




**Escuela Universitaria
Politécnica - La Almunia**
 Centro adscrito
Universidad Zaragoza



El Campus de Aula Dei



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 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

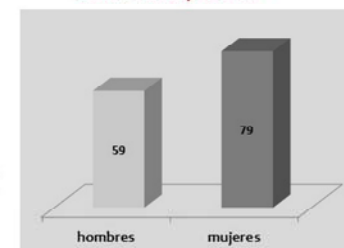
La EEAD cuenta además con 6 Unidades Técnicas de Apoyo a la Investigación y una Gerencia que coordina tanto los servicios de gestión y administración como la unidad de servicios generales.

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 los gráficos que se presentan son los recogidos 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
	Nº de servicios científico-técnicos ofertados	13
FORMACIÓN	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 EAD-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.

Proyecto CDTI "ManzImpacto: Reducción de fisiopatías en manzana mediante la aplicación de Tratamientos Postcosecha Combinados de Bajo Impacto"

El grupo de Investigación NCF participa en un Proyecto CDTI concedido a la empresa SAT DYMA cuyo objetivo es prolongar la vida útil de tres variedades de manzana: *Golden*, *Verde Doncella* y *Reineta* que se caracterizan por una elevada calidad comercial, nutricional y organoléptica y al mismo tiempo presentan una alta susceptibilidad a fisiopatías. Así pues, el objetivo general de este proyecto consiste en la reducción de fisiopatías de estas tres variedades de manzana mediante la aplicación de tratamientos combinados (choques térmicos + pulsos de bajo oxígeno) e inhibidores de etileno (1-MCP) así como la optimización de la conservación a través del control de estrés de anoxia mediante un sistema de atmósferas controladas dinámicas.

En este proyecto se han desarrollado estrategias para la aplicación de tratamientos LOT (Low Oxygen Treatment) que han permitido proponer soluciones innovadoras de aplicación industrial.



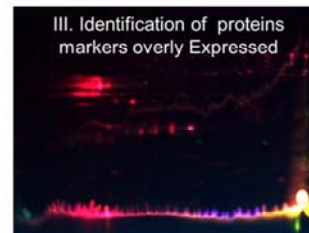
Clases del Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Zaragoza en la EAD



Alumnos del grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza se desplazan a la Estación Experimental para recibir tres clases magistrales en la asignatura del curso 2015-2016: "Intensificación en el sector de frutas y hortalizas".

El científico de la EAD-CSIC que colabora en esta actividad docente es **Jesús Val**, que en calidad de Director del Instituto, imparte una charla titulada "Presentación Institucional de La Estación Experimental de Aula Dei - CSIC. Como investigador experto en el metabolismo del calcio en frutales y en sus alteraciones fisiológicas asociadas, imparte otros dos seminarios titulados: "Calcio y calidad de fruto de especies leñosas: teoría y práctica" y "Nutrición y conservación postcosecha de manzana y melocotón".

Alérgenos en la manzana y bitter pit



Krawitzky M, Orera I, López-Millán AF, Oria R, Val J. (2016) Identification of bitter pit protein markers in *Malus domestica* using differential in-gel electrophoresis (DIGE) and LC-MS/MS. *Postharvest Biology and Technology* 111:224-239. DOI: [10.1016/j.postharvbio.2015.09.026](https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.09.026)

El bitter pit es un desorden fisiológico que sufren las manzanas, peras y membrillos y está asociado a la absorción del calcio por el fruto o a la falta de ella.

Los desequilibrios en la nutrición cálcica inducen la aparición de manchas en las frutas (manzanas, peras y melocotones) en las que, el grupo NCF del CSIC ha encontrado distintas proteínas que se han identificado como alérgenos que pueden provocar reacciones anafilácticas en personas sensibles.

En el presente estudio, se aislaron muestras de tejidos de manzana sanos y afectados por bitter pit. Se analizó el perfil de proteínas de estas muestras por la tecnología DIGE (expresión diferencial de proteínas por electroforesis bidimensional). Los péptidos se separaron por cromatografía líquida (LC) y se identificaron por espectrometría de masas LTQ-Orbitrap. Mediante el uso de colorantes de clonina (fluoróforos), es posible en un mismo desarrollo electroforético, distinguir diferentes muestras de proteínas, puesto que cada una de ellas está coloreada con una tinción característica.

IX Simpósio Ibérico Maturação e Pós-Colheita

Los miembros del Grupo de Investigación, participaron en el IX Simpósio Ibérico Maturação e Pós-Colheita, organizado en Lisboa por la Associação Portuguesa de Horticultura (APH).

Se expusieron los siguientes trabajos desarrollados por el grupo:

- LIFE MULTIBIOSOL: Plástico biobasado, biodegradable y aditivado para una agricultura sostenible. Resultados preliminares.
- Tratamientos físicos de bajo impacto para mitigar alteraciones fisiológicas de las manzanas.
- Minerals markers for distinguishing fruit physiological disorders.



Servicios Científico-Técnicos

En 2016 el CSIC ha continuado con la implantación de la Carta de Servicios Científico-Técnicos, y actualmente ya funciona de forma visible al exterior. En la EAD existen 10 servicios científico-técnicos, además de los servicios proporcionados por la Unidades Técnicas:



Análisis de carbohidratos por HPLC. Se analizan los carbohidratos solubles en material vegetal como hojas, brotes y frutos de especies frutales, tanto de hueso como de pepita. Se determinan principalmente los azúcares solubles: sacarosa, glucosa, fructosa y sorbitol.

Responsable: M^a Ángeles Moreno (mmoreno@ead.csic.es)



Análisis de gases de efecto invernadero por cromatografía de gases. Determinación de los tres principales gases de efecto invernadero (CEI): dióxido de carbono (CO₂), óxido nítrico (N₂O) y metano (CH₄) en muestras gaseosas.

Responsable: Jorge Álvaro (jorgeal@ead.csic.es)



Análisis de radionucleidos en muestras de suelos y sedimentos. Medidas de contenido de radionucleidos de emisión gamma en suelos y sedimentos. Radionucleidos: Cs-137, Cs-134, Be-7, Pb-210, Th-232, Ra-226, K-40, Am-241, U-238.

Responsable: Ana Navas (anavas@ead.csic.es)



Bioinformática. [1] Consultoría para el análisis y anotación de resultados de experimentos de secuenciación masiva; [2] Análisis mediante herramientas bioinformáticas de la estructura de ácidos nucleicos y proteínas; [3] Consultoría para el desarrollo de marcadores moleculares, normalmente secuencias de ADN, pero también de proteínas, que puedan servir para la identificación de microorganismos o alelos de interés en una población.

Responsables: Bruno Contreras (bcontreras@ead.csic.es), M^a Inmaculada Yruela (yruela@ead.csic.es)



Caracterización de variedades y patrones de especies frutales. Se realiza la identificación molecular, y la caracterización morfológica y fenológica mediante el examen de Distinguidad, Homogeneidad y Estabilidad (DHE) de variedades frutales para su registro oficial o para la identificación del material vegetal.

Responsable caracterización morfológica: M^a Ángeles Moreno (mmoreno@ead.csic.es)
Responsable caracterización molecular: Yolanda Gogorcena (agor@ead.csic.es)



More than 70 years working on basic and applied research in Agricultural and Environmental Sciences

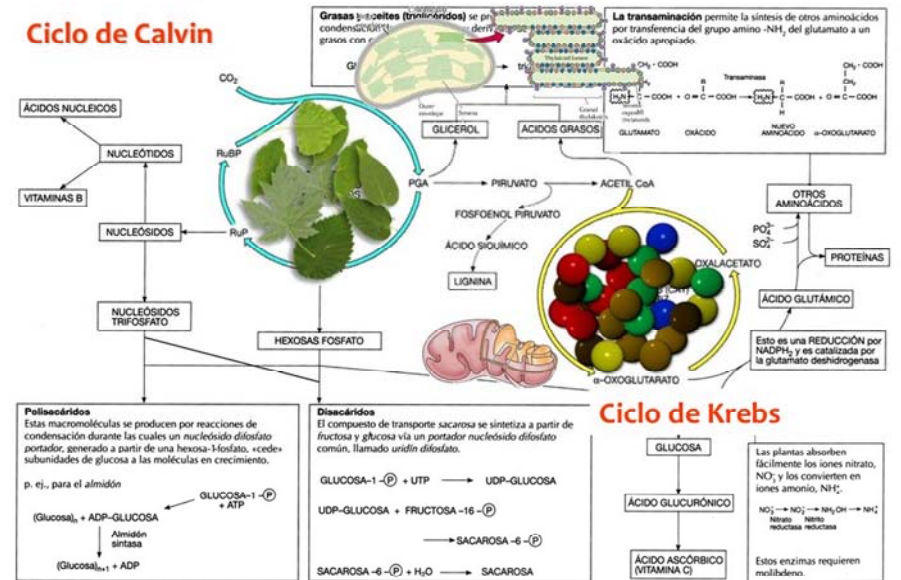
Nutrición autótrofa de las plantas

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).**



Ca

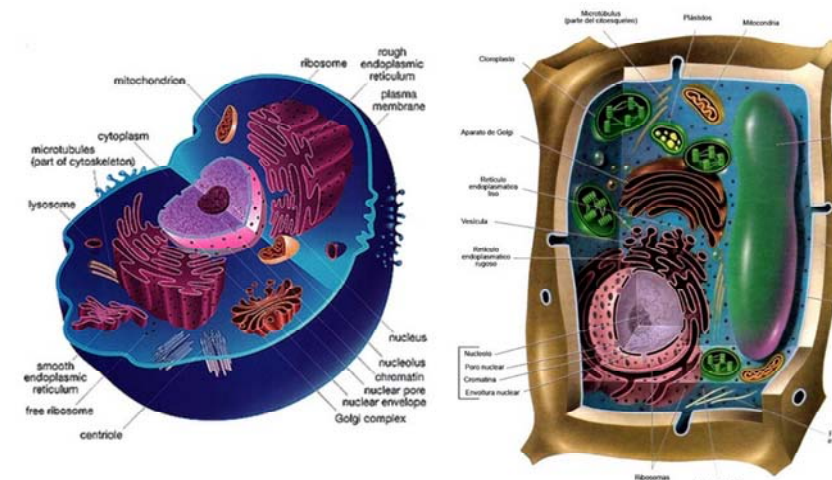
¿Por qué el Calcio?

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



Cálcio y calidad de la fruta

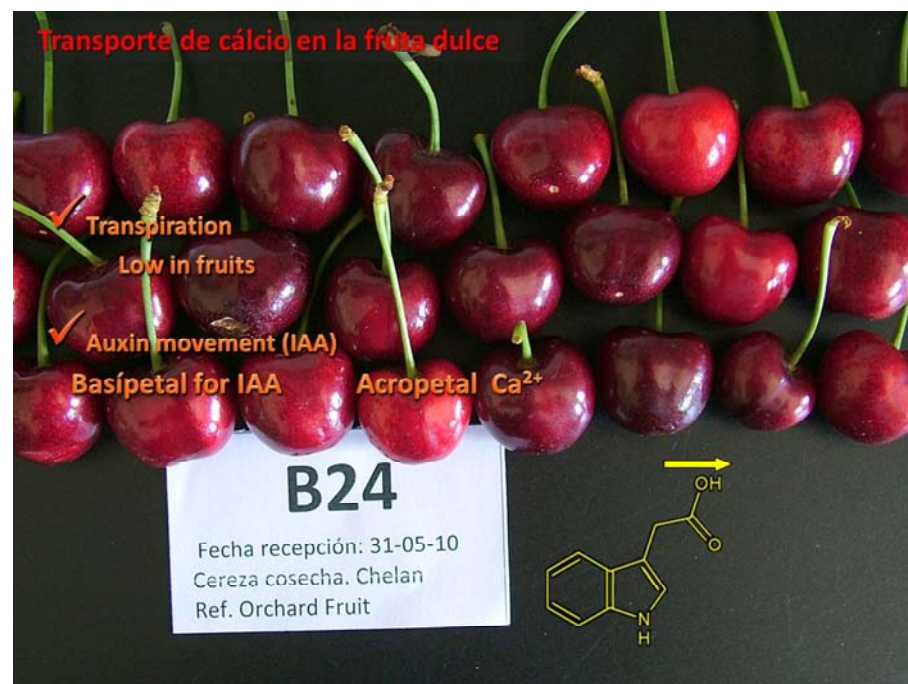
El calcio diferencia las células vegetales



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.

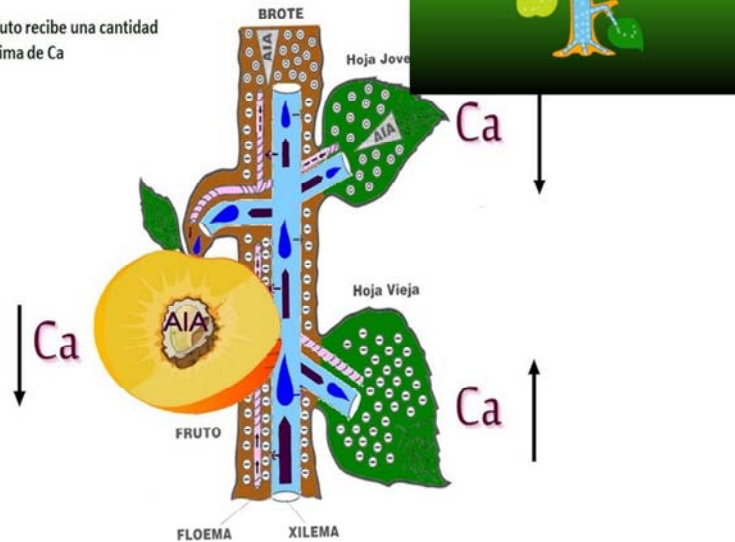
El **calcio** es el elemento clave implicado en el desarrollo de este tipo de fisiopatías y, en general, en la calidad del fruto.

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)

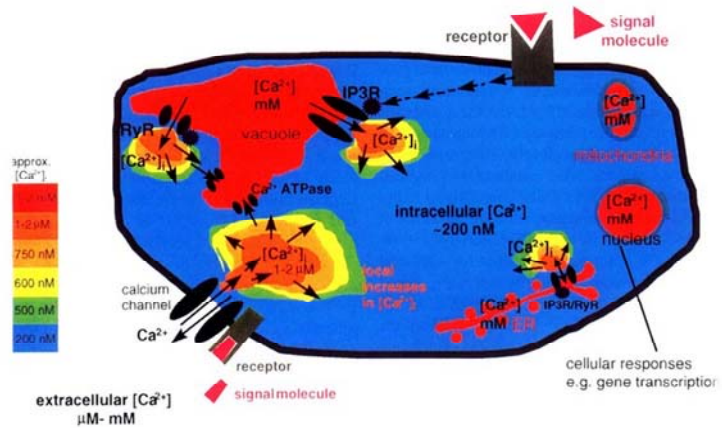


¿Por qué es tan importante el calcio?

- [Marschner \(1995\)](#): Un suministro alto de Ca conduce a un aumento del contenido en Ca en 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.

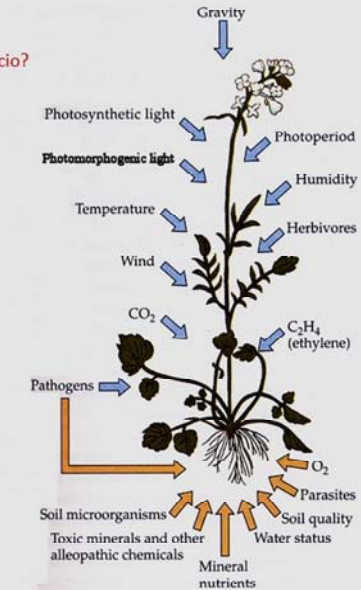
¿Por qué es tan importante el calcio?

Homeostato de calcio



¿Por qué es tan importante el calcio?

Señalización



¿Por qué es tan importante el calcio?

Señalización

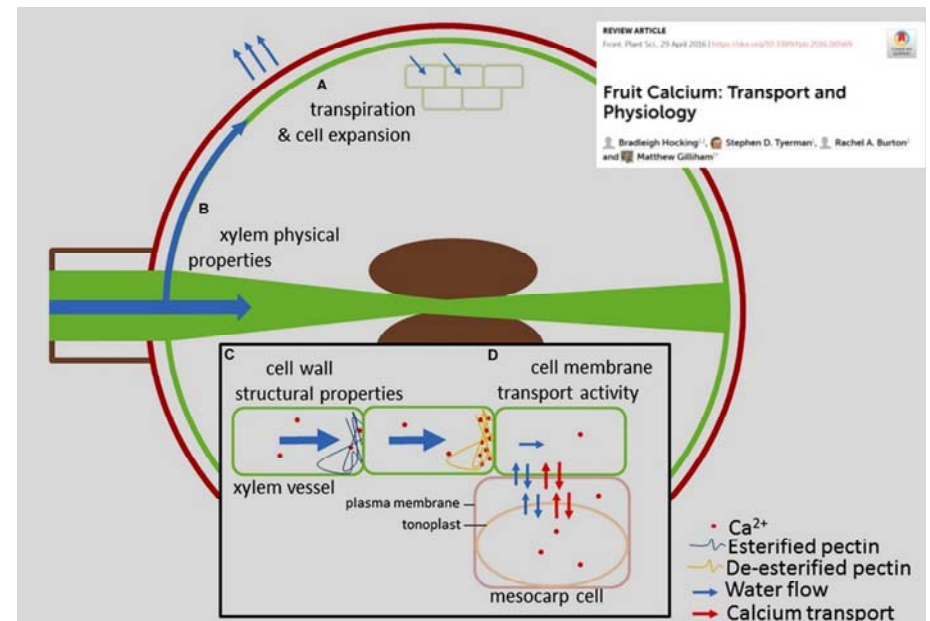
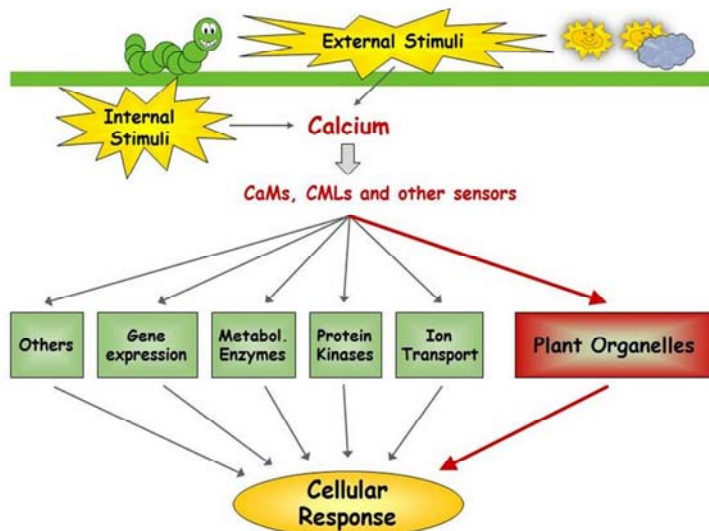


FIGURE 1. Several major components determine calcium supply and distribution in fruit.

- (A) Hydraulic factors, particularly fruit water uptake and loss driven by cell expansion and transpiration largely determine the volume of xylem fluid supplied to the fruit.
- (B) Physical properties of the xylem, including xylem vessel development, vessel diameter and connectivity will influence xylem flow into different tissues of the fruit.
- (C) Structural properties of the cell wall, both in xylem vessels and fruit mesocarp and epidermal tissues, can affect the rate of xylem flow and calcium binding in these compartments
- (D) Pectin is a major component of fruit cell walls; de-esterification of pectin enables formation of calcium crosslinked gels affecting pit membrane porosity, xylem flows and calcium distribution. Additionally, tight regulation of cytosolic calcium concentration occurs through a network of membrane transporters on the plasma membrane and tonoplast, including aquaporins, Ca^{2+} -ATPases and CAX ion channels.

Review Article
Ann. Plant Sci., 29 April 2016 | <https://doi.org/10.1016/j.aop.2016.04.001>

Fruit Calcium: Transport and Physiology

Bradleigh Hocking¹, Stephen D. Tyerman², Rachel A. Burton³ and Matthew Gillison¹

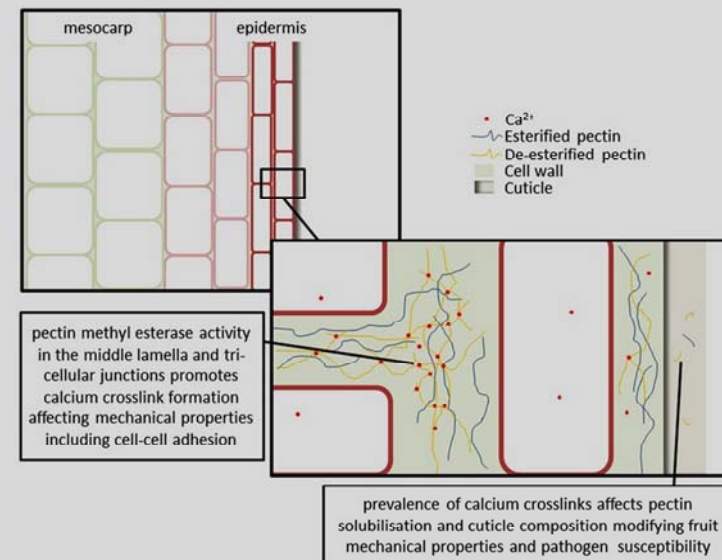
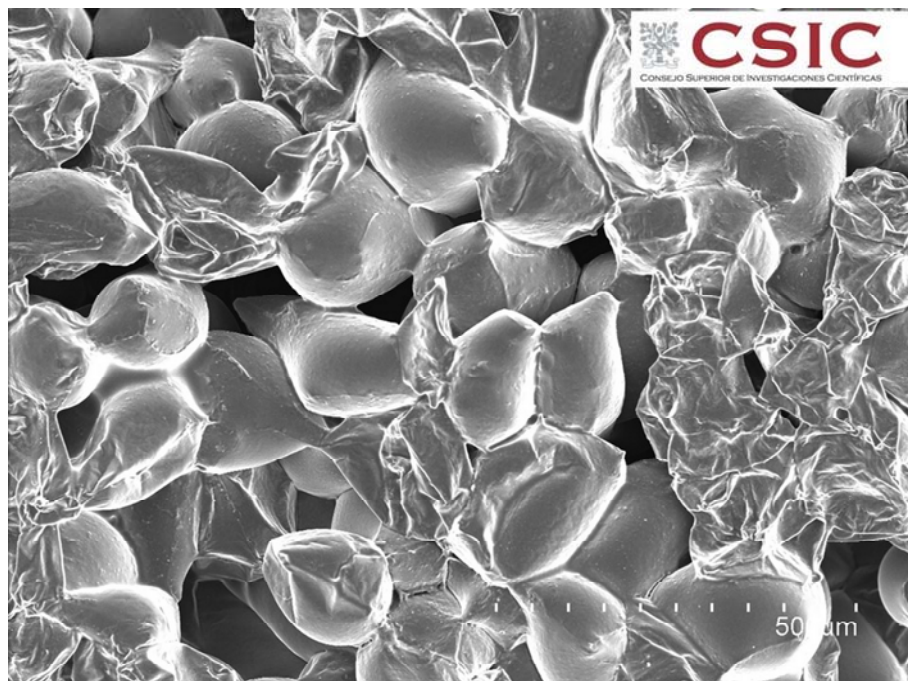


FIGURE 2. Cell wall changes and calcium-pectin crosslink formation affects fruit mechanical properties, water relations and pathogen susceptibility.



Year 1975

36

Calcium Related Physiological Disorders of Fruits and Vegetables

Calcium-related Disorders of 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 7% of its composition. The exchangeable Ca content of a "normal" soil ranges from 65 to 87% of its total exchange capacity (12). Leaves of dicotyledonous plants generally contain from 0.5 to 5.0% Ca on a dry weight basis (44). The aboveground woody portions of trees in a 26-year-old apple orchard (35) trees per acre contain about 200 lb. of Calcium as compared to about 175 lb. of all other woody elements combined (90). Recognizable foliar symptoms of Ca deficiency are seldom observed on field-grown fruit or vegetable crops. Despite these facts, serious nutrient losses have been annually from physiological disorders resulting from an inadequate level of Ca in the fruits, storage roots, or tubers of many plants or in the heart leaves of cabbage, lettuce, and other compact leafy vegetables.

Little pre (20) or applied (36) knowledge of calcium, and blossomed-out (BER) 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 blossom-out of cherry (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 incidence of Ca includes BP (14, 17), cork spot (81), cracking (80), internal breakdown (2, 69), leathery spot (4), leathery blotch (69), 175), leathery breakdown (69), low temperature breakdown (101), senescent breakdowns (8, 69), and watercore (99) of apples; cork spot of avocado (102), bumpyrot (34), and watercore of beans (79); internal necrosis of Brussels sprouts (56, 65); internal cracking of cabbage (58) and of cauliflower (103); cork spot of cauliflower (94) and tipburn (48) of potatoes; cracking of pears (13); leaf tipburn of strawberry (53); black and cork spot (100) of tomato (21, 55, 64, 74);

and cracking (15) of tomatoes; blossomed-out of watermelons (79). Insufficient knowledge of factors affecting uptake and translocation of Ca by plants and of the relation of such factors to metabolism have slowed progress towards understanding and controlling these and perhaps in recognizing other similar disorders. Over the years, and against every environmental component and cultural practice has been shown to either aggravate or ameliorate these disorders. A chronology of the accumulation of knowledge of these disorders is outlined by information and the eventual demonstration that such disorders are examples of Ca nutrition of affected tissue. The following is an example of interpretive synthesis in the handling of the available knowledge, with some problem, the answer, since it has, in many respects.

I first will review those conditions that have been considered causes of, or agents in, the development of any or more of these Ca-related disorders. Then I will show how each condition is related in some aspect of Ca nutrition and suggest such a logical position in the etiology of the disorders.

CONDITIONS INFLUENCING THE DISORDERS

Mainframe

The first-disorder apple-spot disease now classified as a corking disorder was probably BP which, although not recognized much earlier, was definitely named by W. J. Wootton and Wootman in 1892 (103). He attributed the disease to a shortage of transpiration water in the affected tissue as a result of either excessive transpiration or of too much shade (103). In 1914, W. J. Fisher (9) reported cork spot (Cork spot, BP, leathery spot, corking, etc.) (probably B deficiency) also associated with excessive transpiration. They concluded that late-season irrigation overestimated that growth, thus increasing susceptibility to pitting. Much work, both before and after that time, by Brooks and Fisher implicated excessive moisture in the development of corking, though the excessive pitting was not the disorder (72, 31). Low soil moisture was long considered the most important factor in the development of BER of tomatoes (89) though Stoun (88) demonstrated that excessive watering also could

and cracking (15) of tomatoes; blossomed-out of watermelons (79). Insufficient knowledge of factors affecting uptake and translocation of Ca by plants and of the relation of such factors to metabolism have slowed progress towards understanding and controlling these and perhaps in recognizing other similar disorders. Over the years, and against every environmental component and cultural practice has been shown to either aggravate or ameliorate these disorders. A chronology of the accumulation of knowledge of these disorders is outlined by information and the eventual demonstration that such disorders are examples of Ca nutrition of affected tissue. The following is an example of interpretive synthesis in the handling of the available knowledge, with some problem, the answer, since it has, in many respects.

I first will review those conditions that have been considered causes of, or agents in, the development of any or more of these Ca-related disorders. Then I will show how each condition is related in some aspect of Ca nutrition and suggest such a logical position in the etiology of the disorders.

Other abundant conditions that affect the water relationship of the plant have been shown to influence these disorders. General and High (53) showed that waterpotential deficits above -14.15 mm (100) were necessary to induce BER. McMane (61) considered excessive transpiration to be responsible for the greater prevalence of BP in some Australian than in humid England. Gerstner (28) suggested that high temperatures, through their effects on increasing transpiration, might be partially responsible for the high incidence of blackheart in greenhouse-grown quince. Tibbitts and Rao (91) noted several associations that have implicated high temperatures in the induction of pitting of lettuce leaves.

Light intensity also has been related to the incidence and severity of these disorders. Wallard (92) reported that incidence of BP in apples grown under glass was reduced by 50% when plants were exposed to 1622 foot-candles that artificially increased the shade factor. Wallard (92) also reported that incidence of BP in "Scotch Orange Pippin" apples was reduced by 50% when plants were exposed to 1622 foot-candles that artificially increased the shade factor. Wallard (92) also reported that incidence of BP in "Scotch Orange Pippin" apples was reduced by 50% when plants were exposed to 1622 foot-candles that artificially increased the shade factor. Wallard (92) also reported that incidence of BP in "Scotch Orange Pippin" apples was reduced by 50% when plants were exposed to 1622 foot-candles that artificially increased the shade factor.

Solution concentration
Increasing the osmotic concentration of the growth medium has been shown to increase the incidence of BER in tomatoes (76). Fruit on plants grown in solutions having an osmotic pressure of 0.08 atm was free of BER, but BER was induced in plants grown in solutions above 1.70 atm developed the disorder. Hooton (39) reported that effects of high salt concentrations on the incidence of blackheart of cabbage also.

¹Presented for publication March 16, 1975.
²Present Laboratory, Agricultural Research Service, Beltsville, MD 20715.

HORTSCIENCE, Vol. 10(4), AUGUST 1975

Melocotón: mancha corchosa



¿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



Tratamientos físicos postcosecha para mejorar la calidad de la manzana

M. Pérez², A. Díaz¹, A. Blanco¹, S. Remón² y J. Val¹

¹ Departamento de Nutrición Vegetal de la Estación Experimental de Aula Dei (EFAD-CSIC), Avda Montañana 1005, 50059 Zaragoza, España.

² Laboratorio de Control Integral de Alimentos de Origen Vegetal (CIAOVE). Fundación Parque Científico Tecnológico Aula Dei (PCTAD), Avda Montañana 930, 50059 Zaragoza, España.



Received: 6 July 2009 Revised: 21 September 2009 Accepted: 15 October 2009 Published online in Wiley InterScience: 27 November 2009

(www.interscience.wiley.com) DOI 10.1002/jsfa.3637

Low oxygen treatment prior to cold storage decreases the incidence of bitter pit in 'Golden Reinders' apples

Jesús Val,^{a*} Victoria Fernández,^a Paola López,^a Jose María Peiró^b and Alvaro Blanco^a

Abstract

BACKGROUND: The effect of subjecting 'Golden Reinders' apples to a low O₂ pre-treatment (LOT; 1–2% O₂) was evaluated as a strategy to decrease the rate of bitter pit (BP) incidence after standard cold storage (ST). Immediately after harvest, apples were stored for 10 days at 20 °C under low O₂. Thereafter, apples were cold-stored (0–4 °C) for 4 months and changes were monitored in terms of BP incidence, fruit quality traits and mineral element concentrations.

RESULTS: After 4 months cold storage, LOT apples presented a 2.6-fold decrease in the rate of BP incidence (14%) versus the values obtained for standard cold-stored fruits (37% BP incidence). LOT increased flesh firmness, total soluble solids and titratable acidity as compared to the quality traits determined for cold-stored fruits. Lower cortex Ca and Mg concentrations as compared to ST apples were determined in association with LOT, 2 months after cold storage.

CONCLUSION: Application of a LOT prior to cold storage may be a promising strategy to reduce the incidence of BP and preserve fruit quality, which should be further investigated.
© 2009 Society of Chemical Industry

Keywords: apple; bitter pit; calcium-related disorders; fruit quality; low oxygen; storage

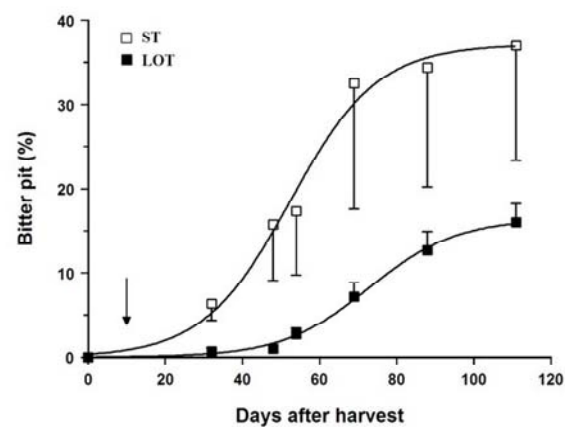


Figure 1. BP incidence during the cold storage period of 'Golden Reinders' apples. Fruits were either pre-treated at low O_2 and $20^\circ C$ for 10 days (LOT; end of treatment indicated by the arrow) or directly cold-stored (ST). Vertical bars are means \pm SE.

20/01/2009
Cold storage



Initial short term $20^\circ C$ + low oxygen treatment

Reducción de fisiopatías en manzana mediante la aplicación de Tratamientos Postcosecha Combinados de Bajo Impacto

ManzImpacto

• Programa PID del CDTI

• SAT DYMA





Proyecto CDTI "ManzImpacto: reducción de fisiopatías en manzana mediante la aplicación de tratamientos postcosecha combinados de bajo impacto"

Persona de contacto:
Jesús Val Falcón
Jesus.val@csic.es

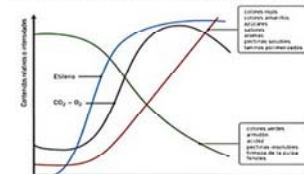
Reducción de fisiopatías de tres variedades de manzana mediante la aplicación de tratamientos combinados (choques térmicos + pulsos de bajo oxígeno) e inhibidores de etileno (1-MCP) así como la optimización de la conservación a través del control de estrés de anoxia mediante un sistema de atmósferas controladas dinámicas.

En este proyecto se han desarrollado estrategias para la aplicación de tratamientos LOT (Low Oxygen Treatment) que han permitido proponer soluciones innovadoras de aplicación industrial.

Trasferencia de conocimiento

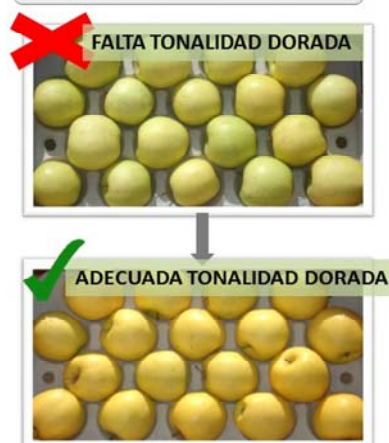


Efectos de la maduración sobre los componentes de la manzana

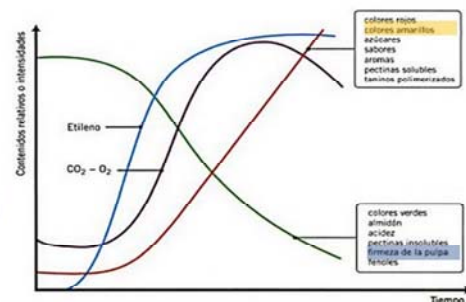


GO GoldJalon: Calidad singular de la manzana Golden de Valdejalón

2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

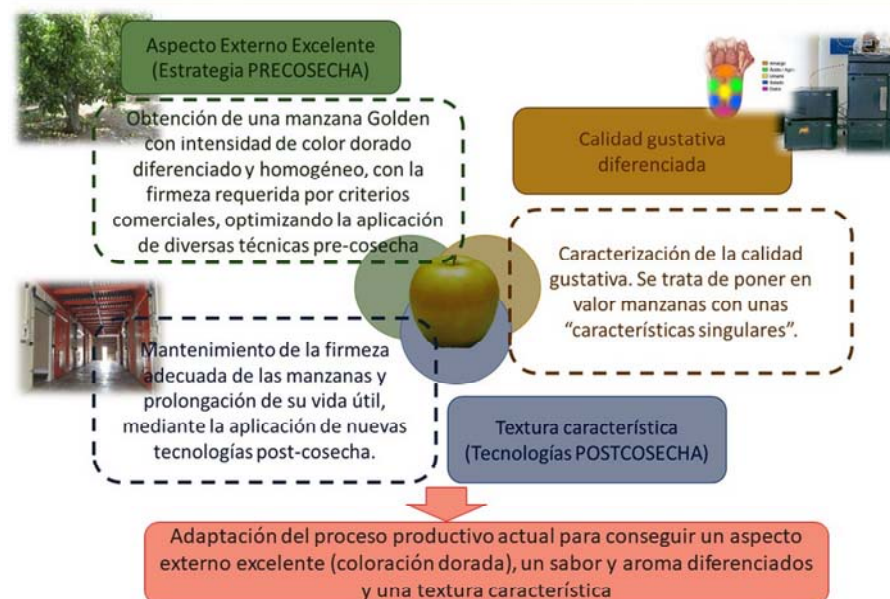


Efectos de la maduración sobre los componentes de la manzana



COLOR AMARILLO/DORADO implica, en general, PÉRDIDA DE FIRMEZA

GO GoldJalon: Calidad singular de la manzana Golden de Valdejalón



Importancia de la fertilización foliar (al fruto)

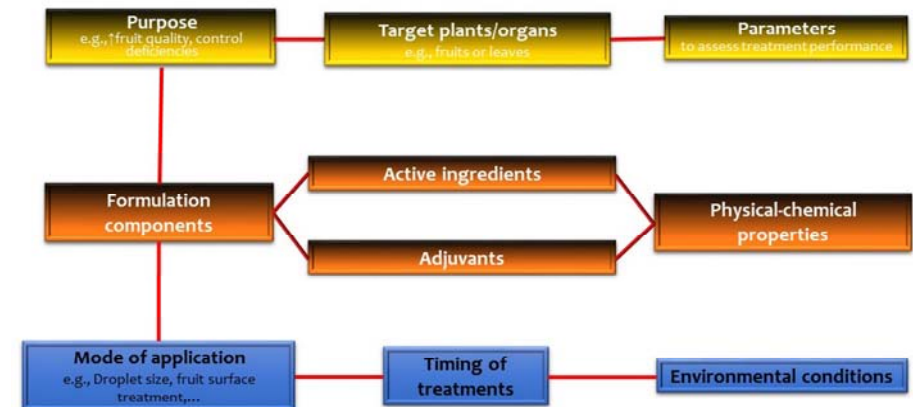
Formulation adjuvants (adj)

- Required to modify physical-chemical properties of spray formulations
- 1 key factor to improve performance of sprays under field conditions (especially in arid & semiarid areas)
- Largely used in surface-applied agrochemical formulations (e.g. plant protection, herbicide or nutrient sprays)
- Classification: normally by function and chemistry. E.g.: (1) *Activator adj* and (2) *Utility adj* (McMullan, 1999)
- Heterogeneous & multifunctional. **Lack of standardised terminology & clear classification** \Rightarrow confusion (Green, 2000)
- Many products & terms available, for instance (Green, 2000):

surfactants	spreaders	detergents
stickers	buffering agents	activators
Retention aid	compatibility agents	Humectants
synergists	penetrators	neutralisers

Formulation design strategy

Improving performance of surface treatments



Contact: jesus.val@csic.es

Importancia de la fertilización foliar (al fruto)

Importancia de la fertilización foliar (al fruto)



Improving the performance of calcium-containing spray formulations to limit the incidence of bitter pit in apple (*Malus x domestica* Borkh.)

Alvaro Blanco, Victoria Fernández¹, Jesús Val^{*}

Estación Experimental de Aula Dei (CSIC), Nutrición Vegetal, Arde, Montañana 1005, 50059-Zaragoza, Spain

ARTICLE INFO

Article history:
Received 16 April 2010
Received in revised form 31 August 2010
Accepted 1 September 2010

Keywords:
Adjuvants
Apple
Bitter pit
Ca-propionate
Carboxymethylcellulose
Calcium sprays
Fruit quality
Humectancy
Spray retention

ABSTRACT

Laboratory and field experiments were carried out with apples (*Malus x domestica* Borkh.) cv. 'Golden Reinders', to assess the efficacy of sodium salt of carboxymethyl ether of cellulose (0.5% CMC) as an adjuvant for Ca spray formulations containing either Ca-chloride or Ca-propionate as active ingredient (120 or 250 mM Ca). This additive significantly increased the retention of Ca-containing solutions by the apple skin and prolonged the process of drying of the solution at room temperature. Four days after immersion of apples in 0.5% CMC plus CaCl₂ or Ca-propionate solutions (120 and 250 mM Ca) significant Ca increases were recorded in the peel and cortex of treated fruits. Application to apple trees of in-season sprays containing 250 mM CaCl₂ plus 0.05% Tween 20, Ca-propionate (120 and 250 mM Ca) plus 0.5% CMC or 250 mM CaCl₂ plus 0.5% CMC had no impact on fruit yield and quality, but significantly limited the rate of bitter pit incidence during the following 3-month cold-storage period. Evidence is provided that addition of appropriate adjuvants to Ca sprays can favour the distribution of Ca into the apple fruit and helps to reduce the incidence of Ca-related disorders over the postharvest cold-storage period.

© 2010 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

Bitter pit remains as one of the main problems for apple growing industry around the world, particularly in areas where climatic conditions are generally dry. Such physiological disorder which develops during the period of fruit growth (Ferguson et al., 1999), has generally been related to calcium (Ca) deficiency in the fruit

The effects of in-season spraying and/or post-harvest dipping of apple fruits in Ca solutions have been evaluated in various studies in terms of e.g., bitter pit development, Ca content increase and improved fruit firmness. However, inconsistent results have been often reported (van Goor, 1971; Lidster and Porritt, 1978; Hewett and Watkins, 1991; Neilsen et al., 2005; Lötze and Theron, 2006; Lötze et al., 2008; Val et al., 2008). Recently, Val et al. (2008) showed

Calcium concentration (mg 100 g⁻¹ FW) in the cortex and skin of untreated apples versus the values recorded 4 days after immersion in: 0.5% CMC alone or in CaCl₂ and Ca-propionate (120 or 250 mM Ca) solutions in combination with 0.5% CMC. Post-harvest treatments were applied to 'Golden Delicious' apples. Data are means \pm SE (N = 5).

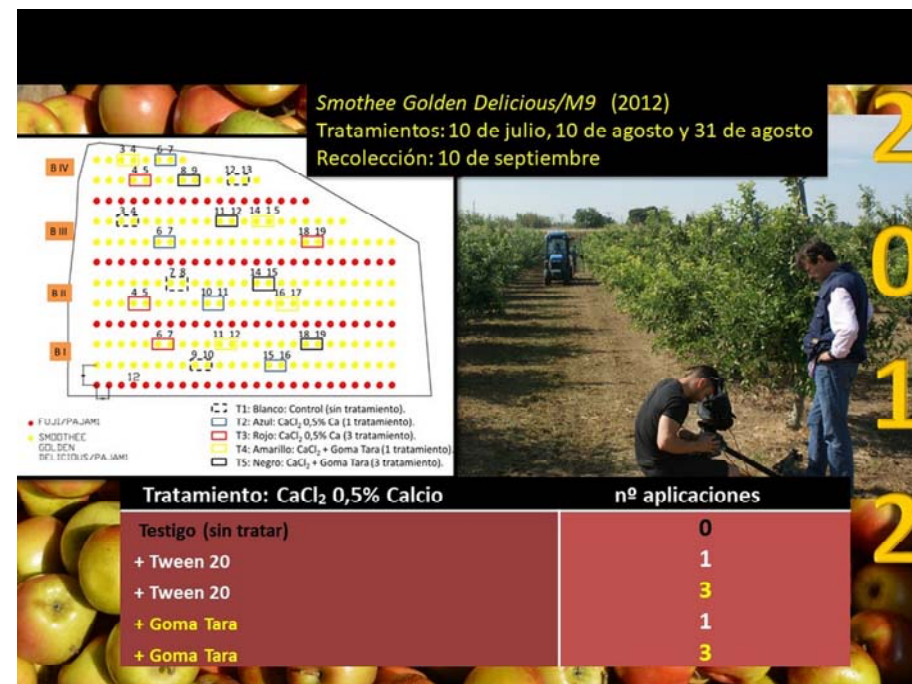
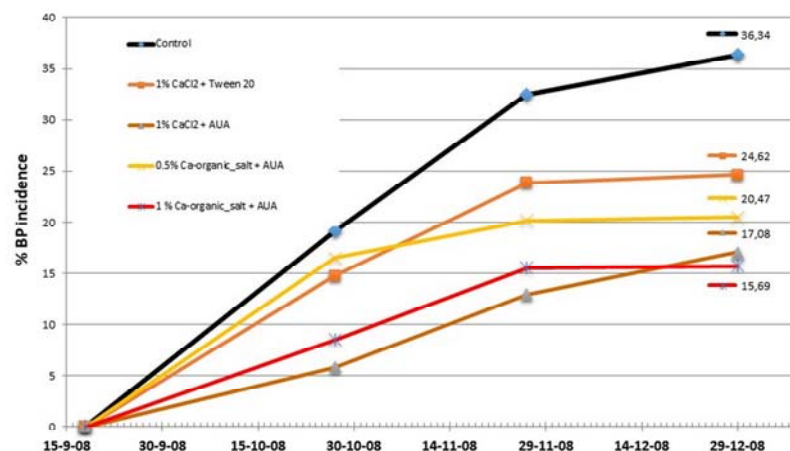
Treatments	Cortex	Skin
Untreated control	2.02 \pm 0.25 a	13.69 \pm 1.19 a
CMC alone	2.12 \pm 0.03 a	13.73 \pm 1.29 a
120 mM CaCl ₂	4.61 \pm 1.83 b	29.99 \pm 3.50 c
250 mM CaCl ₂	3.65 \pm 0.45 ab	28.42 \pm 2.30 c
120 mM Ca-propionate	5.60 \pm 0.69 b	32.89 \pm 0.66 c
250 mM Ca-propionate	4.41 \pm 0.50 b	21.35 \pm 0.66 b
Significance	***	***

Within columns, values followed by same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($P \leq 0.05$).

*** Significant at $P \leq 0.001$.

Importancia de la fertilización foliar (al fruto)

Bitter pit incidence during 3 months of cold storage



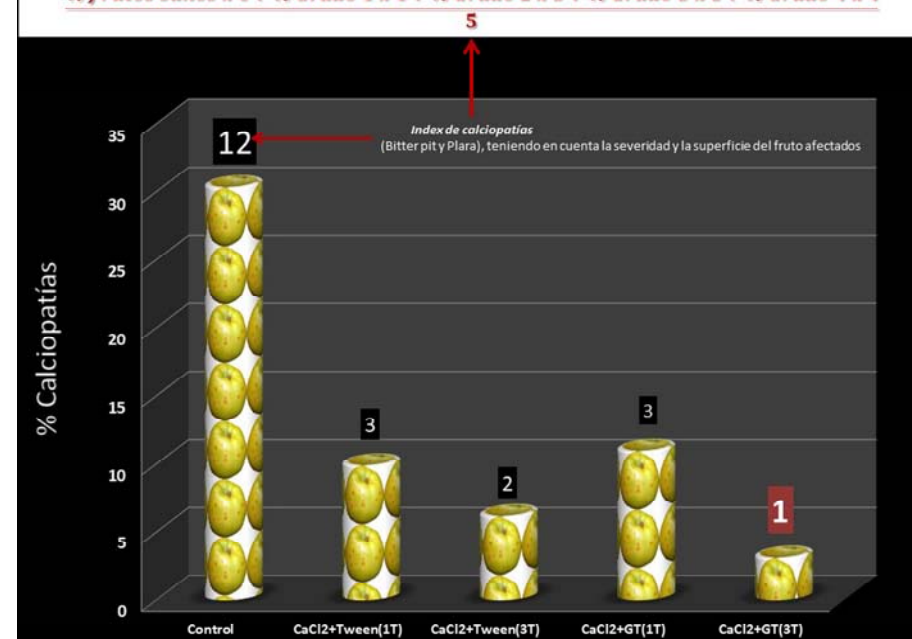
Valor medio de **Ca, Mg y K** (mg 100 g⁻¹ materia fresca) en pulpa y piel de manzana Smothee Golden delicious, en recolección (10/09/2012) de los frutos de manzanos tratados en aspersión foliar con **CaCl₂ [0.5% Ca (p/v)]** y dos adyuvantes, en una y en tres fechas.

		Ca	Mg	K
Testigo	pulpa	3,15	4,93	165,60
Tween 20 (1 aplic.)		4,27	4,80	154,46
Tween 20 (3 aplic.)		4,16	5,08	172,97
Goma Tara (1 aplic.)		3,26	5,00	173,17
Goma Tara (3 aplic.)		4,23	5,31	168,87
Significación		ns	ns	ns
Testigo	piel	16,86a	39,39b	292,75
Tween 20 (1 aplic.)		22,35ab	35,22ab	278,45
Tween 20 (3 aplic.)		30,55bc	30,31a	271,41
Goma Tara (1 aplic.)		18,57a	31,67ab	287,36
Goma Tara (3 aplic.)		35,64c	27,86a	296,14
Significación		0,001	0,023	ns

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas del 95% entre medias aplicando el test de separación de medias de Waller Duncan (p<0,05).



% frutos sanos x 0 + % Grado 1 x 1 + % Grado 2 x 3 + % Grado 3 x 3 + % Grado 4 x 4



Conclusiones de los tratamientos foliares con Ca

- ✓ En **especies frutales leñosas adultas**, de forma general, la única vía de aportar **calcio al fruto** es mediante **tratamientos foliares**.
- ✓ 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–

Transferencia a empresas



Testigo



Tratamiento



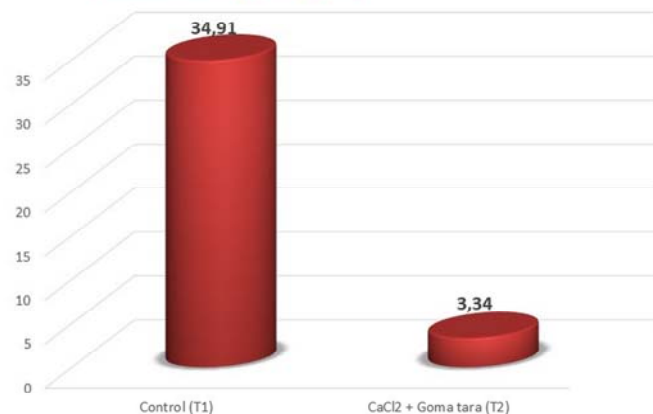
del laboratorio al campo



Transferencia a empresas



% de frutos afectados por calciopatías (Bitter pit y Plara),
5 meses tras la recolección.
Contratos con empresas (50 ha)



Calcium to improve fruit quality and human health



Optimized strategies for calcium foliar fertilization.



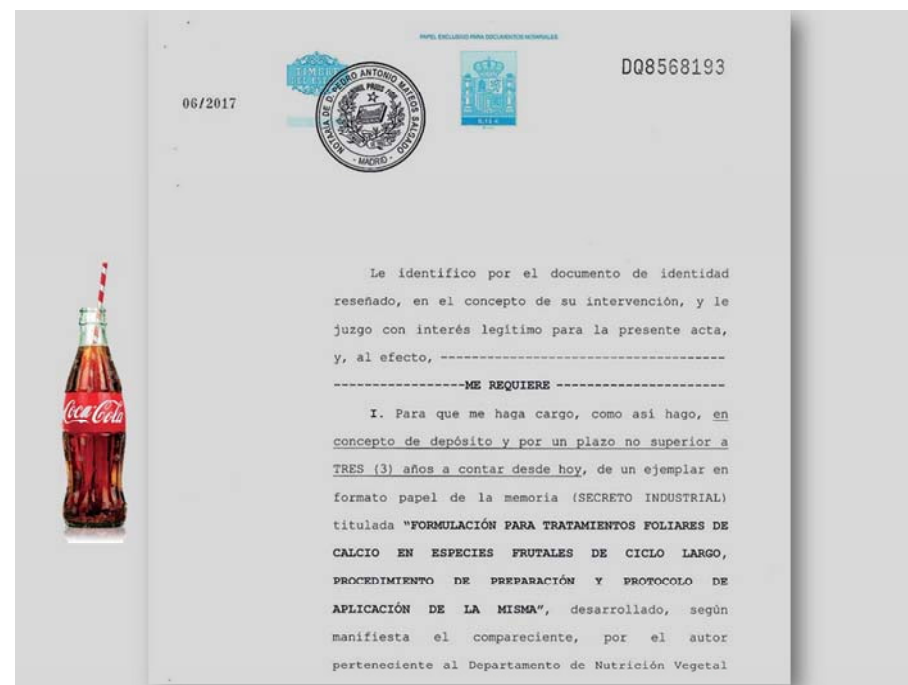
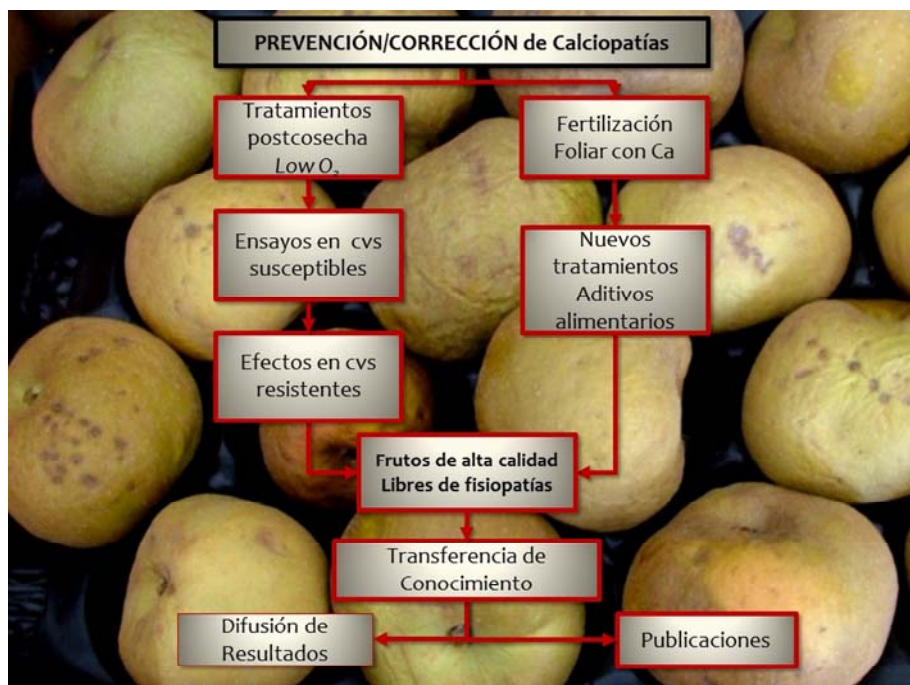
Commercial apple orchards with minimal incidence of BP and other physiological disorders



In late season Calanda peaches: 'corky spot' and 'vitrescente dark spot' appearance is avoided.



Firmer fruits that improve their suitability for long-distance transport without losing organoleptic properties and texture

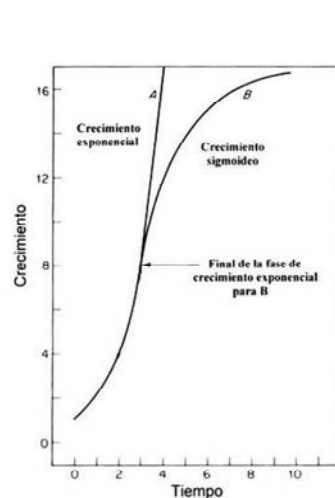


Nuevas estrategias de tratamientos foliares de calcio para mejorar la calidad de la cereza

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.



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

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)

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.

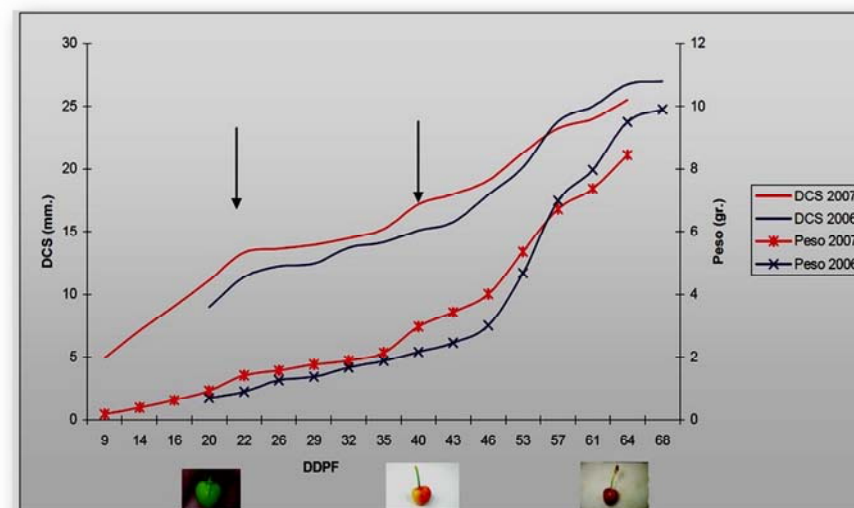
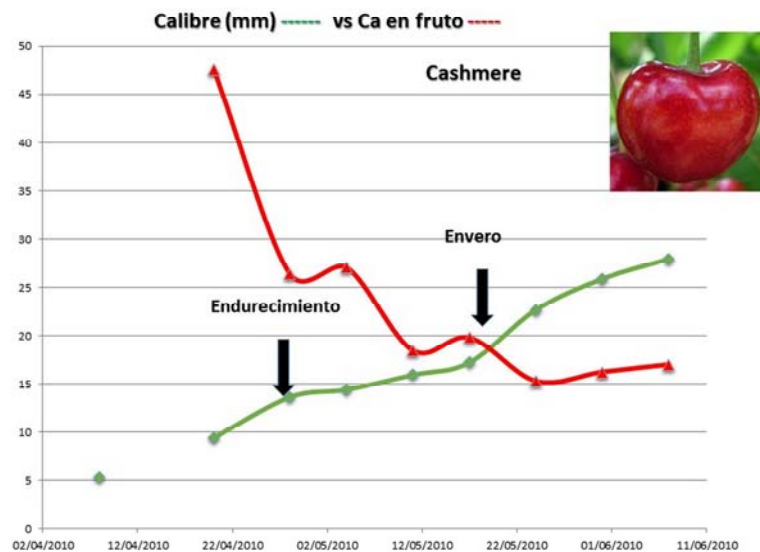
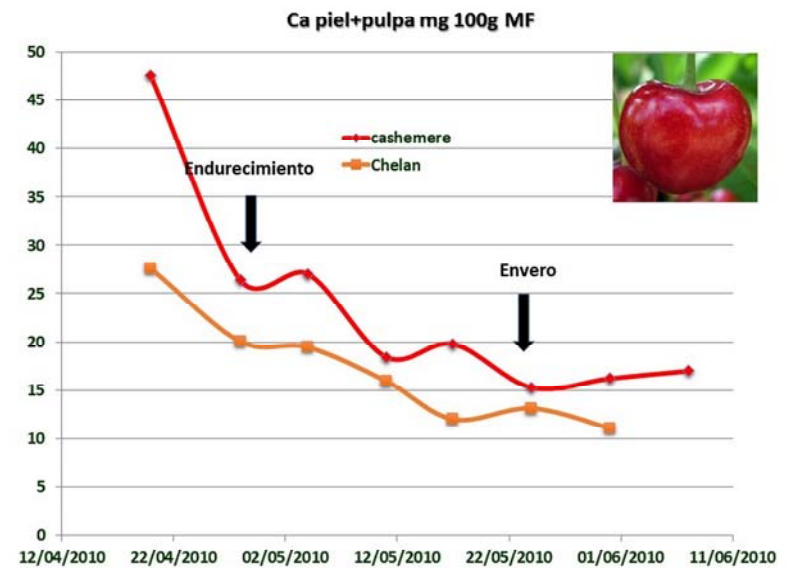
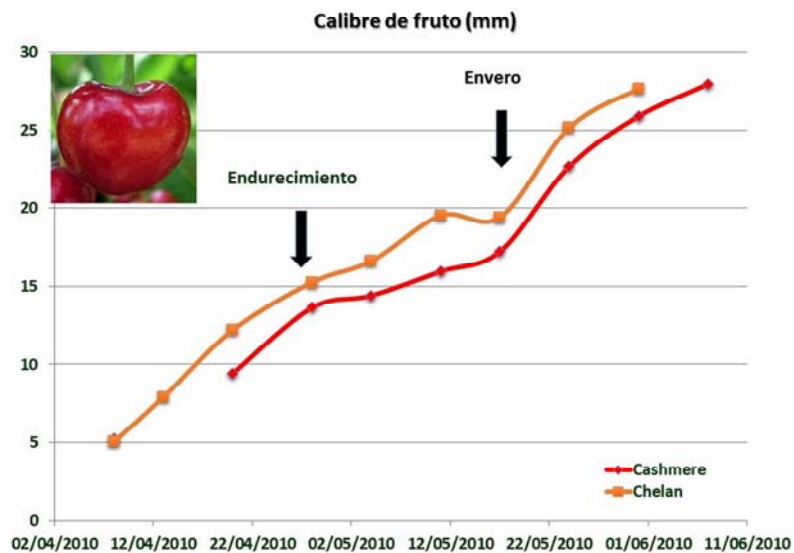
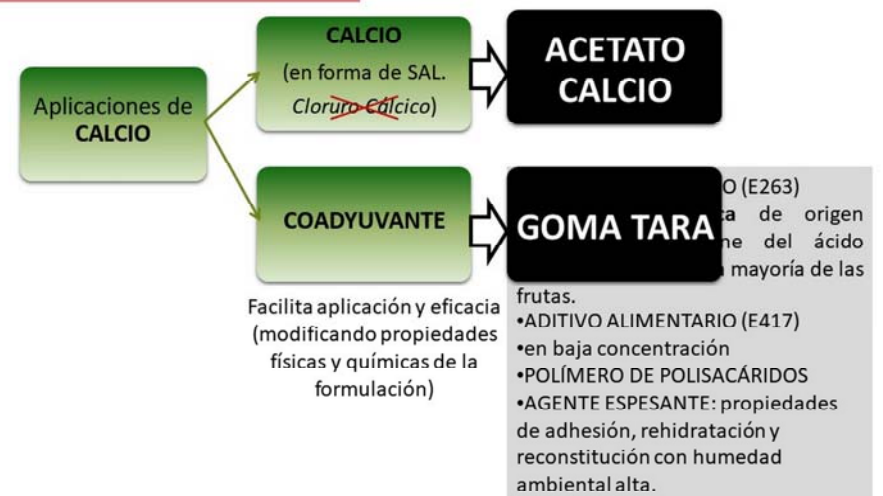


Fig. 1. Evolución del diámetro contrasutural (DCS) y peso según DDPF, de cerezas Lapins durante la temporada 2006 y 2007. Las flechas indican el momento de endurecimiento del carozo (20 DDPF aprox.) y de envero (40 DDPF aprox.) para la temporada 2007.



Nuevas estrategias



Nuevas estrategias: HIPÓTESIS



**GOMA
TARA**



**ACETATO
DE CALCIO**

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

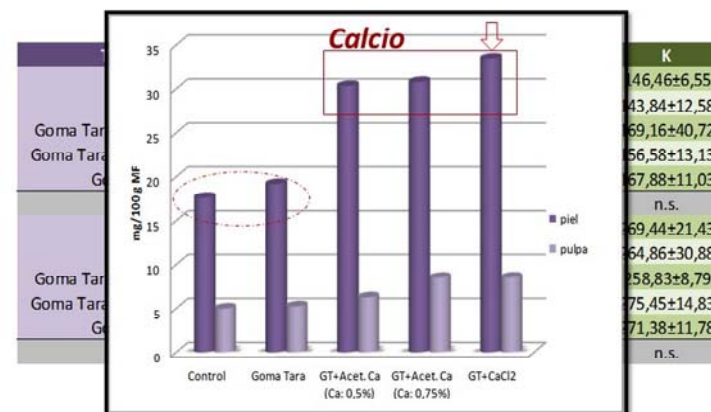
•Permite liberación **retardada** del Calcio
a la superficie del fruto cuando se
restablecen las condiciones de humedad
(suficientemente altas)

CONDICIONES
ADECUADAS

REHIDRATACIÓN
GEL

LIBERACIÓN
IÓN CALCIO

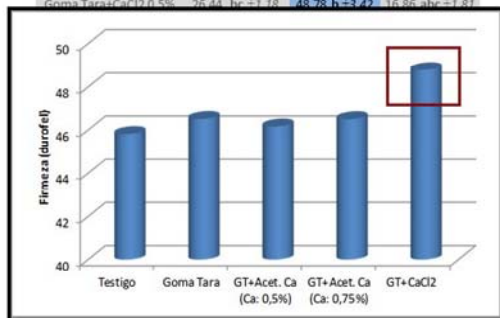
En forma de sal o ya disociado
(evitando **fitotoxicidad** por
acumulación localizada de calcio)





CHELAN

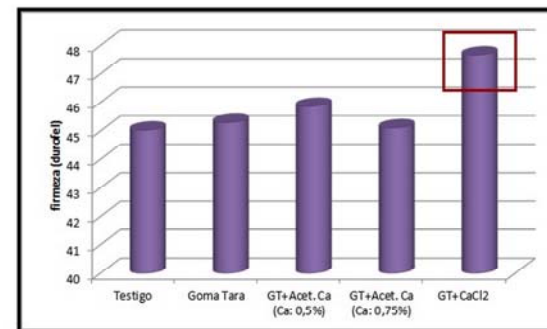
TRATAMIENTO	calibre (mm)	FIRMEZA	Sólidos solubles (°Brix)
Control	26,60 bc ±1,12	45,81 a ±3,84	17,26 c ±1,57
Goma Tara	26,76 c ±1,29	46,50 a ±4,10	17,13 bc ±2,00
Goma Tara+Acetato Ca (Ca:0,5%)	26,01 a ±1,36	46,16 a ±3,89	16,55 ab ±1,92
Goma Tara+Acetato Ca (Ca: 0,75%)	26,26 ab ±1,31	46,49 a ±3,97	16,45 a ±2,24
Goma Tara+CaCl2 0,5%	26,84 bc ±1,18	48,78 b ±3,42	16,86 abc ±1,87



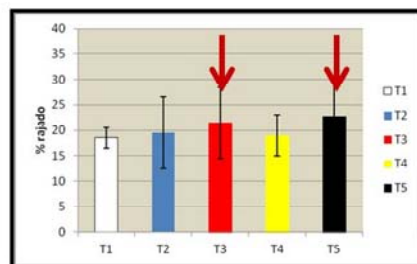
CHELAN

Parámetros calidad

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



CHELAN

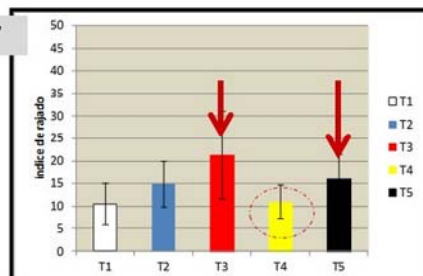


Porcentaje rajado
en cosecha

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

"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—

