



# BOLETÍN TÉCNICO



**Fito-Maat<sup>®</sup>**

BOLETÍN TÉCNICO

Un nuevo estilo en bioestimulación para  
superar situaciones de estrés.

## INDICE

1. Introducción
2. Características técnicas
3. Beneficios y efectos del uso de FITO-MAAT®.
4. Experimentación y Desarrollo en campo.
5. Usos y Posicionamiento Técnico.
6. Resumen.

## 1. INTRODUCCIÓN

**FITO-MAAT®** compuestos de origen natural y ha sido diseñado para prevenir y proteger los cultivos frente a estreses abiótico.

Los efectos de **FITO-MAAT®** protegen los cultivos frente a los efectos del estrés abiótico hasta la cosecha. **FITO-MAAT®** mantiene la calidad cosecha y el rendimiento de los cultivos incluso en condiciones climatológicas difíciles.

**FITO-MAAT®** está formulado con **extractos naturales, que lo hacen apto como insumo para su aplicación en agricultura ecológica/biológica/orgánica**. Sus componentes presentan un **efecto protector sinérgico**, y han sido estudiados para inducir y para maximizar las respuestas celulares y fisiológicas endógenas de las plantas con el fin de superar situaciones de estrés abiótico.

**FITO-MAAT®** está diseñado para ayudar al cultivo a **mantener: la tasa fotosintética, el equilibrio de su potencial osmótico, la promoción de la actividad enzimática para prevenir la oxidación y el metabolismo.**

Por otra parte, **FITO-MAAT®** induce respuestas moleculares durante el crecimiento vegetativo y la fase reproductiva para mantener el crecimiento y el desarrollo.

**FITO-MAAT®** se aplica en pulverización foliar o vía riego. Sus componentes se absorben rápidamente y son transportados a órganos jóvenes y en crecimiento donde ejercen su función protectora.

## 2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

**FITO-MAAT®** presenta una composición única con efectos sinérgicos beneficiosos sobre cultivos antes situaciones de estrés abiótico.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	
Formulación	Microgránulos
Color	Marrón claro
Solubilidad	> 100g/L
pH (1% dilución)	3,5 – 4,5

CONTENIDO GARANTIZADO (% p/p)	
	(%W/W)
Glicina betaína	80 %
Aminoácidos libres L- (prolina)	10 %
Factores fisiológicos <sup>1</sup>	0,5 %

<sup>1</sup> bioflavonoides y l ácido elágico

### 3. BENEFICIOS Y EFECTOS DEL USO DE FITO-MAAT®

**FITO-MAAT®** está formulado con compuestos de origen vegetal, que individualmente son eficaces para prevenir y proteger del estrés abiótico ya que actúan en los diferentes procesos fisiológicos, celulares y moleculares. La combinación de sus componentes tiene un efecto sinérgico y protege las principales vías metabólicas de las plantas. Así pues, su aplicación **FITO-MAAT®** produce una normalización de la función celular comparable con la de las condiciones de no-estrés.

**FITO-MAAT®** tiene en su composición un 80% de **Glicina betaína (GB)** p/p. La es una molécula de bajo peso molecular y soluble en agua, que pertenece a una **familia de compuestos conocidos como osmolitos o solutos compatibles**. Estos compuestos son divergentes entre sí, e incluyen betaínas, polioles, poliaminas (fitohormonas), alcoholes de azúcares y el aminoácido prolina (Pro). GB es un compuesto de amonio cuaternario que presenta una naturaleza de ión híbrido, que presenta una carga positiva y una negativa, y una carga total neutra. **GB es de origen natural en tres reinos: bacterias, arqueas y eucariotas (plantas, animales, e incluso mamíferos). En las plantas, GB se acumula en los tejidos específicos de halófitas (especie de plantas tolerante a la sal) y en otras especies bajo condiciones de estrés. Sin embargo, muchas otras especies vegetales (incluyendo la mayoría de los cultivos) no pueden sintetizar nada de GB.**

Hasta ahora, solo se conoce una especie de bacterias fototróficas capaces de sintetizar GB desde los aminoácidos glicina (Gly). Generalmente la biosíntesis de GB en plantas (y en otros organismos) se inicia con amonio cuaternario: Colina. La Colina es oxidada en dos reacciones secuenciales; la producción de aldehído de betaína y, finalmente, GB. En las plantas, las dos enzimas necesarias para transformar Colina en GB son cloroplastos, aunque están codificadas por genes nucleares. La localización subcelular de GB sigue siendo controvertida ya que en algunas especies, los cloroplastos GB representan alrededor del 50% del total, mientras que el otro 50% es supuestamente, citoplasmático. En algunas especies se sabe que también se acumulan en la vacuola.

La GB endógena se sintetiza en las hojas adultas, **y se transporta a las hojas jóvenes (tejidos meristemáticos) y otros órganos, (brotes, frutos). Se ha demostrado que GB se transloca rápidamente a meristemas cuando aplica a las hojas.**

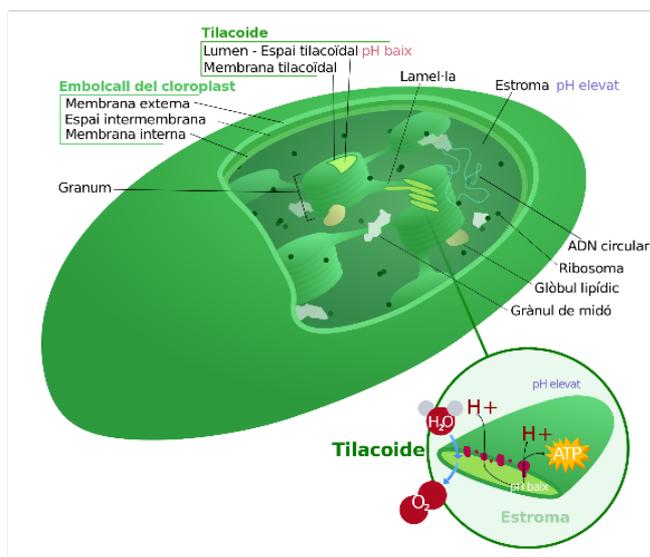
Aunque se sabe que GB se transporta rápidamente dentro de las células cuando se aplica de forma exógena todavía hay pocos puntos de vista sobre los transportadores específicos. El transporte intracelular del citoplasma a los cloroplastos también se desconoce, pero se intuye que algunos transportadores de prolina (Pro) pueden estar involucrados, lo que sugiere un mecanismo de transporte y una función común para los osmitos GB y Pro.

Los principales efectos fisiológicos, celulares y moleculares de la **Glicina betaína** en las plantas son:

- **Balance de potencial osmótico:** Las características físico-químicas de GB regulan el equilibrio osmótico nivelando el contenido de agua dentro y fuera de las células, evitando la reducción del metabolismo debido a la sequía y también después de la muerte celular debida a la ruptura de las células por exceso de agua. Esto es especialmente importante en situaciones de sequía o estrés salino cuando las plantas tienden a compensar la mayor concentración de sales en el exterior por ósmosis perdiendo un poco de agua. Esto promueve un aumento de solutos dentro de la célula bloqueando algunas funciones celulares y ralentizando muchos procesos metabólicos, incluyendo la fotosíntesis. **FITO-MAAT®** protege de la sequía y salinidad por acumulación de Glicina betaína dentro de las células que compensan la pérdida de agua manteniendo así el metabolismo celular normal. Por otro lado, el exceso de riego (fuertes lluvias y alta humedad), promueven los mismos mecanismos de compensación en la otra dirección y las células se hinchan por ósmosis intentando compensar la concentración

de solutos. Esto puede producir exceso de hinchazón y provocar la explosión de la célula. La rotura de los tejidos de los frutos es un problema conocido en algunos cultivos (como la cereza), debido a las altas temperaturas y las altas lluvias que promueven la absorción de agua en los frutos, y finalmente la rotura de sus membranas. Este fenómeno se conoce como craqueo y disminuye la calidad de la cosecha. El craqueo o Cracking puede evitarse mediante la aplicación de **FITO-MAAT®** que protege contra el hinchazón del fruto, evitando la absorción de agua en exceso por estos mediante el control del equilibrio osmótico.

- Mantenimiento del fotosistema II:** La luz es la fuente de energía para la síntesis de moléculas orgánicas en las plantas (e indirectamente al resto de los organismos vivos). La fotosíntesis tiene lugar en los cloroplastos, y la energía de la luz es recogida por los tilacoides. La cadena fotosintética de transporte de electrones incluye diferentes complejos de proteínas y transportadores de electrones. Uno de estos complejos de proteínas es el fotosistema II (PS II), que contiene clorofila. PS II funciona como una acuo-oxidoreductasa-plastoquinona, e incluye la fotosíntesis oxigénica (OEC), cuya función principal es proporcionar los electrones necesarios en la cadena mediante la división de moléculas de agua. La luz en sí, es un tipo de estrés incluso para los organismos fotosintéticos, e induce daños en los fotosistemas, especialmente en el fotosistema II. Una vez que esto sucede, la maquinaria fotosintética se detiene, este fenómeno se llama fotoinhibición. La luz fuerte promueve más daño, por lo tanto más fotoinhibición. Las plantas superan la fotoinhibición por la rápida reparación que ofrece el fotosistema II, y la tasa fotosintética depende del equilibrio daño-reparación. El principal responsable de la fotoinhibición es la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS), ya que compromete la síntesis de proteínas *de novo*. Este proceso es especialmente importante para la proteína D1 del complejo PSII. La proteína D1 está continuamente bajo estrés oxidante y su facturación debe ser muy alta para mantener la tasa de fotosíntesis. Si las proteínas implicadas en la reparación de PSII no se pueden trasladar, da lugar a la fotoinhibición. El estrés abiótico (incluyendo estrés salino, que ha sido investigado por tales daños en diferentes especies) es conocido por promover la producción de ROS; por lo tanto, es el principal responsable de la fotoinhibición. La aplicación de **FITO-MAAT®** con su contenido en GB, protege la síntesis *de novo* de la proteína D1, un componente principal de PSII, que necesita ser reparado rápidamente para evitar la fotoinhibición desencadenada por el estrés.



- **La activación de la actividad RuBisCO:** RuBisCO es la enzima clave en la fijación de carbono (C) y cataliza la primera reacción del ciclo de Calvin-Benson; la carboxilación de la ribulosa 1,5-bifosfato (RuBP). Su actividad está regulada en parte por la activación de la enzima Rubisco. Su activación promueve la formación de carbamato en el sitio activo RuBisCO evitando la inhibición del proceso de activación RuBisCO por RuBP que también se une al sitio activo de la RuBisCO. Durante el estrés por calor la activación de RubisCO se asocia con las membranas tilacoilales en lugar de localizarse en la fracción estromal lo que lleva a una disminución en la activación de RuBisCO, reduciendo así la incorporación de C. GB que contiene **FITO-MAAT®** inhibe específicamente la activación de Rubisco en las membranas tilacoidales aumentando la tolerancia a las altas temperaturas que podrían reducir o incluso inhibir la fijación de C.
- **Protección conformacional de enzimas:** GB funciona como una chaperona molecular. Uno de los efectos del estrés es la reducción en la asimilación de CO<sub>2</sub>, provocada por la fotoinhibición. Este efecto promueve, a su vez, una acumulación de ROS aumentando la oxidación en el citoplasma de la célula, desnaturalizando o reduciendo así la función de varias enzimas, incluyendo aquellas que catalizan la fijación de carbono en el ciclo de Calvin-Benson. La función de la chaperona asegura una tasa constante de la fijación de C protegiendo la función de varias enzimas metabólicas.
- **Protección de los órganos reproductores:** GB se absorbe principalmente en las hojas maduras, aunque sus efectos se producen en los tejidos que son más sensibles al estrés, tales como hojas jóvenes, flores y frutos. De hecho, varios estudios confirman que la GB se acumula específicamente en estos órganos después de la aplicación foliar. El estrés salino produce malformaciones y abortos en los órganos florales y en las semillas. Las aplicaciones de **FITO-MAAT®**, se dirigen a los órganos reproductores, lo que mejora la reproducción y tiene un efecto directo sobre el rendimiento.
- **Eliminación de especies reactivas de oxígeno (ROS):** La GB actúa a diferentes niveles sobre la reducción de ROS. En primer lugar, parece activar las enzimas que actúan como eliminadores de ROS, y también induce la expresión de genes que codifican proteínas implicadas en la resistencia al estrés abiótico, tales como factores de transcripción (desencadenar cascadas de red genética para responder al estrés), componentes de la membrana de tráfico (permitir el tráfico de compuestos para responder al estrés), y los genes que codifican las chaperonas (proteger a otras proteínas o enzimas).
- **Estabilización de las membranas celulares:** La GB tiene un efecto estabilizador en la membrana celular. Cuando las membranas celulares no son estables (incluyendo cloroplasto y las membranas mitocondriales) el transporte de electrones puede ser interrumpido, elevando aún más los niveles de producción de ROS.

**FITO-MAAT®** incluye un 10% de aminoácido prolina (Pro), que funciona como un osmolito. El efecto sinérgico que tiene Pro en la prevención del estrés abiótico y la protección aumenta los efectos la GB. Sus efectos combinados (GB + Pro) son mucho más eficaces que solo la GB en la protección de cultivos. Las plantas de forma natural acumulan Pro durante el estrés abiótico. Esta acumulación produce una disminución de la síntesis de proteínas, la Pro se obtiene por conversión (por transaminasas) de otros aminoácidos o de barrido de las proteínas que deben ser degradadas. La suplementación con Pro, evita desequilibrio energético producido por la biosíntesis de este aminoácido durante el estrés, y también mantiene la síntesis de proteínas en los niveles normales. Otros beneficios de las aplicaciones la Pro incluyen:

- **Función como una chaperona molecular:** Junto con la GB, la Pro mantiene la integridad de las proteínas (incluyendo enzimas). Las enzimas fotosintéticas, la fijación de CO<sub>2</sub> y la eliminación de especies reactivas de oxígeno está protegida y este efecto normaliza el metabolismo. Estos efectos maximizar los efectos de la GB y protegen las células y su metabolismo.
- **Protección específica de los órganos reproductores:** En varias especies la Pro se acumula, incluso en condiciones sin estrés en los órganos reproductores, llegando en algunos casos a ser casi el 70% de los aminoácidos libres. Este es el caso de los embriones y las semillas, pero la acumulación es especialmente dramático en los granos de polen.
- **Aumento de la polinización:** Muchas plantas producen néctar para atraer a los polinizadores. El néctar es una sustancia acuosa que contiene azúcar producida por células secretoras especializadas en los nectarios. El néctar es el alimento básico para las abejas, y se ha demostrado que éstas se sienten más atraídas por néctares que ricos en Pro. Por lo tanto, en situaciones de estrés **FITO-MAAT**<sup>®</sup> proporciona la cantidad adecuada de Pro para mantener la polinización, ya que de lo contrario la Pro endógena se movilizaría a otros órganos para protegerlos del estrés disminuyendo así la viabilidad del polen y reduciendo la polinización y el cuajado de frutos.
- **Ayuda en la fase de recuperación:** Después de una situación de estrés las plantas necesitan recuperarse. La Prolina se transforma rápidamente en ácido glutámico luego a otros aminoácidos una vez que ya no es necesario para hacer frente al estrés. **FITO-MAAT**<sup>®</sup> aumenta la síntesis de proteínas cuando necesidades metabólicas se requieren después del estrés.

Por último, **FITO-MAAT**<sup>®</sup> contiene antioxidantes naturales para aumentar la capacidad de los cultivos a hacer frente a la oxidación durante los períodos de estrés. Se obtienen flavonoides (quercetina, hesperidina y rutina) y ácido elágico de manera natural, que ayudan a la función excreción de ROS por GB y Pro, y aumentan el poder antioxidante de **FITO-MAAT**<sup>®</sup>. Además de sus propiedades antioxidantes, los flavonoides tienen otras funciones en las plantas:

- **Compuestos con efecto de filtro solar:** Protegen las plantas y las células frente a la luz UV. Los flavonoides que contiene **FITO-MAAT**<sup>®</sup> ayudan a sobrellevar condiciones extremas de luz y su rápida absorción ayuda a proteger las células donde los flavonoides son transportados y acumulados, protegiendo la tasa fotosintética mediante el filtrado de la cantidad y calidad de luz que llega al PSII.
- **La viabilidad del polen y atrayentes para los polinizadores:** Los flavonoides se han relacionado con el desarrollo de las anteras y la viabilidad del polen, la fertilidad y el crecimiento. También algunos flavonoides actúan como atrayente para los polinizadores. Por lo tanto, **FITO-MAAT**<sup>®</sup> aumenta el cuajado de los frutos por la optimización de la tasa de fecundidad ya que está involucrada en estas importantes funciones reproductivas.

#### 4. EXPERIMENTACIÓN Y DESARROLLO EN CAMPO.

La eficacia de **FITO-MAAT**<sup>®</sup> se ha probado en cultivos bajo estrés y también en las plantas no estresadas para evaluar sus efectos en las condiciones de crecimiento normales. En la tabla se relaciona el protocolo de los ensayos efectuados así como los resultados obtenidos.

Cultivo	País	Dosis	Nº de aplicaciones	Estados fenológicos	Resultado
Tomate	España	0,5-2 kg/ha	2	Crecimiento Vegetativo	Incremento de biomasa, de crecimiento de brotes y mejora del estado fisiológico.
Calabacín	México	0,3-0,4 kg/ha	4	Trasplante, Crecimiento Vegetativo, Floración, Cuajado	Precocidad, incremento de tamaño, peso y aumento de frutos en el cultivo.

## 5. USOS Y POSICIONAMIENTO TÉCNICO

**FITO-MAAT®** está recomendado para su uso en situaciones de estrés ambiental. Fortalece los cultivos, protegiéndolos frente a posibles situaciones de estrés. Además esta protección tiene un efecto de larga duración; Por lo tanto, sus componentes actúan en situaciones de estrés y además sus beneficios perduran después de que se restablezcan las condiciones normales de crecimiento.

**FITO-MAAT®** se puede aplicar en muchos cultivos, manteniendo la tasa metabólica y el crecimiento en condiciones adversas. **FITO-MAAT®** también está indicado para evitar el “cracking” en frutos de hueso: cereza, ciruela, nectarina y uva de mesa que se produce tras fuertes lluvias y el desequilibrio osmótico.

**FITO-MAAT®** debe aplicarse asegurando una buena cobertura del cultivo durante la pulverización.

Cultivos	FRECUENCIA DE APLICACIONES	Dosis
Calabacita, Calabaza, Chayote, Melón, Pepino, Sandía; Berenjena, Chile, Chile bell, Jitomate, Papa, Tabaco, Tomate de cáscara; Cebolla, Poro, Cebollín; Brócoli, Col, Coliflor, Repollo; Lechuga; Rábano; Ornamentales; Viveros	Realizar cuatro aplicaciones, la primera aplicación al momento del trasplante, la segunda a los 15 después del trasplante, la tercera durante la etapa de -oración y una cuarta aplicación 10 días después de la tercera aplicación.	300- 400 g/Ha

Debe pulverizarse directamente sobre el follaje de la parte alta y baja de la planta para asegurar una rápida translocación de los osmolitos a los órganos a los que debe llegar el producto y sus componentes.

**FITO-MAAT®** es compatible con la mayoría de los pesticidas y fertilizantes. Aunque se aconseja realizar una pequeña prueba antes de mezclar con otros productos y consultar el servicio técnico de Sipcam Iberia para productos de difícil mezcla.

## 6. RESUMEN

**FITO-MAAT®** está diseñado para prevenir y proteger los cultivos frente a la mayoría de los tipos de estrés ambiental. Los componentes de **FITO-MAAT®** se obtienen a partir de fuentes naturales. **FITO-MAAT® es apto para su uso como insumo en agricultura ecológica.** **FITO-MAAT®** protege las plantas durante las etapas más sensibles del desarrollo, favorece el aumento de la calidad y rendimiento en la cosecha y ejerce efectos beneficiosos en los cultivos que ayudan a:

- Equilibrar el potencial osmótico, la protección contra el exceso de agua (cracking) o la sequía y salinidad (reducción del rendimiento de la cosecha).
- Reforzar la fotoprotección de la actividad fotosintética, el mantenimiento de la tasa fotosintética y el crecimiento sostenible.
- Mantener la fijación de carbono y el metabolismo celular para evitar la reducción en la producción de biomasa.
- Desintoxicar las células y eliminar de especies reactivas de oxígeno gracias a las propiedades antioxidantes de sus componentes.
- Actuar con rapidez y de forma duradera para garantizar un efecto inmediato y de larga duración contra el estrés ambiental.

**FITO-MAAT®** es el tratamiento adecuado cuando los cultivos necesitan protección frente al estrés abiótico. Los beneficios de la Glicina betaína se multiplican gracias a la formulación de **FITO-MAAT®** con prolina y antioxidantes que proporcionan un efecto sinérgico. Todos sus componentes son naturales, seguros, y su modo de acción emula los procesos endógenos de plantas. **FITO-MAAT®** actúa con eficacia y seguridad en la prevención y protección de las plantas, manteniendo el crecimiento vegetativo, rendimiento y calidad de las cosechas incluso en condiciones climatológicas adversas.

**ADVAN MÉXICO, S.A. DE C.V.**  
José Guadalupe Montenegro,  
Nº 1886 Int, 301.  
Col. Americana, C.P. 44160.  
Guadalajara, Jalisco, México.