

# Necrosis Apical en PIMIENTO

## Efecto de la Dosis de Riego

Por: Marta M<sup>a</sup> Moreno Valencia \*, Amparo Moreno Valencia\*, M<sup>a</sup> Jesús Cabello Cabello\*, Francisco Ribas Elcorobarrutia\*

En las plantas de pimiento aparecen con frecuencia alteraciones producidas por deficiencias de nutrientes, influidas por factores climáticos o culturales, cuya manifestación nada tiene que ver con patógeno alguno. Una de las fisiopatías más importantes es la necrosis o podredumbre apical (*blossom-end rot*, BER), conocida vulgarmente como peseta, *botana* o *sequillo*, identificada desde finales del siglo XIX y asociada con una deficiencia local de calcio en el fruto, principal responsable del mantenimiento estructural de las membranas celulares. La deficiencia severa de Ca provoca una gran cantidad de desórdenes que se manifiestan de forma distinta según el cultivo de que se trate: BER de pimiento y tomate, bitter pit de las manzanas, corazón negro del apio, tipburn de la lechuga y repollo y vitrescencia del melón, entre otros.

El BER se manifiesta como una mancha más o menos amplia de tejido muerto en el fruto (no podrido), con aspecto correoso, de color marrón o pardo, que aparece normalmente en las inmediaciones de la parte apical.

El calcio es absorbido pasivamente como catión  $Ca^{++}$  por los extremos jóvenes de las raíces, en los cuales las paredes celulares de la endodermis están todavía insubierizadas, transportado por los vasos del xilema (savia bruta) en la corriente de transpiración y depositado fundamentalmente en las hojas

(principales órganos transpirantes), aumentando su contenido gradualmente con la edad (Valverde et al., 1998; Alarcón, 2000).

El Ca prácticamente sólo es móvil en el xilema, pero el transporte de nutrientes hasta el fruto se realiza fundamentalmente a través de los vasos del floema (savia elaborada). La reducida concentración de este elemento en el floema y su escasa traslocación desde los distintos tejidos de la planta hacia los frutos se traduce en bajos niveles de Ca en estos órganos, pudiendo estable-

cerse como aproximación de la relación Ca hoja/fruto en plantas de pimiento un valor de 100 (Valverde et al., 1997).

La acumulación de Ca en las hojas por encima de las necesidades nutritivas de la planta no implica necesariamente que los frutos acumulen una cantidad adicional de este elemento, ya que las plantas tienen una capacidad limitada para dirigir la distribución interna de Ca hacia estos órganos. Existe una serie de mecanismos de regulación que mantienen la concentración de Ca en el floema a niveles bajos, y cuando



Frutos de pimientos afectados de necrosis apical (BER)

\* C.M.A. "El Chaparrillo". Servicio de Investigación y Tecnología Agraria de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

el crecimiento de los frutos es rápido, la acumulación de Ca en los mismos puede caer por debajo del nivel crítico necesario para mantener la integridad celular (Duarte y Guardiola, 1995).

En el interior del fruto, el movimiento del agua y calcio en la red de vasos xilemáticos depende del número, sección y longitud de los mismos. En general, se produce una importante reducción desde el tejido proximal al distal del fruto en (a) el número de haces vasculares (b) el número de vasos xilemáticos de cada haz, y (c) la superficie de sección de los vasos xilemáticos. Como consecuencia, la superficie xilemática total en el tejido distal del fruto es mucho menor que en la porción proximal (Belda et al., 1996), por lo que el Ca transportado a esta zona es escaso y se acumula en una menor concentración, lo que explica el hecho de que la necrosis o podredumbre aparezca preferentemente en la porción apical. La menor densidad de vasos xilemáticos en esta zona se acentúa en situaciones de alta salinidad y de baja humedad ambiente.

Los frutos son más sensibles a la aparición del BER durante los 25-35 días siguientes a la antesis (Martínez y Roca, 2001), ya que en este período el crecimiento de los mismos es muy rápido, aumentando el tamaño en una proporción muy superior al número de haces vasculares del pericarpio. Por ello, los frutos antes de la maduración son menos susceptibles a la necrosis apical, ya que el crecimiento está finalizando y se continúa absorbiendo calcio (Borkowski, 1984).

Las causas posibles de deficiencia de Ca

en el fruto se pueden resumir en: (a) un inadecuado aporte de este elemento (b) una escasa absorción de  $\text{Ca}^{++}$  por las raíces debido a estrés hídrico o salino (c) una distribución de Ca desproporcionadamente baja hacia los frutos y/o un escaso transporte de este elemento hacia el tejido distal de los mismos en el período crítico de su crecimiento (Ho et al., 1995).

La mayoría de los suelos inorgánicos tienen suficiente calcio en disolución y están lo bastante saturados de este elemento en los lugares de intercambio como para cubrir las necesidades de los cultivos. En general sólo presentan deficiencias los suelos turbosos ácidos y los muy salinos y arenosos (Lucena, 1992). Por tanto, la aparición del BER parece estar más relacionada con los procesos de absorción y traslocación del Ca dentro de la planta que con los niveles de este elemento en el suelo, ya que en condiciones normales no suele ser limitante.

Los factores que influyen en la necrosis apical se pueden agrupar en climáticos, hí-

dricos, nutricionales (salinidad), fisiológicos y genéticos.

Dentro de los factores climáticos, son responsables de la aparición del BER temperaturas altas, iluminación intensa, humedad relativa baja y vientos fuertes, ya que favorecen la transpiración de la planta y el flujo de agua y calcio hacia los frutos se reduce a favor de las hojas (principales órganos transpirantes).

El estado hídrico del suelo también es muy importante, ya que una disminución en la absorción de agua conlleva una menor absorción de Ca. Los frutos y las hojas compiten por el agua, de forma que, en momentos de deficiencia hídrica, el agua se desviará hacia las hojas, que tendrán preferencia frente a los frutos. Además de por déficit hídrico, el riesgo de que aparezca esta fisiopatía se incrementa cuando se producen importantes fluctuaciones del agua en el suelo y encharcamientos, por lo que el manejo del riego resulta fundamental en el control de esta anomalía.

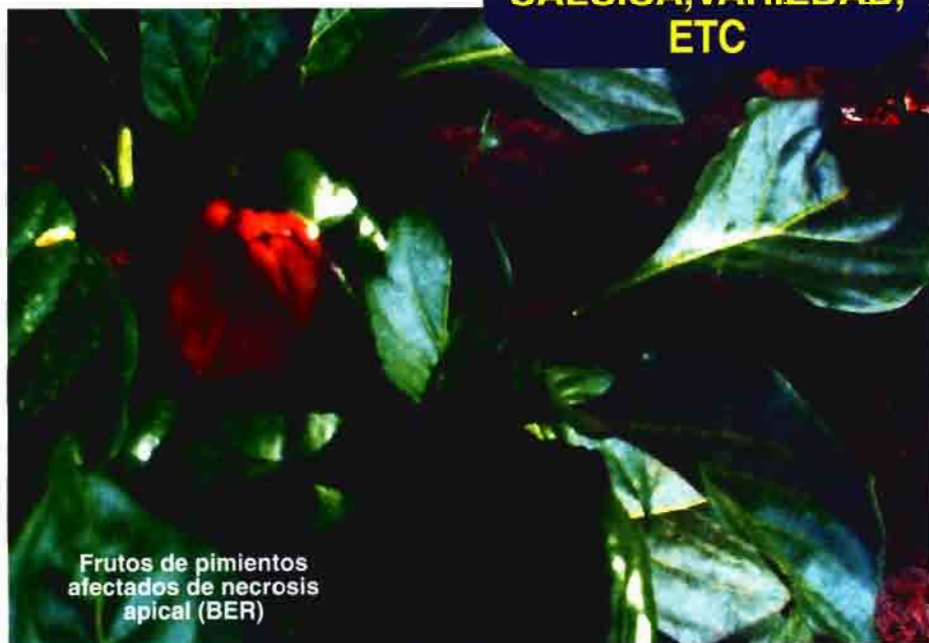
Los excesos de salinidad, tanto en el suelo como en el agua de riego, también favorecen la aparición del BER, ya que el alto potencial osmótico dificulta la absorción de agua y calcio. Incluso con un aporte de agua suficiente, la salinidad del sustrato puede inducir estrés hídrico, especialmente cuando la demanda evaporativa es alta. También el BER está relacionado con un desequilibrio en la proporción de los nutrientes calcio, magnesio y potasio, fundamentalmente, ya que estos dos últimos compiten con el primero en su absorción por la planta. Altos niveles de nitrógeno, aportado principalmente en forma amoniacal, incrementan esta fisiopatía. En definitiva, la mayor incidencia del BER se produce cuando la concentración de  $\text{Ca}^{++}$  en la solución es baja o cuando es alta la de  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$  o  $\text{Mg}^{++}$ .

También el cuaje juega un papel importante en el nivel cálcico del fruto. Si cuajan muy pocos, el crecimiento individual es rápido y el calibre elevado, favoreciéndose la dilución de este elemento. Si el número de frutos es importante, el Ca disponible se reparte entre todos con el posible riesgo de resultar insuficiente. Un cuaje demasiado precoz puede también inducir una falta de este elemento, ya que la alimentación xilemática se vería restringida si la vegetación no es suficiente (Valverde et al., 1997).

La susceptibilidad genética de los cultivos es fundamental en la aparición del BER. Entre los factores genéticos se encuentran el tamaño de los frutos, el desarrollo del tejido xilemático, la susceptibili-

## AUMENTO DE LA ALTERACIÓN EN RIEGOS DEFICITARIOS

### INCIDENCIAS POR CALOR, SALINIDAD, NUTRICIÓN CÁLCICA, VARIEDAD, ETC



Frutos de pimientos afectados de necrosis apical (BER)

dad a la salinidad y la eficiencia en la absorción de calcio y en su traslocación a los frutos. Los cultivares más susceptibles al BER suelen desarrollar frutos más grandes que los cultivares resistentes y presentar una menor densidad de vasos xilemáticos en los tejidos distales del fruto, tanto más acusada cuanto mayor es la salinidad.

## PARTE EXPERIMENTAL

El objetivo planteado en este trabajo fue estudiar el efecto de cuatro dosis de riego diferentes sobre la incidencia de la necrosis apical en un cultivo de pimiento cv. Infantes, en condiciones de acolchado plástico y riego por goteo. El cultivar Infantes, el más extendido en esta zona, es bastante sensible al BER como consecuencia del gran tamaño de los frutos y de las condiciones climáticas que tienen lugar durante el período de crecimiento de los mismos (alta temperatura y radiación y baja humedad ambiental).

## METODOLOGIA

La experiencia se llevó a cabo en la finca "La Entresierra" de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, situada en Ciudad Real (3°56'W-39°0'N, altitud 640 m), durante la campaña 2001.

Las características del suelo de la parcela y del agua de riego se resumen en las Tablas 1 y 2, respectivamente.

La parcela tuvo unas dimensiones de 84 x 63 m. En su interior se delimitó un rectángulo de 60 x 51 m, dejando a su alrededor un borde destinado a evitar problemas de advección en el cultivo. El diseño experimental fue en bloques completos al azar con cuatro tratamientos de riego y cuatro repeticiones. Las parcelas elementales, de 15 x 12 m, constaron de 10 líneas de cultivo distantes 1.5 m, cada una con dos filas de plantas separadas 0.3 m entre sí y dispuestas al trespelillo. Para el riego de la parcela se uti-

lizaron goteros de 2 l/h distanciados 0.50 m. La plantación se realizó con cubierta de plástico negro de 55 galgas el día 24 de mayo y la duración del ciclo vegetativo fue de 169 días. Para favorecer el asentamiento del cultivo se aportó un riego de 25 mm, y los riegos diferenciales se aplicaron diariamente del 6/VI al 23/IX. Las necesidades de riego semanales se hicieron coincidir con el consumo o evapotranspiración del cultivo (ETc) medida en un lisímetro situado en la misma parcela de ensayo, al ser nula la precipitación durante el período de riego. Los tratamientos aplicados fueron 1.1 ETc (TR1), 0.9 ETc (TR2), 0.7 ETc (TR3) y 0.5 ETc (TR4). Parece suficientemente demostrado que una reducción del 10% ETc no varía significativamente la producción y sí puede suponer un considerable ahorro de agua (Moreno et al., 2000a, 2000b). La dosis total de agua a aplicar a cada tratamiento se calculó considerando una eficiencia del sistema de 0.81.

Se realizaron seis recolecciones de frutos a lo largo del ciclo (7 y 23/VIII, 10 y 27/IX, 15/X, 9/XI). Los datos se analizaron mediante análisis de la varianza y el test de comparación de medias de Duncan ( $P \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Durante el período de riego se registró una ETc de 687 mm. La cantidad total de agua aplicada fue: 950 mm (TR1), 758 mm (TR2), 581 mm (TR3), 415 mm (TR4).

Se ha producido un aumento de la incidencia del BER al restringir el riego (Tabla 3), tanto en términos absolutos como en porcentaje respecto del total, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos TR1 y TR2. El TR3 produjo aproximadamente el doble de frutos necrosados que los tratamientos mejor dotados, llegando a triplicarse en TR4. Este aumento del BER al restringir el riego también fue observado por otros autores, como Fernández et al. (1999) en pimiento y Franco et al., (1997) en tomate.

Analizando la evolución del número de frutos (Figura 1), se observa que, excepto en la última recolección, se produjeron diferencias significativas entre los distintos tratamientos, correspondiendo los mayores valores a las dosis más deficitarias. La incidencia del BER fue máxima en los primeros frutos formados y disminuyó de forma gradual hasta prácticamente anularse al final del cultivo. Este comportamiento, constatado por distintos autores (Alexander y

**Tabla 3. Producción BER: número de frutos y rendimiento según la dosis de riego, en valores absolutos y como porcentaje de la producción total.**

Tratamiento	Nº frutos		Rendimiento	
	(x1000/ha)	(%)	(t/ha)	(%)
TR1	40.3 a	12.3 a	7.6 a	10.4 a
TR2	47.7 a	14.4 a	8.8 a	12.3 a
TR3	82.7 b	24.8 b	13.8 b	20.1 b
TR4	130.4 c	38.4 c	17.6 c	29.6 c

Para cada parámetro, tratamientos con distinta letra difieren con  $P \leq 0.05$ .

**Tabla 1. Análisis de suelo.**

Textura	pH	C.E. (1/5 agua)	M.O. (%)	P (ppm)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	K (meq/100g)	Na (meq/100g)
Franco-arenosa	8.5	0.31 (no salino)	2.33 (normal)	20.0 (normal)	21.4 (muy alto)	5.5 (muy alto)	1.0 (alto)	0.5 (bajo)

**Tabla 2. Análisis del agua de riego.**

pH	CE (25°C)	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	Mg <sup>++</sup> (mg/l)	K <sup>+</sup> (mg/l)	Na <sup>+</sup> (mg/l)
7.6	3.7 (salina)	422	280	3.3	192

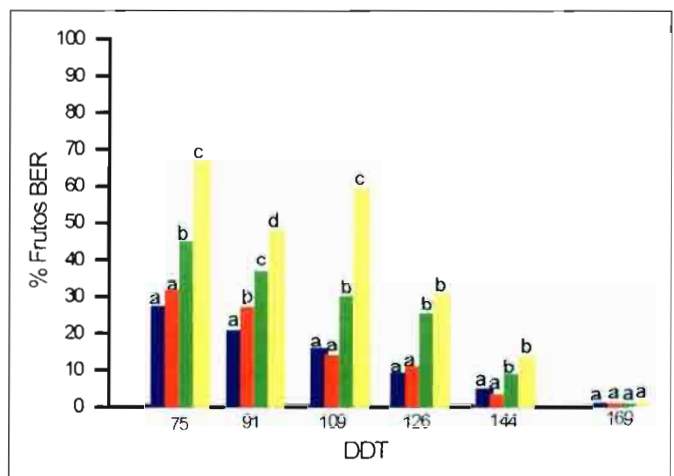
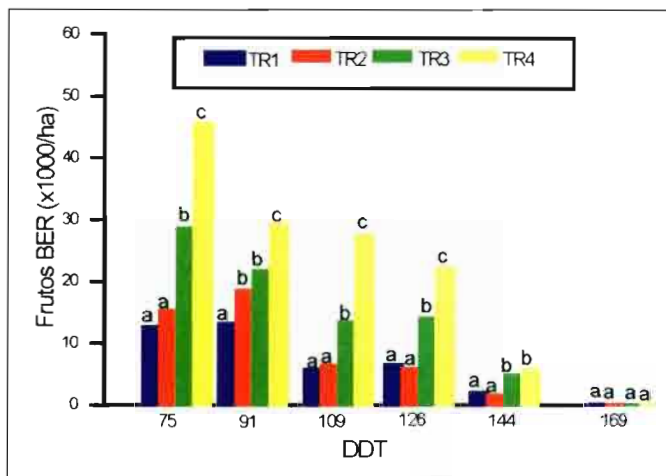


Figura 1. Evolución del número de frutos BER durante el período de recolección. Tratamientos con distinta letra difieren con  $P \leq 0.05$ .

Clough, 1998; Franco et al., 1999), pudo deberse a que, en la época en que se produjo el cuajado y desarrollo de los primeros frutos (22-75 días después del trasplante), la climatología más calurosa, seca y con una mayor intensidad luminosa favoreció el crecimiento rápido de los mismos y dificultó la traslocación del calcio. Además, el desarrollo más vigoroso y rápido de las plantas en esta época temprana pudo también acentuar el desequilibrio entre el calcio absorbido por las raíces y el demandado en el proceso de crecimiento de la planta.

La gran incidencia del BER, a pesar del elevado contenido cálcico tanto del suelo como del agua de riego, pudo deberse, además de a la climatología mencionada, a la alta salinidad del agua aportada y a los elevados contenidos de magnesio y potasio en el suelo y de magnesio en el agua de riego, cationes antagonistas del calcio.

### Conclusiones

A partir de estos resultados se puede concluir que la incidencia de la necrosis apical aumenta al restringir el aporte hídrico por debajo de las necesidades del cultivo y, en las condiciones en que se desarrolló el estudio, es máxima en los primeros frutos formados como consecuencia fundamentalmente de las condiciones climáticas adversas en el momento de su desarrollo.

El control total de esta fisiopatía en cultivo al aire libre es muy complicado, ya que, además del estrés hídrico, son muchos los factores involucrados (nutrición cálcica, cultivar, salinidad, condiciones ambientales, etc.), y es imposible actuar sobre todos ellos.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alarcón A.L. 2000. Tecnología para cultivos de alto rendimiento. Ed. Novedades Agrícolas S.A. (Torre Pacheco, Murcia), 460 pp.



Alexander S.E., Clough G.H. 1998. Spunbonded rowcover and calcium fertilization improve quality and yield in bell pepper. *HortSci.* 33 (7), 1150-1152.

Belda R.M., Fenion J.S., Ho L.C. 1996. Salinity effects on the xylem vessels in tomato fruit among cultivars with different susceptibilities to blossom-end rot. *J. Hort. Sci.* 71 (2), 173-179.

Borkowski J. 1984. Study on the calcium uptake dynamic by tomato fruits and blossom-end rot control. *Acta Hort.* 145, 222-229.

Duarte A.M.M., Guardiola J.L. 1995. Aplicaciones del calcio en citricultura. *Levante Agrícola* 2º Tr., 117-124.

Franco J.A., Pérez-Saura P.J., Durán A. 1997. Efectos de la aplicación de dos niveles de fertirrigación con agua salina en la incidencia de la necrosis apical y en el estado nutricional de una plantación al aire libre de tomate. I Congreso Ibérico y III Nacional de Fertirrigación (Murcia), II: 745-751.

Franco J.A., Pérez-Saura P.J., Fernández J.A., Parra M., García A.L. 1999. Effect of two irrigation rates on yield, incidence of blossom-end rot, mineral content and free amino acid levels in tomato cultivated under drip irrigation using saline water. *J. Hort. Sci. & Biotech.* 74 (3), 430-435.

Ho L.C., Adams P., Li X.Z., Shen H., Andrews J., Xu H. 1995. Responses of Ca-efficient and Ca-inefficient tomato cultivars to salinity in plant growth, calcium accumulation and blossom-end rot. *J. Hort. Sci.* 70: 909-918.

Lucena J.J. 1992. El calcio en la nutrición de las plantas. *Hortofruticultura* 10, 76-83.

Martínez P.F., Roca D. 2001. Regulation of air humidity and effects on mineral levels and blossom-end rot incidence in pepper fruits. Simposio ISHS (Cartagena). *Protected Cultivation in Mild Winter Climate. Acta Hort.* 559 (en prensa), 6 pp.

Moreno M.M., Cabello M.J., Moreno A., Ribas F. 2000a. Influencia de la dosis de riego sobre el rendimiento y la incidencia de la necrosis apical en pimiento (*Capsicum annuum* L.). VII Jornadas del Grupo de Horticultura de la SECH (Villaviciosa, Asturias), 28, 159-166.

Moreno M.M., Cabello M.J., Moreno A., Ribas F. 2000b. Necesidades hídricas del pimiento (*Capsicum annuum* L.) y respuesta del rendimiento a diferentes dosis de riego. XVIII Congreso Nacional de Riegos (Huelva), 29-30.

Valverde M., Madrid R., Cabrera I., Romojaro F. 1998. Influencia de los niveles de calcio en la corrección del "blossom-end rot" en variedades de pimiento. *Agrícola Verdel* (febrero), 81-86.

Valverde M., Madrid R., Romojaro F. 1997. Efecto de los niveles de calcio en la aparición del "blossom-end rot" en variedades de pimiento dulce. *Actas de Horticultura nº 20. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. I Congreso Ibérico y III Nacional de Fertirrigación. Murcia. Tomo 2, 936-941.*



ENTRE LA TIERRA Y USTED

RENAULT *Ares*

Nuevo Arès,  
un confort  
desconocido  
hasta ahora  
en la Tierra.



Una suspensión Hydrostable® que absorbe las vibraciones producidas por los baches, la cabina más espaciosa del mercado, la comodidad de la nueva transmisión Quadractiv, la seguridad a gran velocidad con el puente delantero Proactiv... Será necesario cambiar algunas señales de tráfico.

[www.renault-ares.com](http://www.renault-ares.com)



RENAULT ES UNA MARCA COMERCIALIZADA POR COMECA Y SU RED DE CONCESIONARIOS

Polígono 'El Balconcillo' • Lepanto, 10 • 19004 Guadalajara

Tel.: 949 20 82 10 • Fax: 949 20 30 17

E-mail: [comeca@comeca.es](mailto:comeca@comeca.es)