



Maíz más estable en campañas difíciles: claves para incrementar rendimiento y calidad del forraje

A continuación, presentamos algunas claves sobre los beneficios demostrados a través de diversos estudios del uso de bioestimulantes basados en extractos de alga *Ascophyllum nodosum* para blindar el rendimiento del maíz forrajero, ante el aumento de eventos climáticos extremos y los retrasos en las siembras en Galicia.

Lucas G. P. Bernardi¹, Laura Vázquez Loureda²

¹Especialista en Biológicos Yara Iberian

²Técnica de Producción Vegetal Delagro

La agricultura actual, sobre todo en territorio gallego, ha enfrentado desafíos crecientes que afectan al potencial productivo de los cultivos, como el maíz. Gran parte de esta situación está directamente relacionada con los cambios en los patrones climáticos y el aumento de la frecuencia de eventos extremos, como altas temperaturas y sequías prolongadas.

Para hacer frente a este escenario, la industria de fertilizantes busca constantemente desarrollar herramientas que ayuden al productor a mitigar los posibles estreses que afectan a las plantas, los cuales provocan sobre

todo la disminución del rendimiento debido a alteraciones fisiológicas.

En este contexto, es fundamental comprender el funcionamiento y la contribución de los productos con matriz orgánica que promueven bioactividad, lo que favorece el equilibrio fisiológico de las plantas, aumenta su tolerancia a los estreses abióticos y contribuye al mantenimiento del potencial productivo incluso en condiciones adversas.

SITUACIÓN GALLEGA Y RETOS DEL CLIMA

La última campaña ha sido especialmente desafiante para los agricultores de maíz forrajero.

El momento de siembra coincidió con las lluvias de primavera, dejando las parcelas impracticables para la implantación del cultivo, en algunos casos hasta finales de junio.

Esta situación ya permite anticipar una condición que puede reducir la productividad del maíz forrajero entre un 30 y un 50 % (1).

La imagen 1 (pág. sig.) muestra el potencial de pérdida productiva en distintos cultivos anuales, considerando los factores que influyen en el rendimiento en campo.

Sánchez *et al.* (2025-3) realizaron un análisis del estándar climático de España para el período 1950-2024, destacando en nuestra zona el incremento de los eventos de sequía entre 2010 y 2024, y se confirma, además, un nuevo año bajo un escenario similar al de la campaña pasada.

La sequía durante el período de formación y llenado de la mazorca es responsable de la disminución del rendimiento del cultivo. Este momento crítico también puede verse afectado por retrasos en la siembra, lo que provoca que el cultivo permanezca en el campo expuesto a eventos climáticos adversos en estadios fenológicos clave para la definición del potencial productivo.

HERRAMIENTAS PARA DISMINUIR EL IMPACTO DEL ESTRÉS CLIMÁTICO

Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (4), pueden adoptarse estrategias para mejorar la respuesta frente al cambio climático en la producción agrícola, como el manejo de la fecha de siembra, la rotación de cultivos y el uso racional de fertilizantes.

Ante estos desafíos, se han desarrollado nuevas tecnologías para optimizar el crecimiento de los cultivos mediante la activación de distintos mecanismos fisiológicos. Los acondicionadores de suelo, los fertilizantes orgánicos o de bajo impacto ambien-



tal y compuestos como los aminoácidos y los extractos de algas (EA) pueden contribuir a mejorar la productividad y la aclimatación de las plantas frente a extremos climáticos, incluso cuando se utilizan en pequeñas cantidades (5).

Numerosos investigadores ya han demostrado que el uso de biofertilizantes puede contribuir, de diferentes maneras, a la preservación del potencial productivo de diversos cultivos agrícolas (6). Evidentemente, el efecto de los biofertilizantes en el aumento del rendimiento puede variar según las condiciones de suelo, el clima y la especie vegetal. Sin embargo, un estudio de metaanálisis, que reunió 180 artículos científicos, mostró que el incremento medio de productividad de los cultivos mediante la aplicación de biofertilizantes fue superior al 17 % (7).

Este potencial de aumento de productividad es considerable y está estrechamente involucrado con los efectos fisiológicos y la capacidad de mitigar estreses que la aplicación de distintos biofertilizantes promueve en las plantas (8, 9).

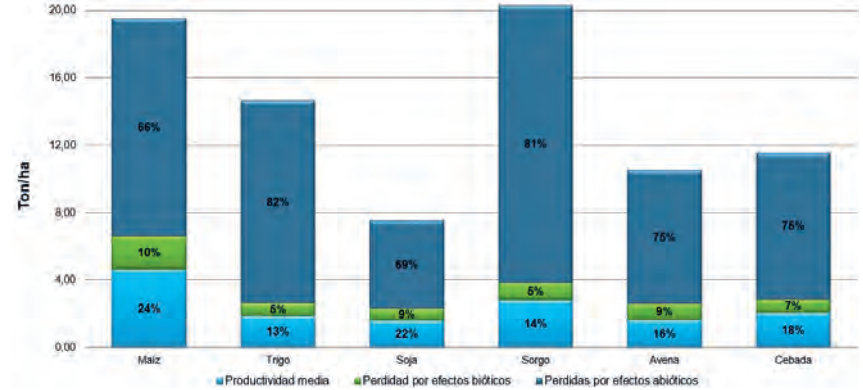
PRODUCTOS BASADOS EN EXTRACTOS DE ALGAS: PUNTOS IMPORTANTES PARA LA EFICIENCIA

Los extractos de algas no son todos iguales. Pueden variar según la estacionalidad del alga, así como por su localización de origen, y el método de extracción influye directamente en la composición del extracto, en especial en los azúcares de cadena larga, como la laminarina y el fucoidano, que destacan por su capacidad de activación biológica.

Las algas *Ascophyllum nodosum* están compuestas por un 40-70 % de carbohidratos (laminarina, alginato, fucoidano y manitol), 3-10 % de proteínas, 4-8 % de pigmentos/polifenoles y 2-4 % de fosfolípidos/glicolípidos. Otros compuestos se identifican en bajas concentraciones, pero con importancia en el proceso de bioactivación del extracto en la planta, como vitaminas, minerales (potasio, magnesio, calcio, boro, zinc y fósforo) y fitohormonas (giberelinas, auxinas y citoquininas) (10).

Investigaciones comprueban que la composición de algas del tipo *A. nodosum* presenta aproximadamente entre un 17 % y un 25 % más de azúcares totales (relacionados con los compuestos bioactivos) en com-

Imagen 1. Media de productividad de grano y pérdidas causadas por estrés biótico y abiótico



Adaptado de Buchanan et al. (2015-2)

paración con las especies *Fucus vesiculosus* y *Saccharina longicuris*.

Diversos trabajos científicos describen el potencial bioactivo de los extractos de algas basados en *A. nodosum*, por lo que resulta necesario comprender el efecto de su composición según la forma de aplicación. En el caso de experiencias prácticas en territorio gallego, se trata de aplicaciones foliares.

EFFECTOS PRÁCTICOS Y DESEMPEÑO DEL EXTRACTO DE ALGAS (EA)

Para comprobar la eficiencia en la práctica, el equipo técnico de Delagro, en colaboración con Yara, realizó la aplicación de tratamientos con nutrición foliar+bioestimulación con EA y micronutrientes (T1), en estadio fenológico entre V3 y V6, comparándolos con una parcela testigo (T0), que recibió el mismo plan de abonado, pero sin la aplicación foliar de los productos propuestos.

Uno de los objetivos del uso de EA en agricultura, además de hacer el cultivo más resiliente frente a situaciones de estrés climático, es mejorar la capacidad de absorción de nutrientes y agua. Este efecto se produce mediante el incremento de la actividad reguladora hormonal, promoviendo la síntesis de auxinas, citoquininas y giberelinas.

La imagen 2 muestra, principalmente, el desarrollo radicular del cultivo de maíz para forraje y el estado sanitario de las hojas más viejas. Sabemos que la permanencia de las hojas está relacionada con la eficiencia del cultivo para extraer nutrientes y agua del suelo, y translocarlos hacia los órganos fotosintéticamente activos.

Una evidencia adicional de este efecto, además de la observación visual, es la medición del diámetro del tallo, un

Imagen 2. Evaluación visual del maíz testigo vs. tratamiento nutricional y bioestimulante



parámetro muy importante para la acumulación de reservas y el llenado de la mazorca (imagen 3, pag. sig.).

Este es un ejemplo de parámetros importantes para evaluar la eficacia de una aplicación de nutrientes y bioestimulantes foliares, pero, al fin y al cabo, lo que realmente le importa al agricultor es la productividad y la calidad.

Cuando analizamos los datos de productividad (imagen 4, pág. sig.), parece que el tratamiento funcionó muy bien en los campos demostrativos 1 y 3.

Sin embargo, el maíz para forraje no se evalúa únicamente por la productividad, sino también por la calidad del forraje producido.

La FAD (fibra ácido detergente) y la lignina son las fracciones menos digestibles de la fibra del forraje. Por ello, cuanto más bajos sean sus valores, mayor será la digestibilidad y, en consecuencia, mayor la energía que el animal puede aprovechar. ►►

En cambio, el almidón es la principal fuente de energía del maíz, ya que se encuentra en el grano y es altamente digestible. Cuanto mayor sea su contenido, mayor será el valor energético del ensilado y mayor potencial tendrá para incrementar la producción de leche.

La imagen 5 (A) nos muestra que, aunque el incremento de la productividad en el campo 2 ha sido bajo, se produjo una reducción del 9 % en FAD, del 8 % en lignina y un incremento del 15 % en almidón. Además, los otros dos campos demostrativos también presentaron mejoras en los parámetros de calidad.

A partir de estos datos cualitativos es posible hacer una estimación del dato más importante: la estimación de litros de leche por ha de forraje producida (imagen 6).

Este dato es una estimación teórica que depende de numerosos factores antes de que se refleje en la producción de leche. No obstante, nos muestra la importancia de realizar un buen manejo nutricional en el momento adecuado, acompañado de una estrategia de bioestimulación que ayude al cultivo a desarrollarse correctamente y lo haga más resistente frente a los extremos climáticos.

CONSIDERACIONES FINALES

En un mundo donde el clima es cada vez más cambiante, nuestra misión como técnicos, agrónomos, ganaderos y agricultores es encontrar soluciones para superar estos desafíos. La evolución tecnológica nos proporciona herramientas cada vez más eficientes, pero es fundamental saber distinguir lo que realmente funciona de lo que no aporta resultados.

En este contexto, el mercado CE en bioestimulantes representa una garantía de que el producto cumple con la normativa europea en materia de seguridad, composición y eficacia agronómica. No obstante, es igualmente importante tener en consideración la calidad de la materia prima utilizada en los productos nutricionales, ya que esta influye directamente en su estabilidad, disponibilidad y efectividad en campo. La combinación de respaldo normativo y alta calidad en la formulación es clave para obtener resultados consistentes y fiables. ■

Imagen 3. Diámetro del tallo del maíz testigo vs. tratamiento nutricional y bioestimulante (mm)

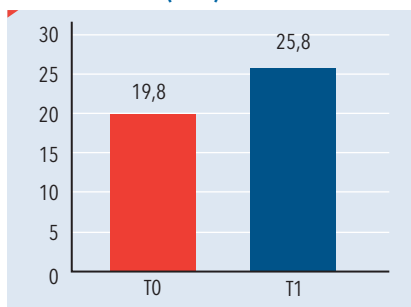


Imagen 4. Productividad de tres campos demostrativos distintos. Testigo (T0), tratamiento nutricional y bioestimulante (T1)

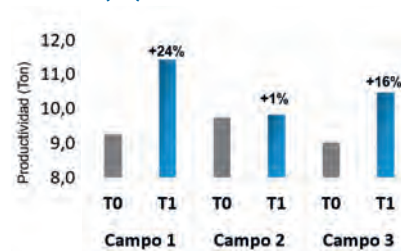


Imagen 5. (A) Fibra ácido detergente (%MS), (B) lignina (%MS) y (C) almidón (%MS) en campos demostrativos con tratamiento testigo (T0) y tratamiento nutricional y bioestimulante (T1)

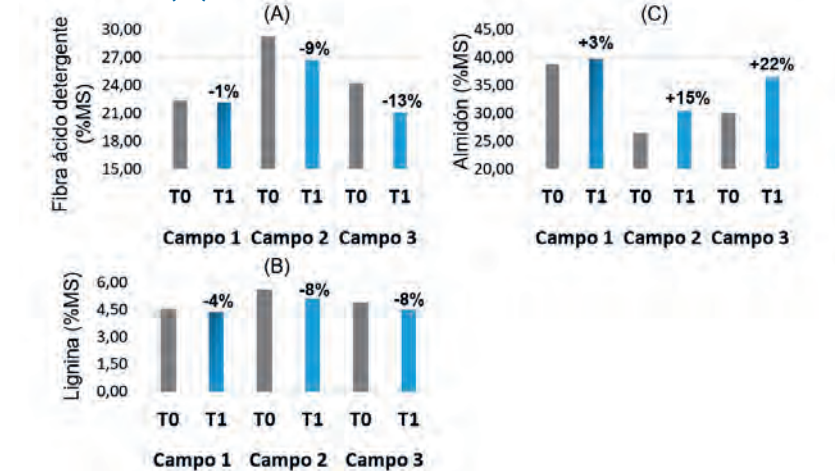
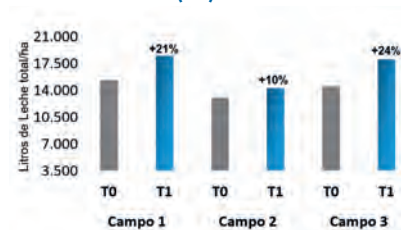


Imagen 6. Litros de leche total/ha en campos demostrativos con tratamiento testigo (T0) y tratamiento nutricional y bioestimulante (T1)



BIBLIOGRAFÍA

(1) Michigan State University Extension. (2019). *How late can you plant corn for silage?* Michigan State University. https://www.canr.msu.edu/news/how_late_can_you_plant_corn_for_silage

(2) BUCHANAN, B. B.; GRUISEM, W., JONES, R. L. (Ed.). *Biochemistry and molecular biology of plants*. John Wiley & sons, 2015.

(3) Sánchez, D. E., & Cantos, J. O. (2025). *One Country, Several Droughts: Characterisation, Evolution, and Trends in Meteorological Droughts in Spain Within the Context of Climate Change*. *Climate*, 13(10), 202. <https://doi.org/10.3390/cli13100202>

(4) BEZNER KERR, R., T. et al. Food, Fibre, and Other Ecosystem Products. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. PÖRTNER, et al. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, p. 713-906 2022.

(5) KAUFFMAN, G.L.; KNEIVEL, D.P.; WATSCHE, T.L. Effects of a Biostimulant on the Heat Tolerance Associated with Photosynthetic Capacity, Membrane Thermostability, and Polyphenol Production of Perennial Ryegrass. *Crop Sci.* 2007, 47, 261–267

(6) BATTACHARYYA, D. et al. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia horticultrae*, v. 196, p. 39-48, 2015.

(7) LI, J.; VAN GERREWEY, T.; GEELEN, D. A meta-analysis of biostimulant yield effectiveness in field trials. *Frontiers in Plant Science*, v. 13, 836702, 2022.

(8) CAVALCANTE, W. S. S. et al. Efficiency of biostimulants in the management of water deficit in soybean culture. 2020.

(9) MEDDICH, A. Biostimulants for resilient agriculture – improving plant tolerance to abiotic stress: A concise review. *Gesunde Pflanzen*, v. 75, p. 709-727, 2023.

(10) ALI, Omar; RAMSUBHAG, Adesh; JAYARAMAN, Jayaraj. Biostimulant properties of seaweed extracts in plants: Implications towards sustainable crop production. *Plants*, v. 10, n. 3, p. 531, 2021.



Los foliares **marcan la diferencia** entre una buena y una mala cosecha

Exclusivo
Delagro

YaraVita™ Last N

Nitrógeno de liberación controlada

No se seca sobre la hoja (efecto mojante prolongado).
Sin riesgo de quemaduras.
Resistencia al lavado en la hoja.

YaraVita™ MAÍZ

Desarrolla todo el potencial de tu cultivo

Aumento medio de la producción del 5%.
Facilita una mayor absorción de los nutrientes principales.
Aumenta la resistencia al estrés.

YaraAmplix™ OPTITRAC

La combinación es lo que importa

Mejora el desarrollo vegetativo.
Estimula la floración y formación de frutos.
Mejora la tolerancia al estrés abiótico (bajas temperaturas y sequía).
Activa los procesos naturales de las plantas.
Mejora la eficiencia de los nutrientes.