

APLICACIONES DEL CALCIO EN CITRICULTURA

□ A.M.M. Duarte (*) y J.L. Guardiola

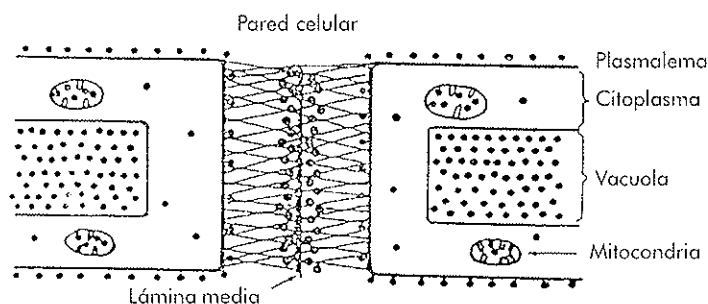
EL CALCIO COMO NUTRIENTE

La esencialidad del calcio para las plantas se estableció de modo inequívoco hace más de cien años, incluyéndose ya como componente en las primeras soluciones nutritivas que se desarrollaron. La presencia de calcio en la solución nutritiva se demostró necesaria para el crecimiento de la raíz, que en su ausencia se detiene en el plazo de unas pocas horas. También el crecimiento del tubo polínico depende de la presencia de calcio en el medio de cultivo, y es orientado quimiotrópicamente por los gradientes de calcio en el medio.

Estudios posteriores confirmaron de modo inequívoco la función del calcio en el alargamiento celular, al mismo tiempo que pusieron de manifiesto las características singulares de la distribución del calcio en los tejidos vegetales, que no se asemeja a la de ningún otro elemento mineral esencial. La concentración de calcio soluble en el citosol, compartimento celular en el que tiene lugar buena parte de los procesos metabólicos, es muy baja, del orden de 1 micromolar. La mayor parte del calcio se acumula en vacuola y mitocondrias, así como en las paredes celulares. En éstas, el calcio se concentra particularmente en la superficie de contacto con la membrana plasmática y en la lámina media, regiones en las que desempeña funciones estructurales esenciales.

En la lámina media, el calcio se encuentra unido al complejo de proteínas y pectinas, al que confiere resistencia frente al ataque por

Diagrama esquemático de la distribución de calcio en las células. La concentración en el citosol es muy baja, acumulándose en vacuolas, mitocondrias y la pared celular. En ésta, la concentración es muy elevada en la lámina media y en la región en contacto con la membrana celular. Según Marschner, tomado de Guardiola y Garcia-Luis (1990).



poligalacturonasas, enzimas responsables de su hidrólisis. Niveles bajos de calcio en esta región reducen su resistencia a la degradación enzimática, y un síntoma característico de la deficiencia en calcio en algunos tejidos es la desorganización de las paredes celulares y el colapso de los tejidos afectados.

Por otro lado, el calcio situado en la parte más interna de las paredes celulares en contacto con el plasmalema estabiliza las membranas celulares, disminuyendo su permeabilidad, impidiendo la difusión de los componentes citoplasmáticos y regulando la selectividad de la absorción iónica. Como resultado, la acumulación de iones por las células es estimulada por el calcio extracelular, si bien este ión a concentraciones elevadas es capaz de antagonizar la absorción de otros cationes.

CALCIO Y TOLERANCIA A SITUACIONES ADVERSAS

Desde el punto de vista de la nutrición mineral, las necesidades en calcio de las plantas son relativamente moderadas, y cuando las plantas se cultivan en soluciones diluidas y correctamente equilibradas basta mantener el calcio en la solución en el rango de concentraciones 10-100 μ molar para asegurar el crecimiento máximo para la mayor parte de las especies.

Sin embargo, además de las funciones en la nutrición de las plantas, el calcio está implicado en la tolerancia de las raíces a las variaciones de composición del medio, protegiendo a las plantas (raíces) frente a los efectos adversos del exceso de acidez -pH's excesivamente bajos-, iones tóxicos, salinidad y desequilibrios iónicos. Estos efectos son

□ Departamento de Biología Vegetal. Universidad Politécnica de Valencia.

(*) A.M.M. Duarte es docente de la Universidad de Algarve (Portugal) y becario de JNICT (Portugal).

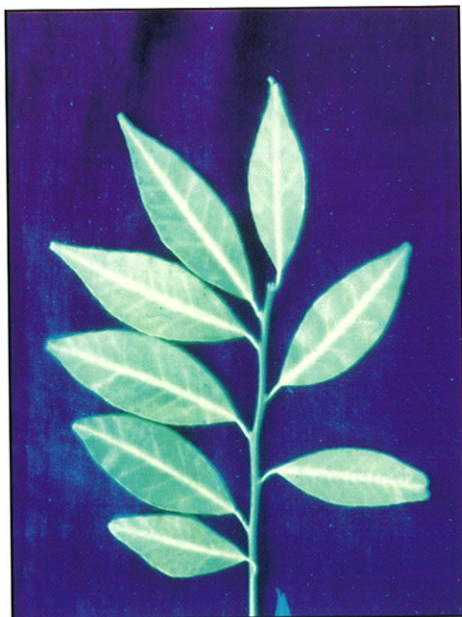


FOTO 1



FOTO 3

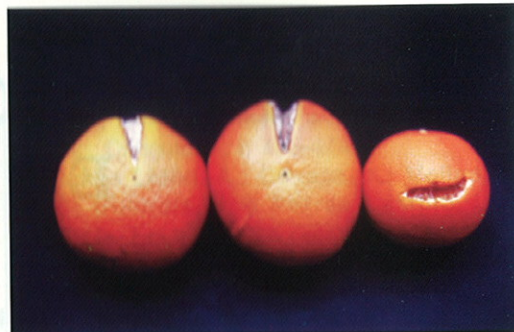


FOTO 4

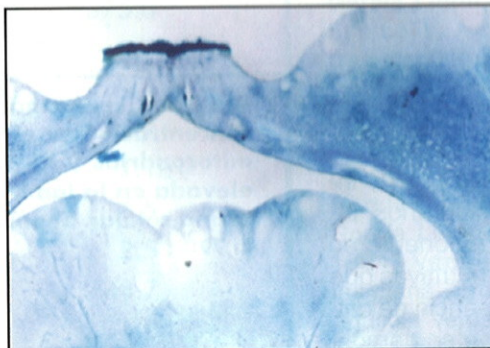


FOTO 5



FOTO 2



FOTO 6



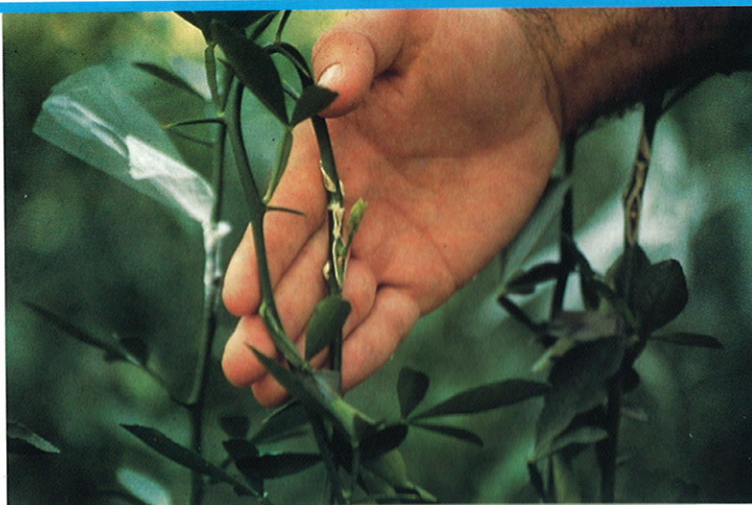
FOTO 7



VIVEROS SEVILLA

CARRETERA SEVILLA - TOCINA KM. 20
Teléfonos (95) 479 62 00 - 479 63 35
Fax (95) 479 64 76
41310 - BRENES (Sevilla)

PLANTONES DE CITRICOS CULTIVADOS EN BOLSA



Transplante garantizado en cualquier época del año.

La más alta tecnología en producción de plantones mediante el sistema "BOLSA-SEVILLA".

Solo hacemos **calidad**

CENTRAL

Apdo. de Correos,5
Ctra. Sevilla - Tocina, Km. 20
Tels. (95) 479 62 00 - 479 63 35
Fax (95) 479 64 76
41310 BRENES (Sevilla)

VIVERO ESPECIALMENTE
AUTORIZADO PARA LA
PRODUCCION DE PLANTONES
DE CITRICOS TOLERANTES
A LA "TRISTEZA"
V.A-5

DELEGACION

Ctra. de Gandía, km. 19
Teléfono (96) 241 04 42
46600 ALCIRA (Valencia)

Foto 1.- Síntomas característicos de la deficiencia en calcio en hojas. Los síntomas no son específicos de esta deficiencia y pueden ser provocados también por lesiones en el sistema radical o por encharcamiento.

Foto 2.- Picado del mandarino «Fortune». Esta alteración es inducida por bajas temperaturas (daños por *chilling*) en interacción con otros factores.

Fotos 3 y 4.- Diversos tipos de rajado en el mandarino híbrido «Nova». Rajado que se inicia en la región estilar, asociado normalmente al crecimiento del navel. Fotografía tomada el mes de Agosto.

Rajado que se inicia en la región ecuatorial, normalmente de desarrollo más tardío. Fotografía tomada el mes de Noviembre.

Foto 5.- Proliferación del navel después de la abscisión del estilo en el extremo apical del eje floral del mandarino híbrido «Nova». Este comportamiento está relacionado con la incidencia del rajado. Tomado de Garcia-Luis et al., 1994.

Fotos 6 y 7.- Plantación de Navelate sobre mandarino Cleopatra regada con agua de un elevado contenido salino (5400 μmhos). La utilización del riego localizado y el elevado contenido en caliza del suelo permite el desarrollo vigoroso del árbol; los síntomas en las hojas se limitan a una clorosis apical o marginal, que en ocasiones es seguida por un necrosamiento.

tan marcados que no resulta sorprendente que el efecto beneficioso del encalado de los suelos excesivamente ácidos en el crecimiento de las plantas fuera conocido, y aplicado, antes de que lo fuera el carácter esencial del calcio en las plantas, y aún Plinio cita la práctica de la aplicación de yeso en algunos suelos.

Las concentraciones de calcio en el medio necesarias para proteger las raíces frente a las situaciones adversas son marcadamente más elevadas que las necesarias para la nutrición en calcio de las mismas plantas. Por ello, en las situaciones normales que se dan en la mayor parte de los suelos, se precisan concentraciones notablemente más elevadas de calcio en la solución del suelo, entre 1 y 5 milimolar, valores notablemente más elevados que los necesarios para asegurar la nutrición de la planta en solución nutritiva. Cuando la concentración de calcio cae por debajo de estos niveles, o este catión representa menos del 75% del total de la capacidad de cambio de los suelos, es necesaria su aplicación al suelo.

Algunos fertilizantes, como el nitrato de cal, el nitrato amónico cálcico, los superfosfatos y la escorias Thomas, hacen un aporte significativo de calcio a los suelos, y su aplicación debe considerarse cuando aquellos son pobres en calcio. En casos más extremos, en los que el contenido en calcio del suelo es muy bajo, esta aportación es insuficiente y hay que recurrir a enmiendas apropiadas. En suelos ácidos se utiliza la caliza triturada o la cal, bien viva o apagada, sustancias que aumentan el pH del suelo. En suelos de pH próximo a 7 debe utilizarse el yeso (sulfato cálcico), enmienda que tiene un ligero efecto acidificante. En estos suelos, la aplicación de caliza resultaría en un aumento excesivo del pH, circunstancia que, entre otros efectos, provoca la incidencia de la clorosis férrica.

DISTRIBUCIÓN DEL CALCIO EN LA PLANTA

El desarrollo de las plantas en medios con concentraciones elevadas de calcio, del orden de las descritas

anteriormente, resulta en la absorción de este elemento en exceso respecto a las necesidades nutritivas. El calcio absorbido por las raíces es transportado en la corriente transpiratoria y depositado fundamentalmente en las hojas, donde el contenido en este elemento aumenta gradualmente con la edad. Gran parte del calcio se acumula en las vacuolas y, de este modo, es inactivo desde el punto de vista metabólico. El calcio acumulado en las vacuolas puede estar en forma soluble neutralizado por aniones orgánicos (por ejemplo, malato) o inorgánicos (nitratos), o bien precipitado en forma de oxalato y/o fosfato.

La acumulación de calcio en las hojas por encima de las necesidades nutritivas de la planta no implica necesariamente que los órganos de baja transpiración y que reciben los nutrientes básicamente por el floema, como son frutos, hojas en desarrollo y tubérculos, reciban una cantidad adicional de este elemento. Existen una serie de mecanismos de regulación que mantienen la concentración de calcio en el floema a niveles bajos, y cuando el crecimiento de los órganos descritos es rápido, la concentración de calcio en los mismos puede caer por debajo del nivel crítico necesario para mantener la integridad celular. Ello provoca el desarrollo de lesiones atribuidas a una insuficiencia en calcio, como son la quemadura apical (*tip-burn*) de la lechuga, el corazón negro (*blackheart*) del apio, la podredumbre estilar (*blossom end rot*) del tomate, o los nódulos amargos (*bitter pit*) de la manzana, lesiones que en ocasiones coexisten con niveles elevados de calcio en las hojas adultas.

La existencia de un mecanismo de inactivación metabólica explica el rango, relativamente amplio, para el contenido en calcio de las hojas compatible con un desarrollo óptimo. En los cítricos el crecimiento óptimo se da para concentraciones de este elemento para hojas adultas entre 1.7 y 7.0 % cuando se expresa sobre la materia seca de estos órganos. Por otro lado, la existencia de mecanismos que reducen la acumulación y, por tanto, el transporte de

calcio en el floema, explica la correlación, relativamente pobre en muchos casos, entre el contenido en calcio de las hojas de un lado y de los frutos, otros tejidos parenquimáticos de reserva y aún las hojas jóvenes de otro. Estos órganos y tejidos pueden presentar síntomas asociados normalmente a la deficiencia en calcio, mientras el contenido en calcio de las hojas está dentro del rango considerado normal.

DEFICIENCIA DE CALCIO EN CÍTRICOS

La deficiencia en calcio de los cítricos es relativamente poco frecuente, y sólo se encuentra ocasionalmente en suelos ácidos y pobres en calcio. Más frecuente se encuentran situaciones en que los árboles responden a las aplicaciones de enmiendas cálcicas debido al efecto protector de niveles elevados de calcio frente a condiciones adversas o subóptimas del medio, respuestas que no implican la existencia de una deficiencia nutricional en este elemento mineral pero que deben ser consideradas en los programas de fertilización. Las respuestas observadas a las aplicaciones de yeso en la mayor parte de nuestros suelos citrícolas pobres en calcio, y a las aplicaciones de caliza en los suelos ácidos de Brasil y Florida, están comprendidas en este grupo.

La sintomatología típica de la deficiencia observada en suelos ácidos de poco contenido en calcio y también en árboles cultivados en soluciones nutritivas desprovistas de calcio, es como sigue:

El crecimiento se reduce, con brotes cortos y poco vigorosos, en las que las ramillas mueren frecuentemente y la defoliación es intensa. El sistema radical presenta un desarrollo deficiente, particularmente de la barbada. Las hojas presentan una clorosis nerval que puede limitarse al nervio central o afectar a las venas mayores. Esta clorosis, aunque característica, no es específica de la deficiencia en calcio, y puede ser provo-

cada por cualquier tipo de lesión del sistema radical, de origen mecánico o biológico, y aún por el encharcamiento (Ver foto 1, en pág. 118). En fases más avanzadas de la deficiencia se produce clorosis marginal. En condiciones de contenido elevado de potasio y/o sodio en el medio se producen manchas necróticas o necrosis marginal provocadas por un aumento en la absorción de estos elementos.

La floración es abundante, pero la cosecha es reducida debido a la caída de numerosos frutitos en desarrollo. No hay un efecto específico de la deficiencia en calcio en el tamaño del fruto, que puede verse aumentado o reducido en función de la proporción en que se encuentran los restantes cationes en el medio. La calidad del fruto puede verse afectada de modo adverso, con las vesículas del zumo colapsadas o gelatinizadas.

El diagnóstico de la deficiencia en calcio no presenta dificultades utilizando el análisis foliar. Cuando las hojas adultas presentan contenidos en calcio inferiores al 2% debe sospecharse una deficiencia en este elemento, y deben realizarse las correcciones oportunas para aumentar el contenido de las hojas por encima del 3%. Normalmente, en los casos de deficiencia en calcio, los valores para el contenido en potasio y/o magnesio son superiores a los normales.

Si bien se ha señalado la efectividad de las aplicaciones foliares de sales de calcio (nitrato o acetato), así como de cal apagada, para incorporar calcio a las hojas y los frutos, las aplicaciones mediante pulverización deben reservarse para la incorporación específica de este elemento a los órganos de baja transpiración. En general, la corrección de la deficiencia mediante aplicaciones al suelo es el método más adecuado y aún imprescindible cuando de proteger las raíces de circunstancias adversas se trata. La aplicación de yeso o de caliza, de acuerdo con las condiciones del medio, provoca normalmente una respuesta inmediata y una recuperación rápida de las plantas deficientes. Este

tipo de enmienda no es tan eficaz cuando se utiliza el riego localizado, circunstancia en que debe recurrirse a la aplicación de fertilizantes con calcio por el sistema de riego. Por la elevada sensibilidad de la mayor parte de los cítricos a los iones Cl^- debe utilizarse para ello el nitrato de calcio a pesar de su precio más elevado.

EFFECTOS DEL CALCIO EN EL DESARROLLO DE LOS AGRIOS

Aunque la deficiencia de calcio no es frecuente en los agrios, hay diversos procesos del desarrollo del fruto que pueden ser modificados mediante la pulverización con sales de calcio aun en ocasiones en que el contenido de este elemento en las hojas se encuentra dentro de los límites de normalidad comúnmente aceptados. Además, en determinadas condiciones ecológicas niveles elevados de calcio mejoran el desarrollo de la planta y la producción.

Aunque algunas de sus aplicaciones están todavía en fase de desarrollo, se resumen a continuación los conocimientos actuales sobre el efecto del calcio en el desarrollo de algunas alteraciones del fruto, la abscisión, la tolerancia a la salinidad y a los excesos de micronutrientes, y el rajado.

El calcio y las alteraciones del fruto

El calcio afecta diversos procesos asociados con la senescencia de los órganos y la maduración de los frutos. En diversos sistemas se ha demostrado un efecto significativo del calcio en el retraso de la degradación de clorofila, tanto en hojas (Poovaiah y Leopold, 1973) como en frutos (Ben-Ari et al. 1995), la inhibición de la abscisión, y la prevención de los daños por frío (chilling injury) en algunos frutos (Wang, 1993). Algunos de estos efectos del calcio se han caracterizado en los cítricos. (Ver foto 2, en pág. 118).

El estudio de los efectos del calcio en la prevención de los daños

por frío (chilling injury) en los frutos cítricos no permite establecer una relación consistente entre el contenido en calcio de los tejidos del fruto y el desarrollo de la alteración durante el almacenamiento frigorífico del fruto. Slutzky et al. (1981) indican que existe una correlación inversa entre el contenido en calcio del fruto y el desarrollo del picado durante el almacenamiento de fruto de lima, pero al mismo tiempo encuentran que después del almacenamiento los frutos con *pitting* tienen mayor contenido en calcio en el zumo y la corteza que los frutos que no desarrollan la alteración. Por el contrario, no ha podido establecerse una relación entre el contenido en calcio del fruto de pomelo y la sensibilidad al almacenamiento frigorífico (Slutzky et al. 1981; Purvis, 1985).

También son contradictorios los resultados obtenidos en los estudios sobre la prevención del desarrollo del picado del fruto en el campo en la mandarina Fortune, alteración que se considera relacionada con los daños por frío (ver foto nº 2, en pág. 118). Jackson et al (1992) estudiaron el efecto de la aplicación de ácido giberélico (10 mg/l) y de nitrato cálcico (2%) al cambio de color del fruto, en la pigmentación y el desarrollo del picado. Ambas sustancias, aplicadas por separado o conjuntamente, retrasaron la pigmentación; por otro lado, las aplicaciones de calcio redujeron el porcentaje de frutos picados a mediados de Enero, mientras el ácido giberélico no afectó el desarrollo de esta alteración, concluyendo estos autores que el efecto de sus aplicaciones en el picado es provocado por el calcio y no guarda relación con el retraso de la pigmentación. Experimentos similares realizados por Duarte y Guardiola (1993) confirmaron que las aplicaciones de ácido giberélico son inefectivas para reducir la incidencia del picado en el campo, pero no confirmaron el efecto del calcio en la prevención de esta alteración y, en el momento de la recolección (finales de Marzo), el porcentaje de fruto picado fue similar en los frutos que recibieron calcio y en los controles. En este experimento se

observó asimismo que el retraso en la pigmentación provocó un retraso en el desarrollo del picado, si bien no modificó el número final de frutos afectados, lo que podría explicar las diferencias comentadas en los resultados experimentales.

En los experimentos de estos autores (Duarte y Guardiola, 1993), las aplicaciones de calcio durante la pigmentación del fruto tampoco mejoraron el comportamiento de la mandarina Nova durante la conservación frigorífica. Por el contrario, la aplicación de ácido giberélico redujo el desarrollo del *pitting* durante la conservación frigorífica de esta variedad.

El calcio aumenta la compactación de la corteza, y las aplicaciones foliar de carbonato cálcico se utilizan en Japón para evitar el bufo de la mandarina Satsuma (Kawase et al. 1981). Aunque menos efectivo al respecto que las aplicaciones de ácido giberélico, no provoca el marcado retraso en la pigmentación que causa esta hormona y que limita su utilización.

Calcio y abscisión

La aplicación de etephon al cambio de color del fruto acelera la pigmentación de la corteza y permite adelantar la recolección (Iwahori et al. 1977). Estas aplicaciones podrían ser de interés en nuestro país, ya que permitirían mejorar la pigmentación de las variedades más precoces y, de este modo, anticipar la recolección o mejorar la comercialización del fruto, ya que hace innecesario un tratamiento prolongado con etileno después de la recolección. (Pons et al., 1992).

Un efecto indeseable de estas aplicaciones es la defoliación intensa que provoca en ocasiones, lo que constituye una limitación muy importante para su uso. La aplicación conjunta de sales de calcio junto con el etephon reduce la defoliación provocada por esta sustancia, si bien el calcio reduce también el efecto del etephon en la pigmentación del fruto (Iwahori y Oohata, 1980). Los mejo-

res resultados se obtienen mediante la aplicación de acetato cálcico, aunque el nitrato cálcico también es efectivo.

Calcio y rajado del fruto

El rajado o agrietado del fruto, alteración frecuente en algunas variedades de cereza, melón y tomate, es provocada por la presión que ejercen sobre la piel o corteza los tejidos internos del fruto cuando se expanden rápidamente. Esta alteración afecta con intensidad variable a diversos cultivares de cítricos, en especial a las mandarinas híbridas Murcott, Ellendale, Niva y Nova (Monselise et al. 1986; Ruiz y Primo-Millo, 1989; Rabe et al. 1990; Goren et al., 1992; Goldschmidt et al, 1992) y a diversas variedades del grupo Navel (Erickson, 1968; Lima et al., 1980; De Cicco et al. 1988; Monselise et al. 1986). En algunos de los híbridos de mandarino citados la alteración puede llegar a afectar hasta el 40% del total de los frutos del árbol.

Aunque el rajado es debido en última instancia a la incapacidad de la corteza para crecer a una velocidad suficiente para contener a los tejidos internos del fruto, lo que determina el desarrollo de tensiones excesivas en la corteza que llegan a provocar su agrietamiento en las regiones de máxima tensión y/o mínima resistencia mecánica, la causa de esta alteración no ha sido establecida y aun parece que puede ser provocado por factores diversos. (Ver fotos 3 y 4, en pág. 118).

En los agrios es frecuente que el rajado se inicie por la región estilar del fruto, y en este caso hay una relación evidente entre el tamaño de la apertura estilar y el desarrollo del navel y la incidencia de la alteración (Lima y Davies, 1984; García-Luis et al., 1994) (ver foto 5 en pág. 118). Además, se ha establecido que en las variedades de cítricos que presentan este tipo de rajado la actividad meristemática en el extremo apical del eje del fruto persiste hasta varias semanas después de la floración, lo

que conduce a la formación de un navel muy aparente (García-Luis et al. 1995), si bien esta circunstancia no provoca el rajado en todas las variedades. En otros casos, el rajado se inicia en la región ecuatorial del fruto, progresando gradualmente hacia los extremos del mismo. Este segundo tipo de rajado está relacionado a menudo con el desarrollo de la clareta (creasing), alteración que provoca una reducción de la resistencia mecánica de la corteza (Goren, comunicación personal). En la variedad Nova, en que ambos tipos de rajado coexisten en proporción variable, el rajado estilar se inicia en una fase relativamente temprana del desarrollo del fruto, alcanzando el máximo durante los meses de Septiembre y Octubre en España; el rajado por la región ecuatorial se presenta normalmente durante los meses de Noviembre y Diciembre.

Se ha demostrado por otro lado la influencia de factores climáticos en la incidencia del rajado. Esta relación es evidente en la cereza, en que el rajado es provocado por un período de lluvias antes de la recolección y en la que puede ser inducido experimentalmente por medio de una lluvia artificial o sumergiendo los frutos en agua. Una relación tan directa con un parámetro ambiental no se ha demostrado en los cítricos, pero las marcadas diferencias en la incidencia de la alteración de un año a otro (De Cicco et al., 1988; García-Luis et al., 1994; Almela et al., 1994) sugiere la influencia de un factor climático o nutricional en su desarrollo.

La aplicación de sales de calcio durante el desarrollo del fruto se ha ensayado con éxito variable para la reducción del rajado, tanto en cítricos como en otras especies. Así, en cerezas, especie en que el rajado es provocado por el aumento de la turgencia del fruto causado por la lluvia, las pulverizaciones de sales de calcio reducen en ocasiones el porcentaje de frutos rajados en un 75% (Meheriuk et al. 1991), mientras en otros casos se ha señalado que son inefectivas (Looney, 1985). La misma variabilidad se ha encontrado en los

Las aplicaciones foliares de calcio no siempre son efectivas para reducir el rajado del fruto.

Los datos, expresados como porcentaje de frutos rajados, corresponden a tres parcelas de elevado contenido en caliza, en que los árboles se pulverizaron con una solución de nitrato cálcico (2%) dos veces, en Junio y Julio (Experimento Castellón 1992) o en Julio y Agosto (Experimentos Castellón 1991 y Valencia 1993).

Tratamiento	Castellón 1991	Castellón 1992	Valencia 1993
Testigo (sin tratar)	13,9	12,6	6,1
Tratado con calcio	13,3	12,9	5,8
Error estándar	1,0	0,8	0,5
Significación	N.S.	N.S.	N.S.

cítricos, en los que algunos autores han encontrado que las aplicaciones de nitrato cálcico reducen marcadamente la incidencia del rajado (Monselise y Costo, 1985; Monselise et al., 1986; Almela et al., 1990, 1992), mientras en otros casos los resultados han sido erráticos (Almela et al., 1994) o aun nulos (García-Luis et al., 1994; Duarte y Guardiola, 1995).

La razón de estas diferencias en la respuesta no se ha determinado, y si bien podría residir en las diferencias en el estado nutricional en calcio, y probablemente otros elementos minerales, de los árboles, no se ha determinado las condiciones en que las aplicaciones son efectivas ni el porcentaje de huertos en que se observa una respuesta significativa. No es posible realizar con los datos disponibles una valoración del beneficio potencial que se obtendría de la generalización de estas aplicaciones.

Calcio y tolerancia a la salinidad

La escasez de agua de buena calidad obliga a utilizar para el riego aguas de elevado contenido salino, que hasta épocas recientes se consideraban inapropiadas para el riego, en particular el de los cítricos puesto que éstos son muy sensibles a la salinidad. La utilización de agua salinas puede reducir el crecimiento y la producción debido a los efectos adversos que tie-

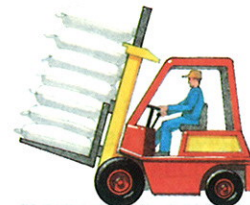
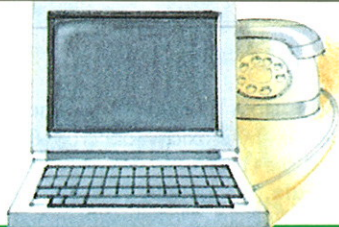
ne en la estructura del suelo, la interferencia en la absorción de los elementos minerales por las raíces, la reducción en la absorción de agua, y el efecto tóxico específico de algunos iones. La magnitud de los efectos depende del nivel de salinidad del agua y de la naturaleza de los iones que contribuyen a la salinidad.

También la naturaleza del patrón y la variedad cultivada, y el sistema de riego utilizado, afectan la magnitud de aquellos.

Cuando la salinidad es debida a la presencia de iones Cl^- y/o Na^+ en el agua, niveles altos de calcio en el suelo y/o la adición de iones calcio al agua de riego reducen los efectos provocados por la salinidad, disminuyendo la defoliación y los daños en las hojas y aumentando el desarrollo de las plantas. El estudio en solución nutritiva ha permitido establecer que los iones calcio reducen el transporte de Na^+ y Cl^- al vástago, disminuyendo de este modo los efectos tóxicos directos que estos iones, y en particular el Cl^- , tienen en la planta (Zekri y Parsons, 1990; Bañuls et al., 1991). Además, los iones calcio reducen el efecto antagónico del Na^+ en la absorción de otros iones, aumentando el contenido en nitrógeno de la planta. A estos efectos directos hay que añadir el efecto beneficioso del calcio en la estructura del suelo, floculando la arcillas que han sido dispersadas por el sodio.



RED DE PARQUES NACIONALES



• Ayudas del M.A.P.A.



Alimentación vacuno • lechero

A G R I T E L

LINEA DIRECTA CON EL M.A.P.A.

INFORMACION PARA UNA AGRICULTURA COMPETITIVA

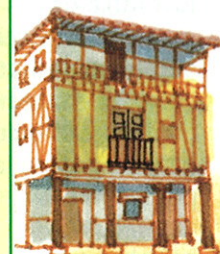
• Registro de productos fitosanitarios
• Sanidad animal



• Malas hierbas, cereales de invierno
• Pulgones cereales



• Informaciones coyunturales
• sequía
• forestación
• premios



• Turismo rural



INICIATIVA COMUNITARIA LEADER

• Programas Leader



• Seguros Agrarios Combinados

A G R I T E L

VIDEOTEX PARA LA AGRICULTURA

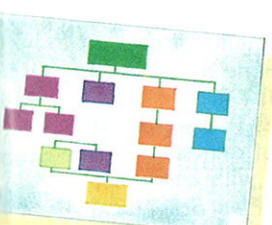
El mundo rural, la agricultura y la ganadería requieren cada vez mayor información. Para conseguir una mayor rentabilidad, eficacia y competitividad se ha hecho imprescindible tomar decisiones rápidas, seguras y contar con los datos más fiables.

Ahora es más sencillo conocer datos estadísticos de producción, saber qué producto es el más adecuado para combatir una plaga o enfermedad, precios de productos, ayudas y subvenciones, conocer la oferta en alojamientos de agroturismo entre un largo etcétera.

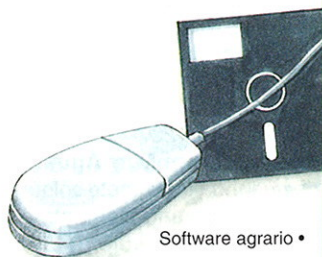
El servicio Agritel permite de una manera rápida y económica conseguir información o realizar cálculos por vía telefónica.

Un ordenador personal y una línea telefónica, comienza a ser la herramienta moderna de una agricultura cada vez más competitiva.

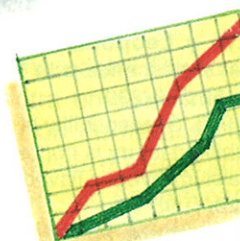
Conecte con Agritel con el nivel de acceso IBERTEX más barato (031) y el código amigo: *AGRITEL#.



Organigrama del M.A.P.A. •



Software agrario •



• Producciones y Superficies agrarias
• Indicadores de precios y salarios
• Macromagnitudes agrarias
• Precios testigo •



Temporada de Caza y Pesca •



• Mensajería, buzón de sugerencias

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION
IRYDA



Estos efectos favorables del Ca explican el uso que se hace con éxito de aguas con un elevado contenido salino en los suelos con elevado contenido en calcio (carbonatos) en Murcia y Alicante (Ver fotos 6 y 7, en pág. 118). En suelos con contenidos inferiores en calcio sería necesario incorporar el Ca al agua de riego. Las condiciones de esta incorporación no se han determinado, pero un efecto significativo en solución nutritiva se obtiene con concentraciones de Ca superiores a 5 mM. El Ca debe ser añadido preferiblemente en forma de nitrato, sal de elevada solubilidad que no provoca una salinización adicional. El uso de cloruro cálcico no resulta recomendable.

Calcio y tolerancia a metales pesados

Niveles elevados de calcio en el suelo reducen la toxicidad debido a los niveles excesivos de cobre en el suelo, una situación que es improbable se produzca en nuestras condiciones de cultivo pero que se da en algunos suelos ácidos como resultado de la acumulación de lixiviados de los tratamientos fitosanitarios (Alva et al., 1993). Si bien en principio el efecto favorable de las aplicaciones de caliza en la corrección de esta toxicidad se atribuyó al aumento en el pH del suelo, se ha demostrado un efecto específico del calcio, que provoca una disminución de la absorción de cobre por las raíces.

Bibliografía

- Almela, V.; Agustí, M. y Aznar, M. 1990. El "splitting" o rajado del fruto de la mandarina Nova. Su control. *Actas de Horticultura*, 6:142-147.
- Almela, V.; Zaragoza, S.; Agustí, M. y Primo-Millo, E. 1992. Estudio del rajado del fruto de la mandarina Nova y su control. *Levante Agrícola* 320:144-150.
- Almela, V.; Zaragoza, S.; Primo-Millo, E. y Agustí, M. 1994. Hormonal control of splitting in 'Nova' mandarin fruit. *J. Hort. Sci.*, 69(6):969-973.
- Alva, A.K.; Graham, J.H. y Tucker, D.P.H. 1993. Role of calcium in amelioration of copper phytotoxicity for citrus. *Soil Science*, 155(3):211-218.
- Bañuls, J.; Legaz, F. y Primo-Millo, E. 1991. Salinity-calcium interactions on growth and ionic concentration of Citrus plants. *Plant and soil*, 133:39-46.
- Ben-Arie, R.; Mignani, I.; Greve L.C.; Huysamer, M. y Labavitch, J.M. 1995. Regulation of the ripening of tomato pericarp by GA₃ and divalent cations. *Physiology Plantarum*, 93:99-107.
- De Cicco, V., Intrigliolo, F., Ippolito, A., Vanadia, S. y Guiffreda, A., 1988. Factors in Navelina orange splitting. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 1:535-540.
- Duarte, A.M.M. y Guardiola, J.L. 1993. Factors affecting rind pitting in the mandarin hybrids 'Fortune' and 'Nova'. The influence of exogenous growth regulators. En: International Symposium on the quality of fruit and vegetables. Influence of pre- and post-harvest factors and technology. *Acta Horticulturae*, vol. 379. (en prensa)
- Duarte, A.M.M. y Guardiola, J.L. 1995. Efecto de aplicaciones hormonales y de nutrientes en el rajado de la mandarina "Nova". *IV Congreso de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Libro de resúmenes*, p. 199.
- Erickson, L.C. 1968. The general physiology of citrus En: *The citrus industry* Reuther, W., BATCHELOR, L.D. and WEBBER (eds.). Univ. Calif. Div. Agric. Sci. Berkeley, 2:86-126
- García-Luis, A.; Duarte, A.M.; Porras, I.; García-Lidón, A. y Guardiola, J.L., 1994. Fruit splitting in «Nova» hybrid mandarin in relation to the anatomy of the fruit and fruit set treatments. *Scientia Horticulturae*, 57:215-231.
- García-Luis, A.; Duarte, A.M. y Guardiola, J.L., 1995. Aspectos anatómicos relacionados con el rajado del fruto de los agrios. *IV Congreso de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Libro de resúmenes*, p. 88.
- Goldschmidt, E.E.; Galili, D.; y Rabber, D. 1992. Fruit splitting in 'Murcott' tangerines: control by reduced water supply. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 2:657-660.
- Goren, R.; Huberman, M. y Rivov, J., 1992. Effects of gibberellin and girdling on the yield of 'Nova' (Clementine x Orlando Tangelo) and 'Niva' (Valencia x Wilking). *Proc. Int. Soc. Citriculture* 1:493-499.
- Guardiola, J.L. y García-Luis, A. 1990. *Fisiología vegetal I: Nutrición y transporte*. Ed Síntesis, Madrid.
- Iwahori, S. y Oohata, J.T. 1980. Alleviate effects of calcium acetate on defoliation and fruit drop induced by 2-chloroethylphosphonic acid in citrus. *Scientia Horticulturae*, 12:265-271.
- Iwahori, S.; Tominaga, S. y Oohata, J.T. 1977. Degreening of 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) fruit by ethephon (2-chloroethylphosphonic acid). *Bull. Fac. Agric. Kagoshima Univ.*, 27:7-13.
- Jackson, P.R.; Agustí, M.; Almela, V. y Juan, M. 1992. Tratamientos para mejorar la conservación en el árbol del fruto de la mandarina Fortune. *Levante Agrícola* 317-318:16-22.
- Kawase, K.; Suzuki, K. e Hirose, K., 1981. Use of growth regulators to control rind puffing of Satsuma mandarin fruit. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 1:237-239.
- Lima, J.E.O. y Davies, F.S., 1984. Fruit morphology and drop of navel oranges in Florida. *HortScience*, 19:262-263.
- Lima, J.E.O., Davies, F.S. y Krezdorn, A.H., 1980. Factors associated with excessive fruit drop of navel orange. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 105:902-906.
- Looney, N.E., 1985. Benefits of calcium sprays below expectations in BC tests. *Goodfruit Grower*, 36(10):7-8.
- Meheriuk, M., Neilsen, G.H. y McKenzie, D.L., 1991. Incidence of rain splitting in sweet cherries treated with calcium or coating materials. *Can. J. Plant Sci.*, 71:231-234.
- Monselesse, S.P. y Costo, J. 1985. Decreasing splitting incidence in 'Murcott' by 2,4-D and calcium nitrate. *AlonHanotea*, 39:731-733.
- Monselesse, S.P.; Costo, J. y Galili, D. 1986. Additional experiments to reduce the incidence of citrus fruit splitting by 2,4-D and calcium. *AlonHanotea*, 40:1237-1238.
- Pons, J., Almela, V.; Juan, M. y Agustí, M., 1992. Use of ethephon to promote colour development in early ripening clementine cultivars. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 1:459-462.
- Poovalah B.W. y Leopold, A.C. 1973. Deferral of leaf senescence with calcium. *Plant Physiol.*, 52:236-239.
- Purvis, A.C. 1985. Susceptibility of 'Marsh' grapefruit to chilling injury is not related to endogenous calcium levels in flavedo tissue. *HortScience*, 20(1):95-96.
- Rabe, E., Van Rensburg, P., Van Der Walt, H. y Bower, J., 1990. Factors influencing preharvest fruit splitting in Ellendale (*C. reticulata*). *HortScience*, 25:1135 (Abstract 511).
- Ruiz, L. y Primo-Millo, E. 1989. El rajado, agrietado o «splitting» de los frutos cítricos. *Levante Agrícola*, 291:98-102.
- Slutzky, D.; González-Abreu y Berdam, I., 1981. Chilling injury related to mineral composition of grapefruit and limes during cold storage. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 2:779-782.
- Wang, C.Y. 1993. Approaches to reduce chilling injury of fruits and vegetables. *Hort. Reviews*, 15:63-95.
- Zekri, M. y Parsons, L.R. 1990. Calcium influences growth and leaf mineral concentration of citrus under saline conditions. *HortScience*, 25(7):784-786.