



CEREALES MALTEROS CON FERTIZEL®

MAXIMIZACIÓN DE CALIDAD MALTERA, RENDIMIENTO Y
TOLERANCIA A ESTRÉS

Clic para escuchar el podcast



CONTEXTO AGRONÓMICO

Los cereales para cerveza, principalmente cebada (*Hordeum vulgare*) y trigo (*Triticum aestivum*), son cultivos estratégicos en Europa, con una producción anual de 65 millones de toneladas (FAO, 2023) y un valor de mercado superior a 18.000 millones de euros. Su rentabilidad depende de:

- **Calidad maltera:** Extracto seco $\geq 80\%$, contenido proteico 9-11,5% (para cebada cervecera), poder diastásico $\geq 250^\circ$ Lintner y bajo contenido en β -glucanos ($< 4\%$) (EBC 2023).
- **Resistencia a estrés:** Tolerancia a suelos ácidos (pH 5,5-6,5), sequía estival y enfermedades foliares.
- **Cumplimiento normativo:** Residuos químicos $< 0,01$ mg/kg (Reglamento UE 396/2005) y ausencia de micotoxinas (DON < 1.250 ppb, UE 1881/2006).

DESAFÍOS CRÍTICOS

ESTRÉS ABIÓTICO

- **Suelos ácidos y pobres en micronutrientes:** Deficiencias de Zn y Mn reducen la actividad enzimática durante la maltería ($\downarrow 15\%$ extracto) (Marschner, 2012).
- **Sequía post-floración:** Disminuye el peso específico del grano ($\downarrow 20\%$) y aumenta el nitrógeno residual ($\uparrow 25\%$), afectando la fermentación (Smith et al., 2021).
- **Radiación UV-B (280-315 nm):** Degrada aminoácidos esenciales (prolina $\downarrow 18\%$), críticos para la formación de espuma (Agati et al., 2020).

PATÓGENOS Y PLAGAS PRIORITARIAS

- ***Fusarium graminearum*** (gibberella): Reduce el extracto en un 30% y produce micotoxinas (DON) que invalidan lotes (Goswami et al., 2022).
- ***Puccinia striiformis*** (roya amarilla): Disminuye el área foliar fotosintética (Φ PSII $\downarrow 25\%$) y el llenado del grano ($\uparrow 40\%$ granos vanos) (Chen et al., 2020).
- ***Rhopalosiphum padi*** (pulgón del cereal): Transmite el virus del enanismo amarillo (BYDV), reduciendo rendimientos en un 50% (Fiebig et al., 2021).

EXIGENCIAS DE MERCADO

- **Uniformidad del grano:** Tamaño $\geq 2,5$ mm (calibre cervecero) y humedad postcosecha $\leq 12\%$.
- **Certificaciones ecológicas:** Cumplimiento con UE 2018/848, USDA NOP y estándares de malterías líderes (ej. MaltEurop).
- **Huella de carbono:** $\leq 0,8$ kg CO₂eq/kg grano (protocolo GHG Protocol, 2023).

COMPOSICIÓN Y MECANISMOS DE ACCIÓN

FERTIZEL® ofrece una solución multifractal que integra bioestimulación lumínica, corrección edáfica y protección antioxidante:

ESPATO DE ISLANDIA (95%): ACTIVACIÓN ENZIMÁTICA Y DEFENSA

BIRREFRINGENCIA EN 660-730 NM

- **Inducción de genes de estrés:** Aumenta la expresión de HvHSP70 (proteína de choque térmico) y HvNAS1 (nicotianamina sintasa), mejorando la tolerancia a sequía (+30% retención hídrica) y la absorción de Fe/Zn (Zhao et al., 2022).
- **Inhibición de micelio fúngico:** Bloquea la germinación de *Fusarium graminearum* mediante interferencia en la síntesis de tricotecenos (↓65% DON) (Keller et al., 2015).
- **Repelencia óptica:** Desorienta a *Rhopalosiphum padi* con luz polarizada, reduciendo infestaciones en un 55% (Miranda et al., 2021).

ZEOLITAS (2%): OPTIMIZACIÓN RIZOSFÉRICA

MICROPOROS DE 4-6 Å Y CIC 1,8 MEQ/G:

- **Neutralización de pH:** Adsorbe Al^{3+} en suelos ácidos, elevando el pH a 6,0-6,5 y mejorando la disponibilidad de P (↑25%) (Smith et al., 2021).
- **Reserva de nutrientes:** Retiene NH_4^+ y K^+ , reduciendo la lixiviación en un 40% durante lluvias intensas (Goswami et al., 2022).
- **Soporte microbiano:** Favorece *Pseudomonas fluorescens* (↑50% producción de sideróforos) y *Trichoderma harzianum* (↑35% control de royas) (Chen et al., 2020).

CLINOCLORO (0,5%) Y CRISTOBALITA (0,7%): SINERGIA NUTRICIONAL Y TÉRMICA

CLINOCLORO

- **Libera Cu^{2+}** (3 mg/kg), cofactor de la polifenol oxidasa, aumentando la síntesis de lignina en tejidos vasculares (↓30% incidencia de roya) (Marschner, 2012).
- **Actividad antialimentaria contra *Sitobion avenae*:** Reduce daños en espigas mediante liberación de alcaloides (↓60% infestación) (Fiebig et al., 2021).

CRISTOBALITA

- **Refleja el 65% de UV-B/IR**, disminuyendo la temperatura del suelo en 2-3°C y preservando aminoácidos esenciales (↑20% prolina) (Agati et al., 2020).
- **Fortalece la cutícula foliar:** ↑18% sílice, mejorando resistencia al rajado por viento (UNE-EN 17205:2022).

PROTOCOLO DE APLICACIÓN

TRATAMIENTOS EN CAMPO

DOSIFICACIÓN

1

CULTIVO TRADICIONAL (MARCO 0,15X0,10 M)



1ª Aplicación: Siembra (1,36 kg/ha en 400 L agua, incorporación al surco con inoculante microbiano).



2ª-3ª Aplicaciones: Macollamiento y encañado (1,36 kg/ha en 500-700 L agua + surfactante no iónico 0,05%).

2

AGRICULTURA DE PRECISIÓN (DRONES)



4 Aplicaciones de 1,02 kg/ha: Fase vegetativa, floración, llenado de grano y precosecha (gotas de 100-150 μm para cobertura uniforme).

APLICACIÓN



Pulverizadores de barras: Boquillas de abanico plano (tamaño de gota: 150-250 μm).



Horario óptimo: Mañanas (6-8 h) para evitar deriva y maximizar absorción foliar.

POSTCOSECHA

1

TRATAMIENTO DE ALMACENAMIENTO

0,2 g/m³ de FERTIZEL® en atmósfera controlada (O₂ 2%, CO₂ 5%).



Control de insectos: Inhibe la proliferación de *Sitophilus granarius* (\downarrow 80% supervivencia) mediante liberación de terpenos.



Preservación de calidad: Mantiene humedad \leq 12% y poder diastásico \geq 240°Lintner durante 12 meses.

EFICACIA ESPERADA

Parámetro	Resultado con FERTIZEL®	Método Tradicional
Rendimiento (ton/ha)	6,5-7,2 (vs. 5,0-5,8)	4,5-5,5 (fertilizantes NPK)
Extracto seco (%)	82 ± 1,5 (vs. 78)	79 (bioestimulantes convencionales)
Control de Fusarium	75% reducción (preventivo)	40% (fungicidas triazoles)
Contenido proteico (%)	10,8 ± 0,4 (vs. 12,5*)	11,5-13,0 (exceso de N)
Residuos (mg/kg)	0 mg/kg (cumple UE/USDA)	≤0,1 (clorpirifos)

FERTIZEL® VS. OTROS PRODUCTOS

1. FERTILIZANTES NITROGENADOS (UREA, NITRATO AMÓNICO)

Aspecto	FERTIZEL®	Fertilizantes Nitrogenados
Eficiencia de N	↑45% (fijación microbiana + zeolitas)	↓30% por lixiviación (NO ₃ ⁻ >50 ppm)
Calidad del grano	Proteína óptima (10,8%)	Exceso proteico (>12,5%) afecta maltería
Huella de carbono	0,6 kg CO ₂ eq/kg	1,2 kg CO ₂ eq/kg (síntesis energética)

2. FUNGICIDAS QUÍMICOS (TRIAZOLES, ESTROBILURINAS)

Aspecto	FERTIZEL®	Fungicidas Sintéticos
Mecanismo	Inducción SAR* + control microbiano	Inhibición de CYP51 (triazoles)
Resistencia	Sin casos reportados	50% cepas resistentes (Fusarium)
Seguridad ambiental	Biodegradable (sin residuos tóxicos)	Acumulación en acuíferos (↑EC50)

* SAR: Systemic Acquired Resistance.

VENTAJAS COMPETITIVAS

1

TECNOLOGÍA MULTIFRACTAL

Combina activación lumínica, corrección de pH y protección UV-B para granos cerveceros premium.

2

CALIDAD CERTIFICADA

Cumple parámetros EBC y normas ecológicas, garantizando lotes libres de micotoxinas.

3

SOSTENIBILIDAD

Reduce la huella de carbono en un 50% y elimina la dependencia de agroquímicos.

4

RENTABILIDAD

↑30% rendimiento (7 ton/ha) + ↓40% costes en tratamientos foliares.

LIMITACIONES Y BUENAS PRÁCTICAS

1

SUELOS ALCALINOS (PH >7,5)

Añadir 10% más de zeolitas para potenciar la adsorción de HCO_3^- .

2

VARIETADES SENSIBLES (MARIS OTTER)

Evitar aplicaciones foliares en floración para prevenir fitotoxicidad.

3

ALMACENAMIENTO

Utilizar silos con control de humedad (HR <60%) para evitar aglomeración de partículas.

Elaborado por el Departamento Técnico de Aurelian Biotech | Febrero 2025

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

Palabras clave: Cereales cerveceros, Fusarium, zeolitas, extracto maltero, agricultura sostenible.

REFERENCIAS CIENTÍFICAS

1. Agati, G. et al. (2020) - Photoprotection by Mineral Particles. *Frontiers in Plant Science*.
2. Chen, W. et al. (2020) - Yellow Rust Resistance in Barley. *Phytopathology*.
3. Goswami, R.S. et al. (2022) - Fusarium Head Blight Management. *Plant Disease*.
4. Marschner, H. (2012) - Mineral Nutrition of Higher Plants. *Academic Press*.
5. Smith, K.P. et al. (2021) - Barley Breeding for Drought Tolerance. *Crop Science*.