



BIOFORTIFICANTE



# DOSSIER TÉCNICO

## INDICE

INDICE .....	2
1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. BIOFORTIFICACIÓN .....	4
3. COMPLEJO PERSELYS.....	5
4. MODO DE ACCIÓN.....	6
1. ACTIVACIÓN DE LA LA FOTOSÍNTESIS.....	6
2. ESTIMULACIÓN DEL METABOLISMO .....	8
3. BIOFORTIFICACIÓN.....	10
5. CONCLUSIONES.....	13
6. RESULTADOS .....	13
7. GAMA, DOSIS Y CULTIVOS.....	14
PERSELYS LQ I: Desarrollo y estimulación .....	14
PERSELYS LQ II: Fructificación .....	15
PERSELYS LQ III: Terminación.....	16
7. PACKAGING.....	17

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción agrícola se ha multiplicado gracias a la mecanización de los procesos, la utilización de fitosanitarios y el desarrollo de la fertilización química. Estos primeros grandes avances en la nutrición vegetal, junto con los estudios científicos pertinentes sobre su uso y manejo, permitieron al hombre multiplicar los rendimientos de las cosechas en una escala casi logarítmica. Sin embargo, estas cada vez más grandes producciones, en ocasiones vienen asociadas a un nuevo desafío agronómico: evitar el detrimento en la calidad nutricional de los alimentos. Por poner un ejemplo, de media, los cereales han perdido entre un 30%-50% de Zn, Cu, Mg, Fe en las últimas décadas.

Para remediar este inconveniente, Timac AGRO España, junto con el Centro Mundial de Innovación Roullier (CMI), ha desarrollado PERSELYS, un **BIOFORTIFICANTE**, activador de las vías metabólicas para incrementar la biodisponibilidad de los elementos esenciales de las plantas, la resistencia y la calidad.



## 2. BIOFORTIFICACIÓN

La **biofortificación** se define como el proceso de mejora del cultivo para aumentar la **densidad nutricional** o su valor nutricional. Incrementa la concentración de elementos esenciales minerales biodisponibles en las porciones comestibles de las plantas de cultivo. La biodisponibilidad de los elementos minerales es clave por ser un factor limitante decisivo.

La densidad nutricional mide la cantidad de macronutrientes y micronutrientes en proporción al contenido calórico del alimento. El objetivo es mejorar la calidad nutricional de los cultivos para beneficio humano o animal y únicamente puede ser aplicado para el enriquecimiento de los cultivos con elementos minerales. El incremento de elementos orgánicos, como por ejemplo las vitaminas, deben de ser sintetizados por la propia planta.

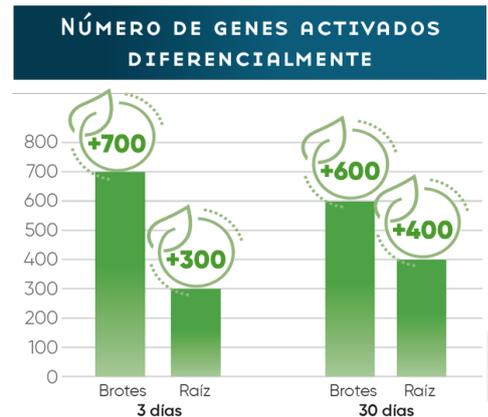
La biofortificación se clasifica en distintas vías:

- Selección Artificial: selección y cruce de distintas variedades buscando mejores resultados nutricionales.
- Modificación Genética: incluye los Organismos Genéticamente Modificadas (OGM), actualmente no permitidos para consumo humano. Mediante empleo de ingeniería genética se logran nuevas especies mejoradas. Ejemplo de esta vía es el controvertido "arroz dorado" de Ingo Potrykus, el cual trata de solventar la carencia de Vitamina A en dietas del tercer mundo.
- Agronómica nutricional: aportación extra y directa de nutrientes minerales (selenio, zinc, hierro, etc.) con el objetivo de que el cultivo los acumule por encima de lo habitual elevando la densidad nutricional.

**Vía PERSELYS:** Transcripción génica dirigida activando rutas metabólicas. Se diferencia de la agronómica nutricional en que no siempre es necesaria la aportación externa de los nutrientes minerales, sino que se activa a la planta para que sea capaz de extraerlos del suelo por sí misma.

### 3. COMPLEJO PERSELYS

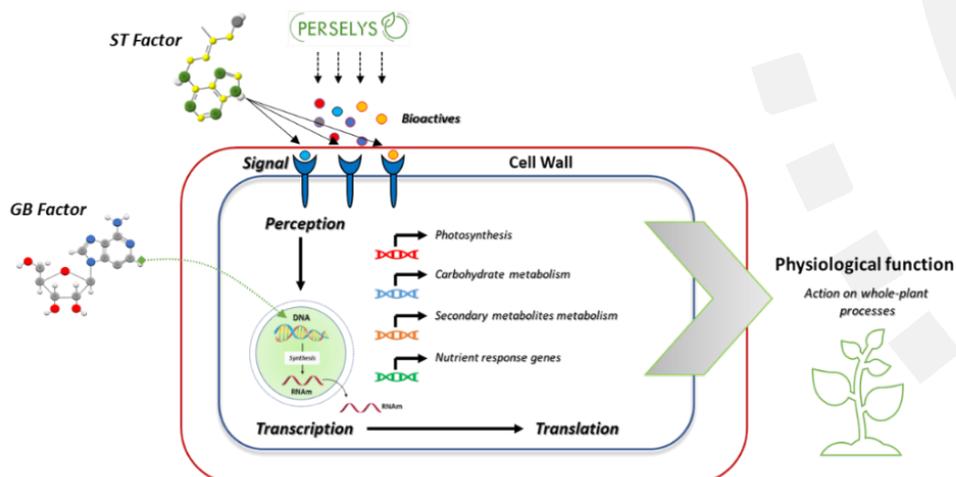
El Complejo PERSELYS está compuesto por 2 componentes fundamentales, obtenidos y aislados a partir de extractos naturales. Son moléculas bioactivas que activan la transcripción dirigida del ADN para lograr una expresión diferencial de genes encargados de diferentes aspectos fundamentales (Figura 1).



**Figura 1. Genes expresados diferencialmente con PERSELYS**

Composición y funcionamiento del Complejo PERSELYS (Figura 2):

1. El **factor ST** (*Signaling Trigger* o disparador de señales), activa la señalización mensajera de los genes:
  - Activa los receptores endoplasmáticos.
  - Incrementa la señal de percepción hasta el núcleo celular.
2. El **factor GB** (*Gene Building* o constructor de genes), estimula la transcripción del ADN:
  - Expresa los genes encargados de regular diferentes aspectos como: Fotosíntesis, senescencia, metabolismo, fitohormonas, antiestrés, transporte de iones, etc.
  - Da una respuesta fisiológica de bioestimulación y biofortificación.



**Figura 2. Funcionamiento del complejo PERSELYS.**

## 4. MODO DE ACCIÓN

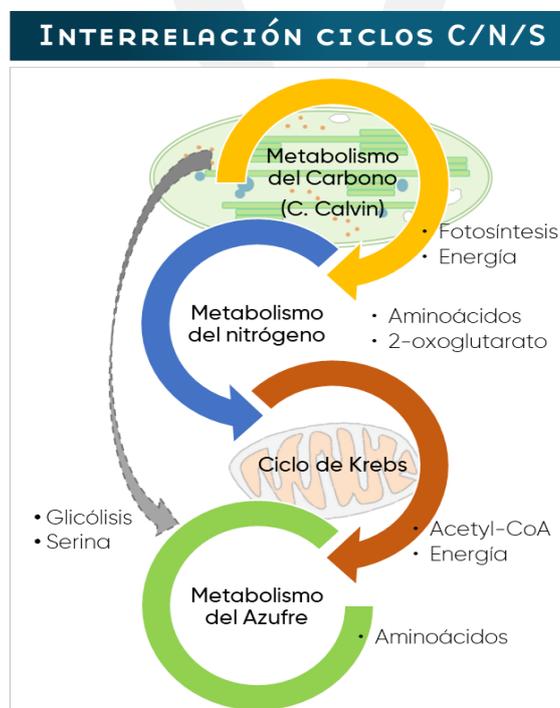
El complejo PERSELYS, mediante la activación de la transcripción del ADN, ejerce un efecto global sobre la planta, a nivel bioestimulante y biofortificante, que puede enumerarse en tres fases:

1. Activa la fotosíntesis
2. Estimula el metabolismo
3. Biofortificación

### 1. ACTIVACIÓN DE LA FOTOSÍNTESIS

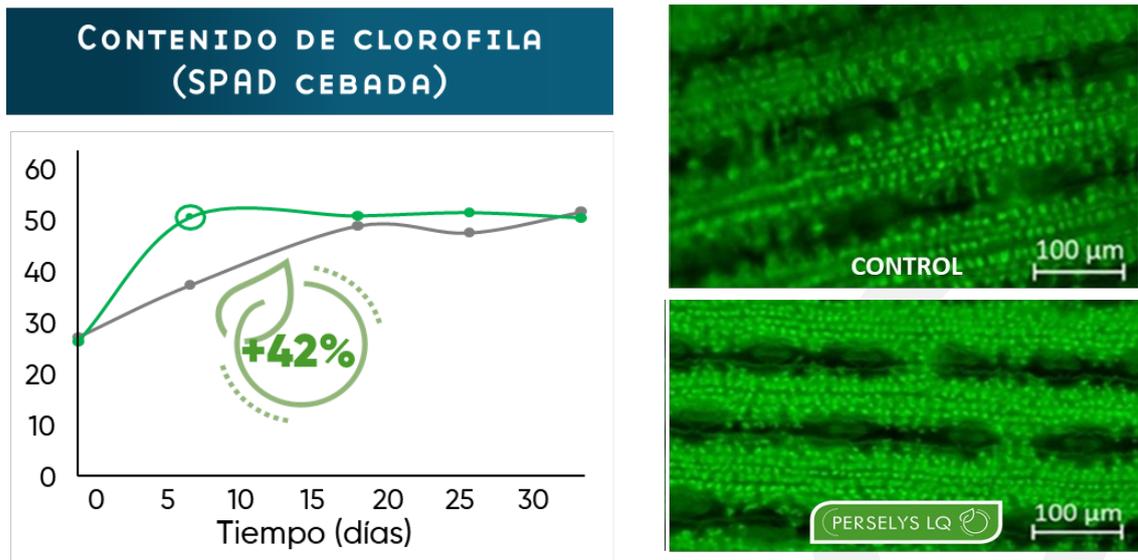
La fotosíntesis tiene un rol principal en la bioestimulación siendo un factor limitante de los metabolismos. Es fundamental para generar energía (ATP) y fotosintatos, que sirven de base para el crecimiento de la planta.

La fotosíntesis se genera a través del ciclo de Calvin (metabolismo del C) para proveer de energía a la planta al tiempo que se absorbe CO<sub>2</sub> y se fija C/N en la planta. El metabolismo de C genera energía y electrones provenientes de la reducción. Estos electrones son necesarios para el metabolismo del N generando aminoácidos. De la suma del metabolismo del C y del N, se generan compuestos necesarios para que el metabolismo del S se complete y se formen otros aminoácidos esenciales (cisteína, metionina y glutatión). Los metabolismos C/N/S están interconectados y se retroalimentan entre ellos. El ciclo de Krebs, o de los ácidos Tricarboxílicos (TCA), completa este triángulo metabólico proporcionando ATP y enzimas cruciales.



**Figura 2. Interrelación de los metabolismos**

El resultado de esto es una intensificación de las medidas SPAD que indica una aceleración de la producción de clorofila desde el momento de su aplicación y adelantando la llegada del punto de máxima producción (ensayo en cebada por el INRA, Rennes, Francia), o incrementando la intensidad clorofílica relativa (cloroplastos) un +15% (ensayo en maíz por el INRA, Rennes, Francia).



Estudios llevados a cabo en el CMI han corroborado la sobreexpresión del gen IPT7 (isopenteniltransferasa) en un 225%, gen relacionado con la síntesis de clorofila e involucrado en la síntesis de citoquinina. Así mismo, consecuencia de esta sobreexpresión, se ha analizado una acumulación del 200% de IPA (citoquinina activa isopentenil). El alto nivel de citoquinina en el brote bajo el tratamiento de PERSELYS tiene un papel protector o antisenescente contra la degradación de la clorofila, por lo tanto, asegura el mantenimiento de la actividad fotosintética.

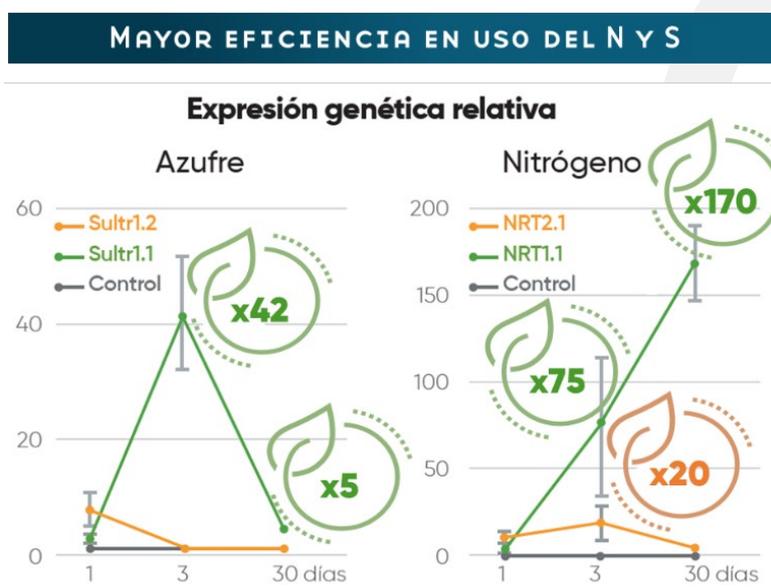
El complejo PERSELYS activa la expresión diferencial de los genes relacionados con la fotosíntesis. El objetivo:

- ✓ Abastecer de energía a la planta.
- ✓ Evitar ser factor limitante de los metabolismos del C/N/S.

## 2. ESTIMULACIÓN DEL METABOLISMO

La estimulación del metabolismo viene directamente relacionada con la anterior estimulación fotosintética. Para poder sustentar el desarrollo inducido por la bioestimulación de los diferentes metabolismos es condición *sine qua non* que la célula no se vea limitada a nivel energético.

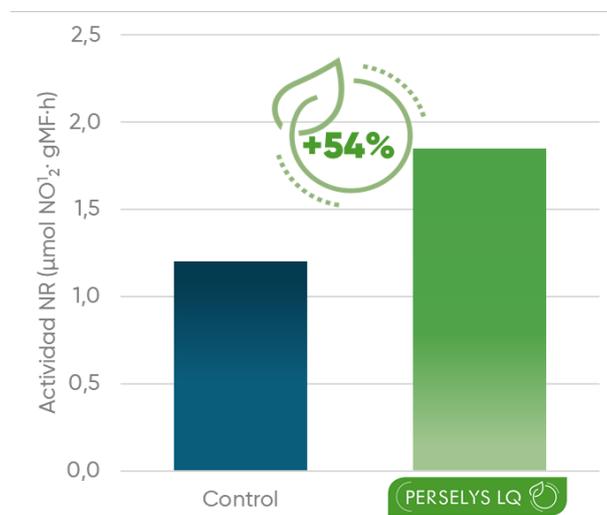
El complejo PERSELYS mejora el metabolismo global de la planta, incluyendo la formación de fitohormonas, la generación de efectos antiestrés, y particularmente, estimulando la generación proteica mediante la sobreexpresión de genes específicos implicados en la absorción y transporte de N y S.



**Figura 4. Sobreexpresión de transportadores de Nitrógeno y Azufre (INRA, Rennes, Francia)**

En las gráficas se aprecia la activación de diversos genes encargados de esta absorción y transporte mejorando los valores cuantiosamente. En la Figura 5 se refleja además el incremento de la actividad de la nitrato-reductasa, proceso en el cual ambos nutrientes están involucrados y que se traduce en una mayor construcción de proteína, más materia seca y mayores producciones.

### INCREMENTO DE LA ACTIVIDAD DE ENZIMA NITRATO REDUCTASA



**Figura 5. Incremento de la actividad de la Nitrato-Reductasa (NR) (Ensayo realizado por el INRA en Rennes, Francia)**

Las moléculas bioactivas de PERSELYS bioestimulan la planta con el objetivo de:

- ✓ Mayor eficiencia en uso del N y S.
- ✓ Aumentar la síntesis de proteínas y la materia seca.
- ✓ Mayor crecimiento a nivel foliar y radicular.
- ✓ Incrementos productivos.

### 3. BIOFORTIFICACIÓN

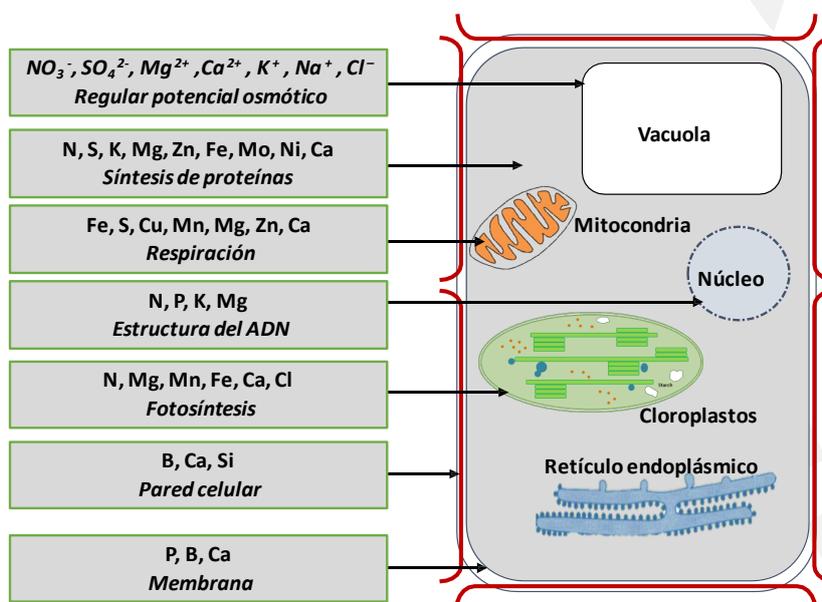
La **biofortificación** es un paso clave en el funcionamiento de este producto dándole incluso el posicionamiento a esta gama. La gama PERSELYS tiene efectos tradicionalmente bioestimulantes (fotosíntesis, desarrollo, antiestrés...) pero es la biofortificación la que marca la diferencia.

PERSELYS completa su acción activando genes relacionados con la absorción y transporte de iones. Incrementa así la **biodisponibilidad y asimilación** de macro y micronutrientes, tanto aportados en las formulaciones, como simplemente presentes en el medio. Como consecuencia, aumenta la producción y calidad nutricional.

La biofortificación optimiza dos procesos clave:

- Densidad nutricional.
- Resistencia mecánica.

No hay que confundir este concepto con fitofortificación. La biofortificación, como ya se ha explicado, busca mejorar la calidad nutricional de los alimentos. La fitofortificación busca reforzar las plantas frente a plagas y enfermedades mediante el uso de productos no declarados fitosanitarios.

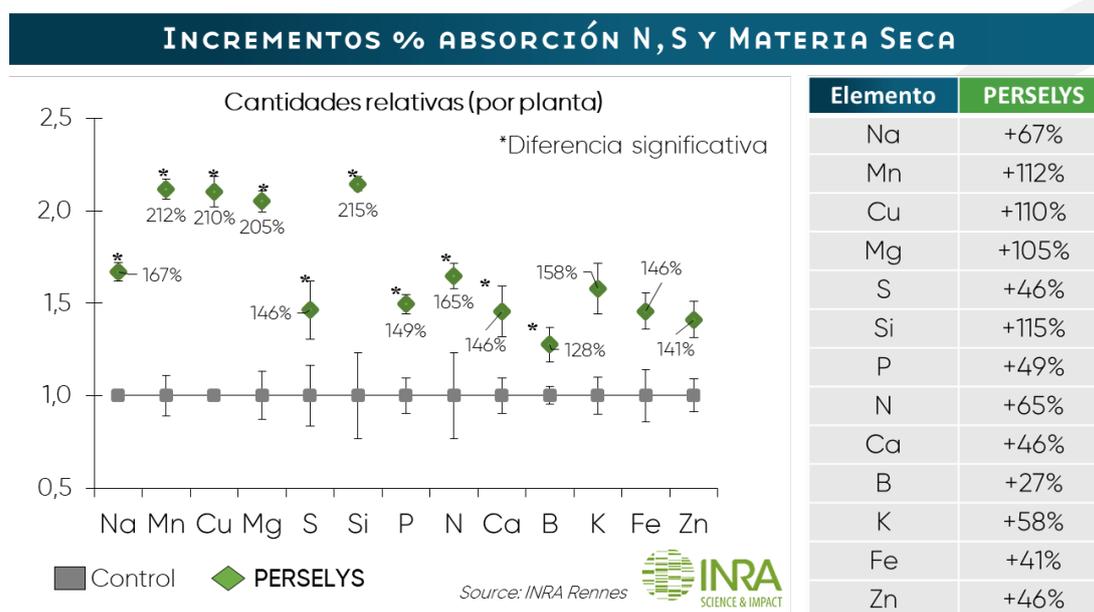


**Figura 6. Principales nutrientes y sus funciones.**

### 3.1. Densidad nutricional

La **densidad nutricional** identifica la cantidad de nutrientes beneficiosos en un alimento en proporción, por ejemplo, al valor energético, peso o cantidad de nutrientes perjudiciales.

Como se ha visto previamente, el **complejo PERSELYS** incrementa, en algunos casos de forma muy notable, la biodisponibilidad de nutrientes esenciales para el metabolismo humano como: Mn (+112%), Cu (+110%), Mg (+105%), Fe (+41%) ó Zn (+46%) entre otros.



**Figura 7. Incremento de la densidad nutricional con PERSELYS. (Ensayo realizado por el INRA en Rennes)**

### 3.2. Resistencia mecánica

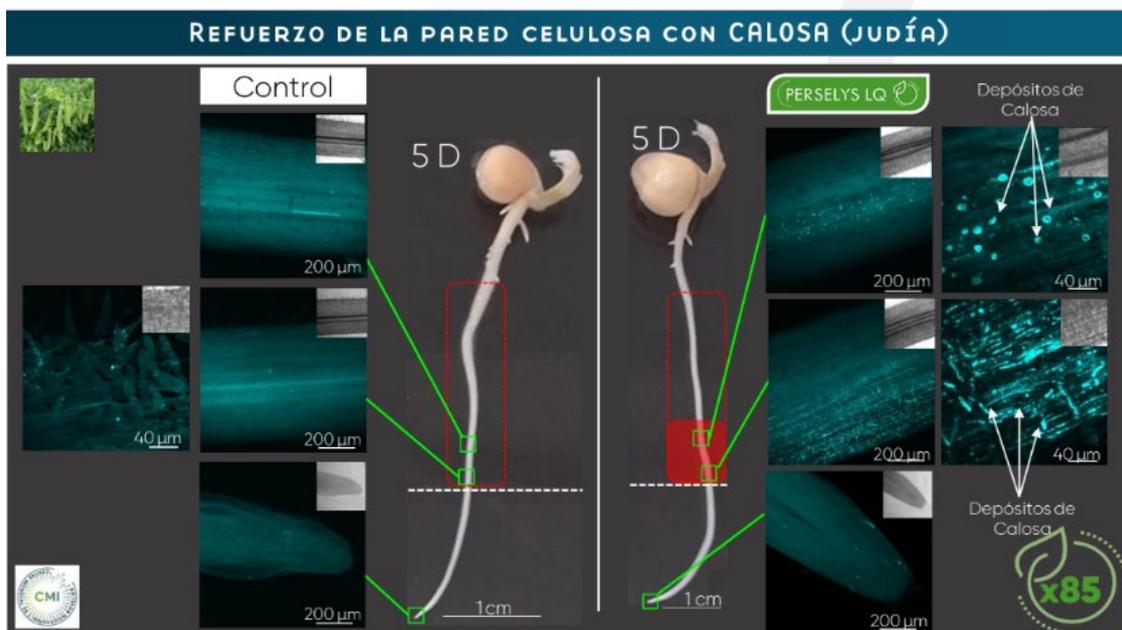
Como se ha visto en la Fig. 7 del punto anterior, el **complejo PERSELYS** no sólo incrementa parámetros nutricionales, sino que también favorece la acumulación de nutrientes con conocidas propiedades que favorecen la resistencia mecánica de las plantas y frutos como pueden ser el Ca, Si, B, K.

- Calcio (Ca): esencial para conformar tejido de calidad y resistente.
- Silicio (Si): se acumula en formas cristalinas (fitolitos) otorgando una función estructural en la epidermis de las hojas, tallos y frutos. Este

refuerzo de las paredes celulares hace que la planta sea más robusta, dura y a la vez elástica.

- Boro (B): mejora la calidad de frutas y tejidos y otorga elasticidad a las paredes celulares entre otras propiedades. (Sinergia Ca/B)
- Potasio (K): El vigor y rigidez de las plantas son controladas por este macronutriente, aparte de sus otras numerosas funciones conocidas.

Adicionalmente, **PERSELYS** elicita la producción y acumulación de **calosa**. Un polisacárido de origen vegetal que se sintetiza en la pared celular por enzimas calosa sintasas y compuesto por residuos de glucosa unidos enlaces  $\beta$ -1,3. Se deposita como refuerzo en respuesta frente a daño mecánico, por infección de patógenos o por daños de estrés abiótico.



**Figura 8. Acumulación de calosa. X85 veces superior con PERSELYS (ensayo realizado por el CMI en Saint Maló, Francia)**

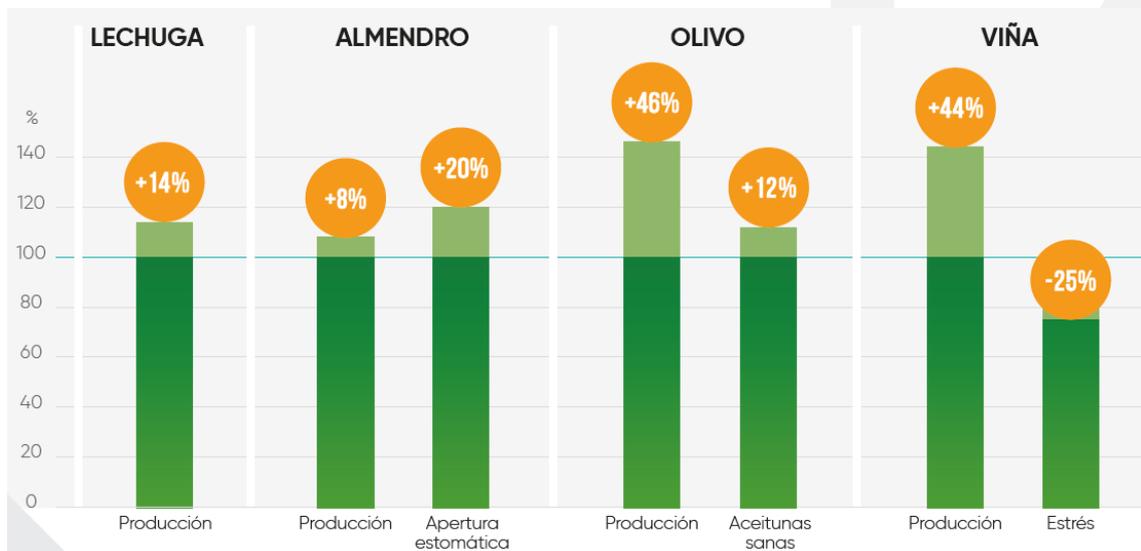
- ✓ Mayor densidad nutricional.
- ✓ Mayor potencial productivo y de mejor calidad.
- ✓ Incrementa la resistencia mecánica.
- ✓ Mejora la recuperación antiestrés.

## 5. CONCLUSIONES

La acción del complejo PERSELYS se resume en las siguientes acciones principales:

- INCREMENTOS PRODUCTIVOS Y DE CALIDAD.
- CULTIVOS ESTIMULADOS Y MEJOR NUTRIDOS.
- MEJOR RESISTENCIA MECÁNICA.
- MAYOR VIDA POSTCOSECHA.
- EFECTO ANTIESTRÉS.
- RESPETUOSO CON EL MEDIO AMBIENTE

## 6. RESULTADOS



## 7. GAMA, DOSIS Y CULTIVOS



### PERSELYS LQ I: Desarrollo y estimulación

Estimula la fotosíntesis y el metabolismo de la planta aportándole energía. Logra un mejor desarrollo vegetativo e incrementos productivos. Efecto antiestrés.

Contiene:

- Complejo PERSELYS
- Aminoácidos libres 6%
- 3% Nitrógeno
- 0,5% Fe, 0,5% Mn, 1% Zn

Orientado a etapas de:

- Desarrollo vegetativo
- Alto requerimiento energético
- Estrés

Todo esto:

- ✓ Favorece el desarrollo vegetativo
- ✓ Incrementa el calibre del fruto
- ✓ Optimiza la producción y rendimiento
- ✓ Recuperación en situaciones de estrés abiótico

Cultivos	Nº de aplicaciones	Momento de aplicación	Dosis (L/ha)	
			Foliar	Radicular
Cítricos	1-3	Desde inicio de brotación	2-4	4-10
Frutales	1-3	Desde inicio de brotación	2-4	4-8
Hortícolas	2-6	Desde inicio de brotación y cada 15 días	2-4	5-10
Olivo, viña	1-3	Desde inicio de brotación	2-3	4-8
Industriales	2-5	Desde inicio de brotación	2-5	4-10
Extensivos	1-2	Desde germinación	1-5-3	-



## **PERSELYS LQ II: Fructificación**

Mejora floración, cuajado y fructificación mediante la activación metabólica y energética y la movilización de los micronutrientes esenciales.

Contiene:

- Complejo PERSELYS
- 7% Boro
- 0,2% Fe, 0,5% Mn, 1% Mo

Orientado a etapas de:

- Cuajado
- Fructificación

Todo esto:

- ✓ Favorece el cuajado y la fructificación
- ✓ Corrige situaciones carenciales
- ✓ Mejora la calidad del fruto

Cultivos	Nº de aplicaciones	Momento de aplicación	Dosis (L/ha)	
			Foliar	Radicular
Cítricos	1-3	Prefloración, inicio del engrosamiento de frutos y 15 días después.	2-4	4-6
Frutales	1-3	Prefloración, inicio del engrosamiento de frutos y 15 días después.	2-4	4-6
Hortícolas	1-3	Prefloración y engrosamiento de frutos	2-3	3-5
Olivo, viña	1-2	Prefloración y 10-15 días después	2-3	3-6
Industriales	1-3	Prefloración	2-4	4-6
Extensivos	1-3	Prefloración	1-5-3	-



### PERSELYS LQ III: Terminación

Estimula los procesos madurativos de los frutos y la acumulación de azúcares en los órganos de reserva. Proporciona uniformidad y calidad a las cosechas.

Contiene:

- Complejo PERSELYS
- Aminoácidos libres 4,5%
- 2,6-1,2-9
- Sin cloro

Orientado a etapas de:

- Maduración
- Terminación

Todo esto:

- ✓ Aumentar la precocidad
- ✓ Mejora la calidad y uniformidad
- ✓ Potencia la acumulación de °Brix

Cultivos	Nº de aplicaciones	Momento de aplicación	Dosis (L/ha)	
			Foliar	Radicular
Cítricos	1-3	Inicio del engorde del fruto Cada 15 días	2-4	4-10
Frutales	1-4	Inicio del engorde del fruto Cada 15 días	2-4	4-8
Hortícolas	2-6	Inicio del engorde del fruto Cada 10 días	2-3	4-6
Olivo, viña	2-4	Inicio del engorde del fruto Cada 15 días	2-3	4-6
Industriales	1-2	Engrosamiento de la raíz Cada 15 días	2-5	4-10
Extensivos	1-3	Maduración	1-5-3	-

## 7. PACKAGING

