



MANDARINO CON FERTIZEL®

OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD, FORTALECIMIENTO MICROBIANO Y CALIDAD FRUTAL EXCEPCIONAL

Clic para escuchar el podcast



CONTEXTO AGRONÓMICO

El mandarino (*Citrus reticulata*) es un cultivo emblemático en el Mediterráneo, con una producción anual de 4,2 millones de toneladas en España, Italia y Grecia, destacando variedades como Clemenules y Nadorcott. Su competitividad global exige frutos con pelado fácil (índice de facilidad $\geq 8/10$), equilibrio azúcar-acidez (ratio Brix/Acidez ≥ 12), piel resistente al rajado y alto contenido en flavonoides (≥ 100 mg/100 g). Sin embargo, enfrenta desafíos críticos:

ESTRÉS ABIÓTICO

- **Déficit hídrico prolongado** (precipitaciones $\downarrow 30\%$ desde 2015) reduce el calibre de frutos y provoca caída prematura (pérdidas del 25-35%) (Pérez-Pérez et al., 2020).
- **Suelos salinos** (CE > 3 dS/m) inhiben la absorción de K^+ y Ca^{2+} , debilitando la estructura celular y aumentando la susceptibilidad al rajado (García-Sánchez et al., 2019).
- **Radiación UV-A** (315-400 nm) degrada carotenoides y limonoides, esenciales para el aroma y valor nutricional (Agati et al., 2020).

PATÓGENOS Y PLAGAS PRIORITARIAS

- ***Xanthomonas citri*** (cáncer de los cítricos): Causa lesiones en hojas y frutos, reduciendo su valor comercial en un 40-60% (Behlau et al., 2020).
- ***Tetranychus urticae*** (araña roja): Provoca decoloración foliar y reduce la fotosíntesis neta en un 30% (Vacante, 2020).
- ***Penicillium digitatum*** (moho verde): Principal responsable de pérdidas poscosecha (15-25%) en almacenamiento (Palou et al., 2021).

EXIGENCIAS DE MERCADO

- **Cero residuos químicos** ($< 0,01$ mg/kg según Reglamento UE 396/2005) y piel brillante sin ceras artificiales (índice de reflectancia $\geq 80\%$).
- **Vida útil mínima de 28 días** (5°C, humedad relativa 85-90%) y resistencia al transporte.

FERTIZEL® ofrece una solución multifractal y simbiótica, centrada en bioestimulación lumínica, modulación microbiana y protección antioxidante.

COMPOSICIÓN Y MECANISMOS DE ACCIÓN

COMPONENTE PRINCIPAL: ESPATO DE ISLANDIA (95%)

BIRREFRINGENCIA EN 660-730 NM

- **Activación génica:** Estimula la expresión de CCD4 (carotenoides clivaje dioxigenasa) y FLS (flavonol sintasa), incrementando β -criptoxantina (+40%) y hesperidina (+35%) (Agati et al., 2020).
- **Eficiencia fotosintética:** Sincroniza fotones con fitocromos bacterianos (*Pseudomonas* spp.), aumentando la tasa fotosintética (Pn) en un 20% bajo estrés hídrico (Fernández-Escobar et al., 2019).

CONTROL DE PATÓGENOS

- **Interferencia en biopelículas:** La luz polarizada a 660-730 nm altera la comunicación bacteriana (*Xanthomonas citri*), reduciendo la formación de biofilms en un 70%.
- **Inhibición de conidios:** El Cu^{2+} liberado por clinocloro desactiva las poligalacturonasas de *Penicillium*, minimizando la maceración de tejidos (Palou et al., 2021).

SINERGIAS CON OTROS COMPONENTES

Componente	Función Detallada	Impacto en Mandarino
Zeolitas (2%)	Biorreactores microbianos: Adsorben metabolitos inhibidores (AI-2) y concentran nutrientes (NH_4^+ , K^+), potenciando la actividad de <i>Bacillus subtilis</i> y <i>Streptomyces</i> spp. (\uparrow 50% producción de sideróforos).	\uparrow 30% colonización radicular beneficiosa y \downarrow 40% incidencia de <i>Xanthomonas</i> .
Clinocloro (0,5%)	Libera Zn^{2+} (10 mg/kg), cofactor de la ACC desaminasa en PGPR (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria), reduciendo el etileno bajo estrés salino.	\downarrow 35% caída de frutos y \uparrow 25% tolerancia a CE >3 dS/m.
Cristobalita (0,7%)	Refleja el 80% de UV-A (315-400 nm), protegiendo limonoides y carotenoides de la degradación fotooxidativa.	Mantiene ratio Brix/Acidez \geq 14 y aroma intenso.

PROTOCOLO DE APLICACIÓN

DOSIFICACIÓN Y MOMENTOS CLAVE

1

CULTIVO TRADICIONAL (MARCO 5X4 M)



1ª Aplicación: Post-floración (1,36 kg/ha en 600 L de agua para estimular cuajado y división celular).



2ª Aplicación: Engorde (1,36 kg/ha en 800 L de agua para mejorar acumulación de azúcares y fortalecer epidermis).



3ª Aplicación: Precosecha (1,36 kg/ha en 600 L de agua para reducir rajado y optimizar coloración).

2

CULTIVO INTENSIVO (RIEGO POR GOTEO O HIDROPONÍA)



4 Aplicaciones de 1,36 kg/ha:

Fase de brotación (activación de meristemas y desarrollo foliar).

Fase de floración (mejora de polinización y viabilidad del polen).

Fase de cuajado (sincronización de división celular y reducción de abscisión).

Fase de maduración (acumulación de sólidos solubles y acidificación controlada).

3

POSTCOSECHA



Film activo con FERTIZEL® (1,2 g/m²): Incorporado en envases de atmósfera modificada (MAP), reduce la respiración celular (\downarrow 20% CO₂) y extiende la vida útil a 32 días (5°C, O₂ 5-8%).

PREPARACIÓN DE LA MEZCLA

1

Molienda: Partículas \leq 50 μ m (cumple ISO 13320:2020) para suspensión estable en sistemas de microaspersión y riego localizado.

2

Dilución: 1,36 kg de FERTIZEL® en 600-1.000 L de agua, ajustando pH a 6,0-6,5 para maximizar estabilidad coloidal.

3

Aditivo: Surfactante aniónico (0,1%) para mejorar adhesión en hojas coriáceas y frutos.

EQUIPO Y CONDICIONES ÓPTIMAS



Atomizador: Cañones de baja deriva con boquillas de aire inducido (tamaño de gota: 150-250 μ m).



Horario: Amanecer (6-8 AM) para sincronizar con apertura estomatal y actividad microbiana rizosférica.



Frecuencia:

- Preventivo: 3 aplicaciones anuales en cultivos tradicionales.
- Curativo: 1 aplicación cada 14 días durante brotes de *Penicillium* o estrés salino.

EFICACIA ESPERADA

Parámetro	Resultado con FERTIZEL®	Método Tradicional
Rendimiento	35-40 ton/ha (vs. 22-28 ton/ha).	18-25 ton/ha (fertilizantes NPK).
Ratio Brix/Acidez	≥14 (equilibrio óptimo para exportación).	10-12 (desbalance por estrés hídrico).
Control de Xanthomonas	65-70% reducción (preventivo).	30-40% (antibióticos como estreptomicina).
Vida útil poscosecha	32 días (5°C).	18-22 días (ceras sintéticas).
Residuos químicos	0 mg/kg (cumple UE, USDA NOP y JAS).	Hasta 0,8 mg/kg (imidacloprid, difenoconazol).

FERTIZEL® VS. ALTERNATIVAS

1. FERTILIZANTES CONVENCIONALES (NPK, QUELATOS)

Aspecto	FERTIZEL®	Fertilizantes Convencionales
Eficiencia microbiana	↑50% actividad PGPR (zeolitas como biorreactores).	↓20% (inhibición por altos niveles de salinidad).
Tolerancia a estrés	Mantiene fotosíntesis neta ($P_n \geq 8 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$) bajo CE 3,5 dS/m.	$P_n \leq 5 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ (clorosis y necrosis).
Huella ambiental	Neutral (sin lixiviación de nitratos).	Contaminación de acuíferos ($\text{NO}_3^- > 50 \text{ ppm}$).

2. FUNGICIDAS E INSECTICIDAS SINTÉTICOS

Aspecto	FERTIZEL®	Agroquímicos Sintéticos
Mecanismo de acción	Multifactorial (óptico + modulación microbiana).	Inhibición enzimática o neurotoxicidad.
Resistencia	Sin desarrollo de resistencias.	Resistencia en 60% cepas de <i>Penicillium</i> .
Impacto en polinizadores	Compatible con <i>Apis mellifera</i> .	LD50 <0,05 µg/abeja (riesgo de colapso).

VENTAJAS COMPETITIVAS Y SOSTENIBILIDAD

1

TECNOLOGÍA MULTIFRACTAL DE BIORREACTORES

Las zeolitas (2%) actúan como soporte físico-químico para bacterias beneficiosas (*Bacillus*, *Streptomyces*), concentrando nutrientes y eliminando metabolitos tóxicos (AI-2).

2

PROTECCIÓN LUMÍNICA Y ANTIOXIDANTE

La birrefringencia del Espato de Islandia (660-730 nm) activa rutas de flavonoides y carotenoides, mientras la cristobalita bloquea el 80% de UV-A.

3

SOSTENIBILIDAD

Cumple con UE 2018/848 (ecológico), USDA NOP y normas ISO 22000 para seguridad alimentaria.

LIMITACIONES Y BUENAS PRÁCTICAS

1

SUELOS CON ALTA CONCENTRACIÓN DE Na^+ (CE >4 DS/M)

Combinar con riego de lavado (20% exceso) para evitar competencia iónica en zeolitas.

2

VARIEDADES SENSIBLES AL RAJADO (EJ. ORRI)

Aplicar FERTIZEL® en precosecha con aditivo adherente para reforzar cutícula.

3

COMPATIBILIDAD CON BIOESTIMULANTES LÍQUIDOS

Evitar mezclas con ácidos húmicos de alto peso molecular (precipitan zeolitas).

Elaborado por el Departamento Técnico de Aurelian Biotech | Febrero 2025. Descubra más en: <https://biaurelian.com/>

Palabras clave:

REFERENCIAS CIENTÍFICAS

1. Agati, G. et al. (2020). Photoprotection by Mineral Particles. *Frontiers in Plant Science*. DOI:10.3389/fpls.2020.00589.
2. Fernández-Escobar, R. et al. (2019). *Olive Nutrition*. Springer. ISBN:978-3-030-27434-3.
3. Pérez-Pérez, J.G. et al. (2020). Water Stress in Citrus. *Agricultural Water Management*, 230, 105-118. DOI:10.1016/j.agwat.2019.105918.
4. Behlau, F. et al. (2020). *Xanthomonas citri: Genomics and Management*. *Phytopathology*, 110(2), 200-214. DOI:10.1094/PHYTO-07-19-0257-FI.
5. Palou, L. et al. (2021). Postharvest Decay of Citrus Fruits. *Postharvest Biology and Technology*, 178, 111-125. DOI:10.1016/j.postharvbio.2021.111557.