el hecho de enterrar los residuos de las cosechas a lo largo de los años de estudio con el arado de vertedera en las parcelas de LC afectó aumentando un 7% el contenido de SOC en este sistema en relación a las de NL. Desde 0 a 60 cm de profundidad, las parcelas de NL almacenaron 1,2 Mg ha<sup>-1</sup> (8%) de SOC más que las de LC, debido sobre todo a la acumulación de SOC en la superficie. Wen-guang *et al.* (2015) estudiaron durante ocho años los efectos del sistema de NL en el comportamiento del carbono y sus resultados coincidieron con los obtenidos en este trabajo, en el sistema



Años SOC (Mg ha <sup>-1</sup> )	2011		2013		2015	
	LC	NL	LC	NL	LC	NL
Cm 0 - 10 10 - 20 20 - 30 30 - 40 40 - 60 0 - 60	b 6,7	a 8,6	a 8,7	a 9,5	b 8,4	a 10,3
	b 8,0	a 9,4	a 9,8	a 10,1	a 10,7	a 11,0
	b 7,5	a 9,5	a 9,6	a 10,6	a 9,8	a 8,5
	a 8,6	a 9,5	a 9,0	a 9,5	a 8,4	a 8,5
	a 13,1	a 12,5	a 11,5	a 14,0	a 10,8	a 10,0
	a 43,0	a 46,6	a 49,4	a 51,5	a 48,5	a 49,7

Sistema de Laboreo LC - NL

Tabla II. Carbono orgánico acumulado a lo a lo largo del perfil del suelo y en 0-60 cm en 2011, 2013 y 2015 y en dos sistemas de laboreo en un monocultivo de maíz. Datos con la misma letra no son significativamente diferentes entre sistemas de laboreo en cada año ( $\alpha=0,05$ ).

de NL se incrementó el nivel de carbono, sobre todo de carbono orgánico, en la profundidad comprendida entre 0 y 5 cm, pero la cantidad de carbono disminuyó por debajo de la observada en LC entre los 20 y 30 cm. Nie *et al.* (2016), obtuvieron similares resultados, destacando que el sistema de NL evitó la erosión hídrica producida por el riego y la erosión eólica, favoreciendo así el mantenimiento del carbono mineral y orgánico en la superficie del suelo. Wen-guang *et al.* (2015) estudiaron durante seis años en el cultivo de arroz los efectos del sistema de LC y NL sobre el ciclo del carbono, concluyendo que el sistema de NL ayudó a mitigar la pérdida de carbono debida a las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, y además se favoreció el secuestro de carbono, acumulando un 60% más de carbono que el sistema de LC. Villamil *et al.* (2015) llevaron a cabo un estudio sobre la evolución del carbono en el sistema de NL en el cultivo de maíz, y sus resultados mostraron una mayor cantidad de carbono en las primeras profundidades del suelo, debido a la retención de materia orgánica en los agregados del suelo y a la descomposición progresiva de los restos de cosecha del cultivo.

### 3.3. Estudio del efecto de los sistemas de laboreo de conservación sobre el flujo de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en el suelo

Las emisiones de CO<sub>2</sub> se estudiaron durante cuatro campañas consecutivas en el cultivo de maíz desde 2011 hasta 2015 y resultaron ser diferentes entre sí debido a las diferentes condiciones de suelo, temperaturas, precipitaciones y cantidades de agua de riego que se produjeron en dichas campañas.

Los valores de flujos de CO<sub>2</sub> en el sistema de LC y de NL en los meses de preparación del terreno (vertedera) en el mes de diciembre de 2011, noviembre de 2012 y en marzo 2014, en abril con el pase de cultivador así como en la siembra en mayo en las tres campañas se reflejan en la figura 3. En la campaña 2015 no se pudo efectuar las medidas de emisiones de CO<sub>2</sub> después de vertedera debido a las condiciones climatológicas (precipitación justo después de pasar la vertedera). Un incremento significativo en el flujo de CO<sub>2</sub> fue observado inmediatamente después del pase de vertedera en LC mientras que en NL este flujo fue similar. El flujo de CO<sub>2</sub> osciló desde



Medición del flujo de CO<sub>2</sub>

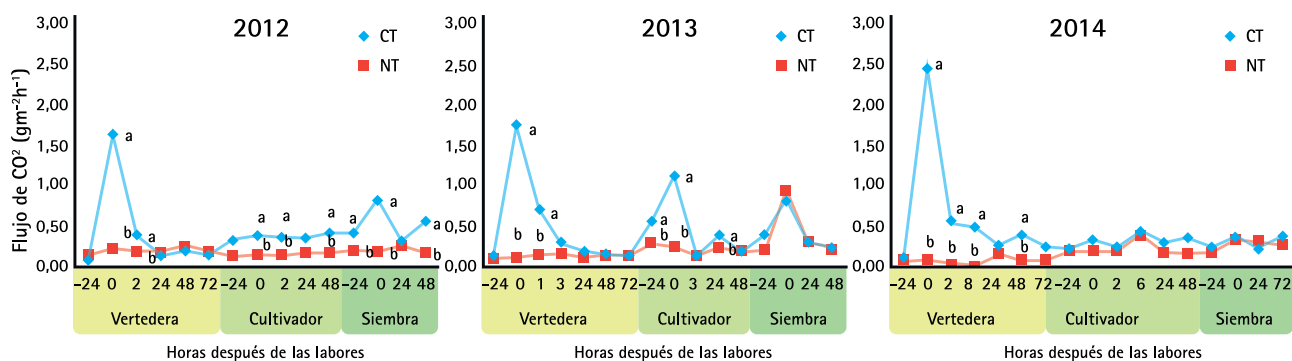


Figura 3. Flujo de en  $g\ CO_2\ m^{-2}\ h^{-1}$  24 horas antes y durante las primeras 72 horas después del pase de vertedera, durante 48 horas después del pase de cultivador y siembra del cultivo de maíz en las parcelas del sistema de laboreo convencional (LC) comparado con el de las parcelas de no laboreo (NL) en los años estudiados 2012, 2013 y 2014. Datos con distinta letra son significativamente diferentes entre sistemas de laboreo en cada año ( $\alpha=0,05$ ).

0,17 y 1,59  $g\ CO_2\ m^{-2}\ h^{-1}$  en 2011, desde 0,08 a 1,70  $g\ CO_2\ m^{-2}\ h^{-1}$  en 2012 y desde 0,08 a 2,4  $g\ CO_2\ m^{-2}\ h^{-1}$  en 2014 en los sistemas de NL y LC respectivamente. En dicha figura, se puede observar el efecto de cada equipo de laboreo sobre las emisiones de  $CO_2$  del suelo a la atmósfera, el pase de vertedera en las tres campañas fue sin duda el laboreo más agresivo del suelo. El flujo de  $CO_2$  en 2014 en LC fue mayor que en 2011 y 2012 en el mismo sistema debido a que la vertedera se pasó en el mes de marzo y las condiciones de suelo, temperaturas y humedad de suelo (datos no presentados) en ese mes fueron más elevadas que en los meses donde se efectuaron las medidas de 2011 y 2012. En las parcelas de LC, las emisiones fueron significativamente mayores que en las de NL, debido al volteo del terreno con labores profundas con la vertedera, que activó los procesos rápidos de oxidación disminuyendo los niveles de materia orgánica del suelo, desprendiendo gran cantidad de  $CO_2$  a la atmósfera y contribuyendo a un mayor calentamiento global que en el sistema de NL. Reicosky *et al.* (1997) determinó el flujo de  $CO_2$  después del pase de vertedera en un monocultivo de sorgo en los sistemas de LC y NL y obtuvo que el flujo de  $CO_2$  osciló entre 2,2 y 0,7  $g\ CO_2\ m^{-2}\ h^{-1}$  respectivamente. Prior *et al.* (2000) indicaron que el aumento del flujo después de la vertedera estuvo relacionado con la profundidad de la labor y con el grado de alteración del suelo.

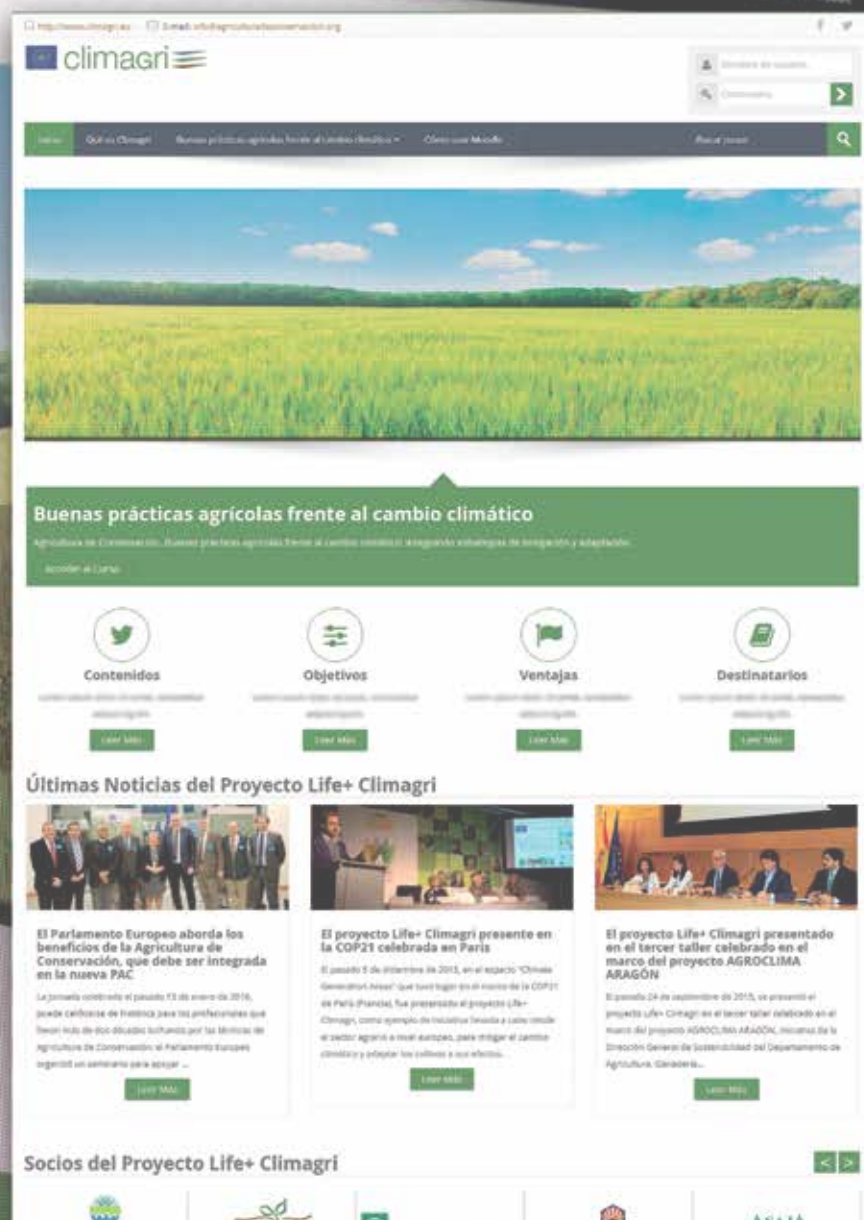
El flujo de  $CO_2$  disminuyó más de cuatro veces de forma considerable en las primeras 2 horas después del pase de vertedera en todas las campañas en LC (Figura 3). Reicosky *et al.* (1997) observándose una disminución desde 122 a 6  $g\ CO_2\ m^{-2}\ h^{-1}$ .

El flujo acumulativo de  $CO_2$  en las primeras 72 horas después del pase de vertedera fue significativamente mayor en las parcelas de LC que en las de NL en las tres campañas estudiadas (Tabla III). Las parcelas con el pase de vertedera emitieron 2,9, 5,1 y 9,0 veces más de  $CO_2$  que las parcelas de NL en las que no se perturbó el suelo en 2011, 2012 y 2014 respectivamente. Estas diferencias de emisiones encontradas entre años fueron debidas a las fechas en las que se pasó la vertedera y a las condiciones climatológicas después de dicha labor.

En las parcelas de LC se hizo un pase de cultivador cada año en el mes de abril, antes de la siembra y en 2012, con este pase, el flujo de  $CO_2$  apenas varió si bien fue significativamente mayor que en NL en las primeras dos horas después de realizar esta labor (Figura 3). En 2013, el flujo fue de 1,1 y de 0,2  $g\ CO_2\ m^{-2}\ h^{-1}$  en LC y NL respectivamente disminuyendo considerablemente en las primeras horas después del pase de cultivador y alcanzando valores muy similares a los obtenidos en NL. Finalmente, en 2014, el flujo de  $CO_2$  fue similar en ambos sistemas de laboreo. El flujo



# Life+ climagri



The screenshot displays the climagri website interface. At the top, there is a navigation bar with the climagri logo and a search bar. Below this is a large banner image of a green field under a blue sky. The main content area features a section titled "Buenas prácticas agrícolas frente al cambio climático" with a sub-header "Agricultura de Conservación, buenas prácticas agrícolas frente al cambio climático: estrategias exitosas de mitigación y adaptación." Below this are four icons representing "Contenidos", "Objetivos", "Ventajas", and "Destinatarios", each with a "Leer Más" button. The "Últimas Noticias del Proyecto Life+ Climagri" section contains three news items, each with a "Leer Más" button. The bottom of the page lists "Socios del Proyecto Life+ Climagri" with logos for various organizations.

**Curso de Buenas Prácticas Agrarias frente al cambio climático**

**Disponible en**

**[www.climagri.eu](http://www.climagri.eu)**



Siembra del cultivo de maíz con los sistemas de NL y LC.

acumulativo de CO<sub>2</sub> en las primeras 48 horas después del pase de cultivador fue significativamente mayor en las parcelas de LC que en las de NL en todas las campañas estudiadas excepto en 2014 donde las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera fue mayor en las parcelas de LC sin llegar a ser significativas (Tabla III).

Durante la siembra del cultivo en 2012, las emisiones de CO<sub>2</sub> fueron significativamente mayores en el sistema de LC que en el de NL alcanzando valores 0.8 g CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> mientras que en las otras dos campañas de manejo de suelo. El flujo de CO<sub>2</sub> fue similar en ambos sistemas de manejo de suelo. El flujo acumulativo de CO<sub>2</sub> en las primeras 48 horas después de la siembra fue parecido en todas las campañas excepto en 2012 (Tabla III), donde los valores fueron significativamente mayores en LC que en NL.

Los resultados en el seguimiento fenológico del cultivo de maíz en regadío indicaron que el sistema de laboreo influyó de forma significativa en las emisiones de CO<sub>2</sub> durante los estados vegetativos V10 y R2 en el primer año de cultivo 2012, V3 y V8 en 2014 y Ve en 2015 cuando el cultivo comienza a crecer de forma considerable y la temperatura del suelo y la humedad debida al riego aumentan (Figura 4). En estos estados de cultivo, las parcelas de LC emitieron mayor flujo

de CO<sub>2</sub> que las de NL, debido a que el suelo en LC no estuvo protegido por los restos de cosecha, induciendo una mayor temperatura del suelo, alterando la estructura del mismo y dejándolo más sensible a los cambios ambientales y favoreciendo la rápida oxidación de la materia orgánica y/o aumentando la de actividad microbológica y radicular en el suelo, que generaron reacciones químicas de oxidación produciendo más emisiones de CO<sub>2</sub> en estos estados fenológicos. Aon *et al.* (2001) destacaron que temperaturas elevadas resultaron en mayores tasas de descomposición de la materia orgánica. Kuzyakov y Domanski (2000) señalaron que el crecimiento de los cultivos tuvo un impacto significativo en la actividad microbiana a través de exudados de la raíz, al descomponerse fácilmente por los microorganismos del suelo. Rochette *et al.* (1999) resaltaron que, en el cultivo de maíz, la contribución de la respiración de la raíz más la descomposición de los exudados de la misma a la respiración total del suelo, pudo ser significativo con valores cercanos al 50% alrededor del período de máxima actividad de cultivo. Esto pudo explicar el aumento en las emisiones de CO<sub>2</sub> del suelo observadas en estos estados fenológicos que correspondieron a las mayores tasas de crecimiento del cultivo. Desde mayo que se efectuó la siembra hasta las determinaciones a finales del mes de septiembre, el

PRIMERAS 72 HORAS DESPUES DEL PASE DE VERTEADERA			PRIMERAS 48 HORAS DESPUÉS DEL PASE DE CULTIVADOR			PRIMERAS 48 HORAS DESPUÉS DE SIEMBRA		
LABOR Y MEDIDA	Sistema de laboreo		LABOR Y MEDIDA	Sistema de laboreo		LABOR Y MEDIDA	Sistema de laboreo	
	CT	NT		CT	NT		CT	NT
Diciembre 2011	166 a	58 b	Abril 2012	64 a	22 b	Mayo 2012	74 a	23 b
Noviembre 2013	216 a	42 b	Abril 2013	82 a	31 b	Mayo 2013	59 a	65 a
Marzo 2014	315 a	35 b	Abril 2014	79 a	55 b	Mayo 2014	70 a	66 a
Noviembre 2014			Abril 2015	132 a	72 b	Mayo 2014	58 a	43 a

Tabla III. Emisiones de CO<sub>2</sub> acumuladas en g CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> durante las primeras 72 horas del pase de vertedera y 48 horas después del pase de cultivador y siembra en laboreo convencional (LC) y no laboreo (NL) en cuatro campañas de cultivo de maíz. Datos con distinta letra son significativamente diferentes entre sistemas de laboreo en cada año (α=0,05).



flujo de CO<sub>2</sub> fue de un 77, 33 y 14% mayor en el sistema de LC que en el NL en 2012, 2014 y 2015 respectivamente (Figura 4). Las emisiones de CO<sub>2</sub> alcanzaron sus máximos en junio hasta agosto, meses en los que el cultivo tuvo un crecimiento considerable coincidiendo con temperaturas elevadas. En este estudio, se encontró una elevada correlación entre el flujo de CO<sub>2</sub> y la temperatura de suelo ( $R^2 = 0.88$ ), las emisiones se incrementaron cuando la temperatura también aumentó. Rochette *et al.* (1999) indicaron que las emisiones de CO<sub>2</sub> estuvieron relacionadas con la temperatura y el crecimiento del cultivo. Las mayores emisiones de CO<sub>2</sub> en los meses más cálidos podrían estar, en parte, asociado con la raíz respiración, porque el crecimiento de la planta también fue mucho mayor en aquellos meses. Hanson *et al.* (2000) señalaron que en cultivos anuales, las contribuciones de la raíz a la respiración del suelo son más elevadas durante el crecimiento del cultivo e inferiores durante los períodos de inactividad del cultivo.

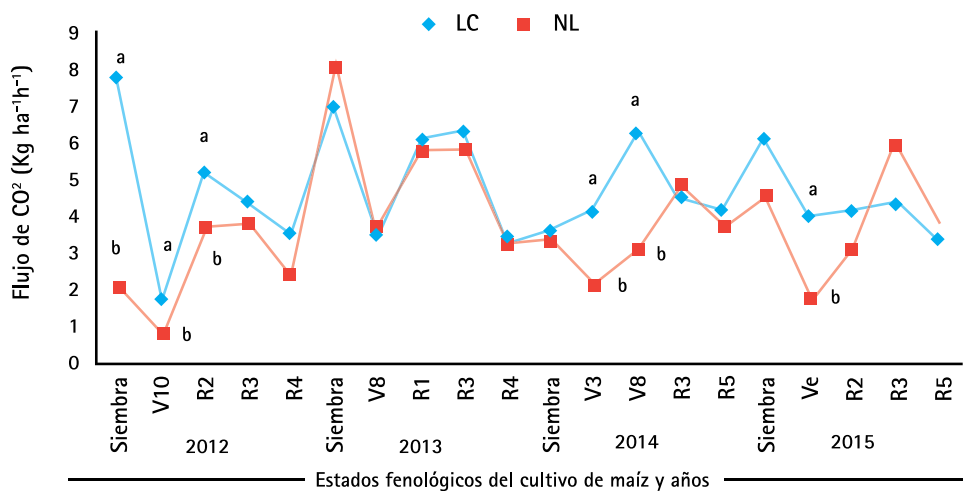


Figura 4. Flujo en Kg CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> en diferentes estados fenológicos del cultivo de maíz las parcelas del sistema de laboreo convencional (LC) comparado con el de las parcelas de no laboreo (NL) desde 2012 hasta 2015. Ve = emergencia, V3 = Tercer hoja desarrollada, V8 = octava hoja desarrollada, V10 = décima hoja desarrollada, R1 = emergencia del estigma, R2 = cuaje, R3 = grano lechoso, R4 = grano pastoso, R5 = grano dentado. Datos con distinta letra son significativamente diferentes entre sistemas de laboreo en cada año ( $\alpha=0,05$ ).

### 3. Conclusiones

El sistema de laboreo afectó de forma considerable a la concentración y distribución del carbono orgánico del suelo, así en el sistema de NL aumentó la concentración de SOC en los primeros treinta cm de suelo en 2011 y 2013, si bien este aumento solo se reflejó en los primeros 10 cm de suelo en 2015. El carbono orgánico acumulado en los primeros 60 cm de suelo fue mayor en el sistema de NL que en el de LC sin llegar a tener diferencias significativas. En la superficie del suelo, se presentó un valor medio de SOC más elevado que en los horizontes profundos y la razón de estratificación fue 1,56 en LC mientras que en NL fue de 1,94, aumentando la calidad del suelo en la superficie en el último año de estudio.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> desde el suelo a la atmósfera se vio muy influenciada por el año en las que se realizaron las determinaciones y varió desde la preparación del suelo hasta el final de ciclo vegetativo del cultivo de maíz. El sistema de laboreo afectó significativamente a las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. El LC, debido sobre todo al pase de verte-

dera y al del cultivador, favoreció la emisión de este gas de efecto invernadero, mientras que en el sistema de NL se emitieron menores flujos de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, al mantener y mejorar la estructura del suelo debido a la protección de la cubierta vegetal sobre la superficie del suelo. Del mismo modo, las parcelas de LC emitieron mayor flujo de CO<sub>2</sub> que las de NL durante los estados vegetativos en los que el crecimiento del cultivo fue considerable y cuando la temperatura del suelo y la humedad debida al riego aumentan.

Del estudio realizado se puede señalar, que la conversión de las tierras de cultivo de un cultivo de maíz en regadío con vertedera hacia un sistema de no laboreo, reduciría el potencial de la erosión del suelo, obteniendo un aumento del secuestro de carbono orgánico en el suelo y una reducción de emisiones CO<sub>2</sub> a la atmósfera, pudiendo contribuir de manera positiva a la reducción de emisiones de gases invernadero por parte del sector agrícola.

#### 4. Bibliografía

- Aon, M.A.; Sarena, D.E.; Burgos, J.L.; Cortassa, S. (2001). Interaction between gas exchange rates and physical and microbiological properties in soils recently subjected to agriculture. *Soil Tillage Res.* 60, 163-171.
- Balesdent, J.; Mariotti, A.; Boisgontier, D. (1990). Effect of tillage on soil organic carbon mineralization estimated from C-13 abundance in maize fields. *Journal of Soil Science*, 41(4), 587-596.
- Basamba, T.A.; Amezquita, E.; Singh, B.R.; Rao, I.M. (2006). Effects of tillage systems on soil physical properties, root distribution and maize yield on a Colombian acid-savanna oxisol. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 56(4), 255-262.
- Beare, M.H.; Hendrix, P.F.; Coleman, D.C. (1994). Water-stable aggregates and organic-matter fractions in conventional-tillage and no-tillage soils. *Soil Science Society of America Journal*, 58(3), 777-786.
- Blake, G.R.; Hartge, K.H. (1986). Bulk density: In Klute, A. (Ed.) *Methods of soil analysis*. Madison, WI, USA, pp.363-375.
- Corsini, P.C. & Ferraud, A.S. (1999). Effects of tillage systems on bulk density, aeration porosity and root development of corn in a typic Haplorthox soil. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 34(2), 289-298.
- Da Silveira, P.M.; Stone, L.F.; Alves Junior, J.; da Silva, J. G. (2008). Effects of soil tillage and crop rotation systems on bulk density and soil porosity of a dystrophic red latosol. *Bioscience Journal*, 24(3), 53.
- De Bona, F.D.; Bayer, C.; Bergamaschi, H.; Dieckow, J. (2006). Soil organic carbon in sprinkler irrigation systems under no-till and conventional tillage. *Revista Brasileira De Ciencia do Solo*, 30(5), 911-919.
- Doran, J.W. & Parkin, T.B. (1994). Defining and assessing soil quality. Defining Soil Quality for a Sustainable. *Environment*, (35), 3-21.
- Franzluebbers, A.J. (2002). Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. *Soil Till. Res.* 66, 95-106.
- Hanson, P.J.; Edwards, N.T.; Garten, C.T.; Andrews, J.A. (2000). Separating root and soil microbial contributions to soil respiration: a review of methods and observations. *Biogeochemistry* 48, 115-146.
- Halvorson, A.D.; Follett, R.F.; Reule, C.A.; Del Grosso, S. (2008). Soil organic carbon and nitrogen sequestration in irrigated cropping systems of Central Great Plains. In R. Lal and R.F. Follet (ed.). *Soil carbon sequestration and the greenhouse effect*. Spec. Publ. 57, 2<sup>nd</sup> ed, SSAA, Madison, WI.



- Huang, M.; Liang, T.; Wang, L.; Zhou, C. (2015). Effects of no-tillage systems on soil physical properties and carbon sequestration under long-term wheat-maize double cropping system. *Catena*, 128, 195-202.
- Izquierdo, I.; Caravaca, F.; Alguacil, M.M.; Roldan, A. (2003). Changes in physical and biological soil quality indicators in a tropical crop system (Havana, Cuba) in response to different agro ecological management practices. *Environmental Management*, 32(5), 639-645.
- Karlen, D.L.; Ditzler, C.A.; Andrews, S.S. (2003). Soil quality: Why and how. *Geoderma*, 114(3-4), 145-156.
- Kuzyakov, Y. and Domanski, G. (2000). Carbon Input by Plants into the Soil. Review. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 163, 421-431.
- Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma* 123, 1-22.  
<http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/estadisticas/>
- Nie, X.J.; Zhang, J.H.; Cheng, J.X.; Gao, H.; Guan, Z.M. (2016). Effect of soil redistribution on various organic carbons in a water- and tillage-eroded soil. *Soil and Tillage Research*, 155, 1-8
- Prior, S.A.; Reicosky, D.C.; Reeves, D.W.; Runion, G.B.; Raper, R.L. (2000). Residue and tillage effects on planting implement-induced short-term CO<sub>2</sub> and water loss from a loamy sand soil in Alabama. *Soil Till. Res.* 54, 197-199.
- Reicosky, D.C.; Dugas, W.A.; Torbert, H.A. (1997). Tillage-induced soil carbon dioxide loss from different cropping systems. *Soil Till. Res.* 41, 105-118.
- Rochette, P.; Flanagan, L.B.; Gregorich, E.G. (1999). Separating soil respiration into plant and soil components using analyses of the natural abundance of carbon. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63, 1207-1213.
- Roldan, A.; Caravaca, F.; Hernández, M.T.; Garcia, C.; Sanchez-Brito, C.; Velasquez, M.; Tiscareno, M. (2003). No-tillage, crop residue additions, and legume cover cropping effects on soil quality characteristics under maize in patzcuaro watershed (Mexico). *Soil & Tillage Research*, 72(1), 65-73.
- Roldan, A.; Salinas-García, J.R.; Alguacil, M.M.; Diaz, E.; Caravaca, F. (2005). Soil enzyme activities suggest advantages of conservation tillage practices in sorghum cultivation under subtropical conditions. *Geoderma*, 129(3-4), 178-185.
- Sombrero, A.; Rodríguez-Bragado, L.; Díez-Fraile, C.; Casta, P. (2015). Análisis económico del monocultivo de maíz en laboreo convencional y no laboreo con dos dosis de fertilización nitrogenada en Castilla y León, España. *Tierras de Castilla y León*, (231), 26-36
- Sombrero, A.; Rodríguez-Bragado, L.; Díez-Fraile, C.; Casta, P. (2016). Efecto del manejo del suelo en el balance energético en el monocultivo de maíz con dos dosis de fertilización nitrogenada en Castilla y León, España. *Tierras de Castilla y León*, (238), 74- 85.
- Traore, S.; Thiombiano, L.; Millogo, J.R.; Guinko, S. (2007). Carbon and nitrogen enhancement in Cambisols and Vertisols by acacia spp. in eastern Burkina Faso: Relation to soil respiration and microbial biomass. *Applied Soil Ecology*, 35(3), 660-669.
- Villamil, M.B. & Nafziger, E.D. (2015). Corn residue, tillage, and nitrogen rate effects on soil carbon and nutrient stocks in Illinois. *Geoderma*, 253-254, 61-66.
- Wen-guang, T.; Xiao-ping, X.; Hai-lin, Z.; Zhong-Du, C.; Jian-fu, X. (2015). Effects of long-term tillage and rice straw returning on soil nutrient pools and Cd concentration. *Yingyong Shengtai Xuebao*. Jan2015, Vol. 26 Issue 1, 168-176.
- Zhang, X. (2012). Cropping and tillage systems effects on soil erosion under climate change in Oklahoma. *Soil Science Society of America Journal*, 76(5), 1789-1797.

## 5. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos RTA2010-00006-C03-01 y RTA 2013-00009-C02-02 del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), proyectos cofinanciados con fondos FEDER.

# Los profesionales que visitaron FIMA 2018 muestran gran interés por los fertilizantes ecológicos Flecotec de ICL

ICL Specialty Fertilizers ha sido una de las empresas destacadas del sector fertilizantes que ha participado en la 40 edición de la Feria Internacional de Maquinaria Agrícola, FIMA 2018, que se ha celebrado del 20 al 24 de febrero en el recinto ferial de Zaragoza.

En esta edición de FIMA, ICL Specialty Fertilizers ha aprovechado el certamen para presentar su línea de fertilizantes ecológicos **Flecotec**, lanzada en el mercado en 2017 y que tiene como objetivo satisfacer las necesidades nutricionales del incesante creciente mercado de los cultivos ecológicos. Los visitantes profesionales de FIMA se han interesado por los fertilizantes **Flecotec**, todos ellos certificados para su uso en Agricultura Ecológica, según reglamento (CE) 834/2007. La gama **Flecotec** incluye fertilizantes líquidos, solubles y granulados (para abonado de fondo).

Otra de las propuestas destacadas en el stand de ICL ha sido su agente humectante **H2Flo**, que es una mezcla única de surfactantes diseñada especialmente para una mejor eficiencia en la gestión del agua y el riego.

ICL presentó también el renovado diseño de los envases de la gama de fertilizantes solubles de alta pureza **Nova**: Nova Potassium (un fertilizante potásico optimizado); Nova PeKacid (fertilizante PK de alta acidez); Nova PeaK (fosfato monopotásico); Nova N-K (nitrato potásico); Nova Calcium (nitrato cálcico); Nova MAP (fosfato monoamónico); Nova Ferti-K



Stand de ICL en FIMA 2018.



Se presentó el fertilizante ecológico FLECOTEC.

(cloruro potásico); Nova SOP (sulfato potásico); Nova Mag-N (nitrato magnésico); Nova Mag-S (sulfato de magnesio) y Nova MagPhos (fertilizante PK más Mg).

Por último, teniendo en cuenta que muchos de los visitantes a la feria de Zaragoza han sido agricultores especializados en cereal y frutales, ICL

Specialty Fertilizers ha dedicado un espacio del stand a sus ya más que conocidos fertilizantes de liberación controlada, como Agromaster, y Agroblen, que proporcionan al cultivo una nutrición precisa en los momentos clave en los que la planta lo necesita.

Más Información en [www.icl-sf.es](http://www.icl-sf.es)



# Syngenta lanza **ELATUS™ Era**, una nueva tecnología de protección vegetal frente a las principales enfermedades fúngicas del cereal

Se trata de un nuevo fungicida registrado en España para las principales enfermedades foliares que afectan

al trigo, cebada, centeno, avena, espelta y triticale. Incorpora un nuevo mecanismo de acción que aporta la ma-

teria activa SOLATENOL™ y que ha demostrado en todos los ensayos una eficacia, potencia y solidez única.

Syngenta ha presentado a su red de distribución en España **ELATUS Era™**, una de las grandes novedades previstas para este año 2018. **ELATUS Era™** incorpora una nueva materia activa, **SOLATENOL™**. Una nueva molécula de acción fungicida, con amplio espectro frente a las principales enfermedades que sufren los cultivos cereales.

Con esta innovación tecnológica la compañía, actualmente líder en soluciones de sanidad vegetal para cereal, completa su catálogo con un producto registrado para el control de las principales enfermedades foliares que afectan al trigo, cebada, centeno, avena, espelta y triticale.

En palabras de Francisco Quiroga, responsable del portafolio de productos de Syngenta en España y Portugal: *“Para desarrollar la nueva materia activa, **SOLATENOL™**, se han estudiado más de 140.000 moléculas diferentes. Se ha puesto todo el potencial del I+D de la compañía durante 12 años para poder lanzar un nuevo producto como **ELATUS Era™**. Desde el desarrollo en laboratorio, las pruebas en cámaras controladas, pasando luego por microparcelas de ensayo, hasta llegar a los ensayos de campo con agricultores, su registro y lanzamiento comercial, el desafío ha sido enorme y solo una gran compañía comprometida con la innovación como Syngenta puede afrontarlo con éxito”.*

En la presentación del producto se destacaron dos aspectos muy importantes de lo que hay detrás de este lanzamiento: una importante inversión en innovación que supone desarrollar una nueva materia activa y un extenso trabajo de campo que ha supuesto poder registrarlo en España para un amplísimo abanico de cultivos y enfermedades.

## **ELATUS Era™**, fungicida de amplio espectro y muy selectivo

El nuevo fungicida **ELATUS Era™** destaca por su alta eficacia en campo, que viene determinada tanto por su doble modo de acción como en su formulación. **SOLATENOL™** se combina con una segunda sustancia activa, Protiocanazol. Esta formulación de alta calidad hace que su aplicación y efectividad sean actualmente las más efectivas en su clase.

**SOLATENOL™** basa su modo de acción en la inhibición de la enzima **Succinato DesHidrogenasa (SDHI)**, un método que ha



Carmo Pereira, responsable del producto para España y Portugal.

demostrado ser muy eficaz frente a las enfermedades fúngicas más perjudiciales para el cereal como la Septoria o la Roya.

*“**ELATUS Era™** ha demostrado en cientos de ensayos realizados por toda Europa (155 ensayos en trigo y 113 en cebada desde el año 2015), un excelente control de estas enfermedades, que causan enormes pérdidas de producción en todas las variedades de cereales, siendo siempre eficaz en diferentes condiciones de cultivo y tipos de suelo. El producto ofrece niveles sobresalientes de protección de las hojas, lo que proporciona un mayor rendimiento, calidad del grano y, por tanto, un importante retorno de la inversión para el agricultor”,* afirma Carmo Pereira, responsable del producto para España y Portugal.

Para Syngenta, este lanzamiento es el primero de toda una serie de novedades tecnológicas en protección de cultivos previstas para 2018. Todas ellas tienen como nexo común la apuesta por la innovación para ofrecer soluciones globales sostenibles a los principales retos de los agricultores.



Presentación de Elatus Era en un original y nuevo formato con hologramas

## New Holland T7.225 AC gana el premio Tractor de España 2018 entregado en FIMA



New Holland Agriculture recibió el título Tractor de España 2018 para el modelo T7.225 AC. El tractor ganador fue seleccionado por un jurado compuesto por expertos del sector y en la maquinaria agrícola, así como periodistas especializados y, por votación popular de clientes y agricultores. Alessandro Maritano, Vicepresidente New Holland Agriculture para EMEA, recibió el premio en una ceremonia celebrada durante FIMA 2018 en Zaragoza: “Es un honor para nosotros recibir este premio para el nuevo tractor T7, especialmente porque refleja el reconocimiento de expertos del sector agrícola y agricultores. Este modelo T.7225 AC presenta nuevas características desarrolladas para facilitar la vida del operador. Y una vez más se premia a la serie de tractores T7, la serie más galardonada de la historia”.

### El rey de España Felipe VI visita el stand de New Holland

New Holland también recibió la visita del rey Felipe VI de España, que fue recibido en el stand por Carlo Lambro, presidente de la marca New Holland, Alessandro Maritano, y Riccardo Angelini, director general de New Holland en España. El monarca español pudo comprobar de primera mano y durante varios minutos el gran despliegue que la marca presentó en el certamen, mostrando gran interés por la amplia gama de productos expuestos, y en particular la tecnología allí expuesta, destacando sus preguntas acerca de la línea estratégica Clean Energy Leader y de la nueva transmisión Dynamic Command presentada en el T6 DC.

### El T7.225 AC nombrado Tractor de España 2018 lleva el control y la comodidad a un nivel superior

El galardonado modelo es el más grande de los cinco modelos que componen la nueva serie de tractores T7 SWB de New Holland. Cuenta con la exclusiva transmisión continua Auto Command que combina la facilidad de uso con la mayor productividad y eficiencia del mercado.

Además la nueva y exclusiva característica CustomSteer™ introduce el concepto de dirección de relación variable en el T7, lo que da como resultado una maniobrabilidad sin esfuerzo. Con motores ECOBlue™ HI-eSCR Nef que cumplen totalmente con los estándares de emisión Tier 4B aún más estrictos y desarrollan entre 175-315 (CV) mientras mantienen la excelente economía de combustible, que es un sello distintivo de la gama T7. El T7.225 es el tractor ideal para el contratista y cerealista profesional.

New Holland una vez más atrajo todas las miradas en FIMA 2018 por la multitud de novedades y la forma de presentarlas en sus tres áreas expositivas, con más de 3.500 metros cuadrados, que en esta ocasión presentó New Holland en FIMA 2018. Muchos fueron los lanzamientos, mostrando la tecnología de vanguardia que todos los productos de la marca poseen y que hicieron que el stand New Holland fuera una de los más visitados por los más de 230.000 de personas que asistieron al evento, según la organización.

La marca obtuvo otros dos premios de Novedades Técnicas en FIMA 2018, los galardones fueron para el Sistema de giro variable en las series T6 y T7 - CustomSteer y para el Acople para implementos ventrales en tractores T4 N/V.



# MICROTEAM<sup>®</sup>, TARALENT<sup>®</sup> y TARATECH<sup>®</sup>: la sinergia perfecta para fertilizar el maíz

En España se cultiva una media de 6 millones de hectáreas de cereales. Es el sector con mayor base territorial y con distribución a lo largo de todo el territorio. En la campaña actual 2016/17, los datos de recolecciones en las diferentes áreas geográficas del territorio español no han sido esperanzadores, ya que las producciones no han sido las esperadas, ocasionadas fundamentalmente por la falta de agua; y el precio del cereal ha sido especialmente bajo.

En TARA ZONA estamos concienciados con estos temas de gran influencia para la agricultura y para nuestros clientes, por ese motivo desde hace años estamos desarrollando productos que ayuden al cereal a superar épocas de estrés hídrico (falta de agua), estrés ambiental (golpes de calor o frío) y establecimiento de producciones en épocas adversas.

La experiencia conseguida gracias al programa TARA ZONA AGRONOMICS, en colaboración con los principales Centros Tecnológicos y Universidades de España, mediante ensayos de laboratorio y pruebas de campo, buscando la mejora continua en los planes de abonado, nos ha llevado a desarrollar productos de las diferentes gamas como MICROTEAM<sup>®</sup>, TARALENT<sup>®</sup> y TARATECH<sup>®</sup>.

## MICROTEAM<sup>®</sup>

La tecnología de última generación con la que se fabrican los fertilizantes MICROTEAM<sup>®</sup> ha permitido desarrollar fertilizantes microcomplejos y líquidos con fósforo inteligente especialmente diseñados para ultralocalización. Este tipo de fertilizantes MICROTEAM<sup>®</sup> de aplicación ultralocalizada junto con la semilla en el momento de la siembra o del trasplante, aporta los nutrientes de forma homogénea en el momento justo y en la cantidad necesaria, haciendo un uso más racional de los fertilizantes.

## TARALENT<sup>®</sup>

Los fertilizantes TARALENT<sup>®</sup>, con nitrógeno inhibido por NBPT o por DMPP según las necesidades del cultivo, están especialmente concebidos para realizar una fertilización racional que disminuya las unidades de fertilizante aplicado. De esta forma contribuimos a la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, evitando las pérdidas por volatilización, y reducimos la contaminación de los acuíferos, evitando que se pierdan derivados nitrogenados por lixiviación.



SOLUCIONES NUTRITIVAS PARA TUS CULTIVOS



## CONCEPTOS CLAVE PARA LA FERTILIZACIÓN



Con la gama ENEBE<sup>®</sup> actuamos sobre la bacteria de la ureasa y por lo tanto ralentizamos el proceso de transformación de nitrógeno ureico a nitrógeno amoniacal, mucho más volátil. Con la gama NITRENE<sup>®</sup> actuamos sobre las bacterias nitrosomonas ralentizando el proceso de cambio de nitrógeno amoniacal a nitrógeno nítrico, mucho más soluble y susceptible de perderse por lixiviación.

TARALENT<sup>®</sup> incluye una amplia gama de formulaciones para ser utilizadas a lo largo de todos los estados fenológicos.

## TARATECH<sup>®</sup>

Por último, en la línea TARATECH<sup>®</sup> encontramos bioestimulantes, correctores y otros productos especiales que han sido desarrollados para solucionar carencias específicas de los cultivos y estimular a la planta ante posibles momentos de estrés.

Con la aplicación de los fertilizantes MICROTEAM<sup>®</sup>, TARALENT<sup>®</sup> y TARATECH<sup>®</sup> encontrarás la solución perfecta para fertilizar tu maíz desde el inicio hasta la cosecha.

# Ventajas de los fertilizantes a base de nitrato amónico frente a la urea

Por Pilar García-Serrano

Resulta paradójico que teniendo que reducir las emisiones de amoniaco para evitar el calentamiento global, la urea de terceros países esté sustituyendo a los nitratos amónicos europeos, fertilizantes más eficaces, eficientes y con menor huella de carbono.

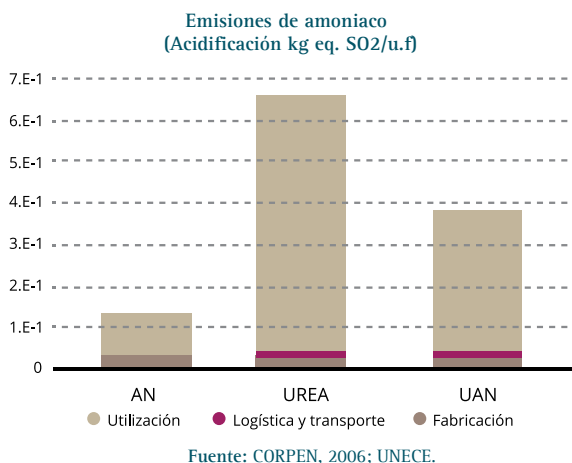
La Directiva Europea de Techos de Emisión, impone reducciones concretas respecto a determinados gases, uno de los cuales, el amoniaco, tiene origen agrícola en un 97%: dos tercios procedentes de la ganadería y tan sólo un tercio de la utilización de fertilizantes. El amoniaco es el único contaminante cuyas emisiones están creciendo respecto al año de referencia, 2005, y los países tienen la obligación y responsabilidad de adoptar las medidas precisas para alcanzar los objetivos fijados para 2020 y 2030.

## Mejor comportamiento agronómico y medioambiental de los nitratos frente a la urea

En lo que respecta a los fertilizantes y a la fertilización se debe incidir en que, con independencia de la adopción de toda una batería de buenas prácticas medioambientales,

- las distintas formas de nitrógeno tienen efectos diferentes sobre el rendimiento y la calidad del cultivo.
- las diferencias de rendimiento se deben a las distintas pérdidas entre unas formas y otras, sobre todo por volatilización y lixiviación.

Es por ello que la elección del tipo de nitrógeno es fundamental, no solo en cuanto a la rentabilidad de la explotación agrícola, sino en cuanto a la reducción de las emisiones de amoniaco.



Numerosos ensayos científicos han puesto de manifiesto las mayores emisiones de amoniaco y la mayor huella de carbono de la urea frente a los nitratos amónicos.

### Principales ventajas de los fertilizantes a base de nitrato amónico frente a los que contienen otros tipos de nitrógeno

#### AGRONÓMICAS

Mejoran la eficiencia en el uso del nitrógeno (NUE) y, por tanto, mejoran la productividad y la calidad de la cosecha.

#### MEDIOAMBIENTALES

Reducen las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera y la contaminación del agua.

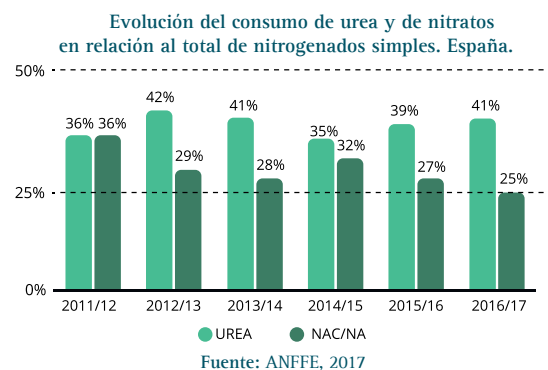
#### SOBRE LA SALUD

Tienen menores emisiones de amoniaco y de micropartículas.

## Qué está sucediendo en el mercado

En España, de 2011/12 a 2016/17

- El volumen de importación de urea ha subido de 283 Mt, 58% del mercado agrícola, a 541 Mt, 79% del mercado agrícola.
- El consumo agrícola de urea crece en detrimento del consumo de nitratos.



No hay razones agronómicas que justifiquen este cambio en el consumo, muy al contrario, tan solo razones comerciales y la enorme presión de las importaciones de países con costes energéticos muy bajos y sin restricciones medioambientales de ningún tipo, que están impactando gravemente en nuestro mercado en detrimento de la rentabilidad de nuestra agricultura y del medio ambiente.



## Agricultura de Conservación presente en FIMA 2018 en el stand de Michelin

La Asociación Española Agricultura de Conservación. Suelos Vivos, ha estado presente en la Feria Internacional de Maquinaria Agrícola FIMA 2018, invitada por Michelin, para hablar de los beneficios que se consiguen al implantar Agricultura de Conservación sobre el suelo y como, puede suponer un aliado perfecto con los neumáticos de baja presión para evitar la compactación.

La Asociación Española Agricultura de Conservación. Suelos Vivos (AEAC.SV) participó en la Feria Internacional de Maquinaria Agrícola (FIMA) celebrada en las instalaciones de la Feria de Zaragoza el pasado mes de febrero, para explicar los beneficios que la Agricultura de Conservación aporta a los ecosistemas agrícolas en general y a los suelos en particular, garantizando así, una agricultura productiva, sostenible, favorecedora de la preservación del medio ambiente.

La compactación del suelo es una de las principales causas de degradación a la que se encuentran sometidos los suelos agrícolas, debido al tránsito continuado de la maquinaria y a un manejo del suelo basado en el laboreo. Michelin, conscientes de esta problemática, viene desarrollando una amplia gama de neumáticos de baja presión para su uso en tractores y aperos que reducen la compactación del suelo. Conscientes de que el sistema de manejo influye en este caso, Michelin contó nuevamente con la colaboración de la AEAC.SV para tratar, entre otros temas, los efectos negativos que el laboreo supone para el suelo, compactándolo y afectando con ello, al desarrollo radicular de los cultivos, reduciendo la capacidad de infiltración del agua e incrementando por tanto, la pérdida de suelo y agua por escorrentía.

Durante los días que duró la FIMA, los técnicos de la AEAC.SV explicaron como la implantación de Agricultura de Conservación contribuye a mejorar de la calidad del aire, agua y suelo. Al mantener el suelo cubierto con los restos de cosecha y reducir el número de labores, se favorece el efecto sumidero de los suelos agrícolas disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero provocadas por el consumo de combustible, lo que mitiga los efectos negativos del cambio climático. En lo que respecta a la compactación, se expuso como la utilización conjunta de prácticas de Agricultura de Conservación y neumáticos de baja presión son poderosos aliados, exponiendo algunos de los resultados obtenidos en fincas en donde ya se vienen usando ambas prácticas.



En este sentido, Michelin mostró el efecto que ejerce la rodadura de la maquinaria en el suelo, todo ello influenciado por el tipo de neumático empleado, presión, peso de la maquinaria y apero, e incluso el número de operaciones realizadas. Como dato destacable, Michelin alertó que la compactación producía una reducción del 4% en la producción a través de los estudios realizados por la Universidad Harper Adams, de ahí de la necesidad de utilizar neumáticos de baja presión.

Sin lugar a duda, los asistentes pudieron conocer de forma detallada los beneficios de las prácticas de AC y el uso de neumáticos de alta flotación genera, a la vez de resolver muchas de sus dudas e inquietudes.

## TRIKA Lambda 1 se consolida como insecticida microgranulado para proteger y potenciar los cultivos frente a las plagas del suelo



TRIKA® Lambda 1 se ha consolidado en toda España como el insecticida microgranulado más eficaz contra las principales plagas de suelo (gusanos de alambre, rosquillas, etc.) y que, además, potencia la implantación de los cultivos. TRIKA® Lambda 1, de Sipcam Iberia, ha mostrado su eficacia tanto en el cultivo del maíz, como en algodón, girasol, patata, tomate industria, etc.

Este insecticida es diferente porque se aplica junto a la semilla en la línea de siembra e incorpora un abono de liberación controlada, lo que hace que el producto cree una defensa alrededor de la semilla que la protege de las plagas y, además, le ayuda en la nascencia y a la buena implantación del cultivo al estar protegida

la semilla y contar con una nutrición extra con el abono que libera el producto.

TRIKA® Lambda 1 está formulado con el insecticida Lambda Cihalotrin al 0,4% fijado en una base órgano-mineral denominada Umoslow (patentada por Sipcam Iberia), que favorece un mayor sistema radicular que se traduce en un mayor vigor de las plantas en la nascencia y primeras fases del desarrollo, potenciando así la implantación del cultivo. Es importante resaltar que la materia activa del TRIKA® Lambda 1 tiene una baja movilidad en el suelo (queda adherido a los gránulos o al complejo arcillohúmico), y tiene un alto poder de repelencia pese a sus bajas concentraciones, manteniendo las plagas del suelo alejadas de la zona de desarrollo de las raíces.

Este doble efecto en un solo producto, aplicado en la línea de siembra, tiene ventajas claras: fácil aplicación con una sola tolva en la sembradora para el insecticida microgranulado; altísima eficacia insecticida que minimiza las pérdidas de plantas; mayor vigor en la nascencia y mejor implantación del cultivo. Al nacer más plantas y con más vigor el cultivo es más homogéneo, aguanta mucho mejor situaciones de estrés o malas climatologías y, finalmente, las producciones son mayores y con mayor calidad de cosecha, como se ha visto en todas las pruebas de desarrollo realizadas y comprobado en los tres años de comercialización.

Más Información:  
[www.sipcamiberia.es](http://www.sipcamiberia.es)



# T6 DYNAMIC COMMAND

# PONTE EN MARCHA



DYNAMIC COMMAND

**CONSIGA EL MÁXIMO RENDIMIENTO EN CUALQUIER APLICACIÓN GRACIAS A LA NUEVA TRANSMISIÓN POWERSHIFT DE 8 MARCHAS BAJO CARGA**

#### **TRANSMISIÓN VERSÁTIL**

11 marchas en el rango de velocidades más habitual, con superreductor como opción. El mejor sistema de inversión de su categoría.

#### **AUTOMATIZACIÓN A LA DEMANDA**

Nuevas características para hacer su trabajo más eficiente y cómodo: cambio automático, parada inteligente, gestión de velocidad de avance.

#### **EFICIENCIA SIN IGUAL**

Máxima optimización del combustible. Ciclos de carga con pala más rápidos que incrementan aún más la eficiencia.

#### **ERGONOMÍA QUE SATISFACE SUS NECESIDADES**

Reposabrazos SideWinder II equipado con distribuidores mecánicos o electrónicos. Nuevo joystick electrónico que incorpora todo lo necesario para manejar la pala con total comodidad.

NEW HOLLAND TOP SERVICE 00800 64 111 111\* ASISTENCIA E INFORMACIÓN 24/7.

\*La llamada es gratuita desde teléfono fijo. Antes de llamar con su teléfono móvil, consulte tarifas con su operador.



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





# ELATUS™ Era

Una nueva Era de innovación

El fungicida para cereal  
Potente, Sólido y Completo

 **Elatus™ Era**

**syngenta.**



© 2018 Syngenta. Todos los derechos reservados. ™ y © son marcas comerciales del Grupo Syngenta.  
Use los productos fitosanitarios de manera segura.  
Lea siempre la etiqueta y la información sobre el producto antes de usarlo.