

# El calcio, determinante en el comportamiento poscosecha de fruta de hueso y pepita

**Jesús Val**

Departamento de Nutrición Vegetal  
Estación Experimental de Aula Dei EEAD - CSIC  
e-mail: [jesus.val@csic.es](mailto:jesus.val@csic.es)



CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

17 de noviembre de 2017



- Fisiología del Estrés Abiótico en Plantas  
*Plant Stress Physiology*
- Fijación de Nitrógeno y Estrés Oxidativo en Leguminosas  
*Nitrogen Fixation and Oxidative Stress in Legumes*
- Fotosíntesis: Genómica y Proteómica del Cloroplasto y su Respuesta al Estrés Abiótico  
*Photosynthesis Group: Chloroplast Genomics and Proteomics and its Response to Abiotic Stress*
- Nutrición de Cultivo Frutales  
*Nutrition of Fruit Crops*

## CSIC - 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

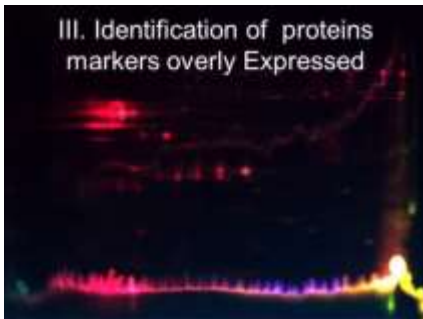
### Proyecto Life+ Multibiosol: Comienzan las pruebas de un nuevo *mulching* biobasado, biodegradable y aditivado



En el marco del proyecto Life+ Multibiosol, coordinado por Aitiip 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.

## Alérgenos en la manzana y bitter pit



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 cianina (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.

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.2015.09.006](https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.09.006)

## 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.



## 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.

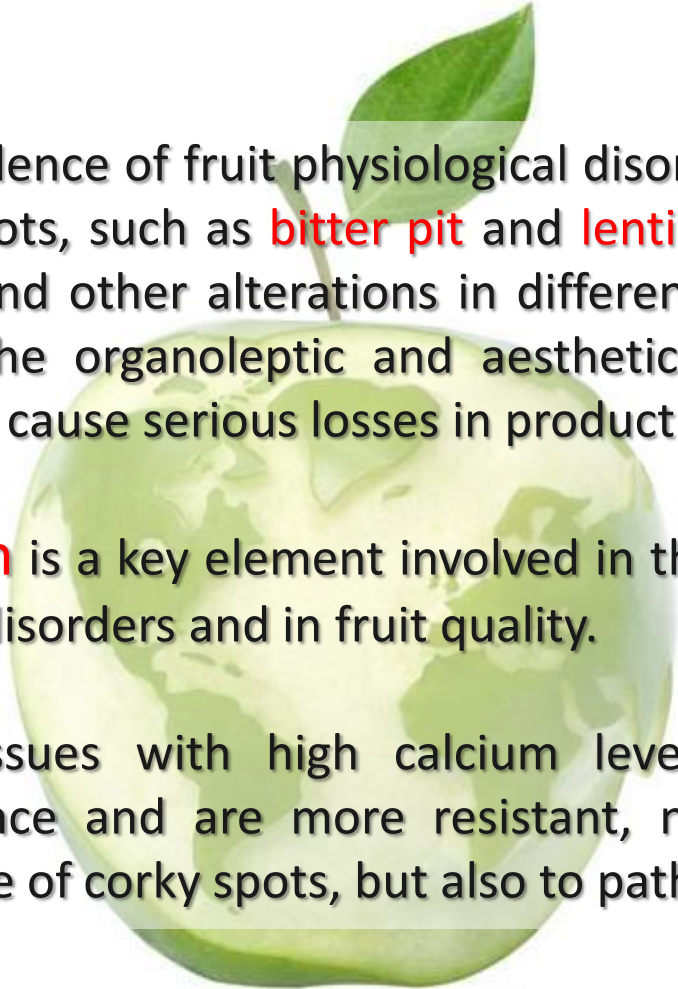


## Clases del Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Zaragoza en la EEAD



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’.

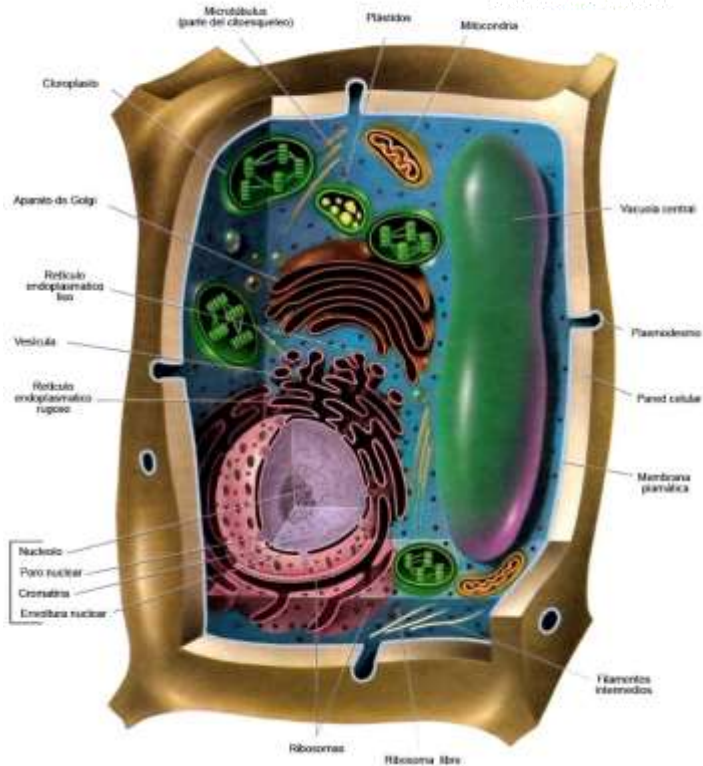
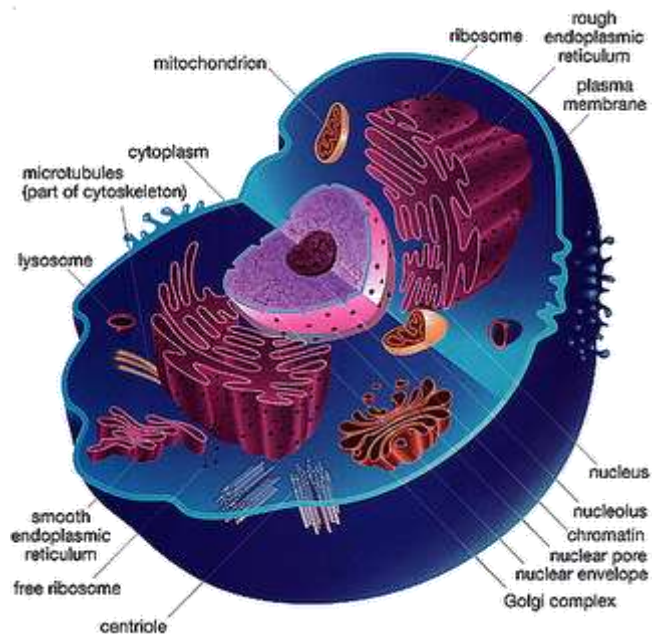
El científico de la EEAD-CSIC que colabora en esta actividad docente es **Jesús Val**, que en calidad de Director del Instituto, imparte una charla titulada “Presentación Institucional de La Estación Experimental de Aula Dei – CSIC. Como investigador experto en el metabolismo del calcio en frutales y 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*”.



🍏 The incidence of fruit physiological disorders that cause corky spots, such as **bitter pit** and **lenticel blotch pit** in apples and other alterations in different plant species, impair the organoleptic and aesthetic quality of the fruit and cause serious losses in production.

🍏 **Calcium** is a key element involved in the development of such disorders and in fruit quality.

🍏 Plant tissues with high calcium levels fall later in senescence and are more resistant, not only to the incidence of corky spots, but also to pathogen attack.





## Calcium (Ca) $\Rightarrow$ Essential & rather immobile $\leftarrow$ transpiration flow

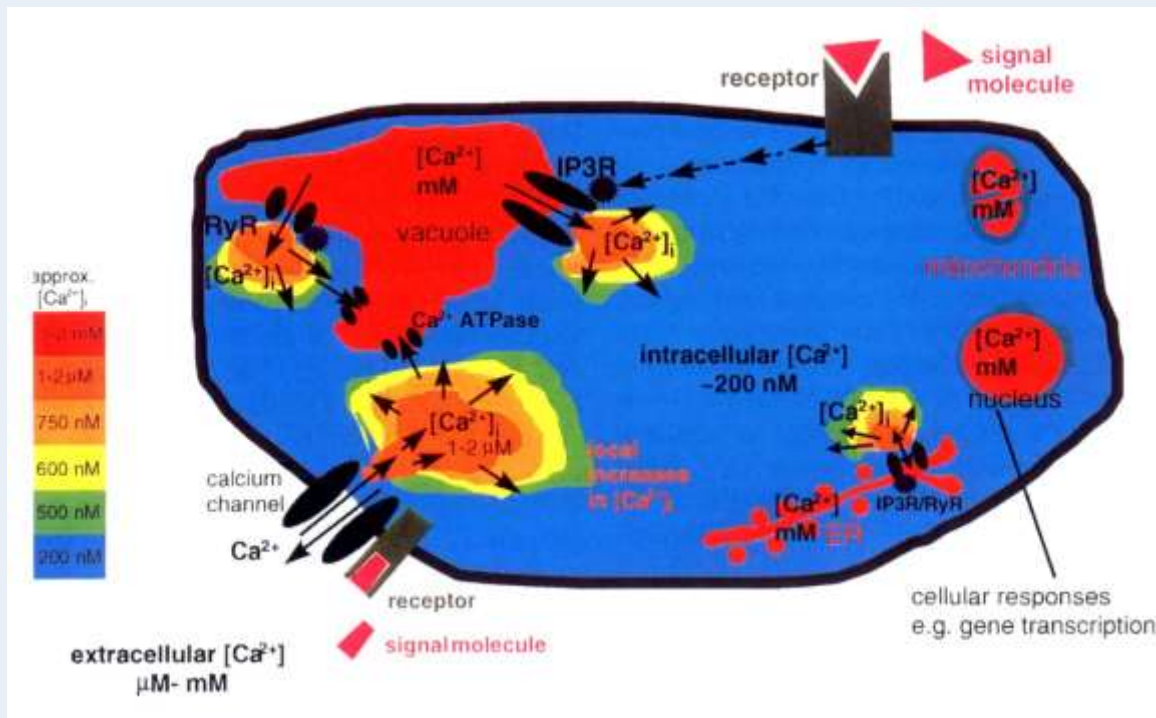
- Key for plant growth, development & reproduction:
  - role in e.g.: circadian rhythms, immunity, redox state, hormone biosynthesis, signalling & signal transduction, biotic & abiotic stress responses (Hong-Bo et al., 2008)
- In fruits: structural role in keeping cell wall integrity (Manganaris et al, 2005)

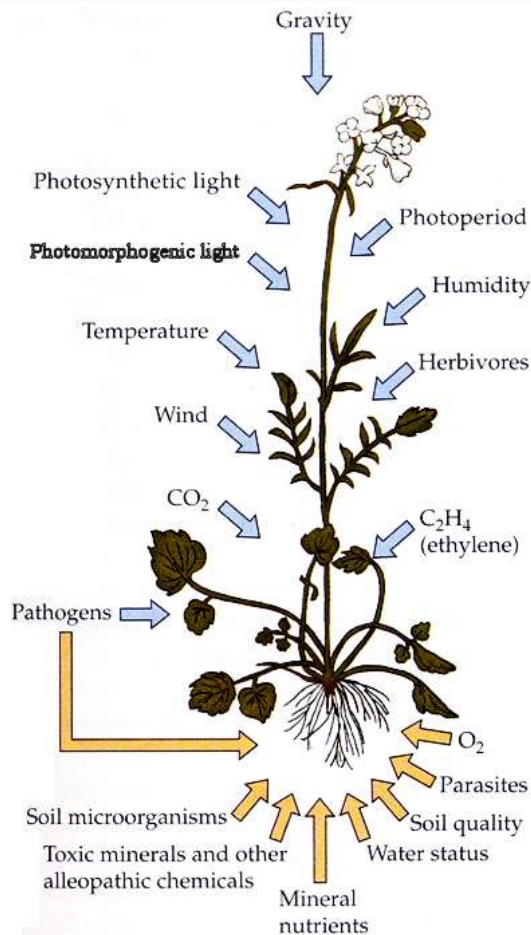
## *Occurrence of Ca-related disorders in horticultural commodities*

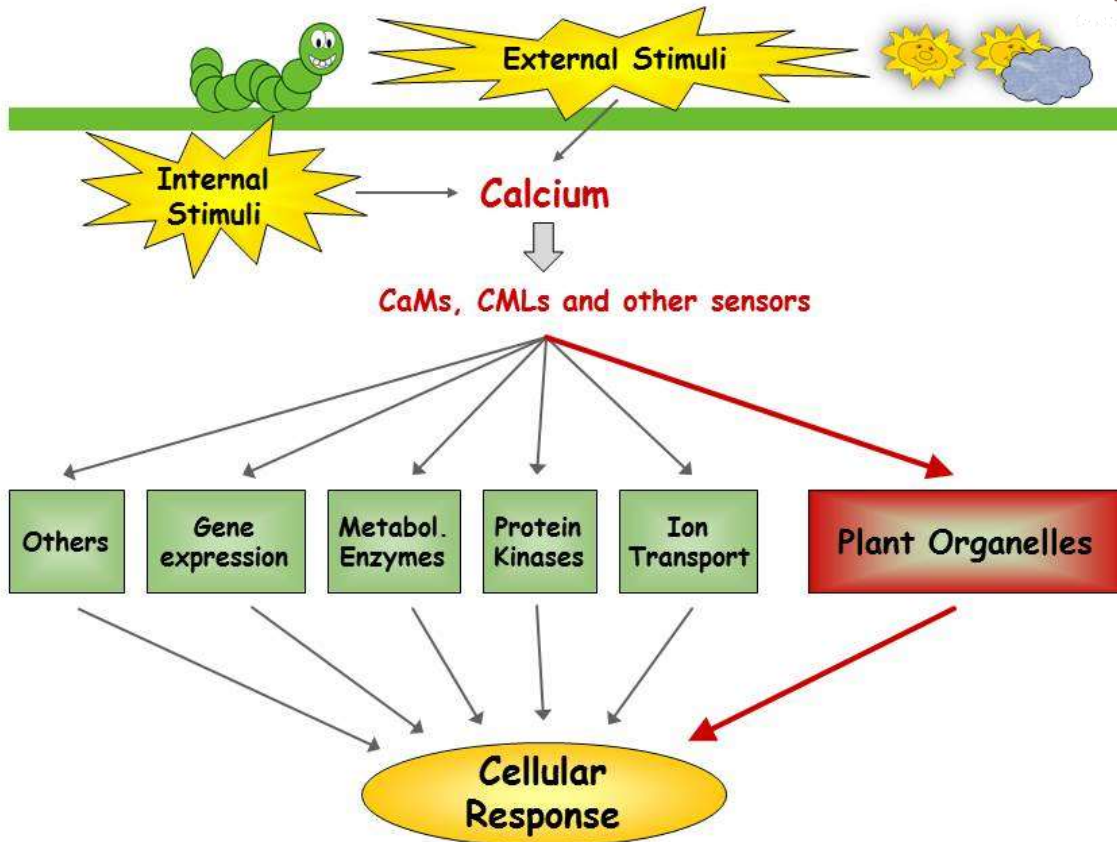
- Causing major economic losses (harvest, post-harvest, etc.)
- More than 30 described in different horticultural commodities (Shear, 1975)





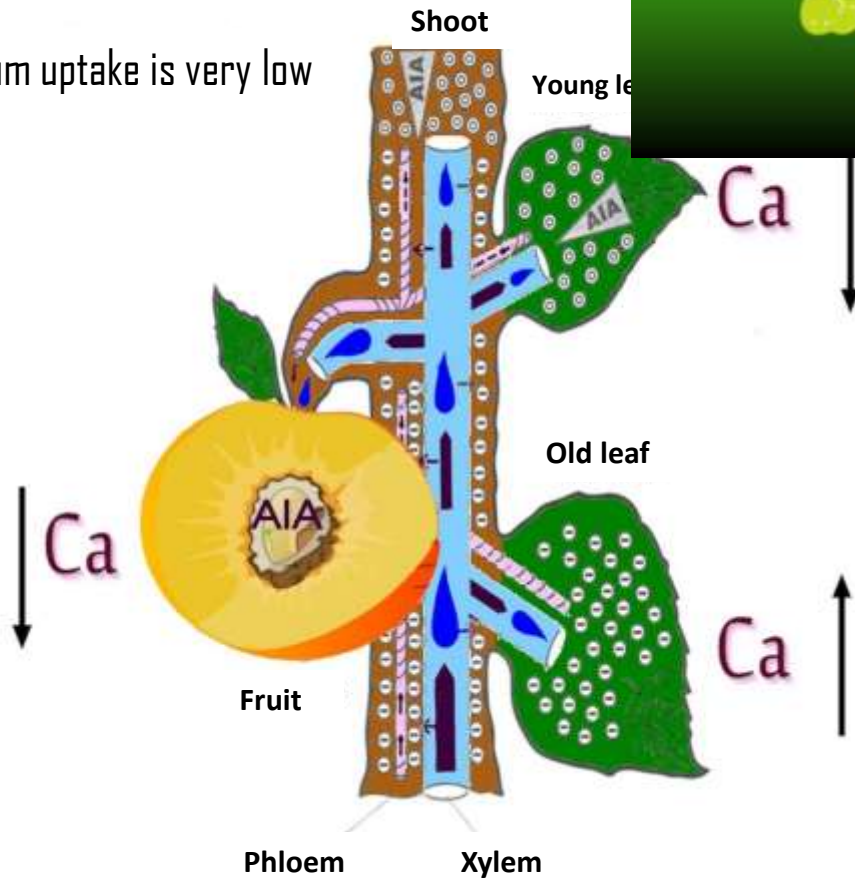






## Calcium transport in fleshy fruits

Fruit calcium uptake is very low



## Calcium transport in fleshy fruits

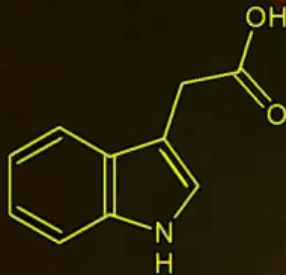


**Transpiration**  
**Low in fruits**



**Auxin movement (IAA)**

**Basipetal for IAA** → **Acropetal Ca<sup>2+</sup>**



- Blossom end rot (Tomato, Pepper, ...)
- Vitrescency (Melon, Apple, ...)
- Tip Burn (Lettuce)
- Bitter pit (Apple)
- Cracking in Stone Fruit (Peach, Cherry, ...) and citrus
- Black Heart in celery
- Senescency in flowers
- Vitrescent dark spot in peaches



Calcium related physiological disorders:  
Lenticel blotch pit & bitter pit in *golden cvs*



## Bitter pit in Reinette







Peach: Vitrescent Dark Spot



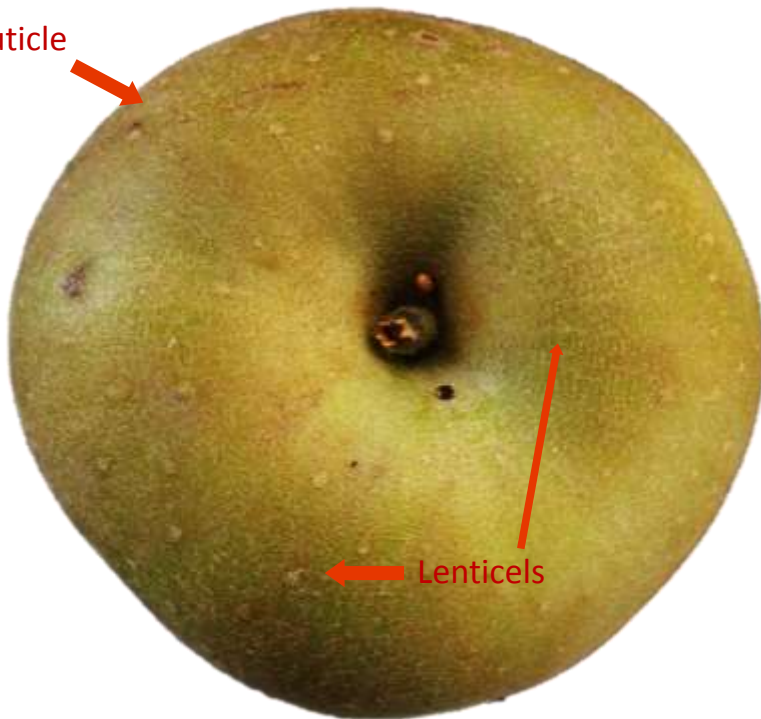
## Theory

### Fruit surface penetration

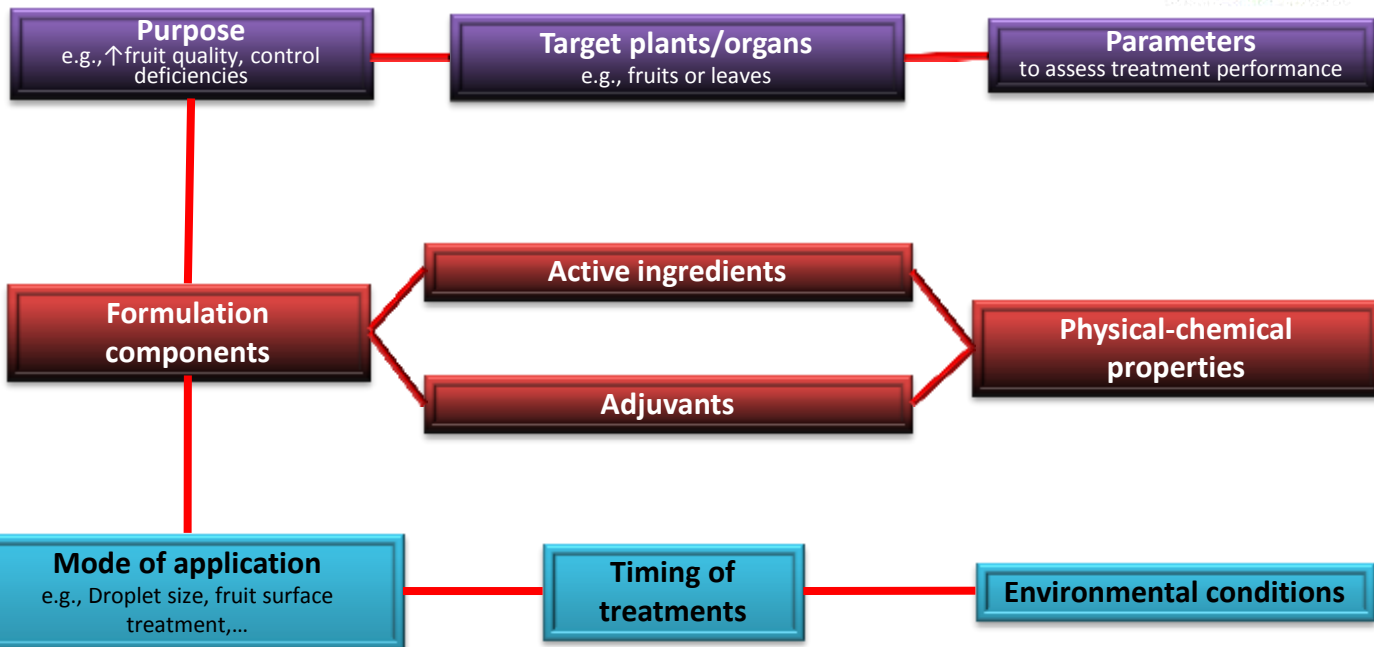
#### May occur through:

- Cuticle
- Cuticular cracks & imperfections
- Stomata and lenticels?
- Trichomes & specialised epidermal cells

Cuticle



Lenticels





- A **commonly used** agricultural practice
- Good method when **nutrient demand > root absorbing capacity**
- **Alternative** method e.g., in conditions  $\Rightarrow$  **insolubility/low availability**
- **Complementary** strategy to root application
- It has great potential, since:
  - **Environmentally-friendly** strategy
    - $\Rightarrow$  limited run off & water-soil contamination risks
  - **Target-oriented** strategy
    - $\Rightarrow$  aerial plant organs can be directly supplied accurate doses
  - As complementary strategy can help cut down costs and rise agricultural returns



### In practical terms:

- Increasingly used in agriculture
- Chiefly to supply nutrients of reduced mobility (e.g., Fe, Mn, Zn, Ca...)
- Traditionally used to control punctual deficiencies
- Important tool for horticultural industry to supply nutrients to sink organs (e.g., Ca sprays & fruit quality)
- Generally positive but maybe, no plant response
- Also, risk of leaf/plant surface damage associated with:
  - Spray formulation (e.g., ↑[active ingredients; surfactants...])
  - Environmental conditions (e.g., burn due to sun exposure,...)
  - Plant related factors (e.g., leaf or fruit phenology,...)



- Ca sprays, especially as chloride or nitrate, are recommended and implemented worldwide as a routine measure of protection to avoid localized Ca deficiency in the fruit and improve its quality.
- Foliar Ca applied to the leaves cannot be transported to the fruit, therefore, it does not contribute to an appreciable increase of Ca in this organ (Kohl, 1966).
- Ca must be applied directly to the surface of the fruit.



*Journal of Plant Nutrition*, 31: 1889–1905, 2008  
Copyright © Taylor & Francis Group, LLC  
ISSN: 0190-4167 print / 1532-4087 online  
DOI: 10.1080/01904160802402757



## Effect of Pre-Harvest Calcium Sprays on Calcium Concentrations in the Skin and Flesh of Apples

Jesús Val, Emilio Monge, David Risco, and Alvaro Blanco

Estación Experimental de Aula Dei (CSIC), Zaragoza, Spain

### ABSTRACT

During 2004 and 2006, experiments were conducted that measured the absorption of calcium (Ca) by the fruit and assessed the effects of Ca sprays on the skin and flesh of apples. Frequent (1 spray/month for 2 or 4 months) Ca treatments increased the concentration of Ca in the skin, but not in the flesh of fruit, and several sprays were needed to promote a prolonged increase in the concentration of Ca in the skin. Calcium sprays did not influence the concentrations of magnesium (Mg) and potassium (K). Foliar analyses confirmed the absorption of topical Ca by the apple tree following the Ca sprays as the concentration of Ca in leaves increased.

**Keywords:** *Malus x domestica* Borkh, calcium absorption, fruit analysis, bitter pit, mineral nutrition, calcium chloride, fruit skin, fruit flesh



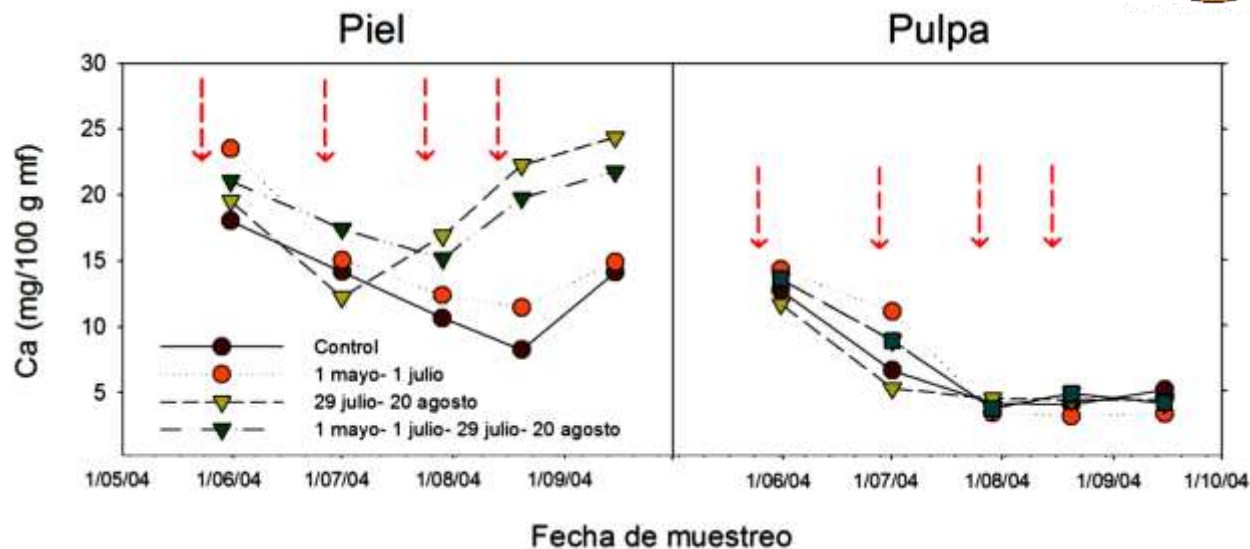
Concentrations of Ca applied as CaCl<sub>2</sub>, and the Ca concentrations in the flesh and skin of apples collected between 1 to 21 days after the Ca spray (Experiment 1, 2004)

Treatment	Days after treatment			
	1	7	14	21
<i>Flesh</i>				
Untreated control	6.90	6.23	6.49	4.54
0.25% Ca	7.15	5.56	4.19	3.38
0.50% Ca	6.19	5.49	3.73	3.85
0.75% Ca	6.75	6.14	5.56	3.89
1.0% Ca	6.56	6.68	5.96	5.24
Significance	ns	ns	ns	ns
<i>Skin</i>				
Untreated control	17.96a	16.44a	12.58	14.45
0.25% Ca	11.59b	18.44a	16.34	8.46
0.50% Ca	12.44ab	14.80a	10.56	10.86
0.75% Ca	18.16ac	28.47b	14.17	10.96
1.0% Ca	19.35c	19.22a	16.05	17.96
Significance	*	***	ns	ns

\*,\*\*\*, ns: significant at  $P \leq 0.05$ ,  $P \leq 0.001$  or non-significant, respectively.

Within each column, values followed by similar letters do not differ significantly at  $P \leq 0.05$ .





Concentración de  $\text{Ca}^{2+}$  en pulpa y piel de manzanas Golden tratadas con calcio en aspersión foliar siguiendo 3 estrategias. Las flechas indican la aplicación de calcio

# 7ª JORNADA



## Cátedra Fertiberia de Estudios Agroambientales

---

Fertilización para una agricultura sostenible

---

**“FERTILIZACION FOLIAR:  
UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE  
PARA LA NUTRICIÓN DE LOS CULTIVOS”**



Contents lists available at ScienceDirect

Scientia Horticulturae

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scihorti](http://www.elsevier.com/locate/scihorti)



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

Alvaro Blanco, Victoria Fernández<sup>1</sup>, Jesús Val<sup>\*</sup>

Estación Experimental de Aula Dei (CSIC), Nutrición Vegetal, Avda. 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 CaCl<sub>2</sub> 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 CaCl<sub>2</sub> plus 0.05% Tween 20, Ca-propionate (120 and 250 mM Ca) plus 0.5% CMC or 250 mM CaCl<sub>2</sub> 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

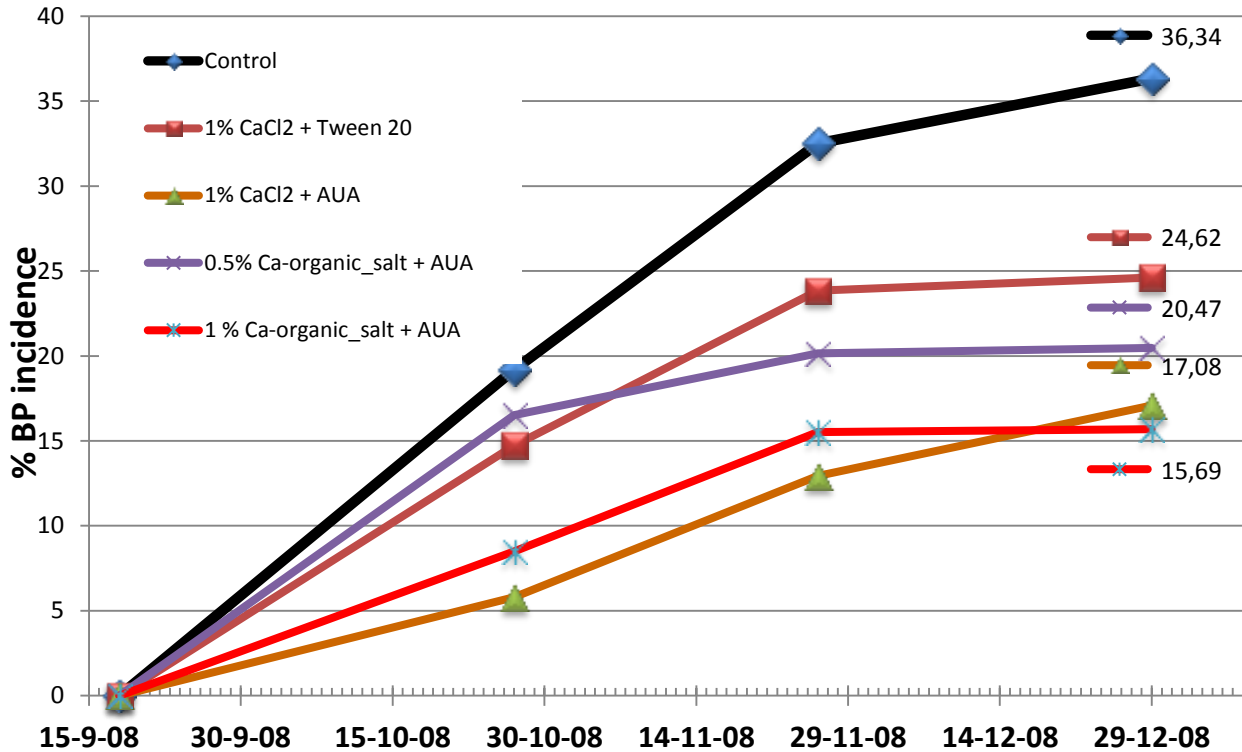
Calcium concentration ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$ ) in the cortex and skin of untreated apples versus the values recorded 4 days after immersion in: 0.5% CMC alone or in  $\text{CaCl}_2$  and Ca-propionate (120 or 250 mM Ca) solutions in combination with 0.5% CMC. Post-harvest treatments were applied to 'Golden Delicious' apples. Data are means  $\pm$  SE ( $N = 5$ ).

Treatments	Cortex	Skin
Untreated control	$2.02 \pm 0.25 \text{ a}$	$13.69 \pm 1.19 \text{ a}$
CMC alone	$2.12 \pm 0.03 \text{ a}$	$13.73 \pm 1.29 \text{ a}$
120 mM $\text{CaCl}_2$	$4.61 \pm 1.83 \text{ b}$	$29.99 \pm 3.50 \text{ c}$
250 mM $\text{CaCl}_2$	$3.65 \pm 0.45 \text{ ab}$	$28.42 \pm 2.30 \text{ c}$
120 mM Ca-propionate	$5.60 \pm 0.69 \text{ b}$	$32.89 \pm 0.66 \text{ c}$
250 mM Ca-propionate	$4.41 \pm 0.50 \text{ b}$	$21.35 \pm 0.66 \text{ b}$
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  $P \leq 0.001$ .

# Bitter pit incidence during 3 moths of cold storage

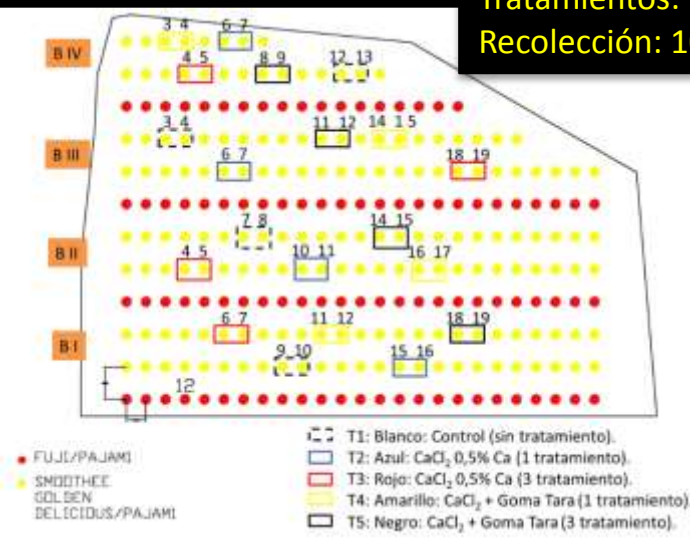




*Smothee Golden Delicious/M9 (2012)*

Tratamientos: 10 de julio, 10 de agosto y 31 de agosto

Recolección: 10 de septiembre



**Tratamiento: CaCl<sub>2</sub> 0,5% Calcio**

**nº aplicaciones**

Testigo (sin tratar)

0

+ Tween 20

1

+ Tween 20

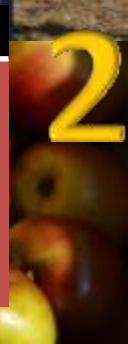
3

+ Goma Tara

1

+ Goma Tara

3



## Foliar calcium fertilization to the fruit

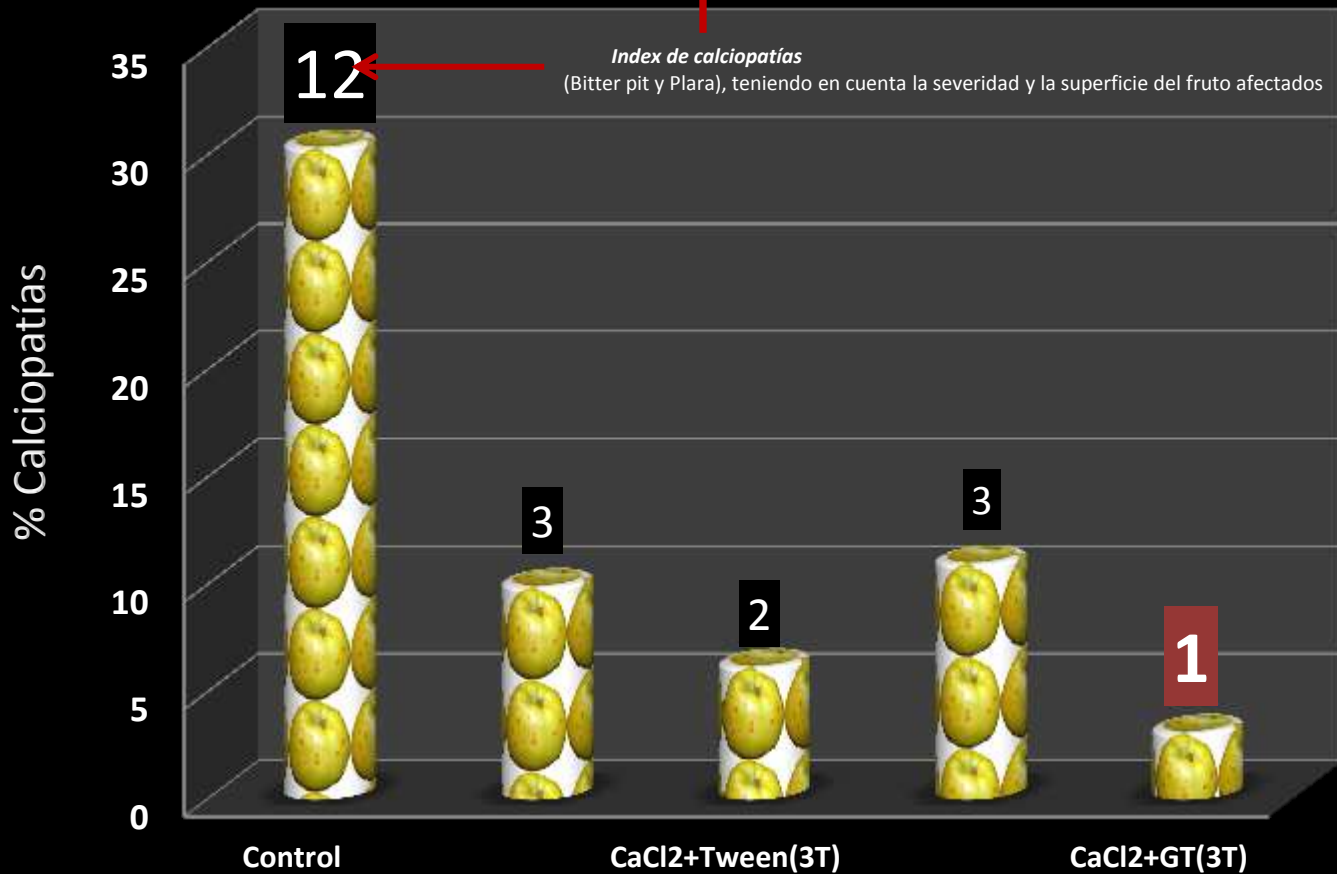
Valor medio de **Ca, Mg y K** (mg 100 g<sup>-1</sup> materia fresca) en pulpa y piel de manzana Smoothie Golden delicious, en recolección (10/09/2012) de los frutos de manzanos tratados en aspersión foliar con **CaCl<sub>2</sub> [0.5% Ca (p/v)]** y dos adyuvantes, en una y en tres fechas.

		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
<b>Significación</b>		<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
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
<b>Significación</b>		<i>0,001</i>	<i>0,023</i>	<i>ns</i>

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

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

5







### Conclusions

- ✓ 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–

**Prediction of calcium related disorders in fruits**

**When spots appeared?**

**Method 1.  $Mg^{2+}$  Infiltrations**





⇒ Vacuum Mg<sup>2+</sup> Infiltrations



◆ Mg 0.12%

Vacuum (1 min)

Sumerged (15 min)





3



6

Days after infiltration



15



## **Method 2. Specific Ca staining**

**Can we see calcium inside the fruit?**

**Selective staining of calcium in fruit slices (patented)**



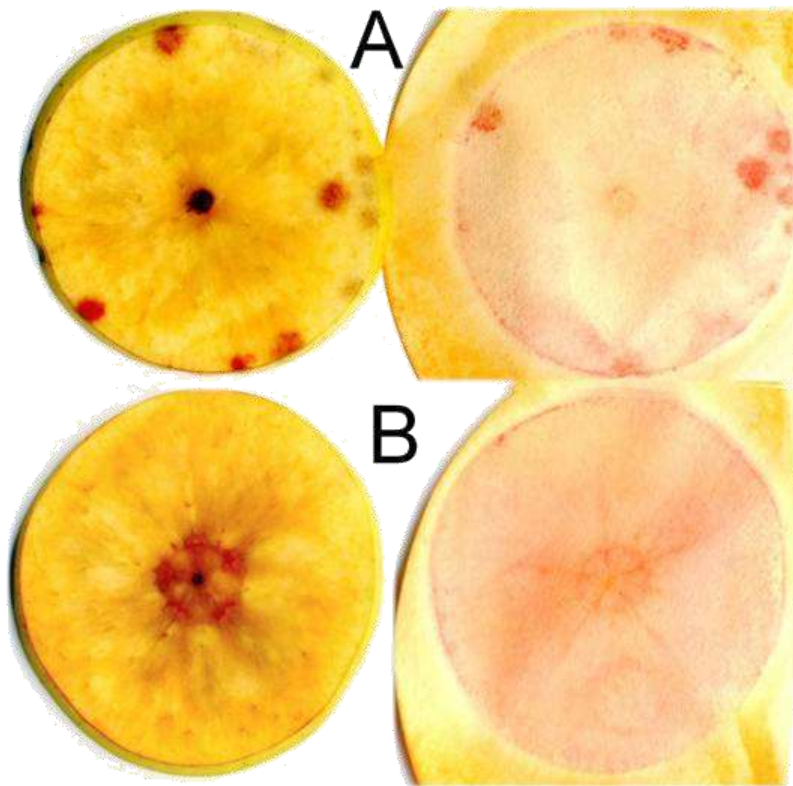
**Selective staining of calcium in fruit slices (patented)**







Tinción selectiva de calcio en secciones de fruto (patentado)



# Food Science and Technology International

<http://fst.sagepub.com>

---

## Visual Detection of Calcium by GBHA Staining in Bitter Pit-affected Apples

J. Val, M.A. Gracia, E. Monge and A. Blanco

*Food Science and Technology International* 2008; 14; 315

DOI: 10.1177/1082013208097191

The online version of this article can be found at:

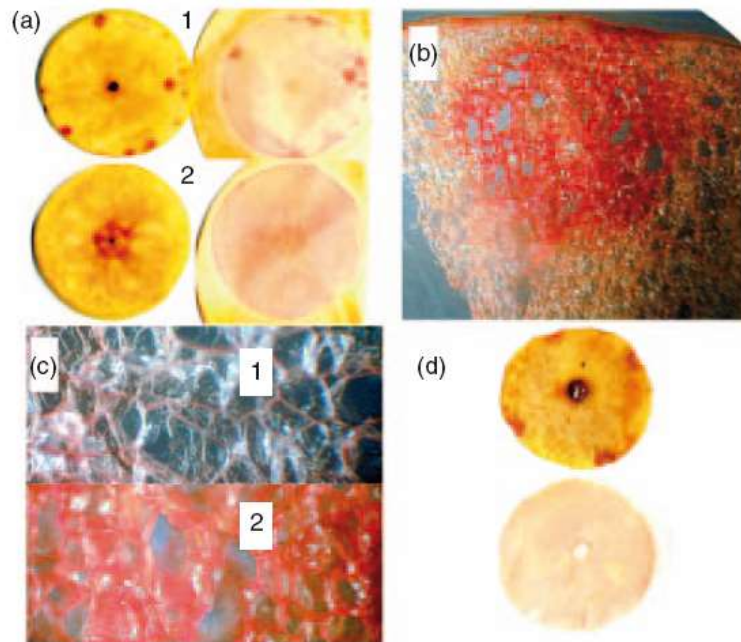
<http://fst.sagepub.com/cgi/content/abstract/14/4/315>

J. Val,\* M.A. Gracia, E. Monge and A. Blanco

*Estación Experimental de Aula Dei (CSIC), PO Box 13034, 50080 Zaragoza, Spain*

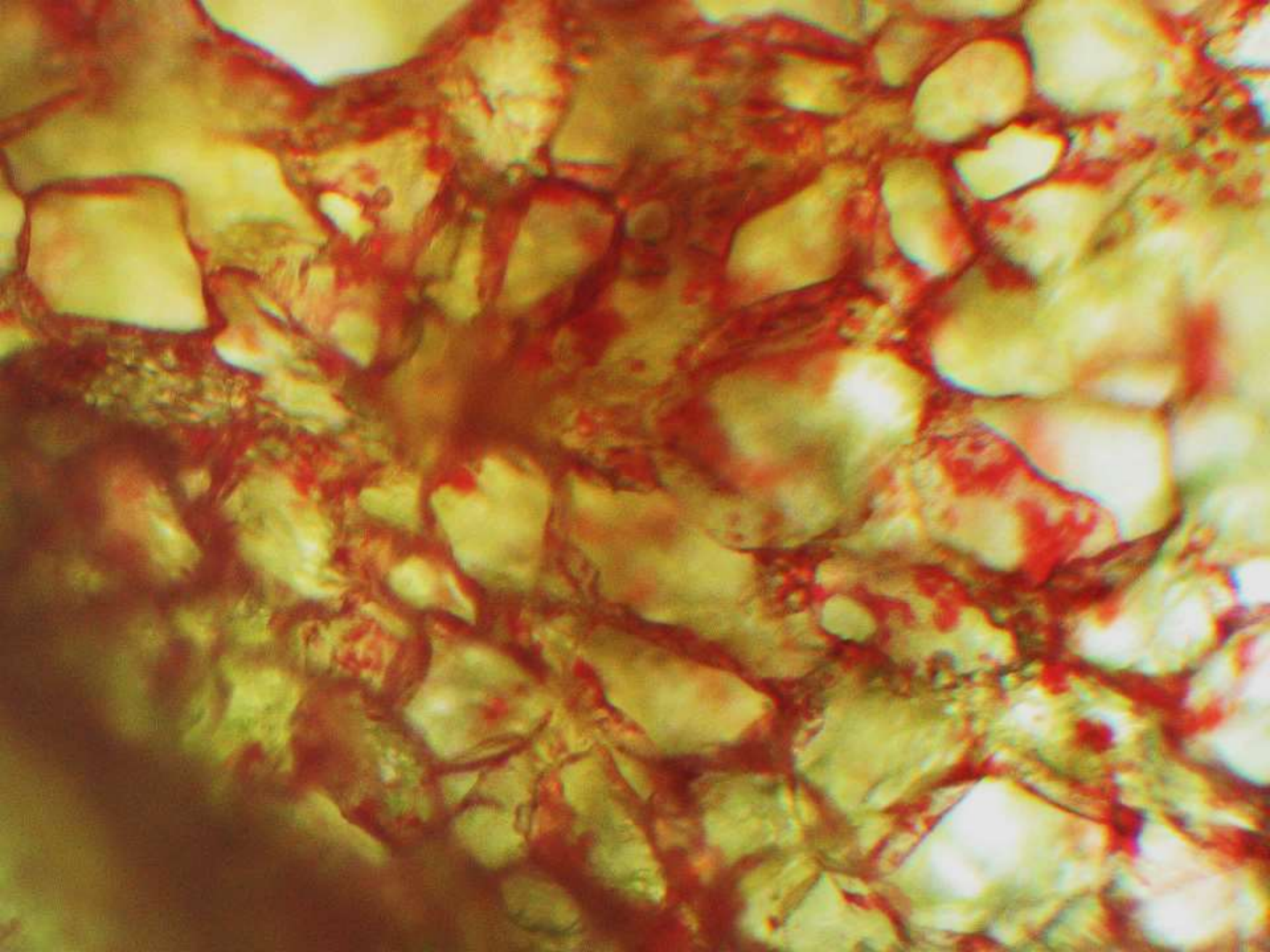
Bitter pit is a physiological disorder of apple fruits apparently caused by a localized calcium deficiency or imbalance in fruits associated with low levels of calcium in the flesh. A new, highly selective method using glyoxal bis(2-hydroxyanil, GBHA) was tested to reveal the presence of calcium within the fruit as a red stain. Water-soluble and insoluble calcium was analyzed by capillary electrophoresis and atomic absorption spectroscopy in pitted regions, adjacent sound areas and pulp from sound apples. Both methods, selective calcium staining and mineral analysis, showed that calcium accumulates in the pitted areas of apples affected by bitter pit. However, in mechanically inflicted wounds, the pulp of the apple was heavily stained but not the corresponding fingerprint, indicating a similar mechanism of insoluble calcium accumulation but a different distribution of soluble calcium compared to the pits.

*Key Words:* apple, bitter pit, calcium staining, glyoxal bis(2-hydroxyanil)

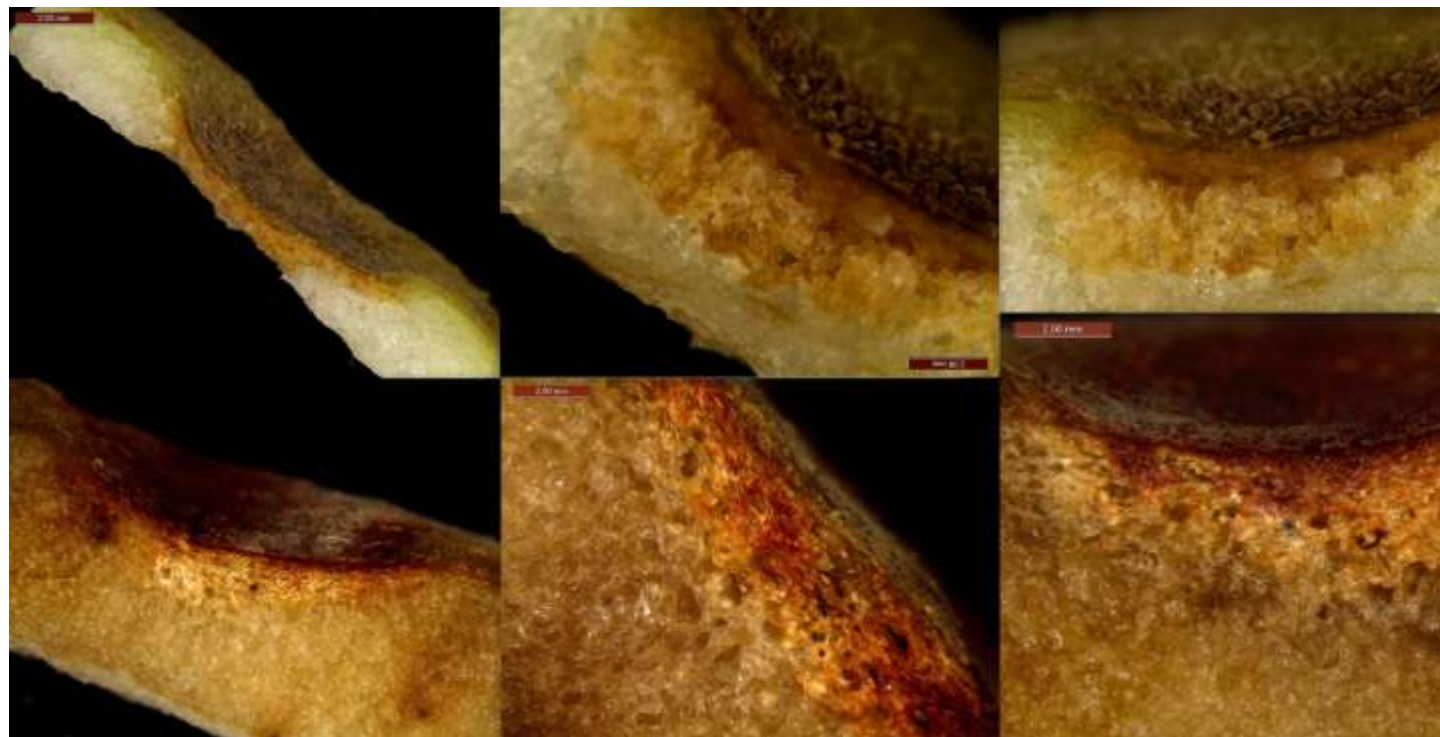


**Figure 1.** (a) Fruit slices (left) and the corresponding fingerprints on the filter paper (right) after GBHA staining of: (1) bitter pit affected apple fruit, (2) sound apple; (b) GBHA calcium staining of a thin section of apple. The red area corresponds to a pitted zone; (c) Magnification of sound (1) and bitter pit (2) apple tissues following GBHA staining; (d) GBHA stain of a fruit slice from a mechanically injured apple 6 days after impact (upper), and the corresponding paper fingerprint (lower).





**Tinción selectiva de calcio en secciones de fruto (patentado)**



**Bitter pit en Reineta**



**Method 3. Subdermal oxalate injections**

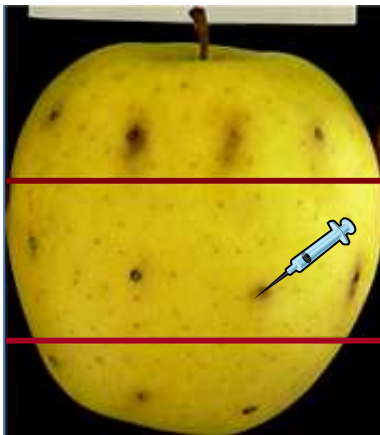
**But...**

**Where the spots appeared?**

## Chemical induction of corky spots

### ⇒ INJECTIONS

◆ 0.4% ammonium oxalate







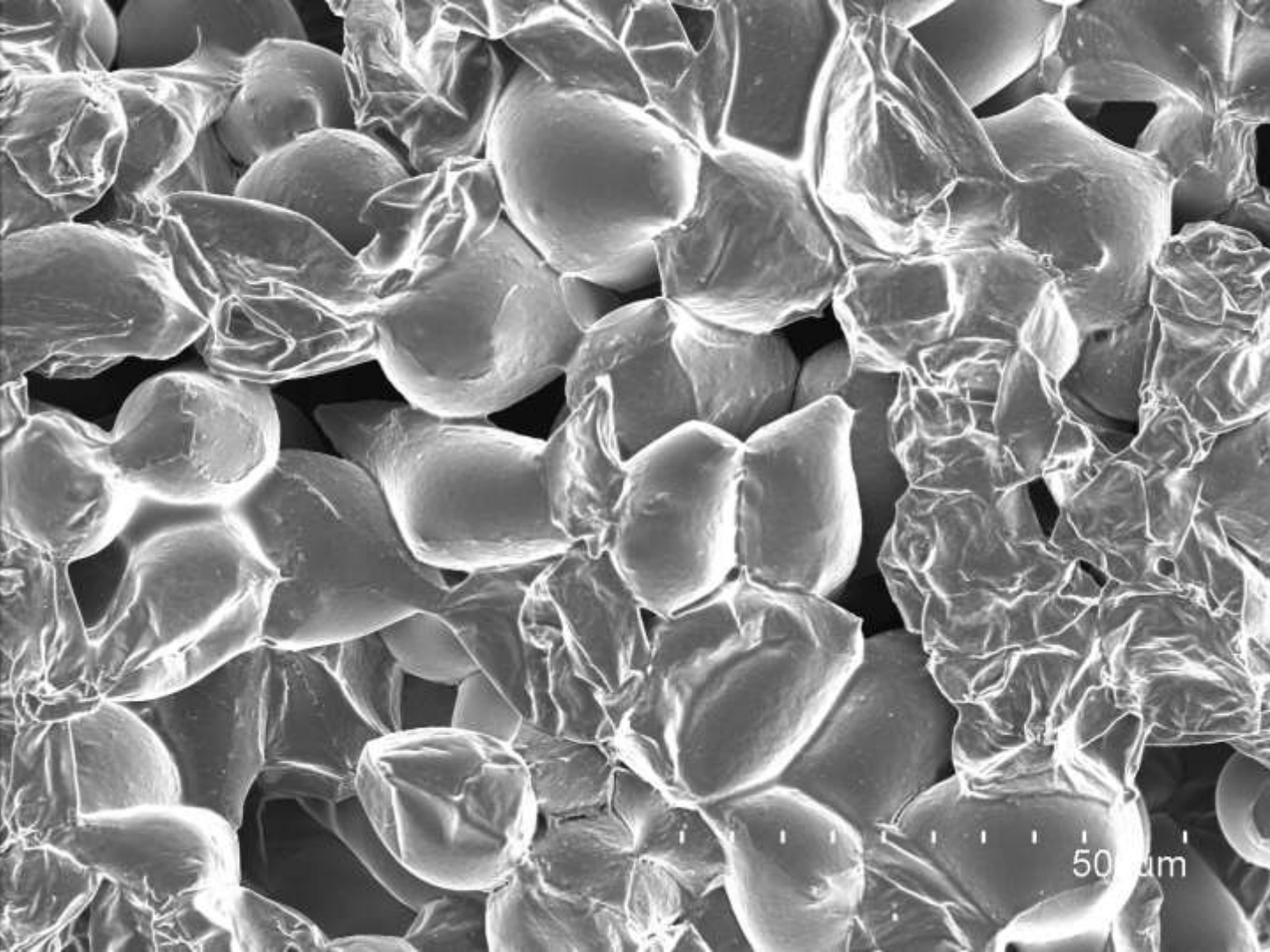
## Chemical induction of corky spots

⇒ INJECTIONS

◆ 0.4% ammonium oxalate



Selective staining of calcium in fruit slices



# Trends in calcium treatments

- ✓ We have developed procedures for modeling bitter pit development (i.e. Mg infiltration & oxalate injection)
- ✓ We have optimized methods for bitter pit prognosis
- ✓ We discovered a differentiated new population of starch grains
- ✓ We discovered a new 18 kDa protein in bitter pit tissues
- ✓ A novel method to reveal Calcium distribution in fruit has been published and patented
- ✓ **But, to be effective in apples, Calcium has to be applied at high rates which is phytotoxic**

## In summary:

- ✓ **It is a tough task to deal with bitter pit**
- ✓ However, novel treatments with Polysaccharide food additives (**AUA**) plus **Ca**, seem promising in alleviating Ca-toxicity and permitting Ca-treatments increase fruit quality (patent pending procedures)



IX SIMPÓSIO IBÉRICO  
MATURAÇÃO E PÓS-COLHEITA



Associação  
Portuguesa  
de Horticultura



# Minerals markers for distinguishing fruit physiological disorders

**Díaz, A., Redondo, D. & Val, J.**

Plant Nutrition Department

Estación Experimental de Aula Dei EEAD - CSIC

e-mail: [jesus.val@csic.es](mailto:jesus.val@csic.es)



GOBIERNO  
DE ESPAÑA



CSIC

Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Lisboa, november 3<sup>th</sup> 2016



Estación Experimental de Aula Dei



Late-season peach Cvs;  
Aragón, Spain (Val, 2009)



Vitrescent dark spot  
affected tissue (x 50;  
Fernández, 2009)



Sound tissue (x 50; Fernández, 2009)



- Causes: not fully understood

- Incidence related to Ca metabolism & fruit growth & development (Quotation...); Suggested e.g.: (Ferguson and Watkins, 1989)
- ↑giberellins (Gib) or Gib/ABA imbalances ↔ environmental factors (Saure, 2005)
- Problems associated with Ca<sup>+2</sup> transporters (Park et al., 2005)

Agronomic factors ↑ risk, e.g. (Tomala, 1999; Terblanche, et al., 1980):

- Thinning, N, K fertilisation, low crop load or excessive irrigation



Fig 1. Apple bitter pit & corky spots (Val, 2008)



Fig 2. Vitrescent dark spot in peach (Val, 2007; Val et al. 2009)

## Corky spot advanced stage



- The '**Corky Spot**' disorder is characterized by large areas of brownish skin.
- Damage seems to begin on the skin and then evolves into the core.
- At early stages it is like a russetting of the skin.
- Its appearance is dehydrated with a brown coloration.
- Pulp is dark, matt, dry and corky, while VDS has always a wet pulp with a shiny appearance.



Ca, Mg y K (mg 100g<sup>-1</sup> de fresh matter) concentration of several apple tissues: *sound pulp from an intact, unaffected fruit*; *bitter pit affected spot*, *adjacent pulp to bitter pit areas*, *bitter pit like spots induced by vacuum infiltration of Mg salts*; *bitter pit like corky tissues induced by ammonium oxalate subdermic injections* and adjacent pulp (Díaz et al., 2006).

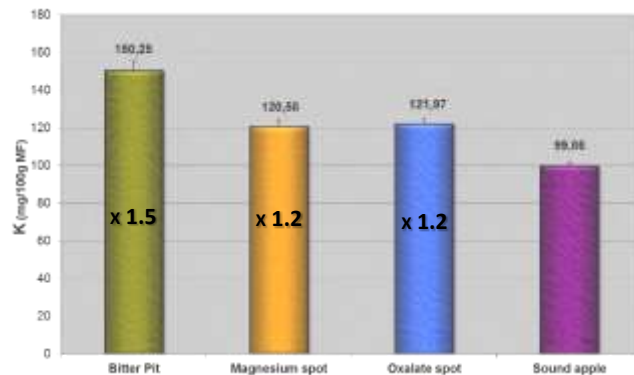
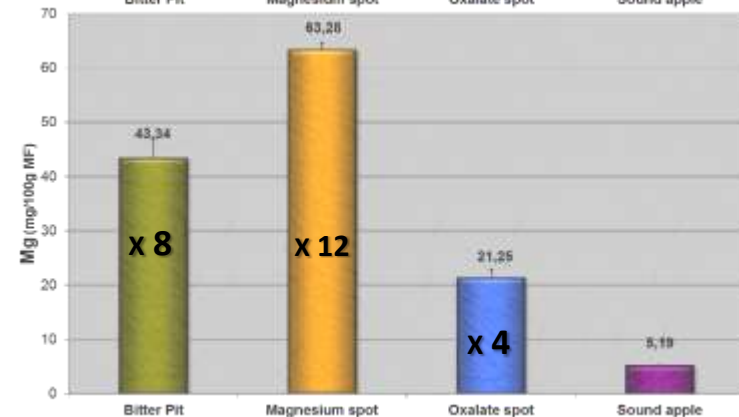
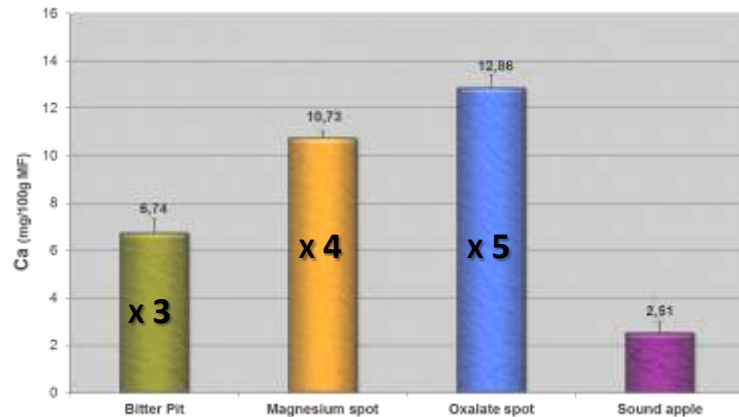
Fruit tissue	Ca	Mg	K
Sound	2.51 a	5.19 a	99.86 a
Bitter Pit (BP)	6.74 ab	43.34 c	150.25 b
Adjacent to BP	2.36 a	6.20 a	105.52 a
Mg like BP	10.73 bc	63.28 d	120.58 ab
Adjacent to Mg like BP	3.36 a	15.42 ab	116.87 ab
Oxalate like BP	12.86 c	21.25 b	121.97 ab
Adjacent to Oxalate like BP	3.53 a	5.61 a	106.82 a

Means in columns followed by the same letter do not differ ( $P \leq 0.05$ ) according to the Waller-Duncan test

# Minerals markers for distinguishing apple physiological disorders: naturally occurred or chemically induced



CSIC - Consejo Superior de Investigaciones Científicas



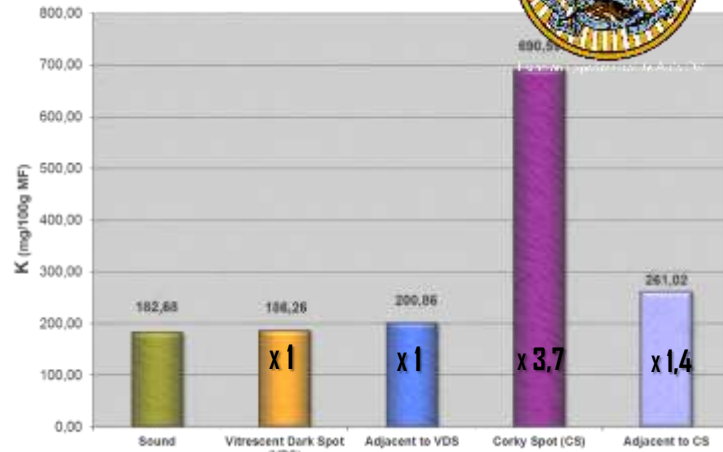
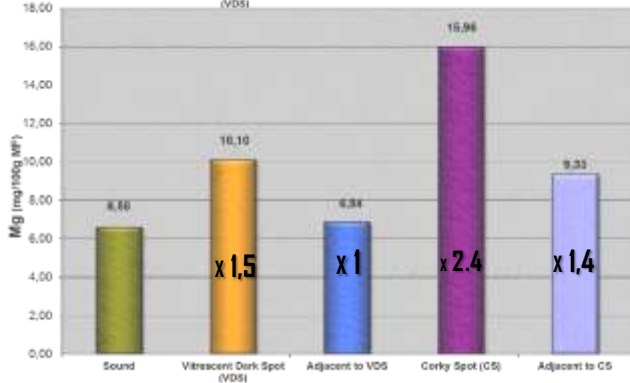
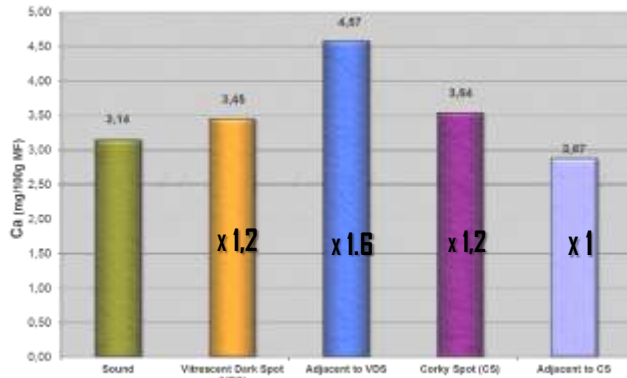


Ca, Mg y K (mg 100g<sup>-1</sup> de fresh matter) concentration of several peach tissues: *sound pulp from an intact, unaffected fruit*, Vitrescent Dark pulp affected spot, adjacent pulp to Vitrescent Dark areas, Corky Spot; adjacent pulp to Corky Spot areas

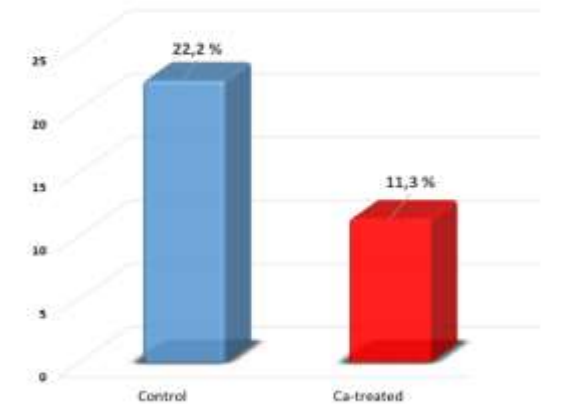
Fruit tissue	Ca	Mg	K
Sound	3.42 ab	6.77 a	188.80 a
Vitrescent Dark Spot (VDS)	3.45 ab	10.10 a	186.26 a
Adjacent to VDS	4.57 <b>b</b>	6.84 a	200.86 a
Corky Spot (CS)	3.54 ab	15.96 <b>b</b>	690.59 <b>b</b>
Adjacent to CS	2.87 a	9.33 a	261.02 a

Means in columns followed by the same letter do not differ ( $P \leq 0.05$ ) according to the Waller-Duncan test

# Minerals markers for distinguishing peach physiological disorders: all naturally occurred



% Ca-related disorders (Corky Spot) in SB-GC-76



- Visual appearance of peach fruits affected by '**vitrescente dark spot**' (VDS) and its mineral pattern composition, differentiates this disorder from other calcium related alterations in fruits and vegetables.
- Specifically, bitter pit patterns described by this very research team, resemble close to those obtained from peach tissues affected by the new disorder provisionally called '**corky spot**' (CS) of late season peach cultivars
- Success in alleviating calcium related disorders in apples by foliar sprays has not been equally effective to decrease VDS of late season peaches, so far. However, efficiency to mitigate the new CS by calcium fertilization strategies has been demonstrated.
- This new CS disorder has becoming a serious problem in recent years, causing serious losses in crop production, distribution, marketing and consumer sales. Therefore, it is of great interest to continue the investigation of the causes of these physiological changes and cultural methods that can help to mitigate them.

# del laboratorio al campo











**Testigo**

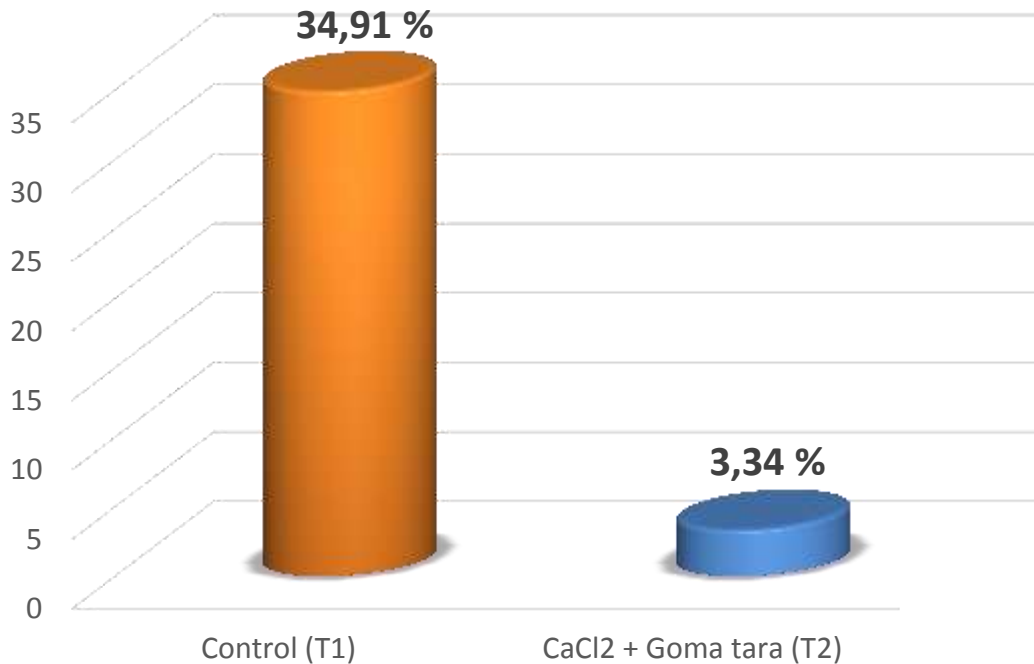


**Tratamiento**





**% fruits affected by bitter pit and lenticel blotch pit  
5 months storage after harvest  
Private company contract (50 ha)**



## Calcio para mejorar las frutas y la salud



**Optimizadas estrategias de fertilización foliar con calcio.** Grupo del CSIC Nutrición de Cultivos Frutales de la EEAD



En el campo:



**Plantaciones comerciales de manzano con mínima incidencia de BP y otras alteraciones fisiológicas.**

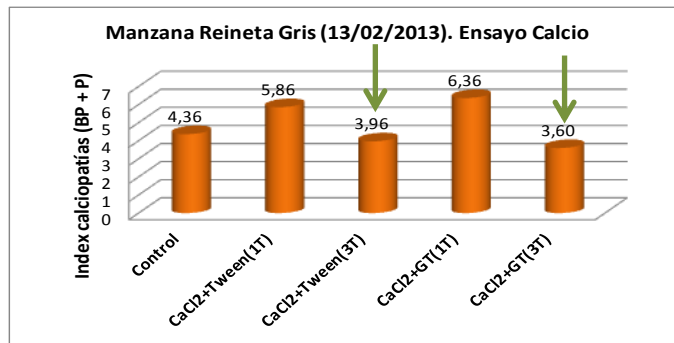


**En Melocotón tardío de Calanda se evita la aparición mancha vitrescente y corchosis.**



**Mayor firmeza** para mejorar aptitudes para el transporte a larga distancia (exportación) sin perder ni propiedades organolépticas ni textura

## ✓ Recuento de calciopatías (Index de calciopatías)



Índice de calciopatías observadas (Bitter Pit y Plara), teniendo en cuenta el grado y la superficie del fruto afectado, según la ecuación:

$$\frac{[(\text{frutos sanos} \times 0) + (\text{frutos calciop. grado } 1 \times 1) + (\text{frutos calciop. grado } 2 \times 2) + (\text{frutos calciop. de grado } 3 \times 3) + (\text{frutos calciopatías grado } 4 \times 4)]}{5}$$





### Conclusiones

- **Se consiguió aumentar el contenido de calcio en piel, obteniéndose los niveles más altos del nutriente en aquellos frutos procedentes de árboles a los que se habían realizado tres aplicaciones de calcio.**
  - *Realizar varias aplicaciones en una horquilla estrecha de tiempo para asegurar que todos los frutos han recibido el tratamiento en la fecha en la que la absorción del elemento por parte del fruto es más alta.*
- **Se redujo la incidencia de fisiopatías (Bitter pit y Plara) en aquellos frutos a los que se habían realizado tres aplicaciones de calcio.**
- **Los que únicamente habían recibido una aplicación del elemento se mantuvieron con el índice más elevado de fisiopatías.**
  - *Habría que seguir ensayando para optimizar tanto el momento de aplicación, como el número de tratamientos realizados.*



LA NOCHE EUROPEA DE LOS INVESTIGADORES, ESPAÑA  
25 de septiembre de 2015

ANDALUCÍA \* ARAGÓN \* ASTURIAS \* CANARIAS \*  
CANTABRÍA \* CASTILLA-LA MANCHA \* CASTILLA Y LEÓN \*  
CATALUNYA \* EXTREMADURA \* MADRID \* MURCIA



# Proteínas, alergias y calcio en las frutas

**Jesús Val**

Departamento de Nutrición Vegetal  
Estación Experimental de Aula Dei - CSIC  
e-mail: [jesus.val@csic.es](mailto:jesus.val@csic.es)



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



**CSIC**  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



# Alergia a frutas y verduras

## ALÉRGENOS

Los alérgenos más importantes son las proteínas siguientes:

- ▶ PR-2: Plátano, patata, tomate
- ▶ PR-3 (quitinasas): Castaña, aguacate, plátano
- ▶ PR-4 (quitinasas): Nabo, saúco
- ▶ PR-5 (taumatina): Manzana, cereza, pimienta, kiwi, uva
- ▶ PR-10 : Manzana, cereza, albaricoque, pera, apio, zanahoria, avellana patata, perejil
- ▶ PR-14 (Proteínas transportadoras de lípidos \*): Melocotón, manzana, cereza, albaricoque, ciruela, soja, espárrago, lechuga, uva y zanahoria
- ▶ Profilinas: Gran variedad de frutas y hortalizas
- ▶ Proteasas: Papaya, higo, piña, kiwi, soja, melón



## Polypeptide Pattern of Apple Tissues Affected by Calcium-related Physiopathologies

J. Val,\* M.A. Gracia, A. Blanco, E. Monge and M. Pérez

*Estación Experimental de Aula Dei, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Apartado 302, 50006, Zaragoza, Spain*

Polypeptides from the apple pulp of *Sinclair's Golden Delicious* and *White Roman* apples were resolved by 1-D denaturing sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE). According to the electropherogram, there were lower concentrations of 88, 74, 70.6 and 47.5-kDa proteins in bitter pit spots. Proteins weighing 30 and 26kDa were rare in sound pulp but frequently appeared in pits and adjacent tissue. Finally, a novel 18kDa protein was found in bitter pit spots in both varieties, and also in chemically induced corky lesions either by magnesium deficiency or ammonium sulfate cortical injection. The available data suggested that the novel protein might be an inhibitor of proteinase/bacterase, a small heat stress protein (sHSP) or a product of the Yip-10 gene family identified with Md*d17*, the main allergen of apples. To elucidate the possible sHSP nature of the 18kDa, a set of apples were heated at 40°C for 20h, developing this protein in both the oxidized tissue and in the adjacent.

**Key Words:** apple, protein, polypeptides, bitter pit, corky spots, calcium

### INTRODUCTION

Bitter pit, one of the most important physiological disorders in apple production (Mader & Avenetius 1983) seem to be related to calcium deficiency and to an imbalance of other minerals (Forganon and Watkins, 1989). According to recent studies, corky spots that develop during bitter pit have greater concentration of calcium, magnesium and potassium, greater polyphenol oxidase activity and lower concentration of all carbohydrates (Val, 2003).

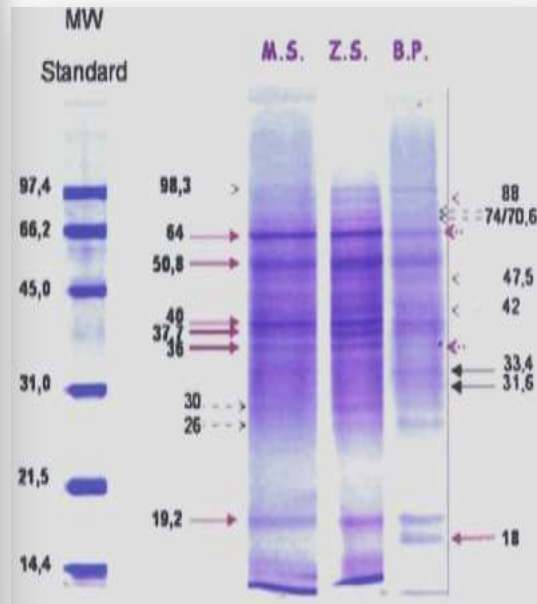
Although these processes may pose nutritional risks, there is no reliable way to predict when metabolic processes will lead to the development of bitter pit. The symptoms appear to be the result of important changes in the physiology and composition of the affected tissues, including ultrastructure (Simons and

Chu, 1980), mineral nutrients (Amar, 2001; Amar et al., 2001), organic acids (Steenkamp et al., 1993) and, most probably, protein patterns.

Buntemer and Dilley (1994) suggested a specific role for  $Ca^{2+}$  and  $Mg^{2+}$  in bitter pit development. These authors speculated that extracellular  $Mg^{2+}$  supplied by infiltration may affect the supply of  $Ca^{2+}$  in the apoplast of apple fruit influencing the ability of cells to regulate cytosolic  $Ca^{2+}$ , either by perturbation of a voltage-regulated  $Ca^{2+}$  channel or by displacing  $Ca^{2+}$  from ionic binding sites in the apoplast. This could interfere with the role of  $Ca^{2+}$  as a second messenger involving a  $Ca^{2+}$ -ATPase,  $Ca^{2+}$ /calmodulin-linked phosphorylation of an enzyme, or a regulatory protein involved in cellular homeostasis, or metabolism. They suggested that  $Mg^{2+}$  exacerbates the potential for apple fruit to initiate the chain of reactions involved in expressing this  $Ca^{2+}$ -related disorder.

The amount of protein in apples, like most fresh fruits and vegetables, is quite low, representing approximately 0.2% of their fresh weight (Wils et al., 2001). Nevertheless, fruit protein is a key component of nuclear and cytoplasmic structures (determining and maintaining cellular organization) as well as the enzymes involved in metabolism during growth, development, maturation and postharvest life.

## Descubrimos una proteína de 18 kDa en las manchas de bitter pit

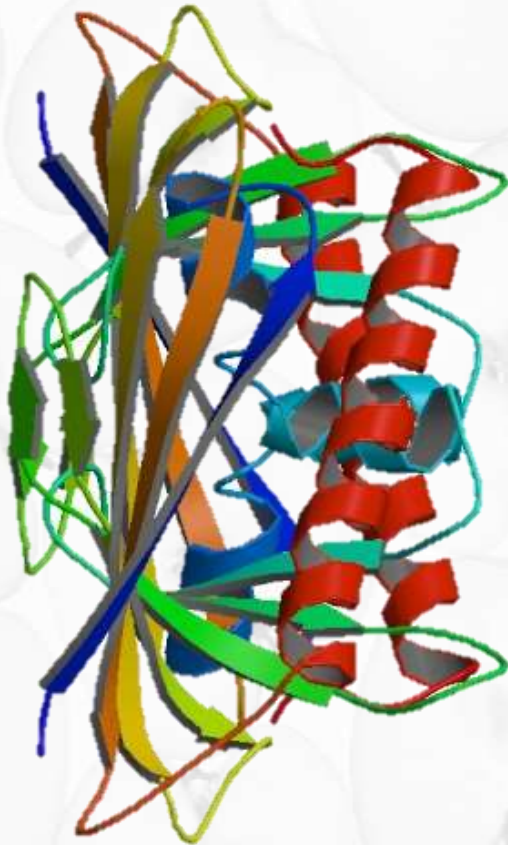


\*To whom correspondence should be sent.  
E-mail: jval@iitad.csic.es  
Received 22 July 2005; revised 26 January 2006

2006



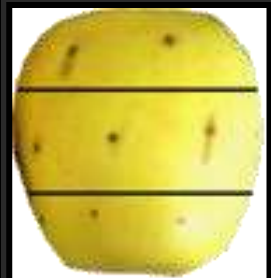
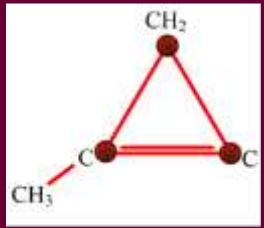
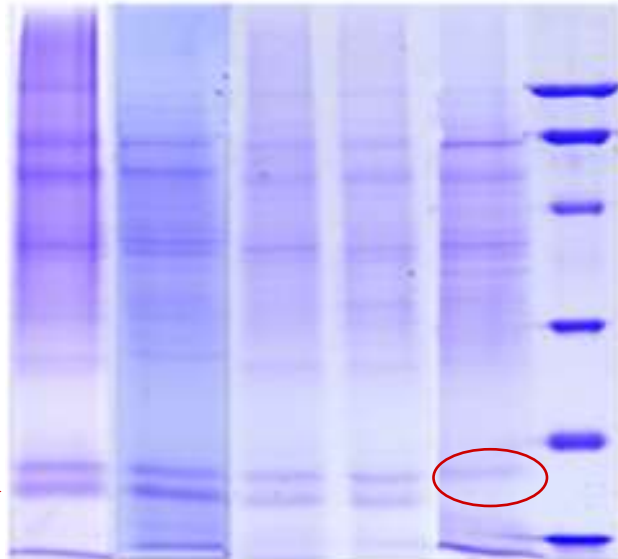
# Caracterización de la proteína de 18 kDa



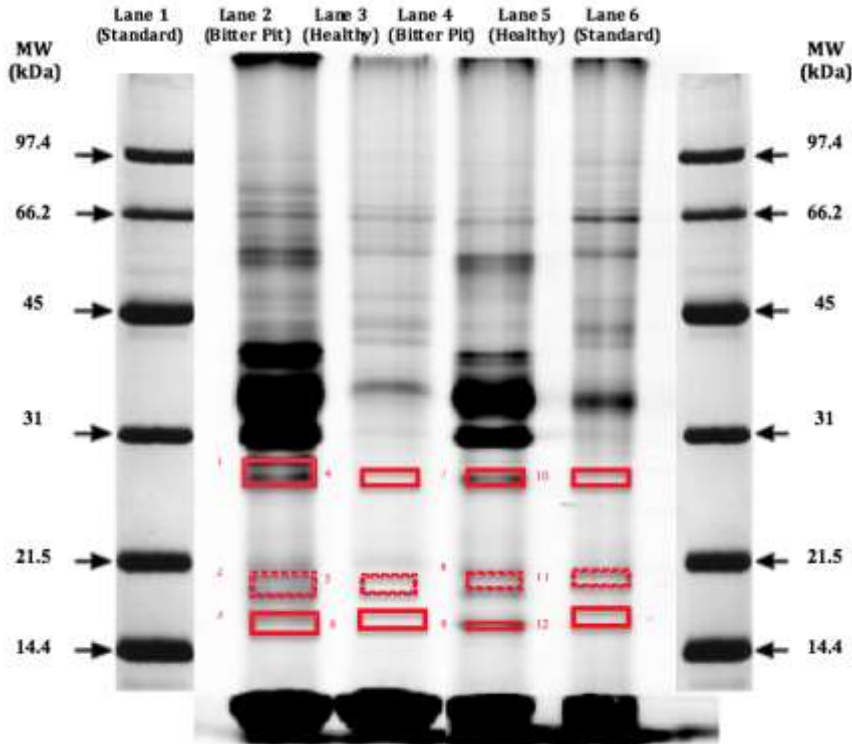
# Comparaciones

(Manchas naturales e inducidas, manzana sana)

Manchas  
MCP Oxalato b-p b-p sana patrón  
Reineta Golden Golden Golden p mol



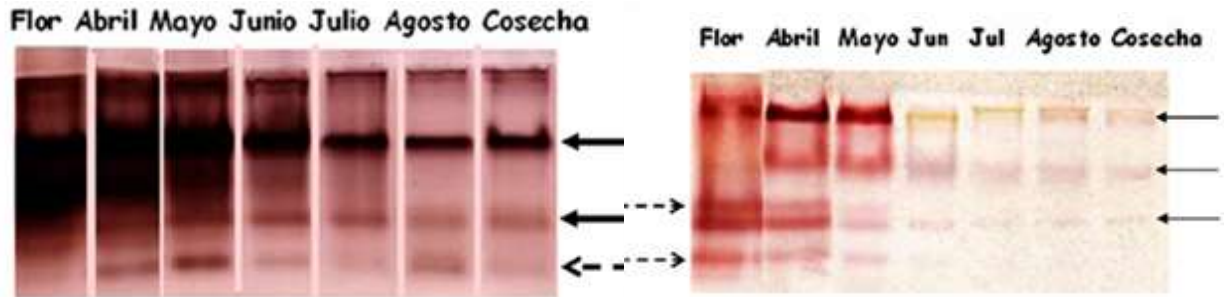
# Confirmación de alergenicidad



Analisis MALDI-TOF/TOF

Identificadas por primera vez los dos principales alérgenos de la manzana (Mal d 1 and Mal d 2) en las manchas de bitter pit

## Evolución de isoenzimas de la variedad *Reineta* (desde flor hasta cosecha)

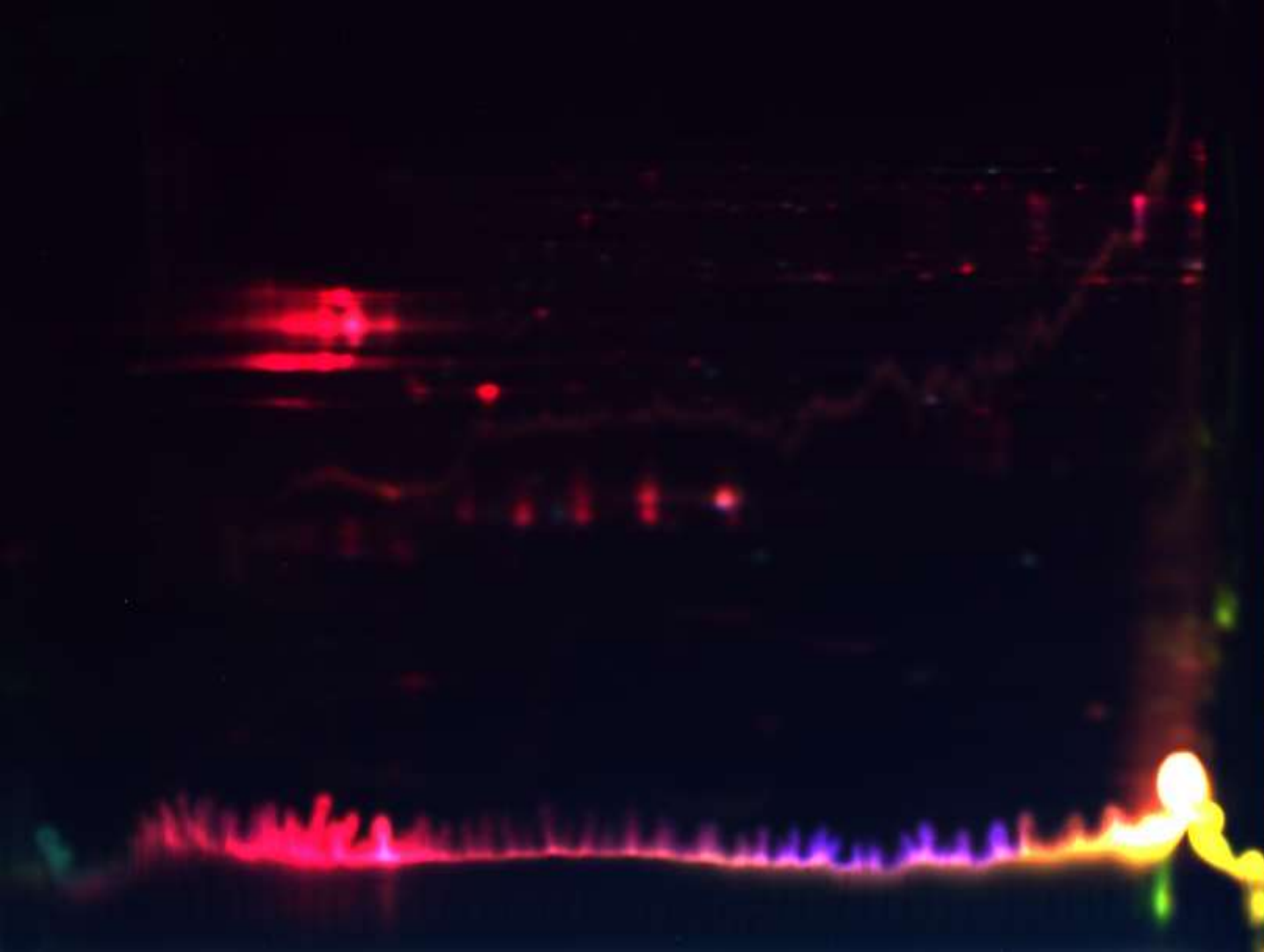


*Polífenoloxidasas*

*Peroxidasas*

Disminución de la intensidad de color conforme avanza el desarrollo del fruto.

Mayor actividad de las isoenzimas estudiadas en los estadios iniciales de la evolución del fruto.





ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

## Postharvest Biology and Technology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/postharvbio](http://www.elsevier.com/locate/postharvbio)



### Identification of bitter pit protein markers in *Malus domestica* using differential in-gel electrophoresis (DIGE) and LC–MS/MS

M. Krawitzky<sup>a,\*</sup>, I. Orera<sup>b</sup>, A.F. Lopez-Millan<sup>a</sup>, R. Oria<sup>c</sup>, J. Val<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Plant Nutrition, Estación Experimental de Aula Dei (EEAD-CSIC), Avda. Montañana 1005, 50059 Zaragoza, Spain

<sup>b</sup> Proteomics Unit, Centro Investigaciones Biomédicas Aragón (CIBA), Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud (IACS), IISAragón, ProteoRed ISCIII member, Zaragoza, Spain

<sup>c</sup> Tecnología de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza, Spain

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 9 April 2015

Received in revised form 22 August 2015

Accepted 10 September 2015

Available online xxx

##### Keywords:

Bitter pit

Apple

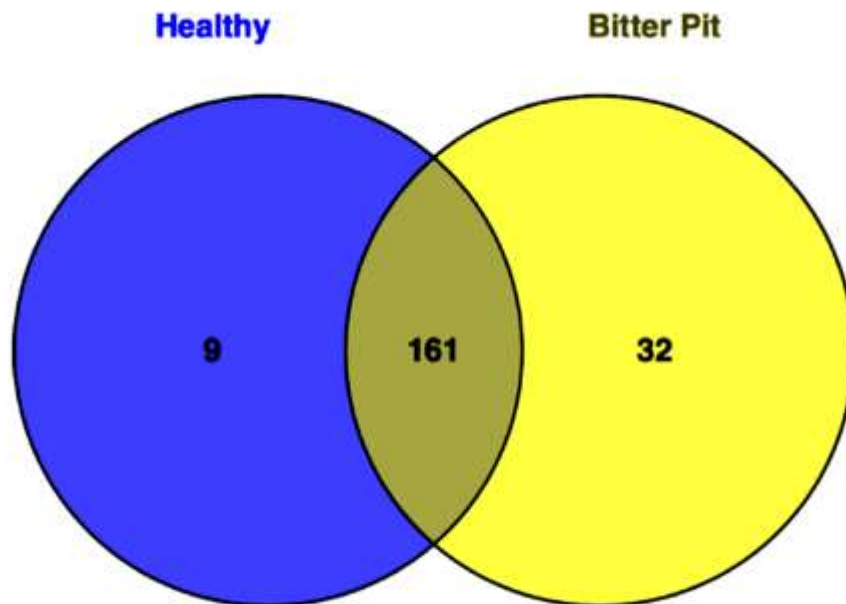
Pathogenesis-related (PR) proteins

DIGE

LTQ-Orbitrap

#### ABSTRACT

Bitter pit is a physiological disorder that occurs in apple, pear and quince and has long been associated with calcium uptake or lack thereof. In the present study, pooled biological *Malus domestica* proteins were collected from healthy and naturally occurring bitter pit fruit. Protein samples (bitter pit and healthy) were analyzed with differential in-gel electrophoresis (DIGE) and SameSpots software was used to compare gel spots by intensity. Identified spots ( $p < 0.05$ ) were spot picked and trypsin digested. Peptides were separated by liquid chromatography (LC) and submitted to LTQ-Orbitrap mass spectrometer to infer protein identification. A total of  $200 \pm 5$  protein spots were detected, 41 spots classified as having  $p < 0.05$  and were successfully identified by their peptide sequence listed in an online *M. domestica* database. Thirteen spots were identified as having  $p < 0.05$  and a minimum 2-fold change. Several pathogenesis-related (PR) proteins belonging to three PR families, PR-5 (10.3-fold), PR-8/chitinase (35.5-fold) and PR-10 (6.8-fold) were upregulated in bitter pit sampled tissues. Three proteins involved in several metabolic processes including ethylene biosynthesis (3.3-fold), glycosyltransferase reactions in metabolism (2.3-fold) and metal binding (11.1-fold) were found to be overexpressed in healthy sampled tissues. This research provides a significant advance in the knowledge of protein expression alterations occurring in bitter pit in comparison with sound tissues.



**Fig. 4.** Distribution of total bitter pit and healthy *Malus domestica* proteins identified using SameSpots software. Significant proteins ( $p < 0.05$ ) are displayed as circles and the circle overlap represents non significant proteins.



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

Alvaro Blanco, Victoria Fernández<sup>1</sup>, Jesús Val<sup>\*</sup>

Estación Experimental de Aula Dei (CSIC), Nutrición Vegetal, Avda. 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 CaCl<sub>2</sub> 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 CaCl<sub>2</sub> plus 0.05% Tween 20, Ca-propionate (120 and 250 mM Ca) plus 0.5% CMC or 250 mM CaCl<sub>2</sub> 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



**CIENCIA AVANCES EN FRUTICULTURA**

**Investigación** | Mejorar algo excelente es el reto al que se enfrenta un equipo científico multidisciplinar que está investigando cómo aumentar la calidad del melocotón de Calanda. El proyecto abarca desde su genética hasta el modo en que debe ser cultivado y comercializado

# En busca del melocotón diez

**P**ocos melocotones hay como los de Calanda. Un fruto dulce, firme y carnoso que parece casi imposible de mejorar. Pero como dice el archiconocido lema publicitario, «impossible is nothing» (nada es imposible) y el reto es, ahora, crear un fruto diez. Para ello, científicos de tres institutos de prestigio (el Centro de Investigación y Tecnología de Aragón-CITA, el CSIC, y la Universidad de Zaragoza) lideran un proyecto de investigación en el que se está tra-

bajando con el melocotón de Calanda para, entre otras cosas, conseguir piezas más carnosas, firmes y dulces; hacerlas resistentes a viajes de miles de kilómetros (incluso cuando la cadena de frío se rompa), y combatir los hongos y enfermedades que suelen atacarla. Todo cuidado y medido al detalle: desde las variedades que se cruzan para mejorar los resultados, hasta la calidad del fruto cuando está en el árbol y que debe conservar tanto si es consumido aquí como si está destina-

do a acabar en la mesa de un exclusivo cliente europeo o asiático.

Otro reto es lograr nuevas variedades tan buenas o mejores como las que ya existen que anticipen el periodo de oferta de este tipo de melocotón, que actualmente es el último que se comercializa -de mediados de septiembre hasta la primera decena de noviembre-. Así se mejorará su vida útil y su rentabilidad. Con este objetivo, también se va a intentar disminuir la caída de fruto antes de su cosecha.

El desafío no es fácil, porque el melocotón de la D.O. Calanda cumple ya con unas normas muy exigentes, y es el Gobierno de Aragón el que financia la segunda fase de este reto (hubo ya un estudio anterior que se interrumpió en 2011). De momento, y hasta junio, se van a destinar cerca de 100.000 euros, y el compromiso es que habrá financiación para otras dos anualidades.

## Trabajo flor a flor

Dentro del que se conoce como

Amarillo Tardío del Bajo Aragón hay tres clones seleccionados (Jesca, Evaisa y Calante) que son los que están reconocidos dentro de la D. O. El programa de mejora del melocotón de Calanda se inició en la primera fase de la investigación actual y depende del investigador José Manuel Alonso de la Unidad I+D de Hortofruticultura del CITA.

Alonso lleva varias temporadas cruzando estas variedades permitidas con otras de la zona que pueden ayudar a mejorar lo que existe actualmente. Esta labor es muy laboriosa y meticulosa: primero se castran las flores del árbol entero y se dejan solo los pistilos, que forman la parte reproductiva femenina de la planta. De la otra variedad a cruzar se sacan las anteras (la parte terminal de estambre de la flor) que se encargan de producir el polen y posteriormente se polinizan manualmente, flor a flor, los pistilos del árbol castrado.

Si todo va bien y no se producen

## Una investigación multidisciplinar

### ALGUNOS OBJETIVOS

Lograr un fruto de excelente calidad gustativa, más firme, con un mejor equilibrio entre los azúcares y la acidez, y un color uniforme.

Obtener variedades que sufran la mínima caída de frutos antes de la recogida y que permitan adelantar la cosecha al 20-25 de agosto.

Lo ideal sería obtener variedades con frutos de morfología similar y que maduren escalonadamente según el periodo de comercialización.

Avanzar en la forma de hacer frente a algunas fisiopatías y problemas detectados actualmente, como la mancha vitrescente.

Lograr formas de comercialización más innovadoras, como desarrollando, por ejemplo, envases inteligentes que mantengan la calidad lograda.



Semillas germinando procedentes de cruzamientos de mejora del Melocotón de Calanda. <sup>115</sup>

## A) Mejora genética

**Al detalle.** Hasta ahora se han realizado más de 9 cruzamientos diferentes entre las variedades actuales de la D.O. (Jesca, Calante y Evalsá) y otras de interés, también autóctonas. El CITA estudia, además, muchos otros aspectos, como la gestión del agua y los nutrientes en las parcelas, la carga de frutos de cada árbol (algo decisivo en términos de rentabilidad) y el modo de lograr variedades más resistentes.

El calibre de cada pieza se mide al detalle, porque debe cumplir un mínimo de calidad. <sup>115</sup>



## C) Del árbol a la mesa

**Recolección, conservación y comercialización:** La Universidad de Zaragoza trabaja en varios frentes, como los envases inteligentes y que se logre un enfriamiento rápido y controlado. Las frutas cosechadas en los meses de calor poseen una energía calorífica considerable. Si durante el período postcosecha el control de la temperatura no es el adecuado pueden producirse daños por frío, muy acentuados entre 2 y 7 grados. Combinando las bajas temperaturas con la modificación gaseosa del entorno de atmósferas protectoras se puede optimizar la conservación. Los baños y tratamientos superficiales son claves.



### La calidad actual del melocotón D. O.

**Color:** Amarillo crema o pajizo, pudiendo presentar una chapa roja. Descartadas las coloraciones verde o naranja por exceso de madurez.

**Dureza:** Se mide en Kg/0,5 cm<sup>2</sup> de resistencia a la presión, siendo > 3 Kg/0,5 cm<sup>2</sup>

**Azúcar:** Mínimo de 12 grados Brix.

**Calibre:** Circunferencia mínima de 73 mm de diámetro.

73 mm

## B) Un fruto de calidad

Cuando el melocotón está todavía en el árbol, se estudian multitud de aspectos.

**Aclareo:** Un aclareo excesivo en el fruto del melocotonero se traduce en un aumento del peso medio de cada pieza, pero también en una reducción total de la producción. Se analizará dónde está el equilibrio.



Mancha vitrescente. <sup>115</sup>

### Nuevos tratamientos foliares con calcio:

El incremento de la nutrición cálcica en el fruto puede permitir mejorar su calidad y aliviar la incidencia de calciopatías y problemas como la mancha vitrescente. Hay que encontrar la manera de aplicar el calcio y éste quede adherido a la superficie del fruto durante el mayor tiempo posible, lo que

resulta difícil si se tiene en cuenta que el producto se embolsa.

**Alergia:** El melocotón es el principal alimento inductor de alergia en adultos y mayores de 5 años en el área mediterránea. Por eso se va a estudiar su proteómica.

**Embolsado:** Se propone sustituir las bolsas de papel que se usan ahora por otras biodegradables.

A todo este trabajo que engloba selección, cuidado de las condiciones de cultivo y crecimiento y evaluación del fruto, se suma el del CSIC, vital cuando el fruto está creciendo en la rama. En este caso, hay un elemento esencial para la vida y, por ende, para la calidad del melocotón: el calcio.

#### El calcio, fundamental

«El calcio es esencial para las plantas, porque las células vegetales poseen pared celular y necesita el calcio para ser rígidas. Además, este actúa como cementante y da firmeza al fruto», explica Jesús Val, director de la Estación Experimental del Aula Dei (CSIC). «Pero en el empeño de hacer frutos más grandes y bonitos se fuerza a la naturaleza y se pierden otras cualidades. No solo esto, sino que el fruto tiene poco calcio y puede sufrir alteraciones fisiológicas que causan manchas y otros problemas» enfatiza.

De hecho, ahí está la mancha virescente, uno de los problemas que más devalúa el producto. Por eso, parte de su trabajo será el de probar estrategias de última generación con aplicaciones foliares de calcio a la piel de los melocotones que permitan que la solución quede adherida aunque haya humedad. Cuando se aplica este calcio y cómo se aplica (hay que recordar que el fruto se embolsa) es decisivo. Con esto, tal vez este tipo de manchas puedan controlarse y, además, se logrará un fruto más firme.

#### Envases inteligentes

No obstante, todos estos avances

caerían en saco roto si no se actualiza también sobre la tecnología post cosecha. Desde el grupo de investigación de la Universidad de Zaragoza en Tecnología de los Alimentos tratan de encontrar las mejores soluciones para la conservación del fruto y su transporte una vez recolectado. «Hay que mantener la calidad lograda en el campo hasta la mesa, aunque para ello tengamos que simular viajes en avión de varias horas o posibles eventualidades porque se pierda, por ejemplo, la cadena de frío», explican Rosa Oria y María Eugenia Venturini.

No solo hay que elegir medios y utensilios de recolección adecuados, sino aplicar sistemas de prerrefrigeración que consigan que el fruto no se estropee. De hecho, si durante el periodo post cosecha el control de la temperatura no es el adecuado pueden producirse daños por frío, y algo como que el melocotón esté a entre 2 y 7 grados puede ser muy dañino para él. También se van a probar baños y cepillados que combatan los mohos que suelen proliferar debido a que el melocotón es rico en agua y azúcares; y se van a cobsignar atmósferas óptimas para que los frutos 'viajen' protegidos. Para esto, resultará decisivo que se diseñen envases inteligentes y que estos se prueben simulando retrasos en el transporte, cambios de temperatura, etc. Por supuesto, un equipo de catadores entrenados evaluarán el aroma o el sabor de cada una de estas pequeñas obras de arte en las que sus talentos están invirtiendo su esfuerzo.

LARA COTERA



Ida a dcha: Rosa Oria (UZ), Jesús Val (CSIC), J. Manuel Alonso (CITA) y Eugenia Venturini (UZ). A. SUAREZ

## La ciencia, al servicio de un fruto aragonés protegido en todo el mundo

Aragón es la segunda comunidad con más melocotoneros. El reto sigue siendo diferenciar al de Calanda de imitaciones e incrementar su beneficio

ZARAGOZA. La Ciencia se pone al servicio de un producto que es en sí mismo un fenómeno cultural, histórico y social. Científicos del CITA, el CSIC y la Universidad de Zaragoza suman esfuerzos para retomar este proyecto y lograr lo mejor de lo mejor, por-

que se parte ya de que el melocotón de Calanda es, de por sí, excelente.

Por delante, muchos retos de consumo, de prestigio y económicos. Aragón es la segunda comunidad con más superficie de melocotonero (18.159 ha), por detrás de Cataluña. Un 11,3% de todo este campo (2.049 ha) se cultiva en Teruel y, un amplio porcentaje está destinado a comercializarse como Melocotón de Calanda, la única D.O. protegida de esta fruta en España.

Su producción data de la Edad Media, y desde 1965 se embolsa

el fruto. El mercado español es el principal destino (95%), pero se está intentando abrir nuevos horizontes, como el alemán o el suizo.

La D.O., además, necesita ser competitiva frente a otras zonas limítrofes que también están empezando a producir melocotón embolsado, incluso con los clones permitidos por la Denominación, aprovechándose de la marca. Por eso, es un plus conseguir un material vegetal específico para la D.O. que mejore la ya sobresaliente calidad actual.

L. C.

