

MEJORA DE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD EN EL CULTIVO DE CEREAL

bajo la agricultura sostenible utilizando bioestimulantes

El uso de los bioestimulantes mejora el desarrollo de los cultivos y por tanto, la producción de grano, sin mermar la calidad de los cereales. Un insumo bastante económico que no desmerece la atención de los productores, ya que les ayuda a aumentar sus ingresos.

ALFONSO MORENO MORAGA, FRANCISCO MÁRQUEZ GARCÍA

Departamento de Ingeniería Rural. GI. AGR 126 Mecanización y Tecnología Rural. ETSIAM.
Universidad de Córdoba

La situación actual a la que se enfrenta la agricultura hace que se busquen soluciones a los problemas planteados. En el caso de los insumos, el coste de las materias primas se ha ido incrementando en las últimas campañas, por lo que se ha apostado por diferentes soluciones para optimizar el uso de las mismas. En este caso, se puede recurrir a diferentes tipos de soluciones que, sin incrementar apenas los costes de explotación, aumentan la cantidad y calidad de la cosecha. Esto es posible ya que el uso de diversas moléculas ayuda a optimizar el uso de los insumos aplicados y, en algunos casos, llegando a disminuir la cantidad de los mismos. La mayoría de estas sustancias o productos se enclavan dentro de la terminología referente a los bioestimulantes.

El uso de los bioestimulantes cada vez está más extendido, aunque hasta el 5 de junio de 2019 no se incluyeron en el reglamento de fertilizantes de la Unión Europea mediante el Reglamento UE 2019/1009, por el que se

establecen disposiciones relativas la puesta en disposición en el mercado de los productos fertilizantes de la UE y se modifican por tanto los Reglamentos CE 1060/2009 y CE 1107/2009, derogándose así el Reglamento CE 2003/2003.

Cada vez está más implantado el uso de los bioestimulantes junto a la aplicación de diferentes insumos como los fertilizantes, herbicidas, fungicidas, etc. La composición de estos insumos es muy diversa: desde subproductos de la industria agroalimentaria, pasando por aminoácidos, hasta bacterias fijadoras de N. De todos es sabido que, la fertilización es el principal gasto de los productores de cereal y, por tanto, uno de los puntos clave a la hora de aprovechar al máximo los insumos aplicados al cultivo. Es por ello, por lo que se intenta buscar la optimización del abonado para que la planta asimile la mayor cantidad de nutrientes aportados, a fin de maximizar su desarrollo vegetativo y la producción del cultivo. La relación de los bioestimulantes con la fertilización no busca únicamen-

te optimizar estos recursos desde un punto de vista económico. También busca cómo mejorar el aporte de estos insumos, en su mayoría provienen de síntesis química, para que tengan un menor impacto sobre el medio ambiente. De esta manera se evita, en cierto modo, posibles efectos adversos que pueden inducirse con una mala gestión de los fertilizantes, como la acidificación del suelo, la emisión de gases de efecto invernadero por volatilización o la contaminación de acuíferos por percolación y lixiviación.

En el presente estudio se realizó un ensayo durante tres años con el fin de evaluar la capacidad de mejora de los bioestimulantes tanto en la producción, como en la calidad de la cosecha en el cultivo del cereal manejado bajo agricultura sostenible.

Material y métodos

Los ensayos realizados se llevaron a cabo durante las campañas 2018-19, 2019-20 y 2020-21, en la Finca Experimental de Rabanales, perteneciente a la Universidad de Córdoba. Para



FIGURA 1
Campo de ensayo en Finca Experimental Rabanales.

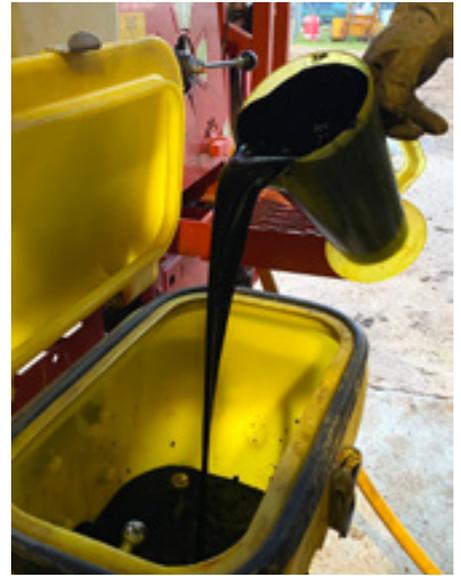


FIGURA 2
Incorporación de bioestimulante en el depósito mezclador del pulverizador para ser aplicado.

ello se escogió una de las parcelas de la finca y se implantó el ensayo en un terreno en la que se practicaba siembra directa desde hace más de 10 años. La parcela consta de un suelo vértico, típico de campiña andaluza (**Figura 3**). El cultivo con el que se realizó el ensayo fue trigo duro, sembrado en una rotación con colza. Durante las tres campañas que duró el ensayo se dispusieron 4 bloques divididos

en 5 tratamientos. Cada tratamiento tenía un ancho de 15 metros y una longitud de unos 200m. En la **Tabla 1**, se resumen los tratamientos con los bioestimulantes aplicados. Los diferentes bioestimulantes fueron aplicados al cultivo junto con el tratamiento herbicida post-emergencia a finales de enero, estos fueron desde T2 hasta T5. Del mismo modo, los tratamientos T4 y T5 recibieron un

aporte extra de bioestimulante junto al tratamiento fungicida aplicado en marzo. El campo de ensayo se manejó bajo siembra directa, tal y como se encuentra la mayoría de la Finca Experimental de Rabanales. Utilizando una dosis de siembra de 180 kg/ha de trigo duro de la variedad Euroduro, acompañado de 40 kg/ha de un microcomplejo que se aporta a la vez que se implanta la

DynaMix®

- ✓ Mejora la respuesta al estrés abiótico
- ✓ Aumenta el aprovechamiento de nutrientes
- ✓ Mejora los parámetros de calidad

¡En solo dos horas!

5l





FIGURA 3
Localización y situación del ensayo.



FIGURA 4
Aplicación de fertilizante en el ensayo.

semilla en el suelo. Tras la siembra, se realizó el abonado de la parcela, donde todos los tratamientos recibieron la misma dosis de fertilizante. En una primera cobertura durante la fase de ahijado se aplicaron 180 kg/ha de Nitrosulfato Amónico al 30%. En una segunda cobertura aplicada durante la fase de encañado se aplicó al trigo 260 kg de Urea inhibida con una riqueza del 33%. En total, se incorporaron unas 130 UFN (Unidad de Fertilizante Nitrogenadas).

Para medir los resultados obtenidos, se realizaron diferentes tomas de muestras del cultivo. Todas ellas de forma manual, en la que se utilizó un marco

de acero de 50x50 cm² que se disponía al azar dentro de cada tratamiento cada 50 m aproximadamente. Las muestras recogidas eran sometidas a estudio mediante el peso total de la muestra, conteo de espigas y peso de la paja y del grano obtenido, así como algunos indicadores de calidad: peso específico, vitrosidad, concentración de proteína y proteína total.

Resultados

En la **Figura 7**, se muestran los datos climáticos recabados en la zona mediante la estación climática situada en la Finca Experimental de Rabanales. En ella se aprecia como las barras

verticales representan la pluviometría obtenida en acumulación por los diferentes meses de la campaña, mientras que la línea roja muestra la media de las temperaturas registradas durante el periodo en el que se realizaron los ensayos.

En la primera campaña las precipitaciones son principalmente en los meses de otoño, octubre y noviembre, seguido de un invierno y una primavera con bajas precipitaciones que apenas supera los 20 mm de media, excepto al mes de abril. Continuando con una primavera seca, al igual que el verano. La segunda campaña comienza con un otoño menos lluvioso, aunque con un invierno con mayores precipitaciones, salvo febrero, seguido de una primavera lluviosa. En la tercera campaña sorprende con el inicio en el mes de agosto registrando más de 50 mm. En esta campaña las precipitaciones están más acentuadas en los meses de noviembre, enero, y abril, la más pronunciada en el periodo primaveral. Las temperaturas medias se mantuvieron estables, con variaciones de 1 a 2°C en los periodos más fríos entre campañas. Mientras que la media estival se diferencia en 3°C en los veranos entre campañas.

TABLA 1
Resumen de los tratamientos dispuestos en el ensayo.

TRATAMIENTOS	TESIS
T1	Testigo
T2	Bioestimulante a base de aminoácidos junto a herbicida post-emergencia
T3	Bioestimulante en mezcla con abono orgánico junto a herbicida post-emergencia
T4	Bioestimulante en mezcla con abono orgánico junto a herbicida post-emergencia + Abono nitrogenado con urea formaldehído 28% junto a fungicida
T5	Bioestimulante a base de aminoácidos junto a herbicida post-emergencia + Bioestimulante a base de aminoácidos junto a fungicida



FIGURA 5
Aplicación de bioestimulante en mezcla con herbicida post-emergencia.



FIGURA 6
Colocación del marco para recoger muestra.

Tal y como se muestra en la **Figura 8**, la producción de paja obtenida en la media de las tres campañas estudiadas arroja un claro resultado y es que en el caso del tratamiento testigo, la

producción fue la más baja de todas, sin embargo, es llamativo ver como dentro de los dos tratamientos T2 y T3, los valores sean de dispares en más de 300 kg/ha. Por el contrario, el uso de

un abono con aminoácidos en mezcla con un abono con urea formaldehído 28%, como es el caso de T4, obtenga más de 150kg de paja por hectárea de diferencia con respecto a T3, y 50 kg/



El poder de las enzimas, la fuerza de la tecnología

- Alta calidad de las materias primas.
- Exclusivo proceso de obtención.
- Propiedades biológicas contrastadas.
- Aumenta la tolerancia y resistencia frente al estrés.



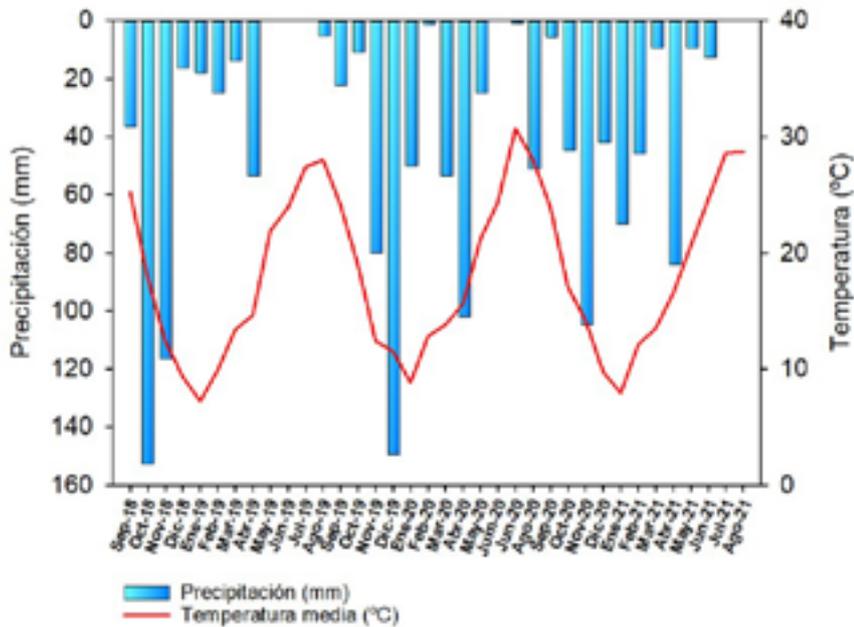


FIGURA 7
Climograma campañas 2018-19, 2019-20 y 2020-21.

ha más que T5. El incremento medio de los tratamientos con respecto al tratamiento testigo es de un 10,2%. La producción de espigas por m², **Figura 9**, sigue la tendencia marcada por la producción de paja. En este caso, se aprecia como nuevamente el tratamiento T1 es el menos productivo, nuevamente T4 es el más productivo. En general los valores son similares,

por lo que no se aprecia ninguna diferencia estadísticamente significativa en los resultados obtenidos, aunque consiguen un aumento de un 8,5% con respecto al tratamiento testigo. La producción de grano, **Figura 10**, entre los diferentes tratamientos sigue la línea acusada por la producción de espigas por m². En este caso el mayor productor es T4, el cual fue el mayor

productor de espigas, aunque el incremento en cosecha con respecto al tratamiento testigo tiene un incremento de 9,2% de media. No obstante, las diferencias obtenidas son estadísticamente significativas entre sí.

En cuanto a los parámetros de calidad, **Figura 11**, se aprecia como T5 es el tratamiento con mayor valor en vitrosidad de todas las tesis dispuestas. Sin embargo, la vitrosidad entre T3 y T1 es prácticamente la misma, quedando ambas por encima de T2 y T4. Por lo que se podría afirmar que las tesis dispuestas no influyen sobre la vitrosidad del grano, salvo en el caso de T5, la cual aumenta en 1,7% por encima del testigo.

El peso específico obtenido en las diferentes tesis dispuestas en el ensayo muestra, como en el tratamiento donde se ha recibido una sola aplicación de bioestimulante a base de aminoácidos, se ha recogido una mayor densidad de trigo (T2), seguido de T4 muy cerca. Cabe destacar cómo el tratamiento testigo, ha obtenido una mayor densidad de grano en cosecha que T5, esto indica que, con una densidad menor, el grano tiene un mayor peso medio que el de los otros tratamientos.

El contenido en proteína es un indicador importante, no solo de cara a la calidad del trigo, sino también agrónomicamente, pues nos indica la

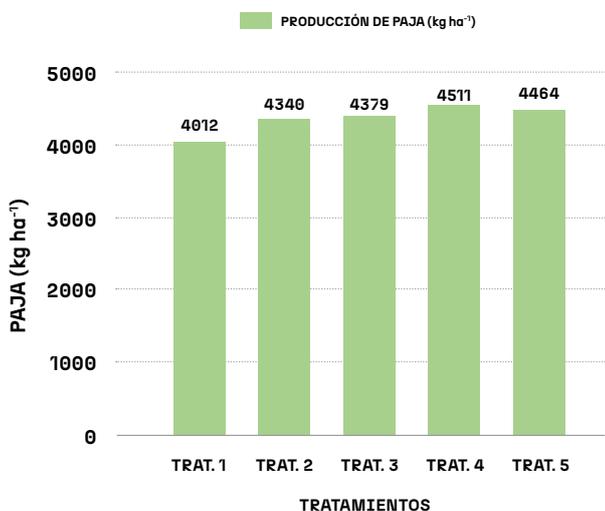


FIGURA 8
Producción de paja en kg·ha⁻¹. Diferentes letras muestran diferencias estadísticamente significativas. Tukey post-hoc (P-valor ≤0.05).

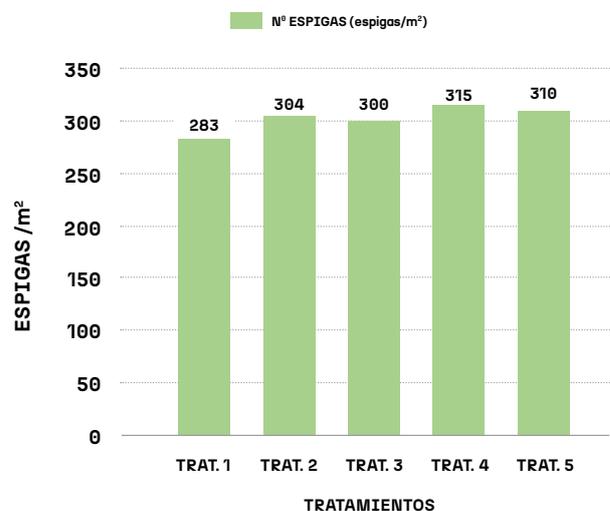


FIGURA 9
Número de espigas por m². Diferentes letras muestran diferencias estadísticamente significativas. Tukey post-hoc (P-valor ≤0.05).



Knowledge grows

YaraAmplix™

La gama
que aúna los
Bioestimulantes
de Yara para
ampliar el
potencial natural
de tus cultivos.



Los bioestimulantes tienen un impacto positivo en la naturaleza y en el clima, contribuyendo a cultivar un futuro agroalimentario positivo para el medio ambiente.

¡Escanea el QR
y descubre más
sobre esta gama!



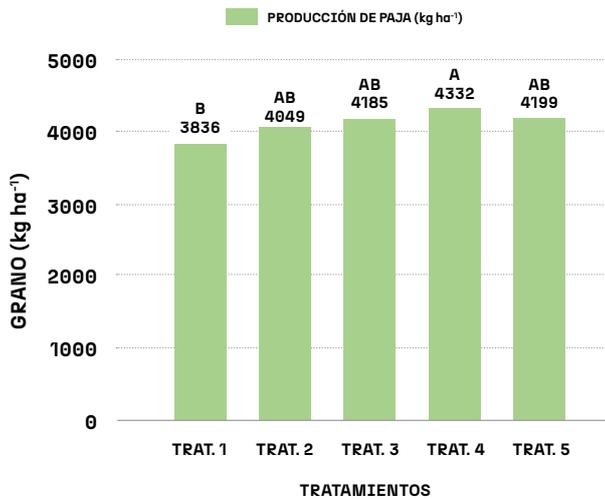


FIGURA 10
Producción de grano en cosecha en kg·ha⁻¹. Diferentes letras muestran diferencias estadísticamente significativas. Tukey post-hoc (P-valor ≤0.05).

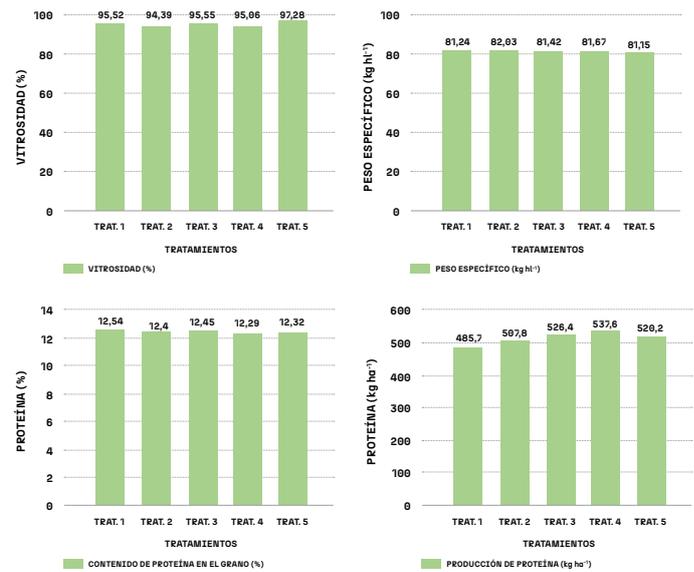


FIGURA 11
Parámetros de calidad obtenidos de los resultados de producción. Diferentes letras muestran diferencias estadísticamente significativas. Tukey post-hoc (P-valor ≤0.05).

asimilación de N que la planta ha sido capaz de transformar en proteínas. La relación que se puede sacar entre la producción de grano en kg/ha y la producción de proteína en kg/ha, es la concentración de proteína en grano. Este indicador nos muestra la cantidad de la proteína total producida se encuentra de media en los granos. La concentración de proteína en grano en este caso muestra como el tratamiento testigo es el que mayor concentración de proteína en grano obtiene, seguido de T3 y T2. No se encuentran diferencias estadísticamente significativas en las concentraciones de proteína en grano. En este caso, el contenido en proteína recogido por las muestras recabadas en el ensayo nos muestran que T4 es el mayor productor de proteína en kg/ha, seguidos de T3 y T5. No se aprecian diferencias estadísticamente significativas en la producción de proteína entre las diferentes tesis dispuestas. Los resultados obtenidos en los parámetros de calidad muestran como apenas hay diferencias entre los tratamientos en vitrosidad, peso específico y concentración de proteína en grano. No obstante, se ha observado que el aumento en la concentración de proteína en los tratamientos con

bioestimulantes es de media un 7,6% superior al tratamiento testigo.

Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran cómo el uso de bioestimulantes en el cultivo del trigo duro bajo agricultura sostenible, ya sea en una única aplicación, o en dos aplicaciones junto a los insumos necesarios en la campaña, aumentó la cantidad de paja recolectada en un 10,2%, el rendimiento de espigas por m2 en un 8,5% y, por tanto, la producción de grano en un 9,2%. El coste de estos bioestimulantes es muy bajo respecto al incremento productivo que pueden arrojar, haciendo una gestión más eficiente sobre el cultivo de los fertilizantes y cuidando el medio ambiente, asegurándose que la planta optimice los recursos y no sean desperdiciados y perdidos, pudiendo producir efectos contrarios sobre suelos o acuíferos, contribuyendo a una agricultura sostenible, haciéndose más resilientes a los efectos adversos del cambio climático. Por el contrario, los parámetros de calidad estudiados indican que el uso de un bioestimulante induce una mayor concentración y producción de proteína total en kg/ha con respecto a un tratamiento testigo. Así como un mayor

porcentaje de grano vitreos en cosecha. Como conclusión, se podría decir que tras la realización de este estudio se ha comprobado que el uso de bioestimulantes es una buena alternativa para el cultivo de cereal, ya que mejora, no solo el rendimiento del cultivo de cereales, sino también incrementa el beneficio de las explotaciones. Por tanto, se podría afirmar que el uso de bioestimulantes en el cultivo del trigo duro incrementa la producción de cereal sin ver reducido su contenido en proteína ni otros parámetros de calidad.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Unión Europea dentro del programa LIFE, instrumento financiero para el medio ambiente, por la cofinanciación en el proyecto Life Agromitiga “Development of climate change mitigation strategies through carbon-smart agriculture” LIFE17 CCM/ES/00140 y a la Cátedra Sipcam Iberia de Digitalización para una Agricultura Sostenible, por su colaboración en este estudio.

Bibliografía

Queda a disposición del lector interesado en el correo electrónico: redaccion@editorialagricola.com