INNOVABIO
by Timac AGRO

NEMERYS

INDUCTOR ANTIOXIDANTE

DOSSIER TÉCNICO

APTO PARA AGRICULTURA ECOLÓGICA

Timac AGRO

ÍNDICE

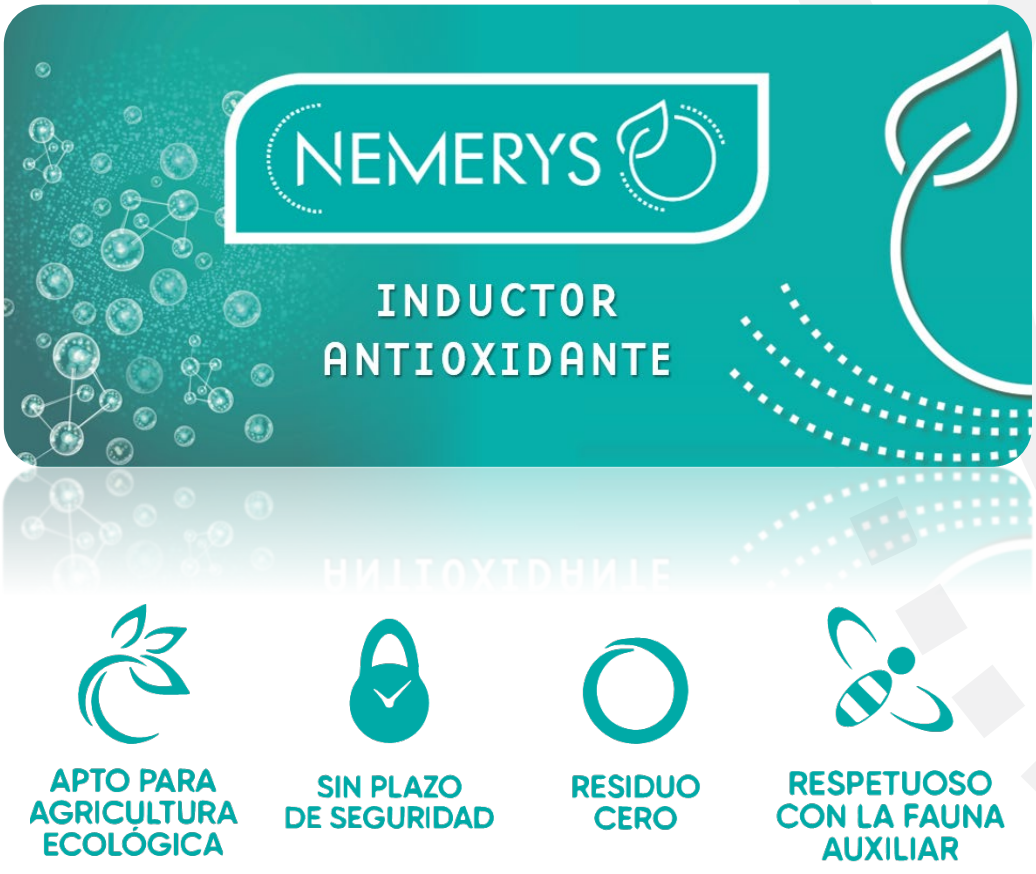
ÍNDICE 2
1. INTRODUCCIÓN 3
2. DAÑO O ESTRÉS OXIDATIVO 4
3. COMPLEJO NEMERYS 6
4. MODO DE ACCIÓN 7
    1. ESCUDO ANTIOXIDANTE FRENTE A AGRESIONES EXTERNAS 7
    2. MOLÉCULAS SINERGIZANTES 10
5. RESULTADOS 11
    1. INCREMENTO DE NIVELES ANTIOXIDANTES 11
    2. RETRASO DE LA SENESCENCIA 12
6. INCREMENTOS PRODUCTIVOS 13
7. CONCLUSIONES 13
8. DOSIS Y CULTIVOS 14
9. PACKAGING 14

1. INTRODUCCIÓN

Se han descrito muchas causas que afectan directamente al correcto desarrollo de los cultivos, aunque son precisamente los estreses oxidativos, y especialmente los que actúan sobre el sistema radicular, una de las razones más destacables, puesto que la planta invierte su energía en defenderse de dicho estrés y esto afecta a la correcta absorción y metabolismo de los nutrientes, reduciendo el potencial de crecimiento de la planta de forma considerable.

Numerosos estudios demuestran que una correcta bioestimulación de la planta es muy beneficiosa para prevenir e incluso para revertir dichos estreses, logrando así desarrollar todo el potencial vegetativo de los cultivos.

Para lograr este objetivo, Timac AGRO España ha desarrollado NEMERYS, un **Inductor Antioxidante ecológico** de acción preventiva y curativa que combate los estreses oxidativos de la planta mediante la activación del sistema defensivo.



2. DAÑO O ESTRÉS OXIDATIVO

En los últimos 50 años viene desarrollándose un interés creciente por los problemas relacionados con el estrés oxidativo, los radicales libres, las especies reactivas del oxígeno (ROS por sus siglas en inglés) y los antioxidantes, todo esto dado por la importancia que poseen en la bioquímica, la biología, la medicina en incluso en cosmética.

- **¿Qué es el estrés oxidativo?**

El estrés oxidativo es todo estrés en el cual se genera un desequilibrio entre la producción de "**Especies reactivas del oxígeno" (ROS)** y la capacidad de un sistema biológico de decodificar rápidamente los reactivos que le hagan frente (**antioxidantes**) o reparar el daño resultante. Estos desbalances **"ROS vs. Antioxidantes"** causan el **daño oxidativo** cuando ROS oxidan el sustrato oxidable (proteínas, lípidos, hidratos de carbono e incluso las propias moléculas de ADN). Es un concepto poco empleado en agronomía pero que, en realidad, **se da con gran frecuencia** debido a sus causas tan comunes.

- **Causas del estrés oxidativo en plantas**

En el mundo vegetal, las principales causas de estrés oxidativo son agresiones externas como: el estrés hídrico, tanto por exceso (inundación/encharcamiento) como por defecto (sequía), las temperaturas extremas, la salinidad, la descompensación de nutrientes, la toxicidad por metales pesados, patógenos, herbívoros, alta insolación, etc.

Estas situaciones provocan una **descompensación entre la síntesis de ROS** (radicales libres, peróxidos y iones de oxígeno) **respecto de la producción de antioxidantes** que los inhiben.

- **ROS y radicales libres:**

ROS son las "Especies de Oxígeno Reactivo" por sus siglas en inglés (*Reactive Oxygen Species*). Incluyen: **radicales libres** (superóxido, hidroperóxido, hidróxilo), peróxidos, iones de oxígeno, oxígenos singlete, alfa-oxígenos, etc.

Son generalmente moléculas muy pequeñas, inestables y altamente reactivas debido a la presencia de un electrón impar, por ello, tienen una vida media corta y actúan cercano al sitio en que se forman, produciendo daño celular oxidativo, es decir, oxidan los diferentes componentes orgánicos de la planta a su paso.

Los ROS se producen por diferentes mecanismos naturales, principalmente en los cloroplastos y las mitocondrias, pero también en la cadena de transporte de electrones y, en general, mediante cualquier reacción de oxidación (Figura 1).

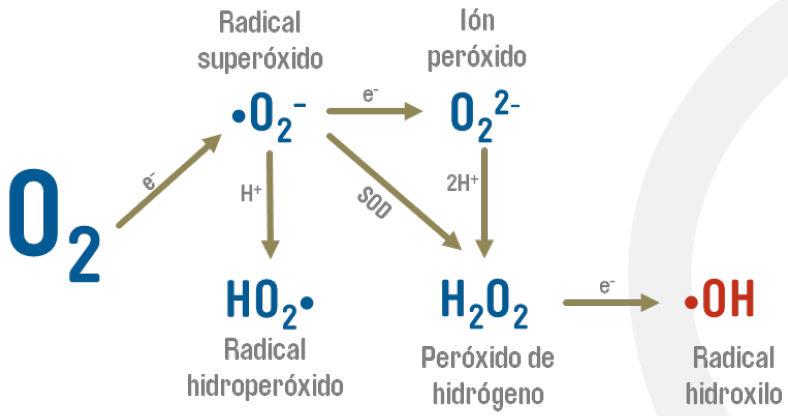


Figura 1. Producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) durante la reducción de oxígeno molecular (O2)

- **Sistemas de defensa antioxidante:**

Los niveles celulares de ROS son estrictamente regulados por una compleja red de defensa antioxidante para mantener la homeostasis en todos los compartimentos celulares.

El sistema de defensa antioxidante está constituido por un grupo de sustancias que controlan las cascadas de oxidación y protegen el sustrato oxidable (envejecimiento celular). Los antioxidantes se adelantan y consiguen que los ROS interactúen con ellos más rápido que con el resto de las moléculas presentes. De este modo, la acción del antioxidante es sacrificar su propia integridad molecular para evitar las alteraciones de otras moléculas vitales o más importantes.

3. COMPLEJO NEMERYS

El Complejo NEMERYS (patentado) está compuesto por 2 componentes fundamentales, obtenidos y aislados, a partir de extractos de diversos vegetales:

1.- Un **conjunto de moléculas inductoras de antioxidantes y precursores de fitohormonas** que:

- Crea un escudo frente a agresiones externas.
- Protege y recupera los tejidos, retrasando el envejecimiento celular (senescencia).
- Combate el estrés abiótico oxidativo de la planta.

2.- **Un conjunto de moléculas polihidroxiladas**, que estimulan la sinergia entre microorganismos-planta que:

- Refuerzan el sistema radicular.
- Estimulan la planta.
- Ofrecen competencia espacial.
- Aumentan la eficiencia de los nutrientes.

OBJETIVO:

- ✓ Prevenir/corregir el estrés abiótico oxidativo de la planta.
- ✓ Reforzar el sistema radicular y el metabolismo de la planta.
- ✓ Estimular la sinergia con los microorganismos de la rizosfera.

4. MODO DE ACCIÓN

1. ESCUDO ANTIOXIDANTE FRENTE A AGRESIONES EXTERNAS

Se ha comprobado que, durante las situaciones de estrés, los organismos vivos, tanto animales como plantas, sintetizan y liberan una mayor cantidad de ROS, que oxidan las células a su paso, dañando tanto los tejidos como los orgánulos e incluso el propio ADN, y afectando así al correcto metabolismo y la producción final de los cultivos.

El Complejo NEMERYS está compuesto en primer lugar, por un **conjunto de moléculas inductoras de ANTIOXIDANTES y precursoras de fitohormonas** que protege y recupera los tejidos, preparándola así, frente a posibles situaciones de estrés oxidativo.

Su mecanismo de doble acción se basa en, por un lado, activar el metabolismo de la planta para generar y acumular **sustancias naturales antioxidantes** y, por otro lado, proporcionar **precursores de fitohormonas** que estimulan la multiplicación celular.

- **Inductor de antioxidantes:**

El Complejo NEMERYS proporciona una señal de alarma localizada en las células vegetales, que rápidamente difunde de manera sistémica por el resto de la planta, generando moléculas antioxidantes por toda la planta, estimulando la respuesta defensiva. Estas moléculas actúan en tres niveles:

1. A nivel de la **Superóxido Dismutasa (SOD)**: Los antioxidantes catalizan la acción de esta enzima vegetal con el objetivo de aumentar la concentración de Peróxido de Hidrógeno (H_2O_2) por la vía enzimática, con dos consecuencias: disminuye la concentración del Radical Superóxido (y por tanto del Hidroperóxido) y disminuye a concentración de ion Peróxido (Figura 2A). En definitiva, la estimulación de esta enzima consigue que tengamos el Peróxido de Hidrógeno en mayor concentración como ROS sobreproducido.

2. Degradación del Peróxido de Hidrógeno: el motivo de querer focalizar la producción de ROS en este Peróxido de Hidrógeno es que, existen una serie de reacciones enzimáticas naturales capaces de degradar éste radical en Agua (H_2O) y Oxígeno (O_2). NEMERYS potencia estas reacciones (Figura 2B).

    a. Ciclo del Ascorbato-Glutatión: es una vía metabólica que detoxifica el peróxido de hidrógeno, utilizando el ascorbato como dador de electrones, para formar oxígeno y agua. El glutatión es necesario en este ciclo para poder volver a generar el Ascorbato, manteniendo el flujo del ciclo ascorbato-glutatión constante.

    b. Enzimas Catalasa y peroxidasa: estas enzimas también contribuyen a la eliminación de H_2O_2 en las plantas, descomponiéndolo en oxígeno y agua en presencia de sustratos orgánicos e inorgánicos del ciclo del ascorbato-glutatión

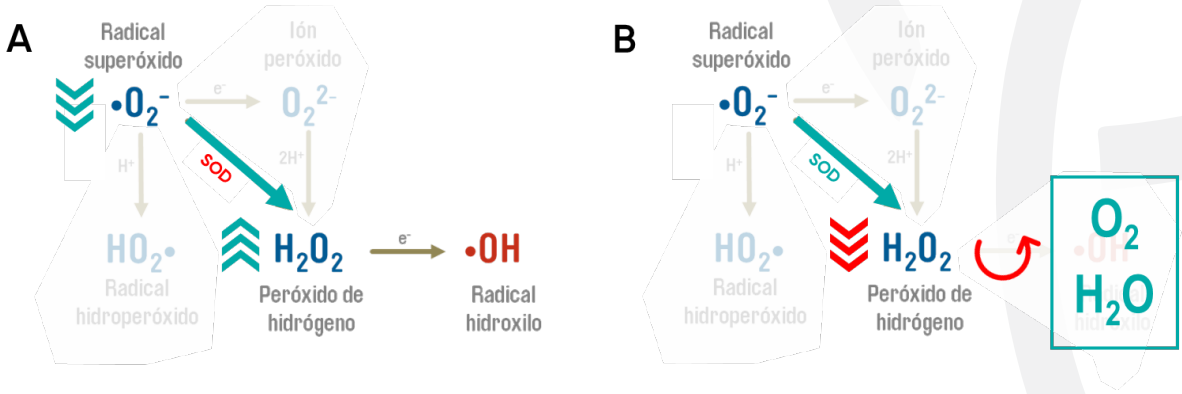


Figura 2. Acción de los antioxidantes sobre el ciclo de formación de ROS. (A) Catalización de la Superóxido Dismutasa para concentrar los ROS en Peróxido de Hidrógeno. (B) Degradación del Peróxido de Hidrógeno en Oxigeno (O_2) y Agua (H2O) por la vía metabólica del ascorbato-glutatión y las enzimas catalasas y peroxidasas

- **Precursores de fitohormonas:**

Complementaria a esta acción de los antioxidantes, el Complejo NEMERYS es capaz de producir una serie de precursores de fitohormonas que estimulan la planta y reactivan la multiplicación celular de los meristemos, que ayudan a generar y activar nuevos tejidos que colaboren para retrasar la senescencia de la planta. Los precursores de fitohormonas son una serie de moléculas complejas que promueven la síntesis responsable de fitohormonas, logrando un crecimiento estimulado del tejido vegetal acorde a las necesidades concretas de la planta.

De esta manera, conseguimos reducir los daños por estrés oxidativo a la vez que conservamos tejidos intactos y consiguiendo así un retraso en el envejecimiento y la muerte celular.

El inductor de moléculas antioxidantes y precursoras de fitohormonas:

- Crear un escudo frente a estrés oxidativo.
- Protege y recupera los tejidos.
- Retrasar la senescencia.

2. MOLÉCULAS SINERGIZANTES

Está formado por un conjunto de moléculas de origen vegetal y naturaleza polihidroxilada, cuidadosamente seleccionadas y combinadas para **estimular la sinergia microorganismos-planta** con el objeto de:

- Reforzar el sistema radicular.
- Estimular la planta y su metabolismo.
- Ofrecer competencia espacial.
- Aumentar la eficiencia de los nutrientes.

Este conjunto actúa estimulando la **exudación potenciada de metabolitos señal** que despiertan la colaboración microbiana como respuesta. Dichos microorganismos se ven atraídos hacia la raíz, donde se instalan y se alimentan, entre otras cosas, de los exudados orgánicos. En consecuencia, se potencia la simbiosis "microorganismos-planta" con el objetivo de maximizar el beneficio en cuanto a reactivación radicular y estimulación del metabolismo, posible gracias a los intercambios de sustancias (fitohormonas, proteínas, vitaminas, etc) entre ambos organismos, así como una mejora del área rizosférica.

Conseguimos:

- ✓ Estimular la sinergia con los microorganismos de la rizosfera.
- ✓ Potenciar un sistema radicular y un metabolismo reforzado.

5. RESULTADOS

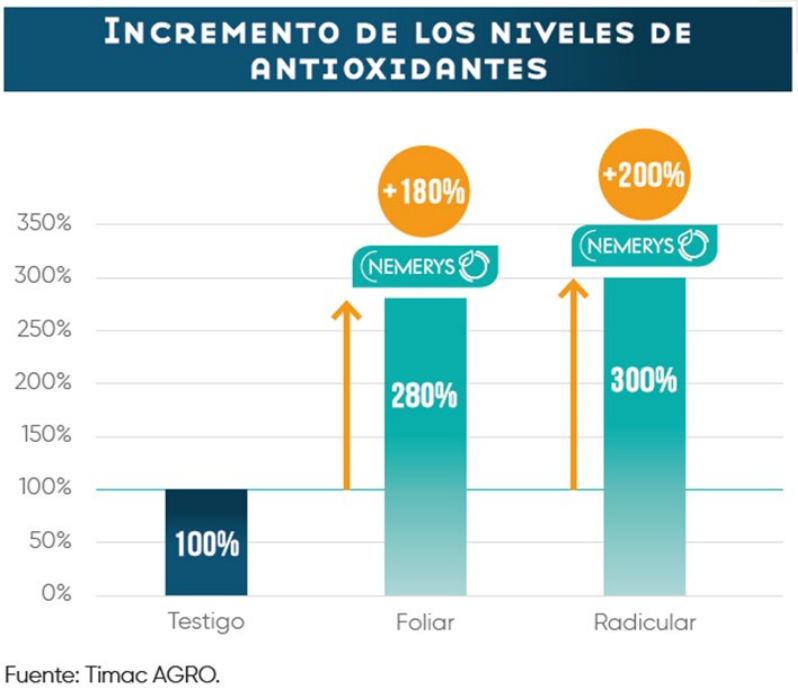
1. INCREMENTO DE NIVELES ANTIOXIDANTES

Ensayo en Lechuga

Realizado por el departamento Técnico de TIMAC AGRO y la Universidad de Navarra (UNAV)

Ensayo de aplicación foliar y radicular en cultivo de lechuga en cámara de crecimiento. Muestreo a los 30 días post-tratamiento.

Resultado:



Fuente: Timac AGRO.

Gráfica 1. Aumento de la actividad de la enzima catalasa en aplicaciones de NEMERYS a nivel radicular y foliar, comparados con un control sin tratar

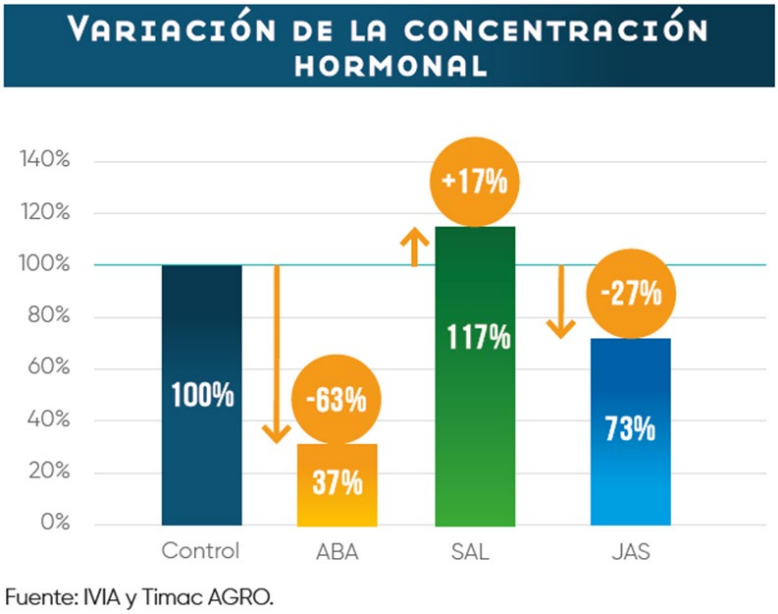
En el ensayo se aprecian incrementos muy notables en los niveles de actividad de la enzima catalasa. Esta enzima es la que va a descomponer el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en agua y oxígeno, evitando que pase a formar el radical hidroxilo (·OH) (mirar figura 1).

2. RETRASO DE LA SENESCENCIA

Ensayo en Lechuga

Realizado por el departamento Técnico de TIMAC AGRO y la Universidad de Navarra (UNAV)

Fruto del ensayo se aprovecha para medir los niveles de las fitohormonas implicadas en el envejecimiento celular, para demostrar el efecto retardador de la senescencia

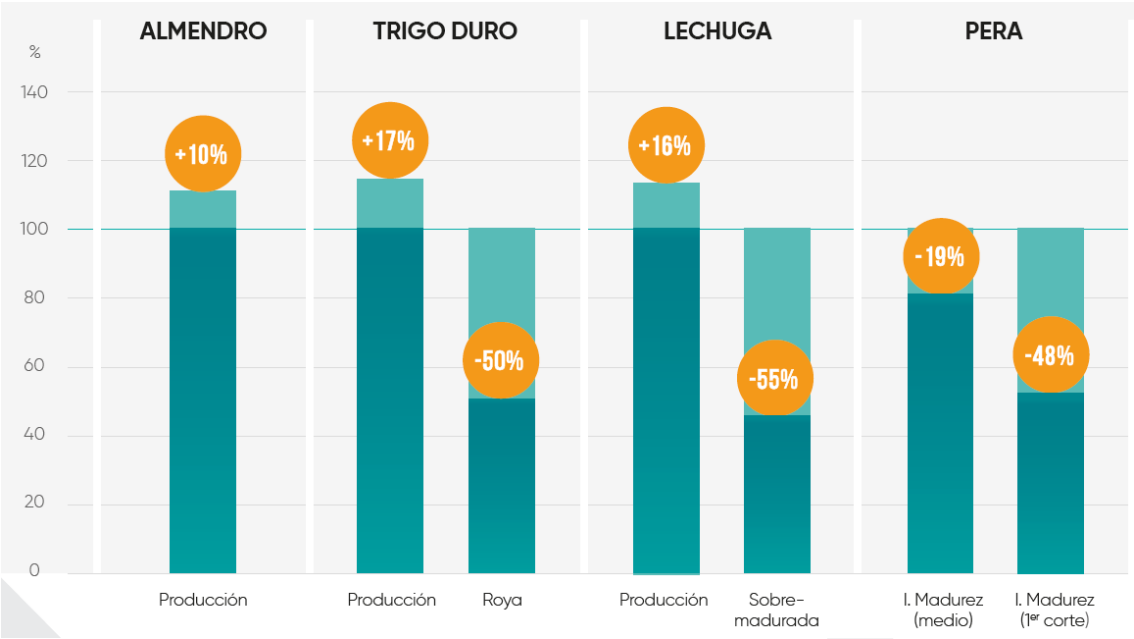


Grafica 2. Niveles de concentración hormonal en el ensayo con lechuga, comparando la que aplicamos NEMERYS frente a un control sin tratar. (ABA = ácido abscísico, SAL = ácido salicílico y JAS = ácido jasmónico)

Medición de los diferentes niveles hormonales para demostrar el retraso en la senescencia:

- ABA: altos niveles promueven senescencia por acción directa o por ser precursor del etileno e indican planta estresada (cierre de estomas o acumulación en raíz).
- SAL: niveles altos se relaciona con mayor vitalidad, con una respuesta antiestrés y con la expresión de genes asociados al retraso de la senescencia.
- JAS: niveles altos indicarían una inhibición del crecimiento y la estimulación de la senescencia.

6. INCREMENTOS PRODUCTIVOS



7. CONCLUSIONES

La acción de NEMERYS se resume en las siguientes acciones principales:

- **ESCUDO OXIDANTE FRENTE A AGRESIONES EXTERNAS**
  - Generación y acumulación de antioxidantes de forma rápida y persistente en el tiempo
  - Control de los radicales libres y otras especies reactivas de oxígeno (ROS)
  - Retraso de la senescencia (envejecimiento celular)

- **PLANTAS ESTIMULADAS**
  - Sinergia microrganismos-raíz
  - Sistema radicular reforzado
  - Activación del metabolismo de la planta

- **MAYOR EFICACIA DE LOS NUTRIENTES:**
  - Mejora la movilización, absorción y traslocación de nutrientes
  - Incrementos productivos

8. DOSIS Y CULTIVOS

Es preferible aplicar NEMERYS de forma preventiva a las situaciones de estrés oxidativo. Puede ser aplicado tanto por vía foliar como radicular.

Cultivos	Número de aplicaciones	Momento de aplicación	Dosis (L/ha)	
			Foliar	Radicular
Hortícolas	1-5	Según necesidad durante todo el ciclo del cultivo	0,25-0,3	3-5
Cítricos	2-3	2 aplicaciones en primavera 1 aplicación en otoño	2-3	5-10
Frutal	2-3	2 aplicaciones en primavera 1 aplicación en otoño	2-3	5-10
Viña	2-5	A partir de brotación Repetir según necesidad del cultivo	0,5-1 1,5-3	1-2,5 5-10
Olivo	1-2	Primavera Otoño	2-3*	2-5
Extensivos	1-2	En todo el ciclo	1-3	-

* medido en L/1000 L de caldo

9. PACKAGING