

NUTRICIÓN VEGETAL

Mejora de la productividad y economía del trigo con el uso de bioestimulantes

El uso de bioestimulantes favorece la actividad metabólica del cultivo y fomenta un mayor desarrollo vegetativo, lo que ocasiona en un incremento de la producción de grano y una importante mejora de la rentabilidad económica de la producción de cereal, al prácticamente no incrementar sus costes de producción.

Márquez-García, F.; G.L.; Gil-Ribes, J. A., González-Sánchez, E.J.; Blanco Roldán, G.L.

Grupo Investigación AGR-126 “Mecanización y Tecnología Rural”. Dpto. Ingeniería Rural. E.T.S.I. Agronómica y de Montes. Universidad de Córdoba

En el actual entorno de cambio climático se ha de mejorar el balance de carbono de los cultivos. Para el caso del cereal más del 65% de las emisiones relativas a su producción provienen del uso de los fertilizantes, de ahí la importancia de mejorar su uso y utilizar productos que favorezcan su asimilación por parte de las plantas.

El uso de distintos compuestos (enzimas, micronutrientes, microalgas, ácidos húmicos, etc.), conocidos comúnmente como bioestimulantes, ha mostrado la capacidad para mejorar la asimilación de los fertilizantes sólidos ya que propician un incremento de la actividad metabólica de la planta, aumentando su actividad vegetativa y facilitando la asimilación de macronutrientes aportados en las coberteras de abonos sólidos. Su uso se ha extendido en los últimos años, pero no fue hasta el 5 de junio de 2019 cuando se incluyeron en el reglamento de fertilizantes (UE 2019/1009) por el que se establecen disposiciones relativas a la puesta a disposición en el mercado de los productos fertilizantes UE y se modifican los Reglamentos (CE) nº 1069/2009 y (CE) nº 1107/2009 y se deroga el Reglamento (CE) nº 2003/2003.

Además, la productividad de los cultivos y la calidad de su grano se en-





Figura 1
Plano de situación de la parcela experimental dentro de la Finca de Rabanales

cuentran estrechamente ligadas con su estado vegetativo y consecuentemente con su fertilización, siendo su forma y los compuestos utilizados uno de los principales factores que influirán en la cosecha. Por otra parte, es el mayor gasto en el que ha de incurrir el agricultor en la producción de trigo. Por tanto, se ha de intentar optimizar su uso para que la planta pueda asimilar la mayor cantidad de nutrientes aportados con el fin de obtener el máximo desarrollo vegetativo y cosechas posibles y, además, para evitar las posibles contaminaciones que se ocasionan cuando no se hace un uso adecuado de los fertilizantes. Mediante este trabajo se pretende evaluar el efecto mejorante que tiene la aplicación foliar de productos bioestimulantes y abonos foliares en diversas mezclas y periodo de aplicación, así como su influencia en el desarrollo del cultivo, la cosecha final y su rendimiento económico en la producción de trigo duro bajo condiciones de siembra directa.

Características de los ensayos

Las pruebas se llevaron a cabo durante dos campañas 2018-19 y 2019-20 en una parcela homogénea situada en el oeste de la Finca Experimental de Rabanales, de la Universidad de Córdoba. Para ello, se implantó un campo de ensayo de unas 6 hectáreas de superficie, ver **Figura 1**. Esta zona posee una pendiente descendente desde el camino de alrededor de un 10%, con una parte alta más arenosa y con algo de canto rodado y una zona baja con un suelo

vértico, lo que la hace especialmente interesante para realizar ensayos al tener gran variabilidad. Durante las dos campañas se dispusieron cinco tratamientos, un testigo sin aplicación de ningún producto (1)

y 4 tratamientos con distintas combinaciones de bioestimulante y abono foliar (**Tabla 1**). El momento de aplicación fue mezclado con los herbicidas de post-emergencia contra hoja ancha aproximadamente en el mes de febrero de cada año o con los fungicidas a la entrada de la primavera. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones en parcelas elementales de 15 m de ancho y alrededor de 200 m de largo, buscando tener superficies de gran tamaño que simulasen los resultados obtenidos en una besana agrícola. En el campo de ensayo se sembró todas las campañas trigo duro de la variedad Euroduro a una dosis de unos 180 kg/ha, incorporando junto a la semilla 40 kg/ha de Umoplast Perfect. En las **Tablas 2 y 3** se muestra el calendario de operaciones agrícolas llevadas a cabo de manera general al trigo de la parcela experimental.

Tabla 1.
Tratamientos estudiados en las campañas 2018-19 y 2019-20

TRATAMIENTO	PRODUCTO	DOSIS	MOMENTO APLICACIÓN	
T1	TESTIGO sin tratar	-	-	-
T2	16,5 % Aminoácidos + 31 p/p Mat. Org. + Zn + Mn quelatado	2 l/ha	Herbicida post-emergencia	-
T3	Aminoácidos libres 17% p/p (Prolina y Glicina); Nitrógeno (N) total 11% p/p y Nitrógeno (N) orgánico 11% p/p	1 kg/ha	Herbicida post-emergencia	-
T4	T2*1 + (11,5 % N Ureico + 16,5% Urea Formaldehido)*2	2 l/ha + 10 l/ha	Herbicida post-emergencia ¹	Fungicida ²
T5	T2*1 + T2*2	2 l/ha + 2 l/ha	Herbicida post-emergencia ¹	Fungicida ²

Tabla 2.
Operaciones de cultivo llevadas a cabo al trigo duro. Campaña 2018-19

OPERACIÓN	FECHA	PRODUCTO	DOSIS
Herbicida	09-11-2018	Glifosato 36%	3 l/ha
Siembra + Abono	04-12-2018	Trigo Duro + Umoplast Perfect	180 kg/ha + 40 kg/ha
Herbicida	06-12-2018	Pendimetalina 36,5% + Diflufenican 50%	2,5 l/ha + 125 cc/ha
Abonado	24-01-2019	Nitrocom Expert 30%	140 kg/ha
Herbicida	29-01-2019	5 g Pinoxaden + 1,25 g Cloquintocet-Mexyl	0,8 l/ha
Herbicida + Tratamiento ensayo	22-02-2019	Bromoxinil 34,9% + Tribenuron-metil 75% + Según tratamiento	0,7 l/ha + 15 g/ha + Según tratamiento
Abonado	03-04-2019	Enebe 40 %	180 kg/ha
Fungicida + Tratamiento ensayo	03-05-2019	Epoxiconazol 12,5% + Piraclostrobin + Según tratamiento	1,5 l/ha + Según tratamiento
Cosecha	07-06-2019	-	-

Tabla 3.
Operaciones de cultivo llevadas a cabo al trigo duro. Campaña 2019-20

OPERACIÓN	FECHA	PRODUCTO	DOSIS
Herbicida	02-12-2019	Glifosato 36%	1,5 l/ha
Siembra + Abono	08-12-2019	Trigo Duro + Umostart Perfect	180 kg/ha + 40 kg/ha
Herbicida	08-12-2019	Glifosato 36% + Pendimetalina 36,5% + Diflufenican 50%	1,5 l/ha + 2,5 l/ha + 125 cc/ha
Abonado	17-01-2020	Nitrocom Expert 33%	150 kg/ha
Herbicida + Tratamiento ensayo	19-02-2020	Bromoxinil 34,9% + Tribenuron-metil 75% + Según tratamiento	0,7 l/ha + 20 g/ha + Según tratamiento
Abonado	18-03-2020	Enebe 33 %	250 kg/ha
Fungicida + Tratamiento ensayo	06-04-2020	Epoconazol 12,5% + Piraclostrobin + Según tratamiento	1,5 l/ha + Según tratamiento
Cosecha	07-06-2019	-	-

Al trigo todas las campañas se le aplicaron dos coberteras: una primera temprana, en fase ahijado, con Nitrocom Expert al, abono parecido al Nitrosulfato Amónico, pero con más concentración de azufre (40%) además de zinc y manganeso. Aplicando unas 40 UFN, alrededor del 30% del nitrógeno total aplicado. Posteriormente, en fase de encañado, se aplicaron abonos con inhibición (Enebe), alrededor del 65% del total de UFN del cultivo. Este abono es una urea con inhibición de la nitrificación y también un alto contenido de azufre, además de zinc y manganeso. La aplicación de los productos se hizo en la mezcla directa junto con el caldo



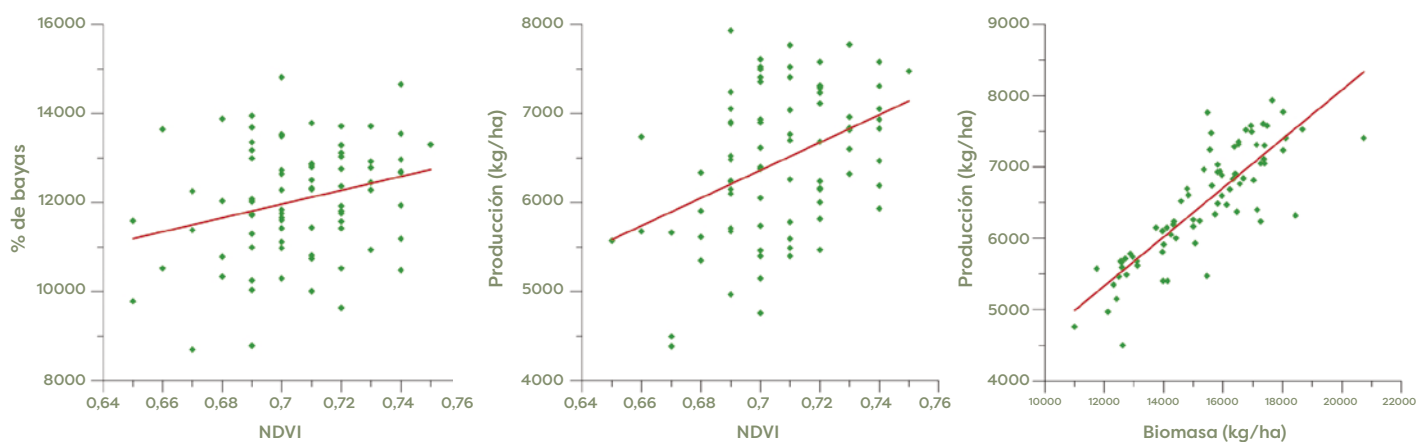
Figura 2
Mezclado y aplicación de los productos ensayados



Figura 3
Muestro de NDVI (izquierda) y toma de muestras de biomasa (derecha) en las parcelas

Figura 4.

Correlación entre el NDVI y la producción de biomasa (izquierda), NDVI y producción de los cultivos (centro) y Biomasa y Producción de los cultivos (derecha)



de aplicación de los productos fitosanitarios (**Figura 2**).

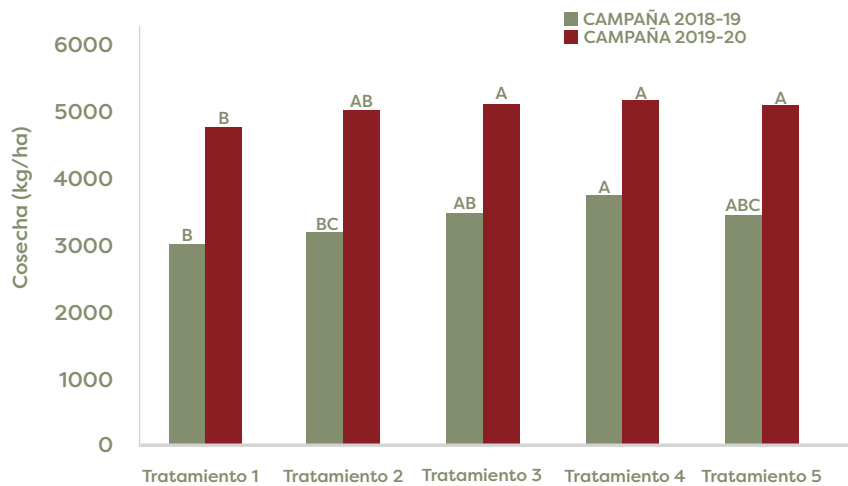
En este estudio se evaluó cómo afectó la aplicación de productos bioestimulantes y abonos foliares a distintos parámetros relacionados con la productividad y cali-

dad del trigo duro. Para ello se llevaron a cabo mediciones periódicas de la actividad fotosintética del cultivo (NDVI) con un GreenSeeker (Trimble, USA) y muestreos de biomasa con marco de 0,5 x 0,5 m² (**Figura 3**).

Resultado de los tratamientos

Los resultados obtenidos mostraron cómo, conforme el NDVI de los cultivos (parámetro ligado a la actividad foto-

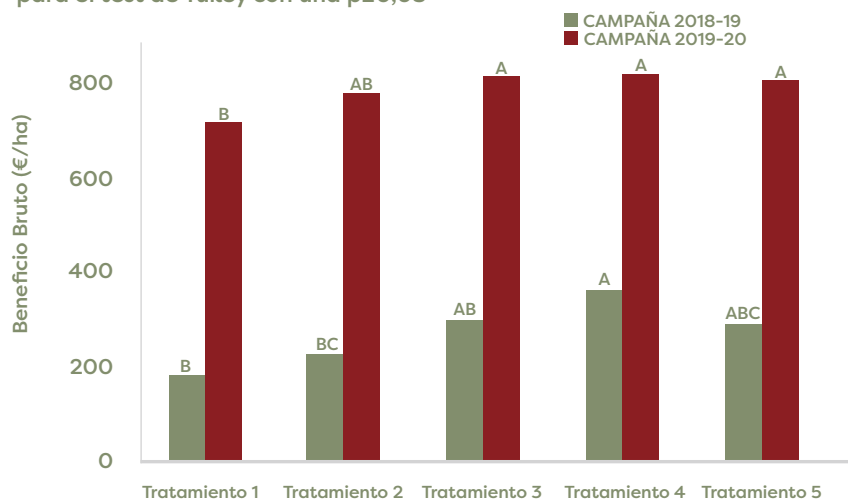
Figura 5. Cosecha obtenida en cada tratamiento utilizado y año en el ensayo de bioestimulantes de trigo. Letras diferentes muestran significación estadística para el test de Tukey con una $p \leq 0,05$



sintética de las plantas) aumentó con el uso de bioestimulantes, la producción de biomasa se incrementó, siendo este incremento mucho más acusado para la producción final de grano (**Figura 4**). Además, se aprecia que estuvo ligada a la cantidad de biomasa generada. Es decir, cuanto más biomasa se genere, más producción previsiblemente se obtendrá. En la **Figura 5** se muestra la producción de los distintos tratamientos estudiados durante las dos campañas de estudio, 2018-19 y 2019-20. Como se aprecia en todas las ocasiones los bioestimulantes aumentaron la producción respecto al testigo mostrando diferencias estadís-

ticamente significativas con un incremento en el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero inferior al 0,5%. En la campaña 2018-19 el incremento medio en la producción por el uso de bioestimulantes fue de 440 kg/ha (un 14,5%). En la segunda campaña el aumento fue de 339 kg/ha (un 7,1%). En cuanto a los distintos bioestimulantes, en ambas campañas el más productivo fue el tratamiento T4, en el que se aplicó Stilo Verde con los herbicidas de hoja ancha y Efficient con el fungicida. Los tratamientos 3 y 5 obtuvieron resultados bastante parecidos. Aunque parece que el T3 debería ser más interesante al ser

Figura 6. Cosecha obtenida en cada tratamiento utilizado y año en el ensayo de bioestimulantes de trigo. Letras diferentes muestran significación estadística para el test de Tukey con una $p \leq 0,05$



necesario entrar solo una vez a aplicar. Dentro de los bioestimulantes el que peor resultado obtuvo fue la aplicación única de Stilo Verde, T2.

Pero estos productos no solo fueron beneficiosos para la producción, sino que también mejoraron la rentabilidad para el agricultor, que vio incrementado su beneficio en todos los casos de estudio (**Figura 6**). En la primera campaña los bioestimulantes incrementaron, de media, el beneficio bruto respecto a no utilizarlos en 115,2 €/ha (un 63,5%). El segundo año la diferencia fue menor al aumentar también las producciones de manera generalizada. El beneficio se aumentó en 88,8 €/ha (un 12,4%). Las diferencias observadas entre los distintos tratamientos, al estar ambos indicadores completamente ligados, son similares a las de la producción.

A modo de conclusión

Por tanto, se puede concluir que el uso de bioestimulantes mejora el desarrollo vegetativo de las plantas y provoca un incremento final en la producción del cereal, al aumentar su actividad fotosintética y la producción de biomasa, tanto para años muy productivos como para años secos con producciones bajas. Sin embargo, se aprecia cómo existen diferencias claras en los resultados obtenidos en función del producto utilizado y la forma y fecha de aplicación. Es reseñable cómo la utilización de estos productos no solo incrementó las cosechas, sino que también mejoró la rentabilidad de las explotaciones.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Unión Europea dentro del programa LIFE (Instrumento financiero para el medio ambiente) por cofinanciar el proyecto Life Agromitiga “Development of climate change mitigation strategies through carbon-smart agriculture” LIFE17 CCM/ES/000140 y a la Cátedra Sipcarn Iberia de Digitalización para Una Agricultura Sostenible por su colaboración.

Bibliografía

Queda a disposición del lector interesado en los correos electrónicos: redaccion@editoriaagricola.com y fmarquez@uco.es