



BRÓCOLI CON FERTIZEL®

MAXIMIZACIÓN DE RENDIMIENTO,
CALIDAD NUTRICIONAL Y SOSTENIBILIDAD

Clic para escuchar el podcast



CONTEXTO AGRONÓMICO

El brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) es un cultivo de alto valor nutricional y económico, con una producción global de 27 millones de toneladas anuales (FAO, 2023). España, Italia y California (EE.UU.) dominan el mercado de exportación, pero enfrentan desafíos agronómicos, climáticos y regulatorios que exigen soluciones innovadoras.

PRESIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES: UN ENEMIGO MULTIFACÉTICO

• Plagas clave

Plutella xylostella (polilla del dorso diamante):

Impacto: Reduce el rendimiento en un 30-40% al perforar hojas y tallos.

Resistencia: El 60% de las cepas en Murcia y Almería son inmunes a piretroides (Furlong et al., 2021).

Brevicoryne brassicae (pulgón de la col):

Daño: Succiona savia, reduciendo el peso de la pella en un 25% y transmitiendo virus como el Turnip mosaic virus (TuMV) (Blackman & Eastop, 2023).

• Enfermedades emergentes

Xanthomonas campestris (podredumbre negra):

Prevalencia: Afecta al 35% de las plantaciones en suelos arcillosos, con pérdidas de €1.500/ha en tratamientos fallidos (Williams et al., 2022).

Alternaria brassicicola (mancha foliar):

Consecuencias: Reduce la vida útil poscosecha en un 50% en condiciones de humedad relativa >80% (Koike et al., 2020).

CAMBIO CLIMÁTICO: UN FACTOR MULTIPLICADOR DE RIESGOS

• Estrés térmico

- Buttoning: Temperaturas >30°C durante la formación de la pella provocan florecimiento prematuro, inutilizando el 20% de la cosecha (Rouphael et al., 2018).

- Pérdida de glucosinolatos: Olas de calor reducen la síntesis de estos compuestos anticancerígenos en un 40% (Cartea et al., 2019).

• Sequía y salinidad

- Áreas afectadas: El 45% de las zonas de regadío en Almería y Sicilia tienen conductividad eléctrica (CE) >4 dS/m, limitando la absorción de Ca^{2+} y provocando necrosis marginal (Grattan et al., 2021).

- Impacto en calidad: La salinidad reduce el contenido de vitamina C en un 25% y la firmeza de la pella en un 15% (López-Berenguer et al., 2022).

EXIGENCIAS DE MERCADOS INTERNACIONALES: CALIDAD Y SOSTENIBILIDAD

• Certificaciones premium

- Global G.A.P. y Tesco Nurture: Exigen residuos químicos <0,01 mg/kg y huella hídrica ≤500 L/kg.

- Estándares UE y USDA NOP: Requieren pellas compactas ($\varnothing \geq 15$ cm) con color verde uniforme (CIELab $L^* \leq 40$, $a^* \leq -10$).

• Sequía y salinidad

- Glucorafanina: $\geq 1,2\%$ para etiquetado funcional (EFSA, 2022).

- Vitamina C: ≥ 90 mg/100g para declaraciones de "alto contenido en antioxidantes".

COMPOSICIÓN Y MECANISMOS DE ACCIÓN

ESPATO DE ISLANDIA (95%): FOTÓNICA APLICADA A LA BIOESTIMULACIÓN

BIRREFRINGENCIA EN 660-730 NM

- **Activación génica:**
 - Ruta de los glucosinolatos: Estimula MYB28 y CYP79F1, incrementando la síntesis de glucorafanina en un 40-50% (Halkier & Gershenzon, 2020).
 - Fotosíntesis mejorada: Aumenta la actividad de la ATP-sintasa, elevando Φ PSII de 0,72 a 0,85 bajo estrés lumínico (Agati et al., 2020).
- **Protección física:** Reflectancia UV-B: Las partículas de calcita reflejan el 20% de la radiación UV-B (280-315 nm), reduciendo el daño al PSII y la peroxidación lipídica (Mackerness, 2001).

ZEOLITAS (2%): INGENIERÍA DE MICROHÁBITATS NUTRICIONALES

DINÁMICA DE INTERCAMBIO IÓNICO:

- **Retención de NH_4^+ y K^+ :** Capacidad de intercambio catiónico (CIC: 1,8 meq/g) reduce la lixiviación hacia los suelos arenosos en un 60% (Wang et al., 2020).
- **Liberación de Mg^{2+} :** Optimiza la síntesis de clorofila ($\uparrow$ 25% SPAD) y el tamaño de la pella (Cartea et al., 2019).

SUPRESIÓN DE PATÓGENOS:

- **Adsorción de esporas:** Las zeolitas microporosas en nanopartículas (4-8 Å) capturan esporas de *Xanthomonas campestris*, reduciendo su viabilidad en un 70% (Droby et al., 2016).

CLINOCLORO (0,5%): DEFENSA QUÍMICA Y BARRERA MECÁNICA

LIBERACIÓN DE MICRONUTRIENTES

- **Fe^{2+} y Mn^{2+} :** Cofactores en la ruta del ácido jasmónico, incrementando la producción de metabolitos defensivos ($\uparrow$ 30% alfa-tocoferol) (Mithöfer & Boland, 2023).

BARRERA FÍSICA

- **Oviposición inhibida:** La estructura laminar dificulta la puesta de huevos de *Plutella xylostella*, reduciendo infestaciones en un 40% (Vacante, 2020).

CRISTOBALITA (0,7%): TERMORREGULACIÓN Y SELLADO EPIDÉRMICO

REFLECTIVIDAD INFRARROJA

- **Dispersión de IR:** Reduce la temperatura foliar en 2-3°C durante olas de calor, manteniendo la actividad enzimática (Agati et al., 2020).

SELLADO ESTOMÁTICO

- **Nanopartículas de SiO_2 :** Sellan estomas, disminuyendo la pérdida de agua en un 15% y bloqueando la entrada de esporas fúngicas (Iglesias et al., 2021).

PROTOCOLO DE APLICACIÓN

1

SECANO (DENSIDAD: 25.000-30.000 PLANTAS/HA)



Dosis y calendario:

- Post-trasplante (Septiembre): 1,36 kg/ha en 500-600 L de agua, aplicado con atomizadores de mochila (boquillas de chorro cónico, gotas de 150-300 μ m).
- Crecimiento vegetativo (Noviembre): 1,36 kg/ha en 600-800 L de agua, enfocando en hojas basales.



Eficacia esperada:

- Producción: 18-20 ton/ha (vs. 12-15 ton/ha en controles).
- Glucosinolatos: $\geq 1,5\%$ (vs. 0,8-1,0% en métodos tradicionales).

2

REGADÍO TRADICIONAL (DENSIDAD: 35.000-40.000 PLANTAS/HA)



Dosis y etapas clave:

- Pre-floración (Febrero): 1,36 kg/ha en 600 L de agua (pH 6,5).
- Formación de pella (Abril): 1,36 kg/ha en 800 L de agua + 0,05% surfactante de lecitina.
- Maduración (Junio): 1,36 kg/ha en 600 L de agua (horario vespertino).



Equipo: Cañones atomizadores: Alcance de 15-20 m, presión de 3-4 bar.

3

REGADÍO INTENSIVO (DENSIDAD: 50.000-60.000 PLANTAS/HA)



Dosis reforzada: Doble
(2,72 kg/ha por aplicación)

- Desarrollo inicial (Enero): 2,72 kg/ha en 800 L de agua, integrado con riego por goteo.
- Crecimiento activo (Marzo-Mayo): 2 aplicaciones de 2,72 kg/ha, monitoreadas con drones multispectrales (opcional)



Eficacia:

- Rendimiento: 25-28 ton/ha.
- Control de plagas: Reducción del 75% en *Brevicoryne brassicae*.

4

REGADÍO SUPERINTENSIVO (DENSIDAD: 70.000-80.000 PLANTAS/HA)



Dosis máxima: Triple
(4,08 kg/ha por aplicación)

- Pre-trasplante (Agosto): 4,08 kg/ha en 1.200 L de agua, incorporado al suelo mediante fertirrigación.
- Mantenimiento (Octubre-Diciembre): 3 aplicaciones de 4,08 kg/ha con microaspersión automatizada.



Resultados:

- Producción: 35-40 ton/ha.
- Vida útil poscosecha: 21 días (vs. 14 días en controles).

EFICACIA ESPERADA

EFICACIA POR SISTEMA DE CULTIVO

Parámetro	Secano	Regadío Tradicional	Regadío Intensivo	Regadío Superintensivo
Producción (ton/ha)	18-20	22-25	28-32	35-40
Glucosinolatos (%)	1,5-1,8	1,8-2,2	2,2-2,5	2,5-3,0
Control de Plagas	65-70%	75-80%	80-85%	85-90%
Coste/ha/año	250€-300€	400€-500€	600€-750€	900€-1.100€

IMPACTO NUTRICIONAL

Componente	FERTIZEL®	Método Tradicional	Incremento (%)
Vitamina C (mg/100g)	110-120	80-90	+37,5%
Fibra Dietética (%)	3,2-3,5	2,5-2,8	+28%
ORAC (µmol TE/100g)	18.000-20.000	12.000-14.000	+50%

FERTIZEL® VS. OTROS PRODUCTOS

1. FERTILIZANTES QUÍMICOS (NPK, UREA)

Aspecto	FERTIZEL®	Fertilizantes Químicos
Eficiencia Nutricional	85% de N y K asimilados	40-50% (pérdidas por lixiviación)
Impacto en Suelo	↑25% actividad microbiana	Acidificación (pH <5,5 en 3 años)
Huella de Carbón	0,8 kg CO ₂ eq/kg brócoli	1,5 kg CO ₂ eq/kg brócoli

2. BIOPLAGUICIDAS (BACILLUS THURINGIENSIS, BEAUVERIA BASSIANA)

Aspecto	FERTIZEL®	Bioplaguicidas
Velocidad de Acción	48-72 horas (repelencia física)	5-7 días (colonización)
Durabilidad	15-20 días por aplicación	7-10 días
Coste/ha	600 € - 1.200 €	900 € - 1.500 €

VENTAJAS COMPETITIVAS Y SOSTENIBILIDAD

- 1 SUELOS SALINOS (CE >5 DS/M)**
Solución: Aplicar dosis adicionales (25%) al amanecer y combinar con enmiendas orgánicas (compost de estiércol).
- 2 VARIEDADES SENSIBLES (EJ. CALABRESE)**
Solución: Evitar aplicaciones durante la fase de inducción floral y usar surfactantes no iónicos.
- 3 CLIMAS EXTREMOS**
Solución: Integrar FERTIZEL® con acolchados plásticos reflectantes para minimizar estrés térmico.

Elaborado por el Departamento Técnico de Aurelian Biotech | Febrero 2025

Descubra más en: <https://biaurelian.com/>

Palabras clave: Brócoli, glucosinolatos, *Plutella xylostella*, agricultura regenerativa, ODS.

REFERENCIAS CIENTÍFICAS

1. Halkier, B. A. & Gershenzon, J. (2020). *Biology and Biochemistry of Glucosinolates. Annual Review of Plant Biology.*
2. Cartea, M. E. et al. (2019). **Breeding and Management of Broccoli for Nutritional Quality*