



Estructura y Organización

La Estación Experimental de Aula Dei está estructurada en 4 Departamentos, que albergan 14 grupos de investigación.

Genética y Producción Vegetal

- Biología Computacional y Estructural
- Biología de la Embriogénesis Gamética y Aplicaciones
- Cultivo Celular y de Tejidos
- Genética y Desarrollo de Materiales Vegetales



Pomología

- Biología del Desarrollo y Material Vegetal en Frutales
- Mejora, Selección y Caracterización de Especies Leñosas

Nutrición Vegetal

- Fijación de Nitrógeno y Estrés Oxidativo en Leguminosas
- Fisiología del Estrés Abiótico en Plantas
- Fotosíntesis: Genómica y Proteómica del Cloroplasto y su Respuesta al Estrés
- Nutrición de Cultivos Frutales

Suelo y Agua

- Conservación de Suelo y Agua en Agroecosistemas
- Erosión y Evaluación de Suelo y Agua
- Manejo del Suelo y Cambio Global
- Riegos, Agronomía y Medio Ambiente

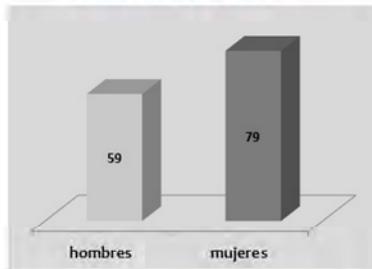
La EEAD cuenta además con 6 Unidades Técnicas de Apoyo a la Investigación y una Gerencia que coordina tanto los servicios de gestión y administración como la unidad de servicios generales.

Personal

En 2016, la plantilla de la EEAD consta de 138 trabajadores, de los que 37 corresponden a personal científico fijo. El personal funcionario representa el 50 % del total del Instituto.

A lo largo del año se producen 4 jubilaciones y la contratación de 2 doctores bajo el programa Juan de la Cierva del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. También se incrementa la contratación de personal laboral temporal respecto a los datos del año anterior. Durante el año, 59 personas obtuvieron un permiso de estancia en la EEAD.

Distribución por sexo



Distribución de personal científico



Distribución por tipo de personal



NOTA: Los datos de las gráficas que corresponden con las categorías a fecha de 31 de diciembre de 2016.



Resumen

Resumen general memoria 2016

FINANCIACIÓN	Proyectos iniciados en 2015	1.324.932 €
	Contratos I+D	173.382 €
PRODUCCIÓN CIENTÍFICA	Publicaciones JCR	72
	Publicaciones no JCR	6
	Contribuciones a Congresos	67
	Libros y Capítulos de libros	13
PRODUCCIÓN TECNOLÓGICA	Patentes y otros	4
	Licencias	5
	Contratos y convenios	34
FORMACIÓN	Nº de servicios científico-técnicos ofertados	13
	Tesis doctorales	11
	Tesis máster y fin de grado	9
	Cursos	84,05 créditos

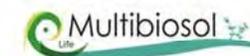
Nutrición de Cultivos Frutales (NCF)

El Grupo NCF aborda tanto la investigación aplicada como básica, con el fin de evitar la incidencia de las alteraciones fisiológicas en especies hortofrutícolas, buscando nuevas estrategias de fertilización foliar, a la vez que caracteriza la influencia de los tratamientos en la morfología de los tejidos y superficies foliares (SEM, TEM, histología) y en sus propiedades físico-químicas y bioquímicas. El grupo tiene fuertes vínculos con empresas productoras de frutas y de fertilizantes, y cabe hacer notar el interés de ambos sectores (el químico y el agrícola) en la búsqueda de estrategias sostenibles para mitigar la incidencia de las alteraciones relacionadas con el calcio.

Los objetivos del grupo son:

- El desarrollo de técnicas agronómicas para mejorar la calidad de fruto
- El desarrollo de técnicas no destructivas para evaluar la calidad de fruto
- El estudio del metabolismo de calcio en frutales y el desarrollo de estrategias de tratamientos foliares
- El desarrollo de tratamientos físicos postcosecha para disminuir la incidencia de fisiopatías
- El estudio de la proteómica del fruto y de sus alteraciones fisiológicas
- El estudio de alérgenos del fruto

Proyecto Life+ Multibiosol: Comienzan las pruebas de un nuevo mulching biobasado, biodegradable y aditivado



En el marco del proyecto Life+ Multibiosol, coordinado por Aitip Centro Tecnológico, y en el que la EEAD-CSIC es líder en los ensayos de campo, se quiere afrontar este reto tecnológico y ecológico, desarrollando un film biobasado, biodegradable y que además mejore las propiedades del suelo. Para ello se han iniciado las pruebas con hasta 10 materiales distintos, que tienen un grosor de 20 micras aproximadamente, añadiendo además oligoelementos que mejorarán la nutrición de las plantas, aportándoles más vigor.

El objetivo de esta prueba de campo es comprobar su resistencia, biodegradabilidad y los efectos de los oligoelementos sobre la planta y la tierra.

Factores genéticos

El **genoma** es responsable del **funcionamiento de la planta** en relación con las **condiciones medioambientales**. Obtener frutos de calidad depende en definitiva del comportamiento de una **variedad en un medio externo determinado**

la **selección varietal** es esencial, ya que la obtención de un fruto de calidad dependerá de su potencial genético y de las condiciones ambientales y de cultivo.

Las técnicas de **biología molecular** se han convertido en una alternativa, complementaria a la genética clásica, para mejorar los atributos de calidad y prolongar la vida comercial útil en poscosecha

La **variabilidad genética** de un cultivar, dentro de una misma especie, es relativamente amplia, por lo que la **selección** de la más apropiada es de vital importancia para la calidad del producto final.

Factores Fisiológicos

El **estado de madurez** tiene un papel esencial en la composición química del fruto y en sus atributos de calidad.

Frutos Climáticos mayor potencial para su regulación y posibilidad de continuar el proceso una vez recolectados, siempre y cuando hayan adquirido la "capacidad para madurar".

En la mayoría de los frutos, **no se han podido establecer**

"**índices de madurez**" que permitan determinar el momento de recolección.

Frutos no climáticos la posibilidad de actuación es muy limitada, ya que carecen de esta capacidad y deben recolectarse cuando han alcanzado su calidad de consumo.

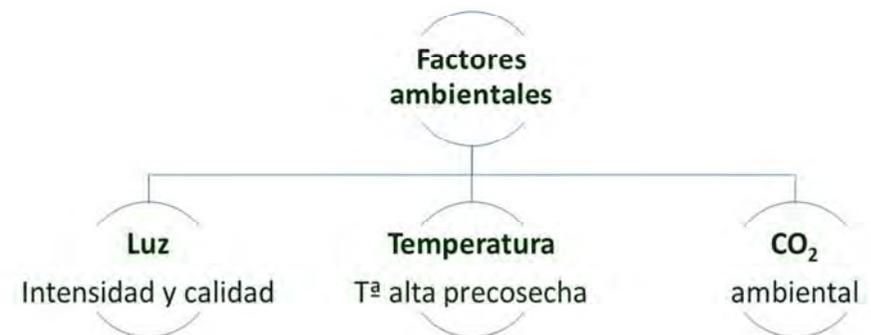
Factores agronómicos



Dilema: ¿producción o calidad?

Cuando el riego se realiza en fechas próximas a la recolección se observa un aumento de tamaño y dilución de los componentes celulares, con la consiguiente pérdida de calidad sensorial, rajado y agrietado de los frutos

Factores ambientales



El cambio climático

- **Aumento de las temperaturas**, variable en función de reducción de gases de efecto invernadero.
- Irregularidad de las **precipitaciones**, las áreas tropicales tendrán más lluvia pero las latitudes medias menos.
- Reducción de las capas de **hielo** en glaciares continentales y Ártico.
- Subida generalizada del **nivel del mar**, será severa en el Atlántico Norte.
- En **España** se prevén una **disminución de las precipitaciones**, **olas de calor**, **sequías** y **progresivo aumento de las temperaturas**

Alertas en seguridad alimentaria, pero

¿cual es o será su influencia en la producción y en su calidad?

Respecto a la producción de fruta los riesgos del Cambio Climático Global comprenden alteraciones en:

- Requisitos de frío invernal
- Fechas de floración
- Riesgo de heladas
- Duración de la estación de cultivo
- Estado de maduración y fechas de recolección
- Necesidades hídricas
- Susceptibilidad al ataque y transmisión de patógenos

Será preciso adaptar las prácticas culturales:

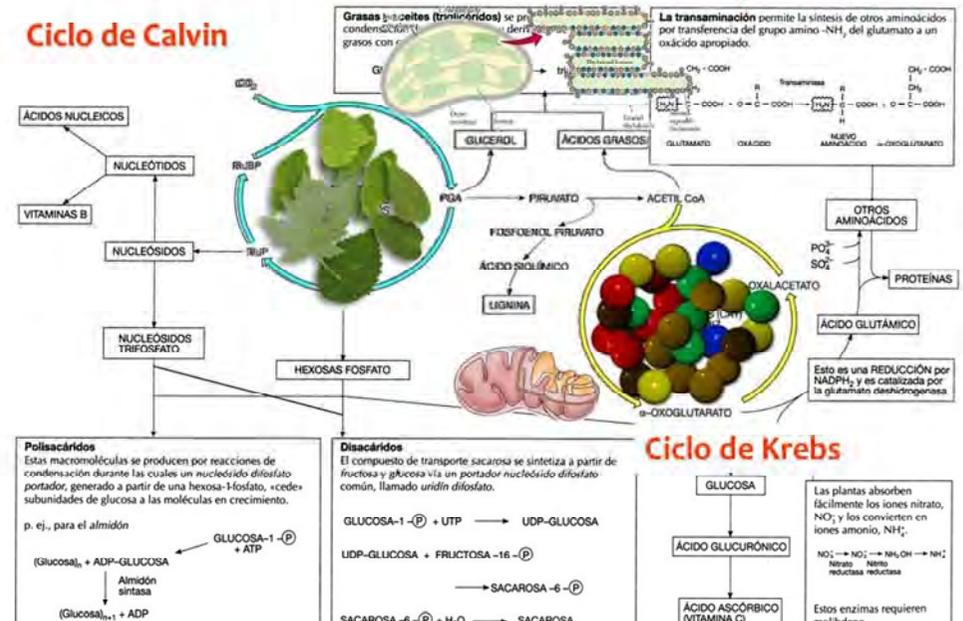
- Selección de nuevos cultivares y carga de cosecha
- Elección de las parcelas de cultivo en terrenos más altos
- Tasas y procedimientos de fertilización
- Sistemas y tasas de riego
- Preparar el fruto, durante su desarrollo, para su adecuada madurez y mejor vida postcosecha (nutricional y sanitaria).

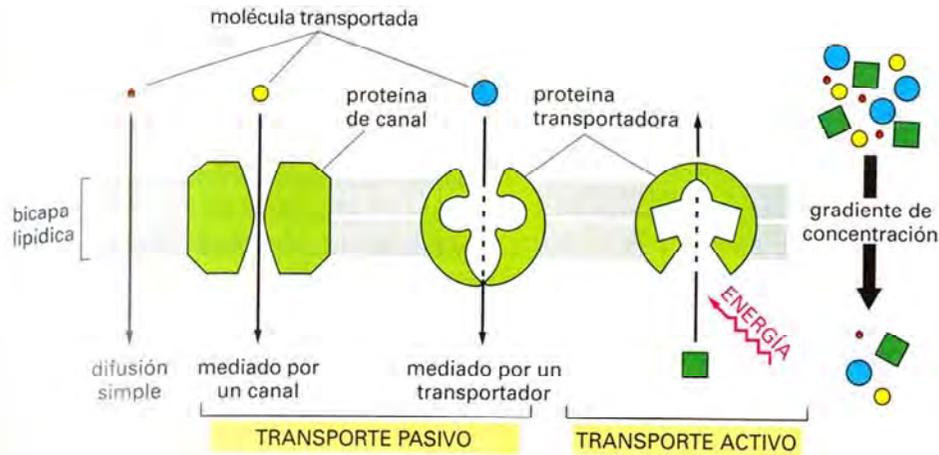
FERTILIDAD DEL SUELO

La falta de nutrientes para las plantas puede afectar gravemente a la calidad de los productos frescos. Pero, un exceso de abono puede tener consecuencias perjudiciales para el desarrollo y las condiciones poscosecha del producto.

- ❑ **↓N** atrofia del crecimiento o una decoloración amarillo-rojiza en las hojas de hortalizas como la col.
- ❑ **↓K** desarrollo deficiente de la fruta y maduración anormal
- ❑ desequilibrio entre humedad y calcio: pudrición apical en tomate y en manzanas bitter pit
- ❑ **↓B** deformidades en papaya, oquedades en el tallo de la col y coliflor, y agrietamiento de la cáscara de la remolacha.

Nutrición autótrofa de las plantas





Comparación entre el transporte activo y pasivo. Si los solutos no cargados son lo suficientemente pequeños, pueden desplazarse a través de la bicapa lipídica directamente por difusión simple a favor de su gradiente de concentración. Ejemplos de este tipo de solutos son el etanol, el dióxido de carbono y oxígeno. La mayor parte de los solutos, sin embargo, sólo pueden atravesar la membrana si existe una proteína de transporte a través de las membranas (una proteína transportadora o una proteína de canal) que los transfiera. Como se ha indicado, el transporte pasivo a favor de un gradiente de concentración ocurre espontáneamente, mientras que el transporte en contra de un gradiente de concentración (el transporte activo), requiere un aporte de energía. Sólo las proteínas transportadoras pueden llevar a cabo el transporte activo, mientras que tanto las proteínas

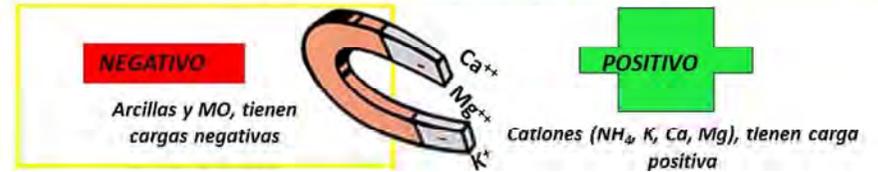
Absorción de Nutrientes

- Los **iones** de los nutrientes (Fertilizantes) deben estar disueltos en el agua del suelo ("solución del suelo") para que las plantas los puedan **absorber**.

Mg^{++} K^+ Ca^{++} NH_4^+ NO_3^- Cl^-

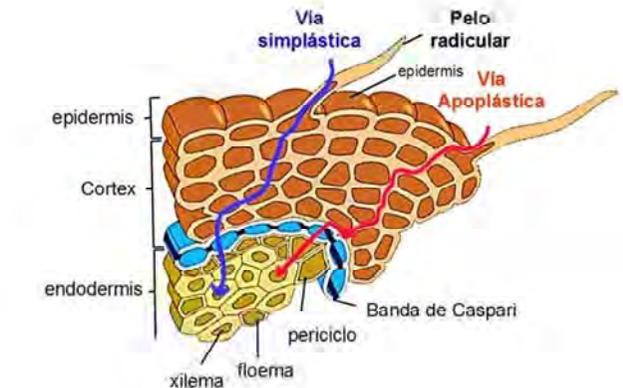
- Los iones pasan desde la solución del suelo hasta el centro vascular de las raíces a través de membrana celular
- El movimiento a través de la membrana puede ser **pasivo** o **activo**

CIC es la suma de los cationes (+) intercambiables que el suelo puede absorber por unidad de peso, expresado en meq/100g



FLOEMA: transporte de productos orgánicos de la fotosíntesis, es decir, azúcares (llevados en forma de sacarosa) y aminoácidos.

XILEMA: transporte de agua y sales minerales disueltas –el movimiento es siempre tallo arriba.



Rutas apoplástica y simplástica de entrada de iones y agua en la raíz



Producir con criterios de calidad, homogeneidad y control

- Las exigencias del mercado y las cada vez más estrictas normativas medio-ambientales nos obligan a producir con criterios de:
 - calidad,
 - homogeneidad
 - bajo control.
- Obviamente, esto hay que hacerlo compatible con un concepto clave en agricultura:

la rentabilidad.

Herramientas para la toma de decisiones en fertilización



- Para la toma de decisiones necesitamos herramientas que aporten información:
 - práctica,
 - precisa
 - y real de lo que sucede en el sistema suelo - agua - planta a lo largo del ciclo fenológico.
- Mediante este conocimiento, seremos capaces de tener un mayor control del medio, lo que en última instancia nos proporcionará:
 - optimización de costes,
 - mayor eficiencia en la producción,
 - mayor calidad de nuestras cosechas
 - y menor contaminación.

De todo lo expuesto, se deduce que diagnóstico nutricional se convierte en una de las "técnicas importantes" en el manejo de las explotaciones agrícolas

Movimiento interno de nutrientes

- Nutrientes que pueden traslocarse en la planta
- Nutrientes que son fijados tras cumplir su función -

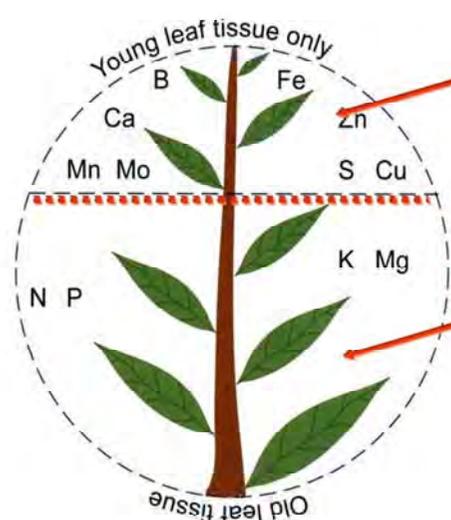
Móviles:

- Nitrógeno
- Fósforo
- Potasio
- Magnesio
- Molibdeno

Inmóviles/poco móviles:

- Azufre
- Calcio
- Hierro
- Cobre
- Manganeso
- Zinc
- Boro

Deficiencias de nutrientes



- Nutrientes **inmóviles**:

- Los síntomas se muestran en las **hojas más nuevas** (ya que la planta no puede mover dichos nutrientes)

- Nutrientes **móviles**:

- Los síntomas se muestran en las **hojas más viejas** (ya que la planta trasloca los nutrientes hacia las zonas de nuevo crecimiento)



Eficiencias sistemas de riego y nutrición del árbol

- El abono debe ir disuelto en agua, para que la planta lo tome.
- Con la técnica de fertirrigación se obtiene :
 - mayor eficacia de los fertilizantes,
 - ahorra energía,
 - mano de obra,
 - se controlan perfectamente los equilibrios y dosis,
 - hay flexibilidad en la aplicación.

En consecuencia, no es lógico disponer de riego por goteo, y no usar los Fertilizantes disueltos en el agua

Importancia del cultivo de frutales en España

SOBRE SUPERFICIES 2017 ha

ESPAÑA

Cultivo	Total
Melocotonero y Nectarinas	80.305
Manzano	33.204
Cerezo y guindo	32.906
Albaricoquero	24.998
Almendro no comercial	24.852
Castaño fruto	22.682
Higuera	21.627
Peral	19.898
Caqui	18.135
Avellano	16.437
Pistacho	15.847

Importancia del cultivo de frutales en Aragón

SUPERFICIES 2017(ha)(*)

ARAGON

	Total
MELOCOTONERO Y NECTARINAS	20.708
ALMENDRO ABANDONADO	13.377
CEREZO Y GUINDO	12.448
MANZANO	4.819
ALBARICOQUERO	4.460
PERAL	4.284
CIRUELO	1.843

Necesidades de árboles jóvenes

En árboles en periodo de formación las exportaciones son las que figuran la tabla

Estimación de la evolución de extracciones de Nitrógeno en el proceso de formación del árbol (kg de N/ha).

Especie	Año-1	Año-2	Año-3 y sucesivos hasta alcanzar plena producción
Manzano	20	35	50 más 0,6Kg de N/tonelada de frutos
Melocotonero	20	35	50 más 1,3Kg de N/tonelada de frutos
Peral	20	35	50 más 0,7Kg de N/tonelada de frutos
Ciruelo	20	35	50 más 0,9Kg de N/tonelada de frutos
Albaricoquero	20	35	50 más 1,2Kg de N/tonelada de frutos
Cerezo	20	35	50 más 1,3Kg de N/tonelada de frutos
*Almendro	20	35	50 más 34Kg de N/tonelada de frutos

*Almendra en cáscara

Extracciones netas de nitrógeno por los árboles (kg/t de fruto)

Cultivo	Coef. Extrac. Total (kg N/t de fruto)	% Residuo	% Extrac. neta.	Coef. Extrac. Neta (kg de N/t de fruto)
Manzano	3,80	32,90	67,10	2,55
Peral	3,80	32,90	67,10	2,55
Albaricoquero	5,15	27,50	72,50	3,73
Cerezo	8,00	25,50	74,50	5,96
Melocotonero	4,80	27,50	72,50	3,48
Ciruelo	4,80	27,50	72,50	3,48
*Almendro	48,00	29,70	70,30	33,74

*Almendra en cáscara



Necesidades de los árboles adultos

• Las **exportaciones netas** expresadas en kilos de nitrógeno por tonelada de fruto producido, engloban las necesidades correspondientes para la producción y crecimiento de:

- frutos,
- hojas,
- Madera de poda (tabla 7).

Control del estado nutricional del cultivo

☞ **Análisis de órganos :**

☞ flores y hojas.

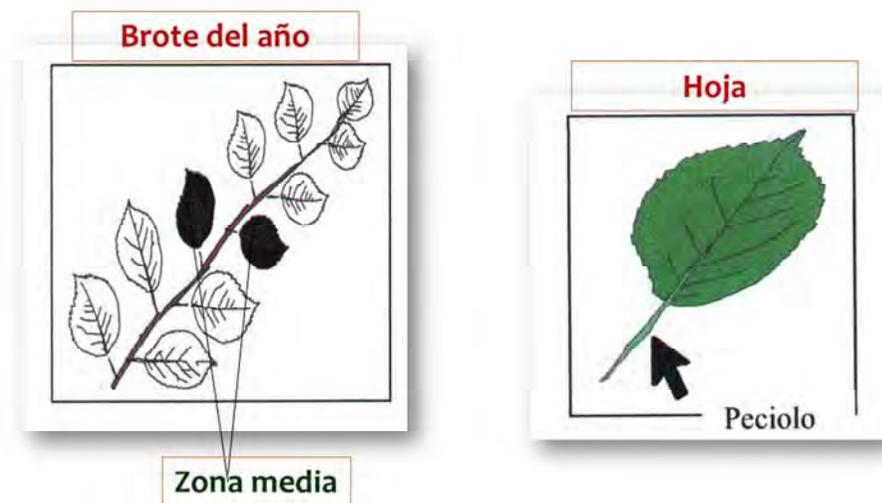
☞ **Medidas indirectas:**

☞ Índice Spad-502.

☞ **Caminar por la plantación y observar los árboles.**

Análisis de material vegetal (hojas)

- Para las distintas especies de frutales, se utiliza el análisis mineral de hojas como elemento de diagnóstico y control
- Para obtener referencias fiables de un año para otro, deben ser escrupulosamente respetados:
 - tipo de ramo,
 - tipo de hoja y su situación,
 - el número de árboles muestreados.
 - la fecha de toma de muestras



Épocas de muestreo de hojas en frutales (Soing P. et al. 1999)

Especie	Época de muestreo
Albaricoquero melocotonero	A 105 días del estado F2
Cerezo	En recolección o 45 días después de F2
Ciruelo	Unos 70 días después de F2
Manzano y peral	Unos 75 días después de F2

F2= 50-60% de flores abiertas

Corrección de las aportaciones

- Como este tipo de análisis hay que realizarlo en una fase avanzada del crecimiento de ramos y frutos, los resultados únicamente son aplicables para la corrección:
 - de las aportaciones finales de abonado de la campaña actual.
 - del abonado global del año siguiente

Métodos de diagnóstico

Concentración crítica de nutrientes

- En 1936, Macy presentó el concepto de concentración crítica de nutrientes en materia seca de hoja, estableciendo que es necesaria una mínima concentración de determinados elementos en hoja para producir una buena cosecha.

Nivel crítico de nutrientes

- En 1948, Ulrich definió como nivel crítico de nutrientes al rango de concentraciones por debajo del cual el crecimiento de la planta es restringido en comparación con plantas de nivel nutricional mayor.

Niveles críticos de elementos minerales en hoja de árboles frutales caducifolios (Sparcks B., FRUIT GROWER -Abril 2.001)

Especie	% sobre materia seca de hoja								ppm sobre materia seca de hoja			
	Nitrógeno (N)		Potasio (K)		Magnesio (Mg)	Calcio (Ca)	Cloro (Cl)	Sodio (Na)	Boro (B)		Zinc (Zn)	
	Defic.<	Adec.>	Defic.<	Adec.>	Adec.>	Adec.>	Exce.>	Exce.>	Defic.<	Adec.>	Exce.>	Defic.<
Manzano	1,9	2-2,4	1	1,2	0,25	1	0,3	-	20	25-70	100	14
Albaricoquero	1,8	2-2,5	2	2,5	-	2	0,2	0,1	15	20-70	90	12
*Cerezo	-	2,5-2,8	0,9	1,75-2	0,25-0,4	1,5-2	-	-	20	-	-	10
Melocotonero	2,3	2,4-3,3	1	1,2	0,25	1	0,3	0,2	18	20-80	100	15
Peral	2,2	2,3-2,8	0,7	1	0,25	1	0,3	0,25	15	21-70	80	15
Ciruelo	-	2,3-2,8	1	1,1	0,25	1	0,3	0,2	25	30-60	80	15
Higuera	1,7	2-2,5	0,7	1	-	3	-	-	-	-	300	-

Adaptado de K. Uriu, J. Beutel, O. Lilleland y C. Hansen-Dept. de Pomología, UC-Davis.

*Adaptado de Huguet C., Ctifl-1990.

Índice de la Desviación Estándar (IDS).

$$IDS = \frac{\text{Valor muestra} - \text{Valor media}}{(\text{Desv. Std}) * 10}$$

Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS, Beaufils, 1971).

Desviación del Óptimo nutricional Porcentual

$$DOP = \frac{C \times 100}{C_{ref}} - 100$$

C = concentración del elemento

C_{ref} = Valor óptimo del elemento

Interpretación de los índices DOP



Signo DOP:

- déficit

+ exceso



Valor absoluto = gravedad de la situación



Orden relativo de limitación entre elementos.



ΣDOP = grado de acercamiento a la nutrición óptima

DOP

Hoja

-79Mn, -50Zn, -35Fe, **-23Ca**, 21P, 2K, 11Mg, 14N, 29Cu | 298Σ_{DOP} 123DAFB

Fruto

-86Ca, 7K, 17Mg, 46N, 142P || 307ΣDOP Long Storage Standards

-53Ca, 2K, 34N, 43Mg, 136P || 269ΣDOP Waller reference values

Ca

¿Por qué el Calcio?

¿por qué en aplicación foliar en *sspp* leñosas?

Cerezo...

Como resumen final se puede concluir

El análisis del suelo permitirá conocer:

- el estado de los elementos minerales en el mismo.

El análisis de tejidos, permite:

- revelar la forma que el árbol los utiliza en función de las condiciones de cultivo.

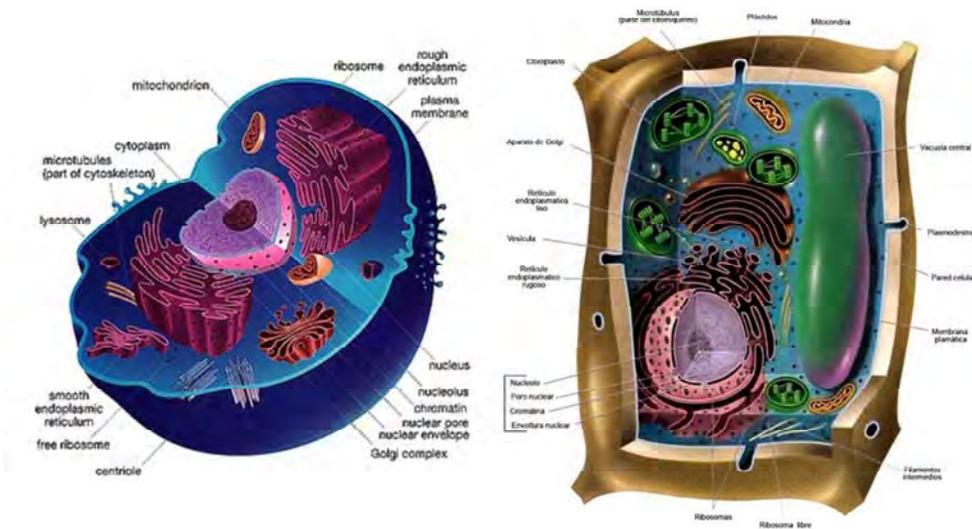
El conocimiento de ambos, permitirá:

- Ajustar la fertilización.
- Prevenir situaciones de fuertes desequilibrios.
- Conservar el árbol con un elevado potencial de producción de calidad durante su vida útil.
- Reducir los problemas de contaminación.
- Realizados todos los años, permiten a medio plazo, seguir tendencias y reajustar la fertilización



Cálcio y calidad de la fruta

El calcio diferencia las células vegetales



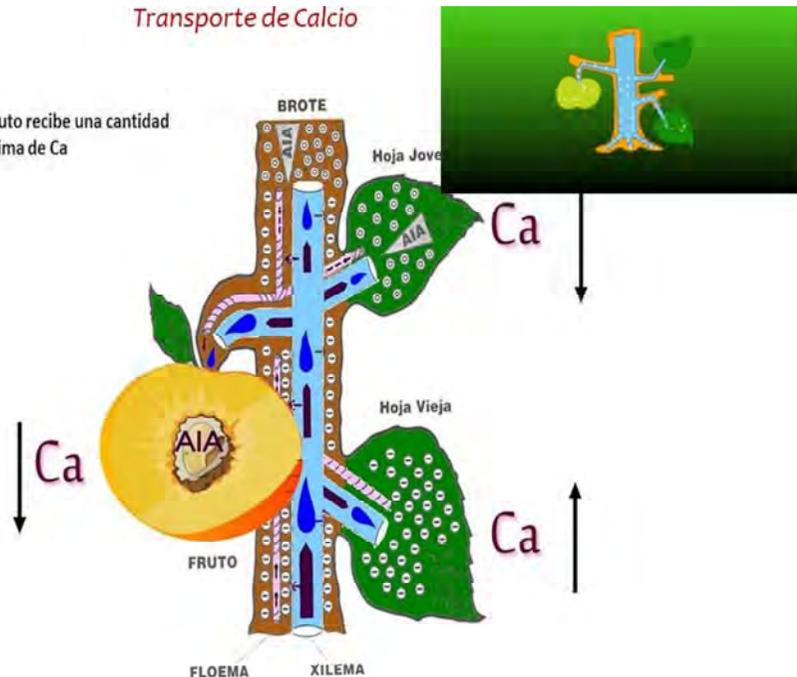
La aparición de **fisiopatías** que provocan manchas corchosas, como bitter pit y plara en manzanas y otras alteraciones en distintas especies vegetales, deterioran la calidad organoléptica y estética del fruto y provocan graves mermas en la producción.

El **calcio** es el elemento clave implicado en el desarrollo de este tipo de fisiopatías y, en general, en la calidad del fruto.

Los tejidos vegetales con altos niveles de calcio entran más tarde en senescencia y son más resistentes, no solo a la incidencia de manchas corchosas, sino también al ataque de patógenos.

Transporte de Calcio

El fruto recibe una cantidad mínima de Ca



¿Por qué es tan importante el calcio?

- Active role in cell growth and integrity of cell wall and plasma membranes.
- Cell division and new cells structures
- Acts as cofactor and modulator in a high number of enzymatic reactions.
- Alleviates stress and protects against ROS
- Gives consistency and quality to fruits through “protopectine” helping conservation along storage processes.
- It becomes human food on fruits.
- Makes easier other nutrients absorption and regulates nitrogen uptake allowing sugars and proteins movement within the plant.
- Regulates water flow.
- Correct acidity on the soil improving its properties (structure, labour, irrigation, etc).
- Corrects salinity on certain sort of soils (saline-sodic)

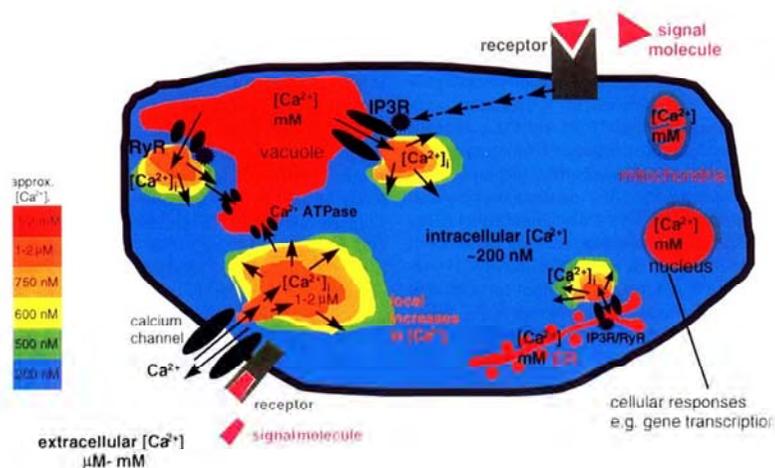


¿Por qué es tan importante el calcio?

- [Marschner \(1995\)](#) precisó que un suministro creciente de Ca en la solución nutritiva conduce a un aumento del contenido en Ca de las hojas, pero no necesariamente en órganos de baja transpiración como las frutas carnosas.
- La planta ha desarrollado mecanismos para restringir el transporte del Ca a estos órganos; ya que es necesario un nivel bajo de Ca para la extensión rápida de la célula y la alta permeabilidad de membrana.
- Los altos índices de crecimiento de los órganos con baja transpiración aumentan el riesgo de que el contenido en Ca del tejido descienda por debajo del nivel crítico requerido para la integridad y estabilización y de la membrana de la pared celular.

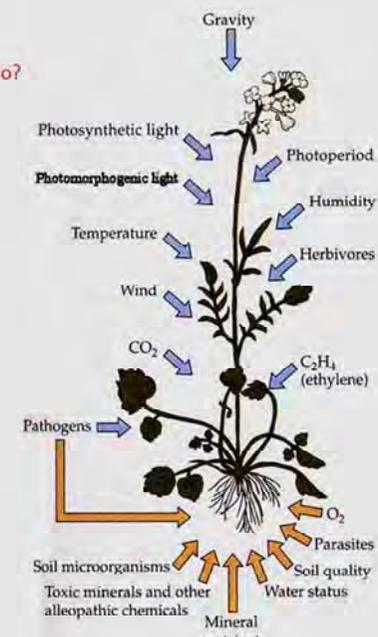
¿Por qué es tan importante el calcio?

HOMEOSTATO DE CALCIO



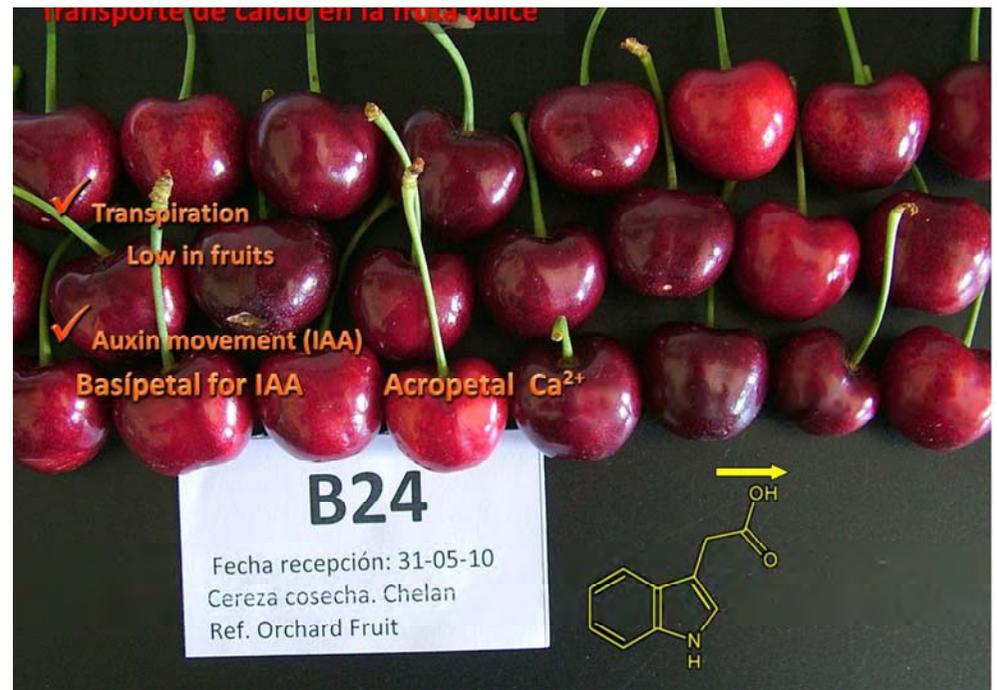
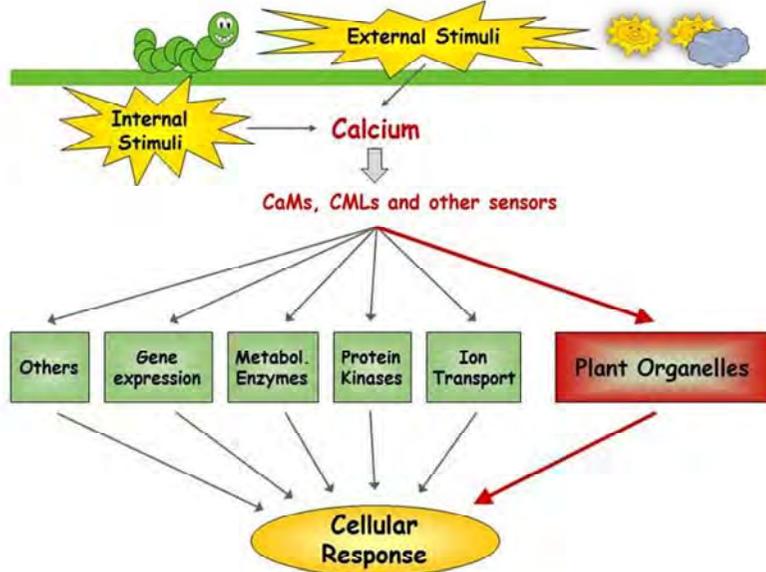
¿Por qué es tan importante el calcio?

Señalización



¿Por qué es tan importante el calcio?

Senalización



Fruits and Vegetables¹

C. B. Shear²
U.S. Department of Agriculture, Beltsville, Maryland

Calcium is the fifth most abundant element in the earth's crust, accounting for more than 3% of its composition. The exchangeable Ca content of a "normal" soil ranges from 40 to 80% of its total exchange capacity (32). Leaves of dicotyledonous plants generally contain from 0.5 to 1.0% Ca and a dry weight basis (44). The aboveground weight portion of trees is 10% to 15% of total dry weight (45). In apple orchards (38) leaves per acre contain about 200 lb. of Calcium as compared to about 175 lb. of all other nutrient elements combined (38). Reasonable daily intakes of Ca deficiency are seldom observed on field-grown fruit or vegetable crops. Despite these facts, serious economic losses occur annually from physiological disorders resulting from an inadequate level of Ca in the fruit, storage roots, or tubers of many plants or in the heart leaves of cabbage, lettuce, and other compact leafy vegetables.

While all (89) of apple, blackheart of tomatoes have been recognized as physiological disorders since the middle of the 19th century, but only in 1936 for BP (14), 1944 for BER (74), and 1954 for blackheart of celery (26) was an inadequate level of Ca in affected parts implicated in any of these disorders. The list of disorders now recognized as associated with a localized inadequacy of Ca includes BP (14, 17), stem rot (81), cracking (86), internal breakdown (5, 49), Jonathan spot (43), internal blotch (49, 75), internal blackheart (69), low temperature breakdown (45), stem rot (45), internal blotch (14, 49), and watercore (69) of apple; end spot of asparagus (32), necrotic necrosis of bean (79); internal lowering of Brussels sprouts (54, 65); internal lignification of cabbage (58) and of Chinese cabbage (43); cavity spot and watercore of carrot (29); blackheart of celery (26); cracking of chertise (10, 21); blackheart and watercore of chertise (97); blackheart (57) and lignification (57); lignification of lettuce (90); and most of orange (184), cavity spot of potato (23), cavity spot of corn (102), blackheart of pepper (16, 82), apical blight (94) and tipburn (46) of tomato; cracking of onion (13); leaf tipburn of strawberry (53); black seed (20); blackheart (121, 55, 64, 74),



C. B. Shear

CONDITIONS INFLUENCING THE DISORDERS

Moisture
The first-described apple spot disease now classified as a corking disorder was probably BP which, though probably recognized much earlier, was scientifically diagnosed as "blight" by McCormick in 1892 (10). He attributed the disease to abnormal transpiration. Later, McBride (60) thought the disease was produced by a shortage of water in the affected tissue as a result of either excessive transpiration or of too dense foliage (43). In 1918, Brooks and Fisher (19) reported cork spot (BER) and drought spot (watercore) in strawberries associated with irregular water supply. They concluded that irrigation irrigation overstimulated fruit growth, thus increasing susceptibility to corking black heart, both before and after that of Brooks and Fisher implicated extreme moisture in the development of corking. Lyndon (6) also reported the corking theory (22, 21).
Low soil moisture was long considered the most important factor in the development of BER of tomatoes (97) though Stone (84) demonstrated that excessive watering also could

and cracking (15) of tomatoes, and blackheart rot of watermelon (93). Inadequate knowledge of factors affecting uptake and translocation of Ca by plants and of specific functions of Ca in metabolism have slowed progress towards understanding and controlling these and perhaps in recognizing other Ca-related disorders. A chronology of the discovery of these apparently unrelated but of interrelated and the eventual demonstration that each can be related in some way to Ca nutrition of affected tissue presents a unique example of interrelated synthesis in the unraveling of an intricate problem. As with any problem, the answer, once it had, seems obvious.
A first will discuss those conditions that have been considered causes of, or agents in, the development of one or more of these Ca-related disorders. Then I will show how each condition is related to some aspect of Ca nutrition, and assign each a logical position in the etiology of the disorders.

Year 1975

36

Calcium Related Physiological Disorders of Fruits and Vegetables

¿Por qué es tan importante el calcio?

Calciopatías



¹Revised for publication February 18, 1975.
²From Laboratory, Agricultural Research Service, Beltsville, MD 20715.

¿Por qué es tan importante el calcio? Calciopatías

El objetivo principal de aumentar el contenido del Ca en el fruto es mejorar su estabilidad y prevenir los desórdenes relacionados con este elemento.

Sin embargo, algunos autores han descrito que, incluso a niveles absolutamente bajos del Ca, los desórdenes relacionados con Ca no se producen necesariamente.

Numerosos Investigadores han intentado aumentar el nivel de Ca en el fruto:

- proporcionando Ca adicional
- optimizando las condiciones externas para mejorar su mecanismo de desplazamiento
- reduciendo la competición por Ca entre brotes y hojas de crecimiento vigoroso.

éxito muy limitado



¿Por qué es tan importante el calcio? Calciopatías

Aspersiones foliares con Calcio

- Las aspersiones de Ca, especialmente como cloruro o nitrato, se recomiendan y aplican en todo el mundo como medida de protección rutinaria para evitar la deficiencia localizada de Ca en el fruto y mejorar así su calidad.
- El Ca aplicado a las hojas no se transporta al fruto y, por lo tanto, no contribuye a un aumento apreciable del Ca en este órgano (Kohl, 1966).
- Es preciso aplicar el Ca directamente a la superficie del fruto.

del laboratorio al campo



Nuevas estrategias de tratamientos foliares de calcio para mejorar la calidad de la cereza

M. Pérez¹, A. Díaz², A. Blanco² y J. Val².

¹ Laboratorio de Control Integral de Alimentos de Origen Vegetal (CIAOVE). Fundación Parque Científico Tecnológico Aula Dei (PCTAD). Avda Montañana 930. 50059 Zaragoza, España.

² Departamento de Nutrición Vegetal de la Estación Experimental de Aula Dei (EEAD-CSIC), Avda Montañana 1005. 50059 Zaragoza, España.



El calcio

El CALCIO es un elemento fundamental en la nutrición de las plantas



Fisiopatías relacionadas con Deficiencia de Calcio

El Rajado o "Cracking" de la Cereza



Se caracteriza por una **rotura de la cutícula** que recubre el fruto y generalmente aparece en la base del peciolo



Grietas formadas al superar el **límite elástico** de la cutícula debido a una presión interna (especialmente, en periodos de rápida expansión del fruto) → **Absorción de agua** → Lluvia



Reducción incidencia:

- tratamiento superficial de cerezos con compuestos de **calcio** (Ej:Cl₂Ca).
- Selección de variedades resistentes al rajado



Aplicaciones vía foliar

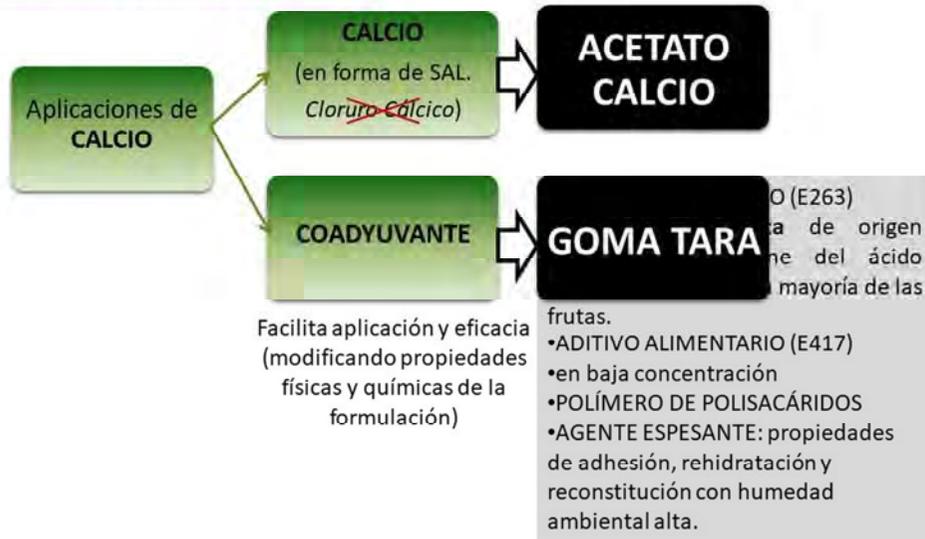


- Soluciona deficiencias de **micronutrientes**
- Aplicación directa en **momentos críticos**.
- No hay **pérdidas** por lixiviación y/o volatilización.
- Mayor **biodisponibilidad** que las aplicaciones al suelo.

- prevenir la aparición de **alteraciones** relacionadas con calcio en la fruta.
- Mejorar **calidad** del fruto.



Nuevas estrategias



Nuevas estrategias: HIPÓTESIS



GOMA TARA



ACETATO DE CALCIO

•forma un polímero con el Ca que persiste en el tiempo

•Permite liberación **retardada** del Calcio a la superficie del fruto cuando se restablecen las condiciones de humedad (suficientemente altas)



El **objetivo técnico y científico** de este trabajo consiste en estudiar la viabilidad de nuevas estrategias de aspersión foliar para **mejorar la calidad** y **prevenir la fisiopatía** relacionada con el metabolismo del calcio (“**cracking**” o “**rajado**”) del fruto en **cerezo**, comparando la acción del nutriente en forma de sal orgánica (**acetato cálcico**) frente a otra inorgánica (**cloruro cálcico**), que presenta problemas de fitotoxicidad derivados de las altas concentraciones que son necesarias para su efectividad. Las formulaciones ensayadas combinan el **acetato de calcio** y un adyuvante como la **Goma Tara**, siendo ambos aditivos de uso alimentario.



CEREZO

La Almunia de Doña Godina (Zaragoza)

Campaña 2011

Variedad: *Chelan*





Preparación de la muestra:
PULPA / PIEL

Análisis de elementos nutricionales esenciales relacionados con la calidad del fruto: **Calcio, Magnesio y Potasio.**



Espectrofotómetro de Absorción Atómica con sistema multilámparas de doble longitud de onda



Digestión ácida



Producción de la cereza ecológica en el Valle del Jalón: factores Fisiológicos y Medioambientales que causan el rajado del fruto y estrategias para su prevención



GA-LC-012/2009. Investigador principal: Val Falcón, Jesús

Dark Red Sweet Cherries for the Pacific Northwest Fresh Market
(cultivars listed in order of ripening)

Chelan

Harvest timing: 10–12 days before Bing
 Color when ripe: Light mahogany to mahogany
 Suggested pollinizers: Black Republican, Index, Lapins, Sweetheart
 Suggested rootstocks: Mazzard, Gisela 6 or 12 on fertile soils with careful management. Incompatible with Mahaleb



Chelan is the best truly early variety grown in the PNW. It is very firm, ships well, and has moderate rain-crack resistance and full resistance to powdery mildew. Tree vigor is moderate to low. Fruits are relatively small, averaging 10½ row but with a potential for 9½ row (25.4–28.17 mm). The flavor

is somewhat mild. Oversetting can be a problem on both productive and seedling rootstocks, so careful management is needed to prevent inferior fruit size. Chelan has been well accepted by commercial buyers and fills an early-season market niche.

Cashmere

- Origen: USA
- Tamaño: Grande
- Forma: Reniforme
- Extremo pistilo: Plano a levemente hundido
- Sutura: Ausente
- Grosor pedúnculo: Fino a medio
- Longitud pedúnculo: Largo
- Color epidermis: Rojo oscuro a negro
- Tamaño lenticelas: Pequeño a medio
- Grosor epidermis: Media
- Color pulpa: Rojo oscuro a negro
- Firmeza: Consistente
- Acidez: Media
- Sabor dulce: Medio
- Jugosidad: Media -alta
- Tamaño hueso: Medio
- Forma hueso: Elíptica ancha/media

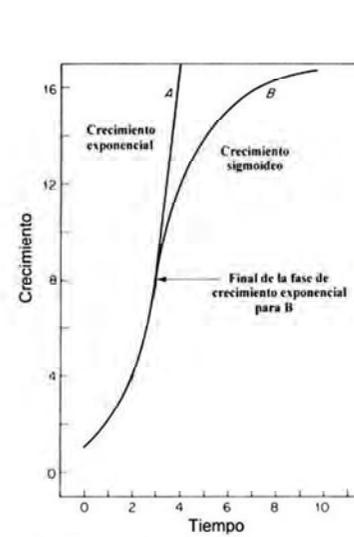


- Observaciones:**
- Poco daño de pájaros.
 - Alta cantidad de frutos purgados.

Cashmere



Fecha	Peso	Calibre	Firmeza	SST	AT	Color (% Frutos)						
Recol (g)	(mm)		a	b	(%)	(%)	1	2	3	4	5	6
20-May	8,9	25,4	761	75	19,6	1,27	0	0	45	50	5	0



$$y = \frac{C}{1 + e^{(-B*(x-M))}}$$

y peso fresco del fruto
X es el tiempo en días
C es el peso final
M el tiempo de máxima velocidad de crecimiento.
 La máxima velocidad de crecimiento es la tangente al punto de inflexión de esta curva y viene dada por:

$$(B \times C) / 4$$

La primera fase del crecimiento de las plantas tiende a ser exponencial (curva A) aunque el modelo sigmoideo representa más adecuadamente el total del ciclo de la planta (curva B). (Leopold y Kriedemann, 1975)

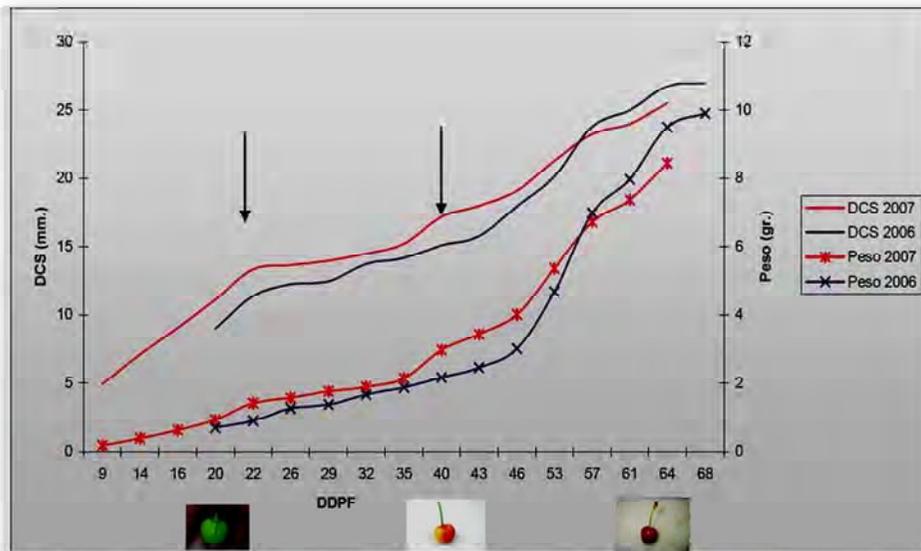


Fig. 1. Evolución del diámetro contrasutural (DCS) y peso según DDPF, de cerezas Lapins durante la temporada 2006 y 2007. Las flechas indican el momento de endurecimiento del carozo (20 DDPF aprox.) y de envero (40 DDPF aprox.) para la temporada 2007.

Variación entre frutos dentro del árbol

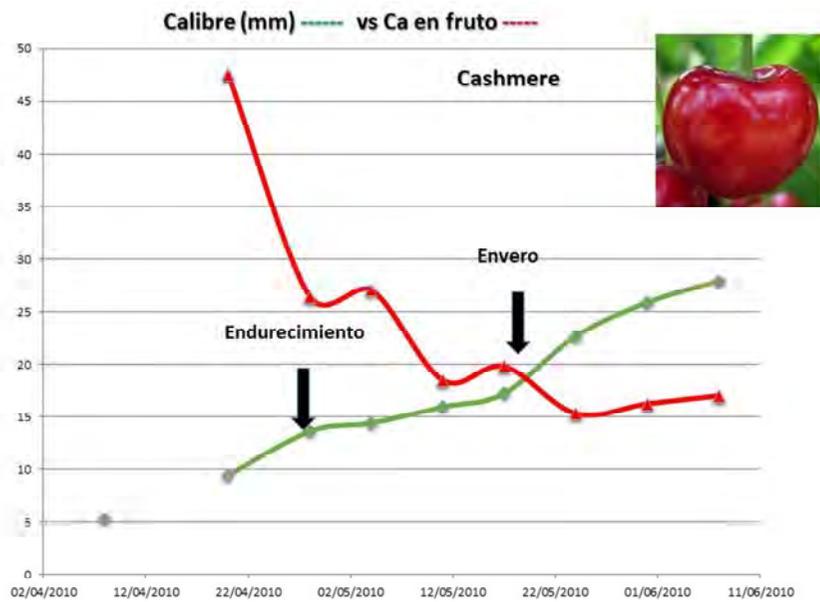
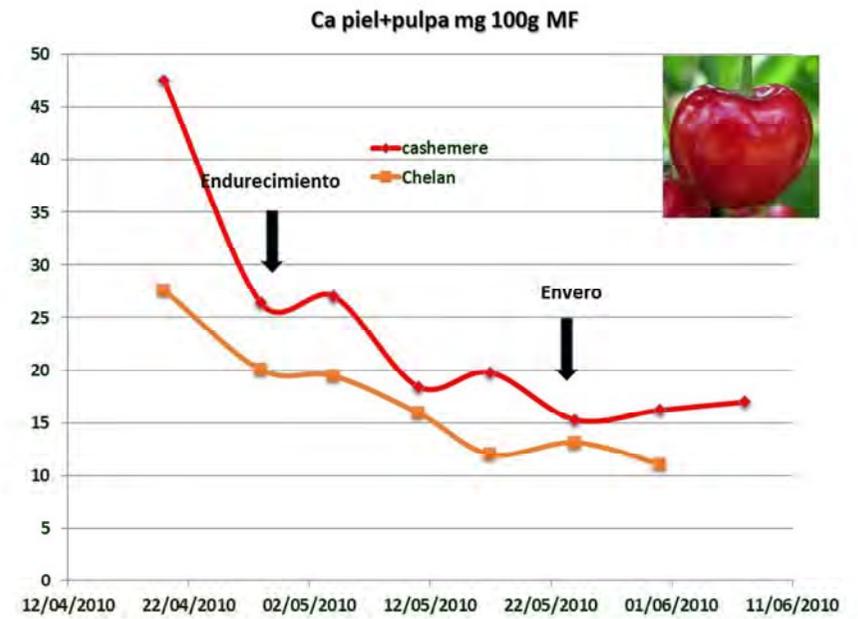
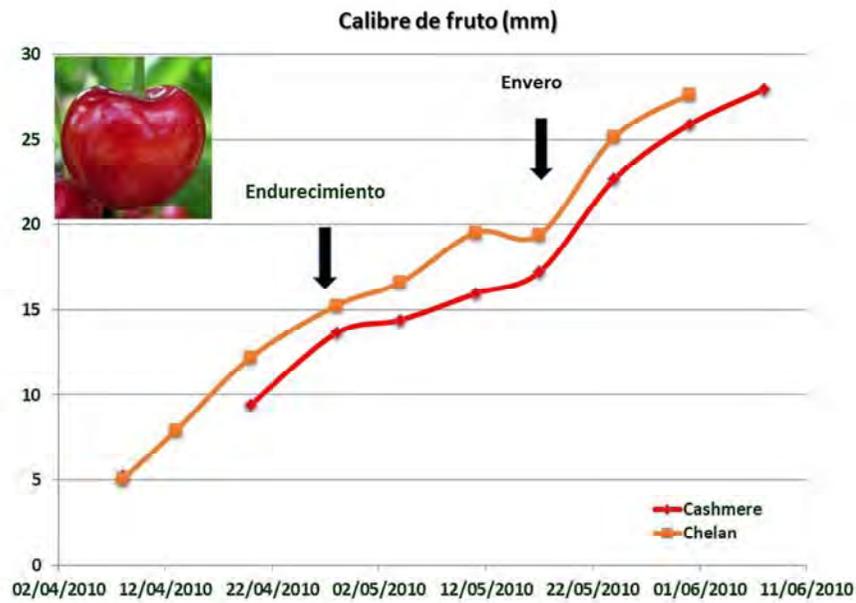
Variación entre frutos de distintos árboles

Métodos de análisis:

- Vía seca
- Vía húmeda

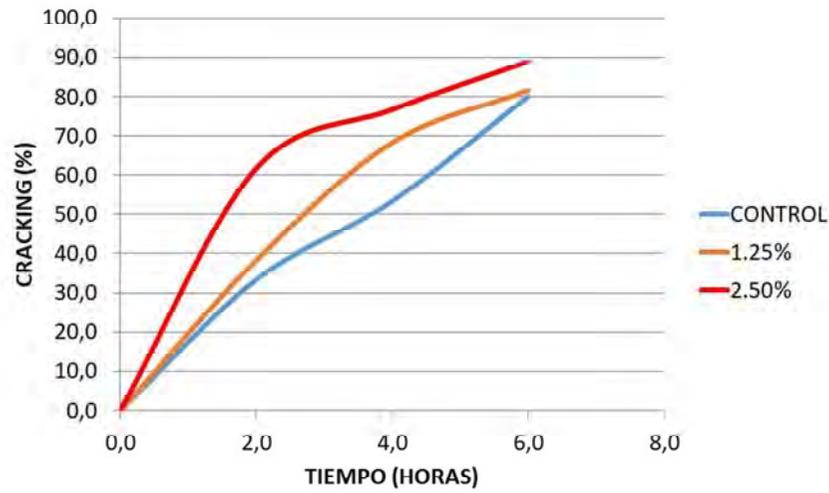
¿Qué tejidos se analizan?

- piel
- pulpa
- semillas



Antitranspirante

INCREMENTO DE CRACKING (%)



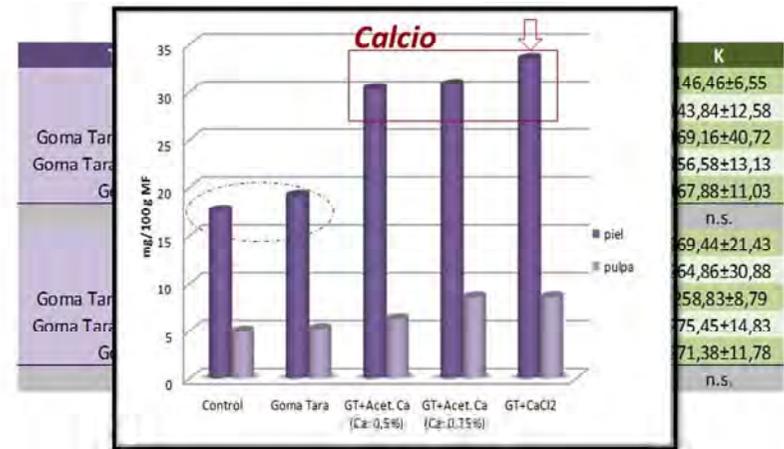
Porcentaje de rajado en frutos tratados con Pinoleno como barrera química a la humedad.



Nº Trat.	Tratamiento	Concentración Ca (%)	Color
T1	Testigo (sin tratar)	0	B
T2	Goma Tara 0.1 (%)	0	A
T3	Goma Tara 0.1 (%) + CaCl ₂	0,5	R
T4	Goma Tara 0.1 (%) + Acetato de Ca	0,5	Am
T5	Goma Tara 0.1 (%) + Acetato de Ca	0,75	N



Variiedad	PLENA FLORACIÓN	Tratamiento 1	Tratamiento 2	COSECHA
CHELAN	27 Marzo	5 Mayo	17 Mayo	31 Mayo

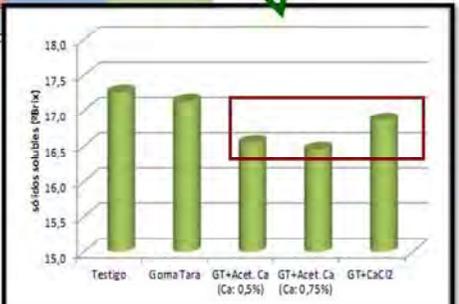
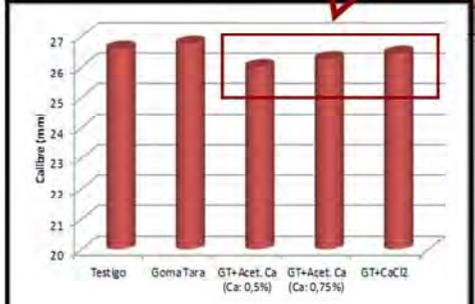


	K
Goma Tara	46,46±6,55
Goma Tara	43,84±12,58
Goma Tara	69,16±40,72
Goma Tara	56,58±13,13
Goma Tara	67,88±11,03
Goma Tara	n.s.
Goma Tara	69,44±21,43
Goma Tara	64,86±30,88
Goma Tara	58,83±8,79
Goma Tara	75,45±14,83
Goma Tara	71,38±11,78
Goma Tara	n.s.

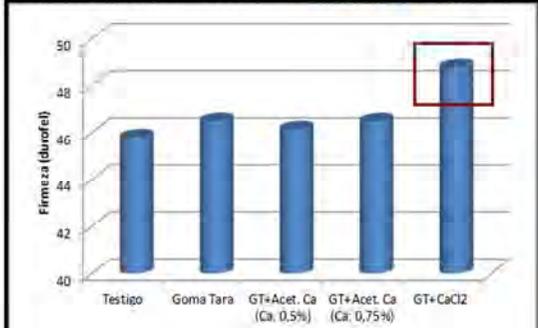


CHELAN

TRATAMIENTO	calibre (mm)	FIRMEZA	Sólidos solubles (%Brix)
Control	26,59 bc ±1,12	45,81 a ±3,84	17,26 c ±1,57
Goma Tara	26,76 c ±1,29	46,50 a ±4,10	17,13 bc ±2,00
Goma Tara+Acetato Ca (Ca:0,5%)	26,01 a ±1,36	46,16 a ±3,89	16,55 ab ±1,92
Goma Tara+Acetato Ca (Ca: 0,75%)	26,26 ab ±1,31	46,49 a ±3,97	16,45 a ±2,24
Goma Tara+CaCl2 0,5%	26,44 bc ±1,18	48,78 b ±3,42	16,86 abc ±1,81



TRATAMIENTO	calibre (mm)	FIRMEZA	Sólidos solubles (%Brix)
Control	26,60 bc ±1,12	45,81 a ±3,84	17,26 c ±1,57
Goma Tara	26,76 c ±1,29	46,50 a ±4,10	17,13 bc ±2,00
Goma Tara+Acetato Ca (Ca:0,5%)	26,01 a ±1,36	46,16 a ±3,89	16,55 ab ±1,92
Goma Tara+Acetato Ca (Ca: 0,75%)	26,26 ab ±1,31	46,49 a ±3,97	16,45 a ±2,24
Goma Tara+CaCl2 0,5%	26,44 bc ±1,18	48,78 b ±3,42	16,86 abc ±1,81



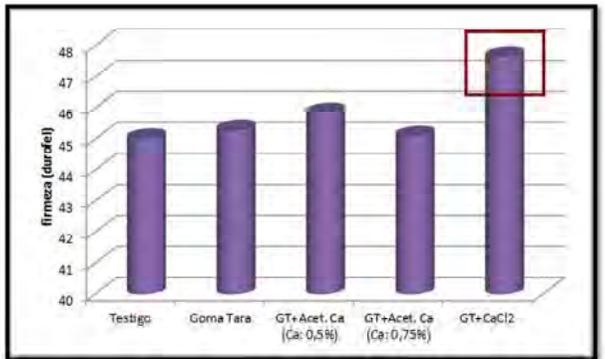
CHELAN

Parámetros calidad

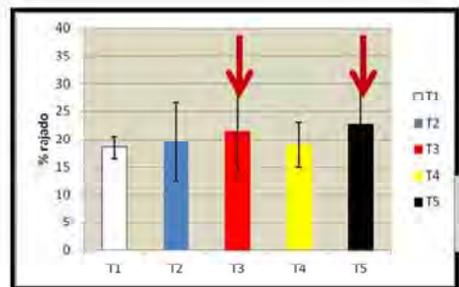


CHELAN

Tras almacenamiento frío (10 días, Tª 1°C)



CHELAN

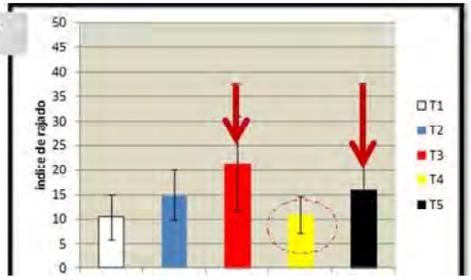


Tratamiento	Color
Testigo (sin tratar)	B
Goma Tara 0.1 (%)	A
Goma Tara 0.1 (%) +CaCl ₂ (Ca:0,5%)	Am
Goma Tara 0.1 (%) +Acetato de Ca (Ca: 0,5%)	Am
Goma Tara 0.1 (%) +Acetato de Ca (Ca:0,75%)	N

Porcentaje rajado en cosecha

"Cracking index"

Horas (cerezas sumergidas)	Puntuación
2	5
4	3
6	1



CONCLUSIONES

La **Goma Tara**, aditivo de uso alimentario de origen natural, ha demostrado ser un adyuvante eficaz, respecto a la toma de calcio por el fruto, en los tratamientos de fertilización foliar con calcio en cerezo.

La Goma Tara, por las modificaciones físicas que induce en la solución fertilizante, permite utilizar **dosis más bajas** de materia activa, así como, mantener la disponibilidad del nutriente cuando las condiciones de humedad ambiental sean propicias.

El **Cloruro de Calcio** es el compuesto que mejores resultados ofrece, respecto al suministro de calcio al fruto. Sin embargo, al utilizarse en concentraciones lo suficientemente elevadas como para que sea efectivo, provoca **fitotoxicidad** en las hojas de los cultivos.

El uso de **Acetato de Calcio**, aunque de menor rendimiento que el cloruro, no provoca síntomas visibles de fitotoxicidad.

Los tratamientos de **cloruro de calcio** en cereza, aunque promueven la toma de este nutriente en particular por la epidermis del fruto, no mejoran la susceptibilidad al rajado. De hecho, el potencial aumento de la rigidez de las paredes celulares induce una mayor propensión al rajado.

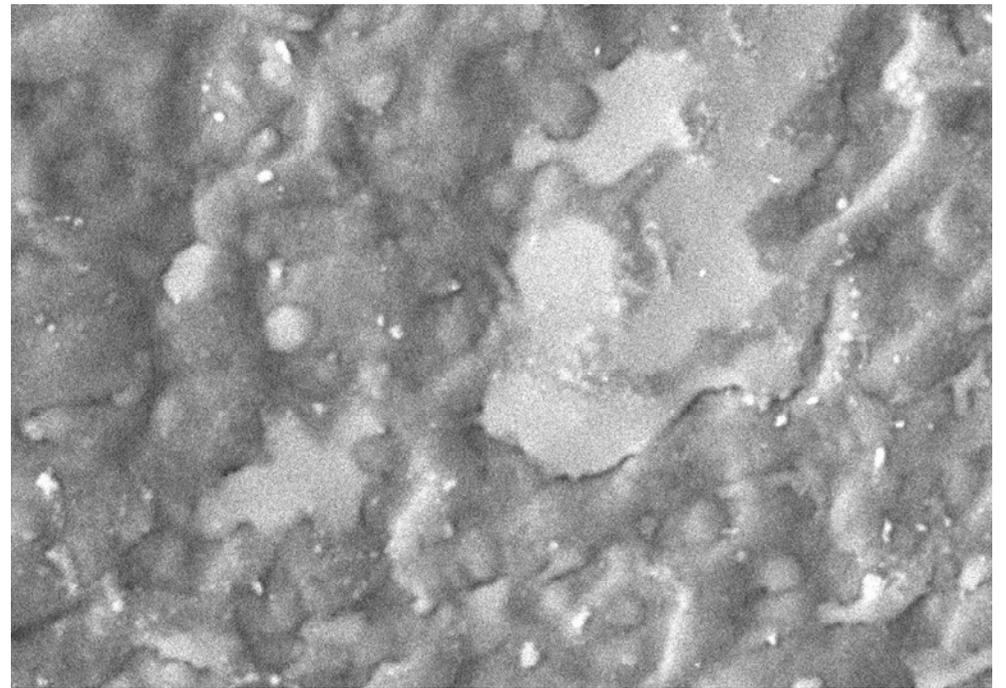
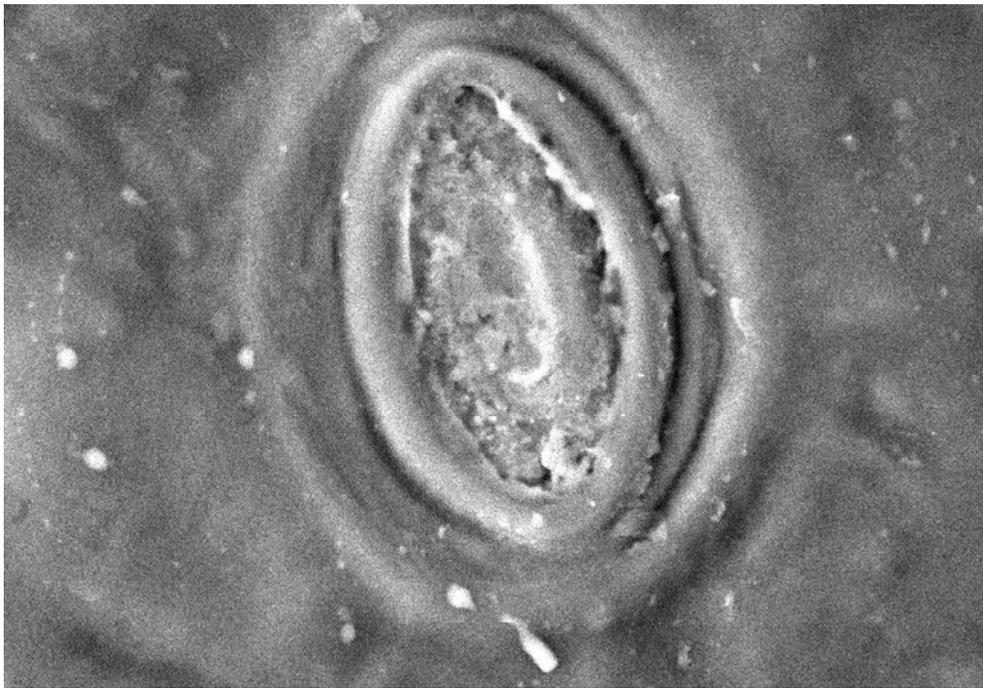
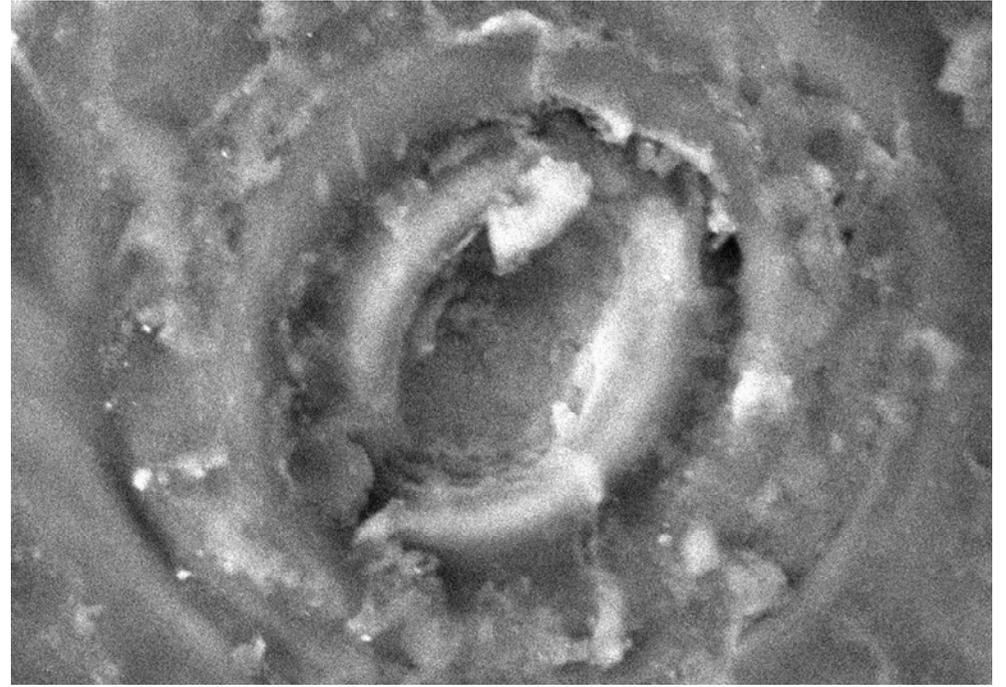
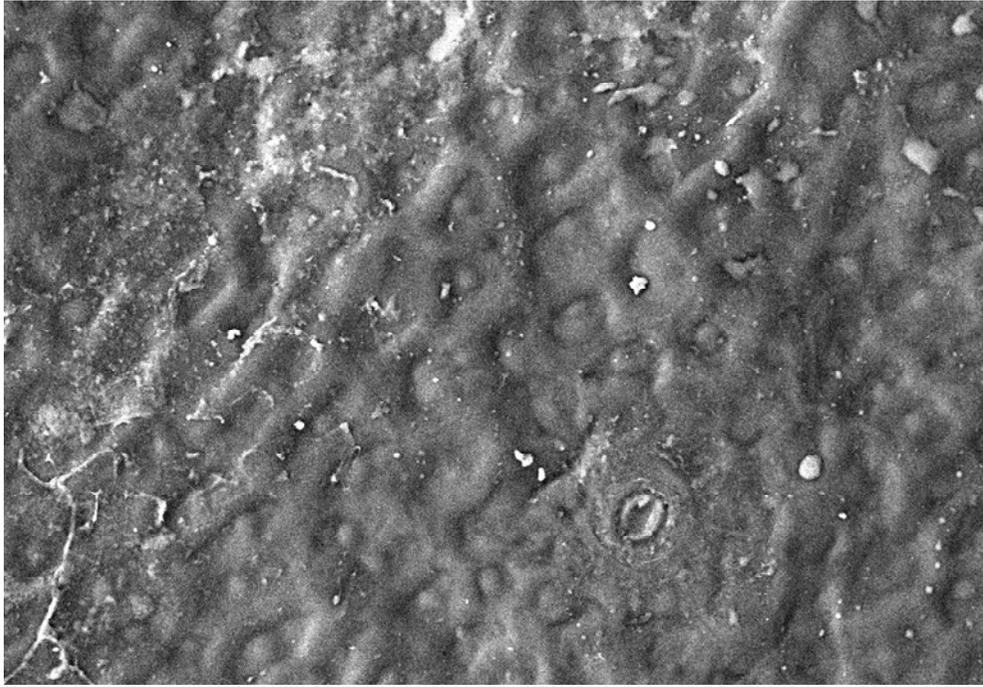
El tratamiento con **acetato de calcio (Ca:0'5%)** provoca un descenso de la susceptibilidad al rajado de la cereza.

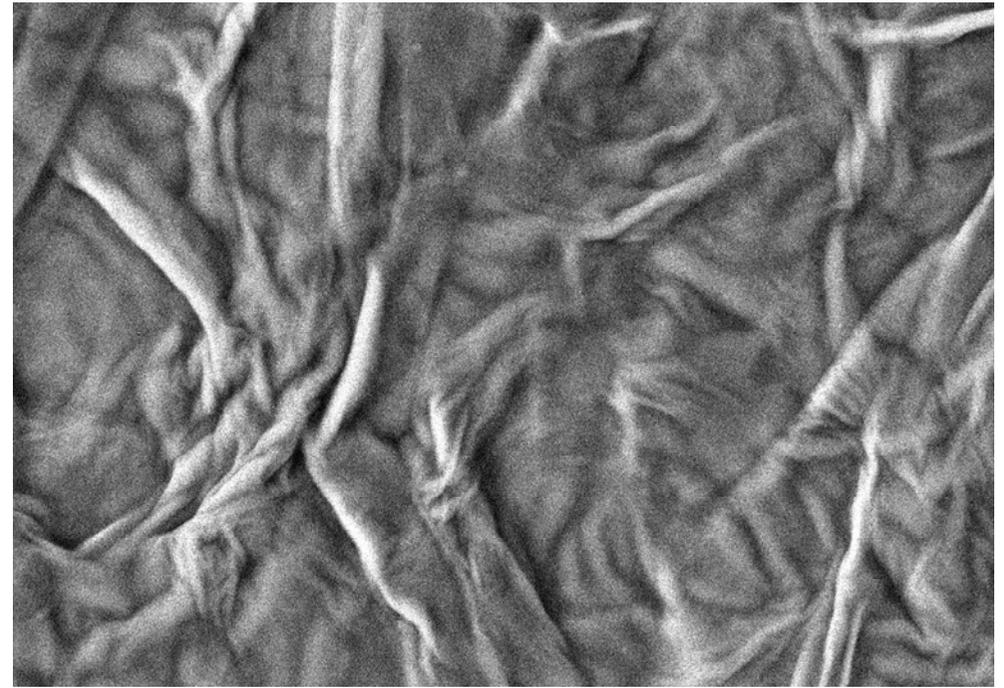
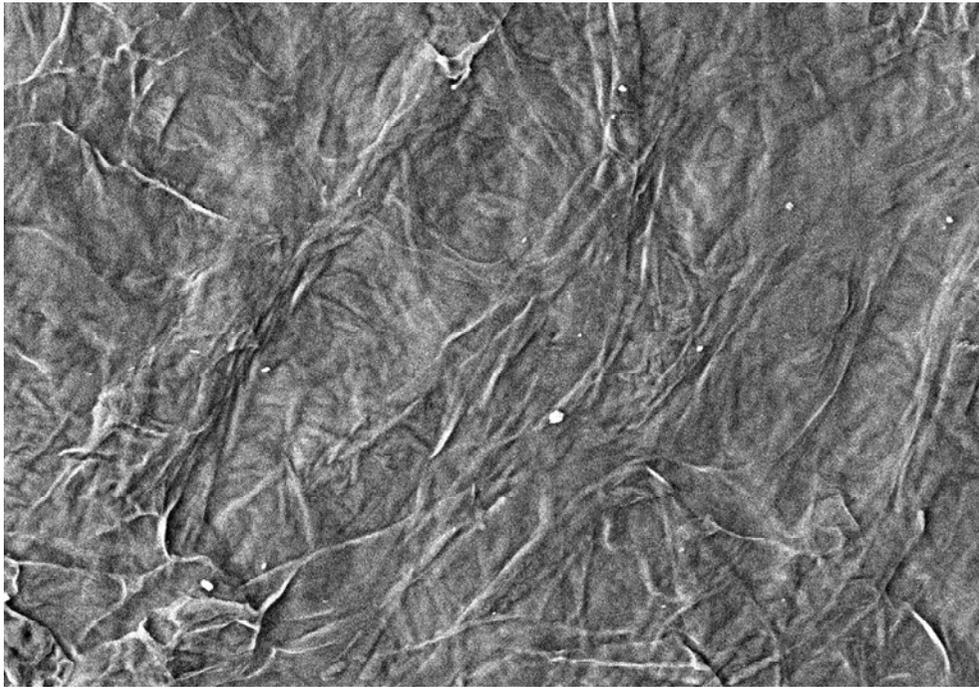
Repercusiones medioambientales

- ✓ En especies leñosas la única vía de aporte de calcio al fruto es mediante tratamientos foliares.
- ✓ En este estudio únicamente se han utilizado formulaciones que contienen compuestos de origen natural, no tóxicos, que no revisten riesgo para la salud.
- ✓ En este contexto, el uso de los adyuvantes adecuados permite la reducción de la cantidad aplicada de fertilizantes de calcio.
- ✓ La determinación de la fecha óptima de aplicación permite reducir el número de aplicaciones para conseguir la eficacia máxima. Esto permite el ahorro de materias primas, costes culturales en mano de obra y tiempo de uso de maquinaria.
- ✓ Se ha comprobado que el uso de tratamientos foliares de calcio reduce la aparición de infecciones por *Monilia*, lo que implica una menor necesidad de uso de fungicidas durante el desarrollo del fruto —en postcosecha no está permitido el uso de antifúngicos—

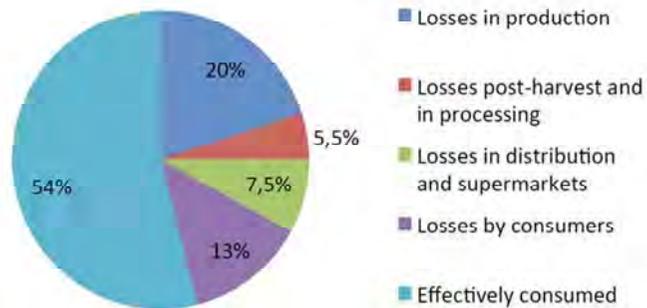








**Losses in the European fresh produce chain:
46% is not being consumed**



Source: FAO, 2011

España es el sexto país que más comida desperdicia (7,7 millones de tm), tras Alemania (10,3 Mtm), Holanda (9,4 Mtm) Francia (9 Mtm) Polonia (8,9 Mtm) e Italia (8,8 Mtm).



- Eliminar barreras de comunicación entre el sector hortofrutícola y la investigación.
- Potenciamos la cooperación público-privada
- Ofrecemos soluciones técnicas a problemas reales de la industria agroalimentaria.
- Debatimos las necesidades del sector, desde la aplicación del conocimiento científico para desarrollar soluciones:
 - A la medida de nuestros productos agrarios
 - En nuestras condiciones agroclimáticas
 - En un escenario de cambio climático global

En Aragón, el Grupo de Investigación es una referencia en agronomía, poscosecha, transformación y procesado de frutas, hortalizas, trufas, aceites, cereales y otros productos vegetales. El Grupo aplica la filosofía europea referente a que la investigación y la innovación agrarias deben dirigirse a la creación de conocimiento para mejorar la competitividad y la sostenibilidad.






1. Conferencia:
Alimentos de Origen Vegetal: del suelo a la mesa

2. Taller:
Análisis sensorial de manzana Golden de Aragón

Jesús Val Falcoín
jesus.val@csic.es

Diego Redondo Taberner
redondo@eead.csic.es

**CENTRO CULTURAL
 IBERCAJA HUESCA**

**Casa de los Condes de Guara
 Palacio de Villahermosa**

S.XVI – XVIII


iberCaja
 Obra Social y Cultura



