



RESILIENCIA  
VEGETAL



# DOSSIER TÉCNICO



APTO PARA  
AGRICULTURA  
ECOLÓGICA



Timac AGRO

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. COMPLEJO DEMETIAS.....	5
3. MODO DE ACCIÓN: EFECTOS AGRONÓMICOS.....	7
A) RESILIENCIA ANTIESTRÉS.....	7
B) GERMINACIÓN Y DESARROLLO.....	8
C) ARQUITECTURA RADICULAR ÓPTIMA.....	10
4. GAMA DEMETIAS: PRODUCTOS .....	13
5. BENEFICIOS AGRONÓMICOS.....	14
6. PACKAGING.....	14

## 1. INTRODUCCIÓN

El potencial productivo y de calidad de nuestro cultivo viene determinado inicialmente por el potencial genético, la fertilidad del suelo y el manejo agronómico llevado en la finca.

Conforme se desarrolla la campaña interactúan una serie de agentes externos y fenómenos que afectan en mayor o menor medida al rendimiento final del cultivo.

Denominamos “estrés” en agronomía a cualquier fenómeno o agente que afecte negativamente a la germinación, crecimiento radicular, desarrollo vegetativo y reproductivo de una planta, impidiendo expresar el máximo potencial genético del que dispone de partida.

**Tabla 1. Fenómenos y agentes causantes de estrés**

ABIÓTICOS	BIÓTICOS
Tª, HR, viento, DPV, irradiación	Hongos
Sequía/Encharcamiento	Bacterias
Granizo/Tormentas	Nemátodos
Heridas poda/cosecha/labores	Virus
Profundidad/porosidad/compactación suelo	Ácaros
Metales pesados	Insectos
Carencias/Bloqueo nutrientes	Herbívoros

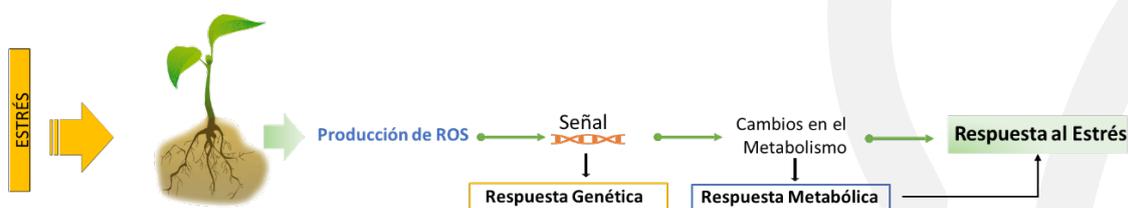
En agricultura ecológica el abanico de insumos que se pueden emplear para hacer frente en las distintas etapas de cultivo a las consecuencias de cualquier tipo de estrés es muy reducido, en comparación con un manejo convencional o de agricultura integrada, pudiendo reducirse el potencial de producción hasta en un 50%.

Los agroecosistemas suelo-planta más débiles, presentan mayor riesgo de desequilibrarse y vulnerabilidad frente a eventos de estrés. Definimos **resiliencia vegetal** como la capacidad inherente de la planta para hacer frente a situaciones de estrés abiótico y biótico, mediante cambios fisiológicos. Sin un modulador de estas señales, la respuesta de la planta

frente a las hostilidades puede ser desproporcionada, destinando gran parte de los recursos energéticos a combatir dichas inclemencias con la consecuente pérdida del potencial productivo y de calidad de la cosecha.

Para lograr este objetivo, TIMAC AGRO España, en colaboración con el CMI, han desarrollado la especificidad DEMETIAS, un precursor de la síntesis de biomesanjeros, moléculas señal naturales, que catalizan o regulan los procesos metabólicos involucrados en el desarrollo y la respuesta al estrés de la planta.

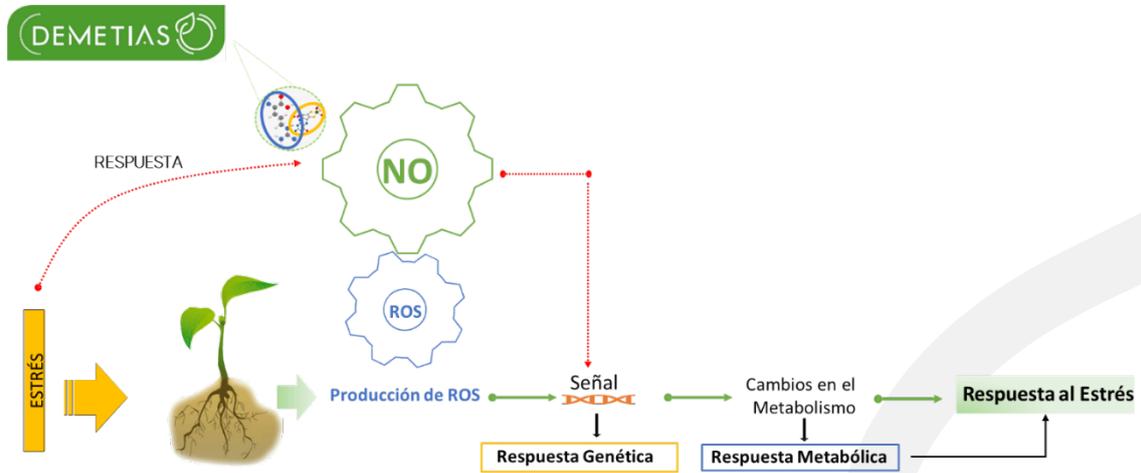
Para entender la importancia que presentan los biomesanjeros, resulta necesario explicar el comportamiento metabólico de una planta ante una situación de estrés (Figura 1).



**Figura 1. Comportamiento metabólico de una planta ante una situación de estrés**

- Ante una situación de estrés se sobreproducen ROS (especies reactivas del oxígeno) y otros biomesanjeros, moléculas señal en respuesta de defensa como el óxido nítrico (NO<sup>-</sup>).
- Los ROS, en grandes cantidades generan el dañino estrés oxidativo. En pequeñas concentraciones actúan de molécula señal para desencadenar una respuesta genética de la planta (defensa, desarrollo radicular, crecimiento vegetativo...).
- La respuesta genética desencadena en una respuesta metabólica generando compuestos como fitohormonas, vitaminas, azúcares, aminoácidos, etc. para hacer frente al estrés.

DEMETIAS: estimula y modula la síntesis de  $\text{NO}^-$  predisponiendo la planta ante una situación de estrés futura sin necesidad de esperar al estrés real que sobreproduzca los ROS (Figura 2).



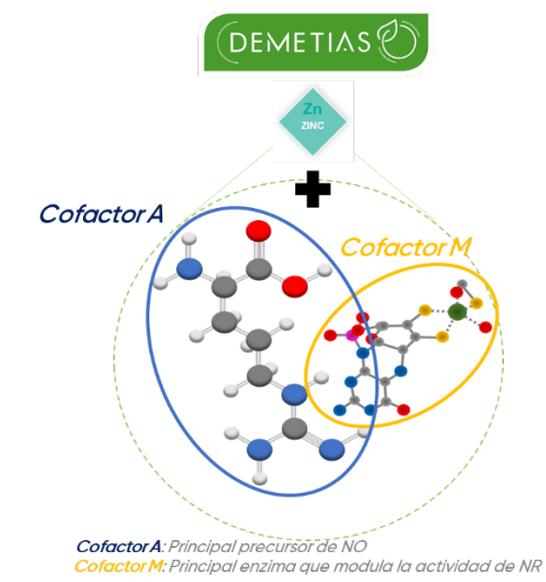
**Figura 2. Comportamiento metabólico de una planta ante una situación de estrés ayudado por la síntesis de  $\text{NO}^-$  producida por DEMETIAS.**

## 2. COMPLEJO DEMETIAS

Dentro del grupo de biomensajeros, el óxido nítrico ( $\text{NO}^-$ ), se presenta como la molécula señal esencial en la regulación de numerosos procesos fisiológicos, desempeñando un papel crucial como molécula señal en las respuestas de la planta frente a episodios de estrés. Además, esta molécula estimula la síntesis de ciertas fitohormonas involucradas en el desarrollo radicular y suprime otras que participan en el período de latencia de semillas, que se detallarán posteriormente.

El Complejo **DEMETIAS**, formulado a partir de extractos de plantas, algas y zinc, está formado por dos cofactores que inducen y modulan la formación de biomensajeros (Figura 3).

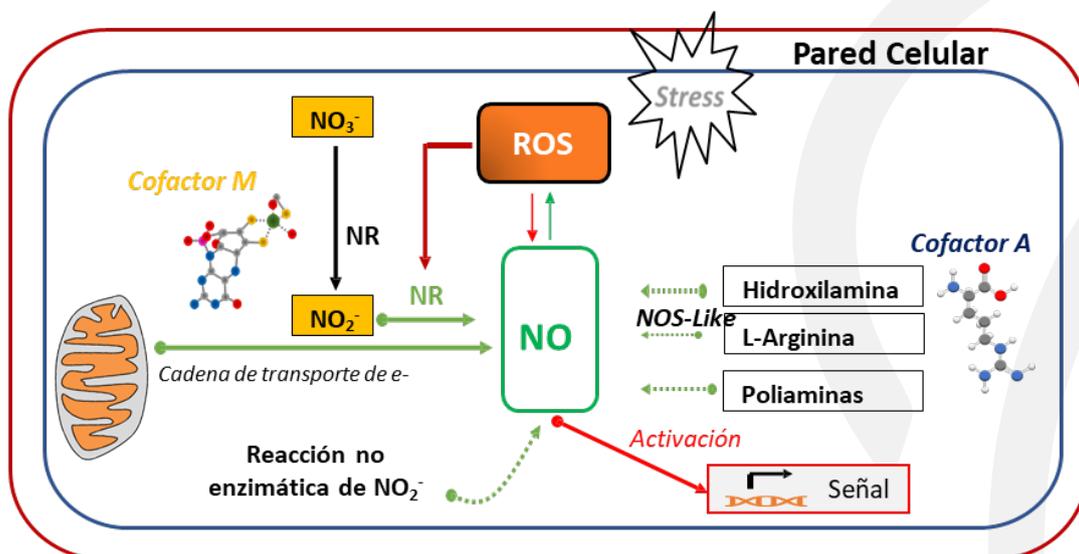
- **Cofactor A:** principal precursor de la síntesis de biomensajeros.
- **Cofactor M:** principal enzima que modula la actividad de la enzima nitrato reductasa.
- El **Zn** potencia la síntesis de proteínas y enzimas, interviene en la producción del ácido indolacético (auxinas), en la detoxificación de los ROS y en la síntesis de clorofila y azúcares.



**Figura 3. Complejo DEMETIAS**

Las vías metabólicas para la síntesis del biomensajero  $\text{NO}^-$  (Figura 4) son:

- En las mitocondrias. En la cadena de transporte de electrones.
- De forma no enzimática. A partir de reacciones espontáneas de nitrito que se reducen a  $\text{NO}$ .
- A partir de compuestos orgánicos: Hidroxilamina, L-Arginina, poliaminas; que gracias a la enzima  $\text{NOs-like}$  se sintetizan a  $\text{NO}^-$ . El cofactor A actúa como precursor de esta transformación.
- De forma enzimática, gracias a la enzima nitrato reductasa a partir del nitrato que se reduce a nitrito y se vuelve a reducir a óxido de nitrógeno ( $\text{NO}^-$ ). El cofactor M modula la nitrato-reductasa.



**Figura 4. Rutas metabólicas para la síntesis del biomensajero  $\text{NO}^-$ .**

### 3. MODO DE ACCIÓN: EFECTOS AGRONÓMICOS

El Complejo DEMETIAS, actúa como precursor de la síntesis de BIOMENSAJEROS, moléculas señal naturalmente presentes en la planta involucradas en múltiples funciones fisiológicas, entre las que destacan:

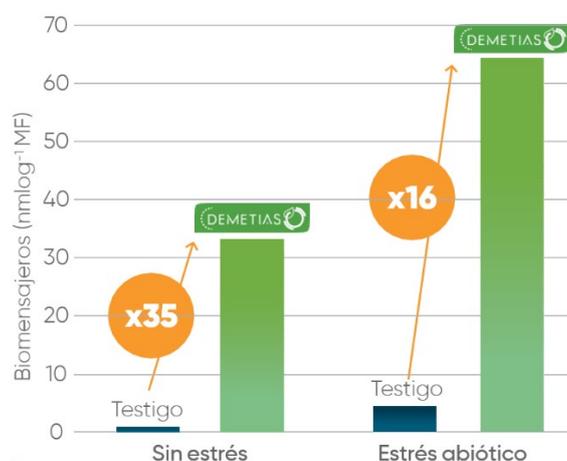
- Respuesta fisiológica frente al estrés.
- Estimulación de la germinación y del desarrollo vegetativo.
- La conformación de una arquitectura radicular óptima.

#### A) RESILIENCIA ANTIESTRÉS

Se entiende por resiliencia antiestrés, la capacidad de respuesta de la planta ante una situación, fenómeno o agente externo que afecta negativamente su desarrollo o metabolismo.

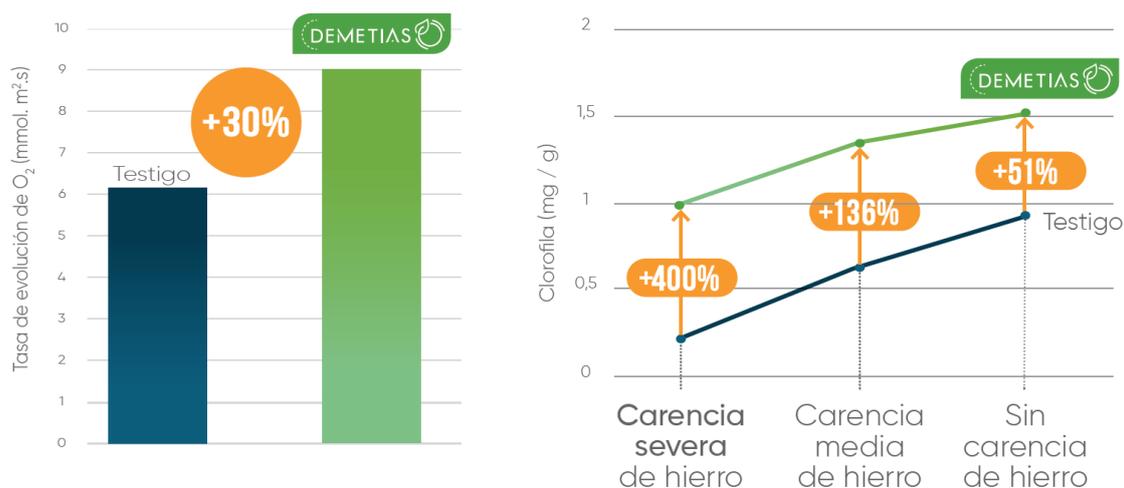
A continuación, se muestran los resultados de ensayos en los que se evalúa la eficacia de DEMETIAS en la síntesis y modulación de biomensajeros, en muestras sometidas a distintos episodios de estrés abiótico y biótico.

- En este primer ensayo la planta no está sometida a ningún estrés. En la muestra donde se aplica DEMETIAS se contabiliza una concentración de biomensajeros 35 veces mayor a la muestra no tratada. (Figura 5). Lo que indica la efectividad de DEMETIAS en la síntesis de biomensajeros.



**Figura 5. Ensayos en dos plantas, una sin someter a estrés y otra sometida a estrés, comparando la síntesis de biomensajeros**

- El segundo ensayo muestra la respuesta de la planta ante una situación de estrés (carencia nutricional). En la muestra tratada con DEMETIAS se observa un aumento de 16 veces la concentración de biomensajeros frente al testigo (Figura 6A).
- En un tercer ensayo se comprobó que los cultivos en los que se aplicó DEMETIAS alcanzan una mayor tasa fotosintética y mayor contenido de clorofila incluso en ambientes muy deficitarios en hierro (Figura 6B).



**Figura 6. Respuesta de la planta ante situaciones de estrés: A) medida en la tasa de evolución de O<sub>2</sub>. B) medido en tasa fotosintética en ambientes deficitarios de hierro**

## B) GERMINACIÓN Y DESARROLLO

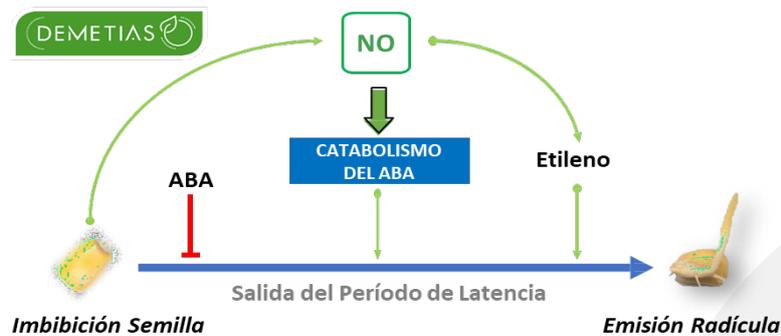
Se ha constatado el papel que ejercen los biomensajeros en mejorar la capacidad de germinación y en acortar el período de latencia de las semillas.

El proceso de germinación, desde la etapa de imbibición hasta la emisión de la radícula está gobernado por dos fitohormonas (ABA y Etileno) principalmente.

- EL ácido abscísico (ABA), es una fitohormona con importantes funciones como el efecto inhibitorio sobre la germinación de semillas.
- Por el contrario, el etileno favorece la salida de dormancia.

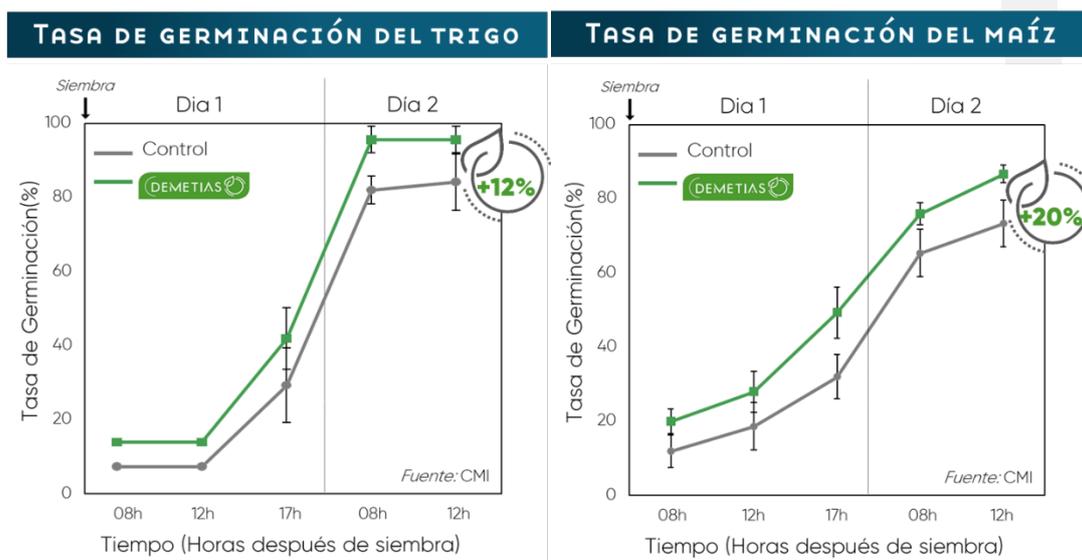
Los biomensajeros ejercen una acción catabólica sobre el ácido abscísico, disminuyendo su actividad y a su vez promoviendo la formación de etileno, involucrado en el proceso de salida de dormancia de la semilla (Figura 7).

La aplicación de DEMETIAS acelera la tasa de germinación, dando lugar a plántulas más vigorosas y reduciendo la competencia frente a adventicias.



**Figura 7: Efecto de los biomensajeros sobre la germinación y la salida de dormancia**

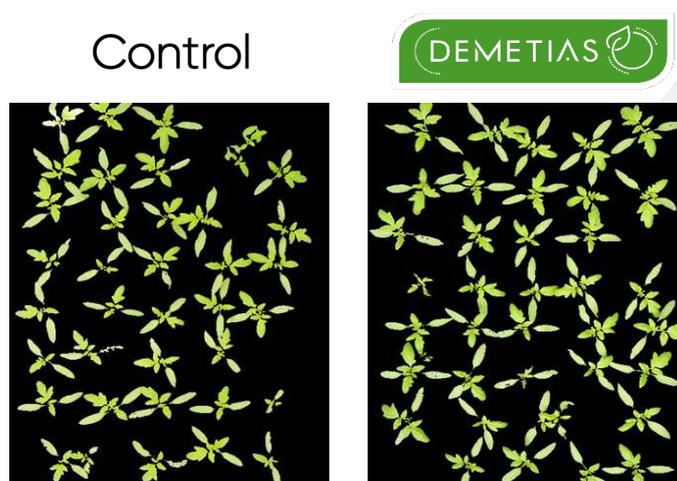
Esta mejora en la tasa de germinación queda contrastada en diversos estudios, llegando a obtenerse un incremento de un 20% respecto al control en ensayos realizados en semillas de maíz a las que se aplicó DEMETIAS (Figura 8). En el caso del trigo, el aumento en la tasa de germinación alcanza el 12% respecto al testigo, reduciéndose la concentración de ácido abscísico un 17%.



**Figura 8: Tasa de Germinación del trigo y el maíz comparando un testigo frente a cultivos en los que se ha aplicado DEMETIAS**

En otro experimento realizado con semillas de tomate se evaluó la tasa de germinación, y los parámetros relacionados con el crecimiento: cobertura vegetal, materia seca foliar y radicular, obteniéndose los siguientes incrementos en las muestras abonadas con DEMETIAS:

- +20% tasa de germinación (7dds)
- +24% cobertura vegetal (18dds)
- +37% materia seca foliar
- +35% materia seca radicular
- Plántulas más vigorosas



**Figura 9: Detalle visual del experimento realizado con semillas de tomate, donde se observa un mayor vigor de las plántulas con DEMETIAS**

### C) ARQUITECTURA RADICULAR ÓPTIMA

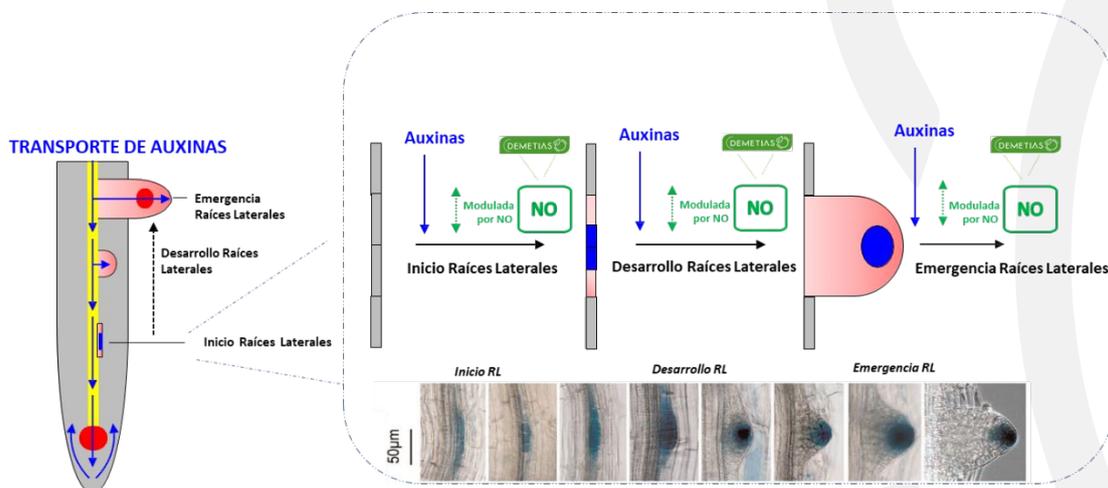
La forma más eficaz de incrementar la eficiencia en la absorción de agua y nutrientes es mediante la conformación de un sistema radicular abundante, equilibrado y funcional, es decir, una arquitectura radicular óptima

La raíz es el elemento de anclaje al suelo, pero también juega un papel importante en la secreción de exudados a la rizosfera, en la simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno y hongos micorrícicos y en la síntesis de compuestos de crecimiento y fitohormonas, que estimulan la división y elongación celular, floración, cuaje, crecimiento de frutos, senescencia, etc.

De la misma forma, numerosas fitohormonas están involucradas en la conformación del sistema radicular. Ciertas fitohormonas promueven o inhiben el alargamiento de la raíz primaria y otras la emergencia de las raíces basales. El grupo de las Auxinas están involucradas en la elongación de la raíz primaria y son precursoras de la emergencia de raíces laterales, (pelos radiculares), que son los órganos radiculares más activos en la absorción de agua y nutrientes.

Se precisa de la acumulación de auxinas para fomentar el inicio, desarrollo y la emergencia de raíces laterales. El crecimiento vendrá determinado por la cantidad de auxina acumulada en las raíces laterales y en los primordios de la raíz primaria.

El óxido nítrico, actúa como bi mensajero modulando la síntesis de auxinas y por ello influye en las diferentes fases conformación de raíces laterales. DEMETIAS promueve y modula la síntesis de estos bi mensajeros y potencia gracias al zinc la síntesis de auxinas.

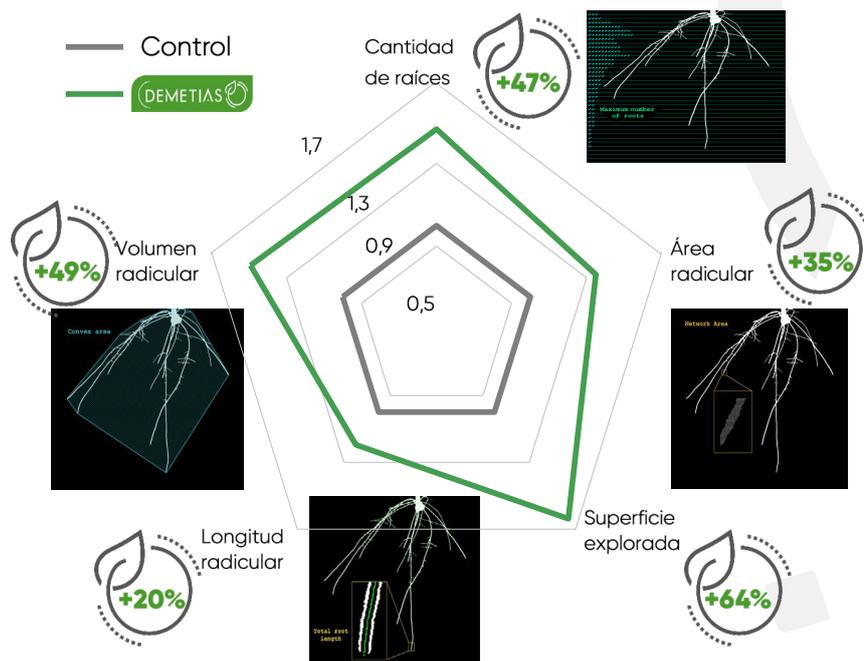


**Figura 10. Influencia de las auxinas y del óxido nítrico en la conformación de raíces laterales**

Los resultados de los ensayos realizados concluyen que el empleo de DEMETIAS favorece la conformación de una arquitectura radical óptima, al balancear la concentración hormonal (Figura 11):

- + 43% raíces laterales
- + 64% superficie explorada
- + 49% volumen radicular
- + 35% área radicular
- + 20% longitud radicular
- Homogeneidad de desarrollo a lo largo del eje longitudinal

Como consecuencia, se optimiza la funcionalidad del sistema radicular en todas sus facetas y en particular la capacidad de absorción de nutrientes tanto móviles (nitratos, sulfatos, boro, cloruros) como no móviles (fosfatos, magnesio, zinc, ...).



**Figura 11. Efecto de DEMETIAS sobre la conformación de una Arquitectura Radical Óptima**

- ✓ Resiliencia frente a situaciones de estrés.
- ✓ Estimulación de la germinación y del desarrollo vegetativo.
- ✓ Conformación de una arquitectura radical óptima.

#### 4. GAMA DEMETIAS: PRODUCTOS

Fertilizantes granulados P y PK enriquecidos con el complejo DEMETIAS que otorgan mayor resiliencia vegetal ante situaciones de estrés, estimulan la germinación y el desarrollo de la planta y favorecen la conformación de una arquitectura radicular óptima.

Las materias primas que componen DEMETIAS V y VI están sometidas a un proceso previo de micronización lo que permite una mayor superficie de contacto en la rizosfera. El fósforo aportado proviene de fosfato roca blando, que gracias a su composición química y micronizado se solubiliza progresivamente gracias a la acción de los ácidos orgánicos presentes en el suelo, reduciéndose la cantidad de fósforo que pueda quedar bloqueado en forma de fosfatos de hierro y aluminio.

DEMETIAS V contiene además Calcimer, materia prima exclusiva de TIMAC AGRO a base de calcio de origen marino que actúa como enmienda natural de forma rápida y duradera sobre el pH del suelo, mejora la formación de agregados del suelo y aporta una fuente de calcio de alta calidad a los cultivos.

Se recomienda su aplicación como abonado de fondo en todo tipo de cultivos. Por su naturaleza, el fósforo aportado se solubiliza más rápidamente en suelos ácidos y neutros, aunque también puede aplicarse en suelos básicos con contenidos de materia orgánica y actividad microbológica alta, que favorecen la segregación de ácidos orgánicos y por tanto su solubilización. Por este motivo, la liberación de nutrientes se potencia si se emplea junto a FERTEOS y/o MIKEAS en un mismo plan de fertilización.

**Tabla 2. GAMA DEMETIAS**

PRODUCTO	EQUILIBRIO	MATERIAS PRIMAS	CULTIVOS
	0-9-14 + (27 CaO + 11 SO <sub>3</sub> + 0,19 Zn)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fosfato roca blando</li> <li>Calcimer</li> <li>Sulfato potásico</li> </ul>	Apto para todos. Especialmente indicado en: PRADERAS / MAIZ / HORTICOLAS/ VIÑA
	0-25-0 + 0,19 Zn	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fosfato roca blando</li> </ul>	

## 5. BENEFICIOS AGRONÓMICOS

Los beneficios agronómicos al aplicar DEMETIAS se resumen en:

- Mejora la respuesta frente al estrés
- Incrementa la tasa de germinación
- Aumenta el vigor desde la nascencia
- Mayor desarrollo y funcionalidad radicular
- Mayor disponibilidad y absorción de nutrientes
- Incrementos productivos y de calidad
- Nutrición respetuosa con el medio ambiente

El incremento medio de producción en más de 20 testimonios supera el 19% (Figura 9).



**Figura 9. Resumen del incremento medio de producción en diferentes cultivos**

## 6. PACKAGING

**Big Bag 600 kg**

