

Blossom-end-rot

Calcio para corregir la necrosis apical en tomate

La aplicación de las diversas fuentes de calcio se han realizado en este estudio tanto por vía radical como foliar, a fin de corregir la necrosis apical en tomate cultivado bajo condiciones salinas

**J.A. Franco; P.J. Pérez-Saura;
A. Durán**

Área de Producción Vegetal, Departamento de Ingeniería Aplicada, Universidad de Murcia,

En este trabajo se estudió, en el cultivo de tomate cultivado bajo condiciones de salinidad (C.E. media del agua de riego empleada: 5,2 dS m⁻¹), el efecto sobre la incidencia de necrosis apical de la aplicación de nitrato cálcico, EDTA-Ca, y Aminoquelant-Ca. Las aplicaciones tanto foliar como mediante fertirrigación de Aminoquelant-Ca y la aplicación foliar de EDTA-Ca hicieron disminuir de forma importante la incidencia de BER respecto al testigo, mientras que las aportaciones vía foliar y por fertirrigación de nitrato cálcico prácticamente no manifestaron ningún efecto sobre dicha fisiopatía. El aporte de boro parece ser de gran interés por su contribución en el control de BER. Por último, los tratamientos con Aminoquelant-Ca hicieron que se presentase una mayor concentración en fruto de algunos aminoácidos.

Introducción

La aparición de necrosis apical o «blossom-end rot» (BER) en tomate está relacionada con una disminución en la absorción y translocación del Ca debida, entre otras causas, a una excesiva salinidad en la solución del suelo, siendo mayor la incidencia de la fisiopatía cuando el contenido de Ca en dicha solución es menor (El-Gizawy y Adams, 1986); si bien, se ha advertido que el BER se manifiesta en condiciones de elevada salinidad incluso cuando se aportan las necesidades totales de Ca (Ho et al., 1995). Los hechos descritos han sido explicados por la limitada capacidad de las plantas para regular la distribución interna del Ca, fundamentalmente hacia los órganos

de baja transpiración y rápido crecimiento, como los frutos. Este hecho puede ser potenciado por la inhibición de la absorción del Ca en presencia de una elevada concentración de Mg (Marcar, 1986), frecuente en las aguas de riego procedentes de pozo en el Sureste español.

Por otro lado, el B es uno de los elementos minerales que de forma más notable influyen en la translocación de asimilados (Marschner, 1986; Gil, 1995). Según expone Marschner (1986), ha sido demostrado que el papel que desempeña el B apoplástico es similar al del Ca en la regulación de la síntesis y estabilización de diversos constituyentes de la pared celular. Las funciones anteriormente expuestas pueden resultar de gran importancia en situaciones de estrés salino.

Igualmente, aminoácidos tales como prolina, asparagina y γ -aminobutírico pueden jugar un papel importante en el ajuste osmótico de la planta en

condiciones culturales de salinidad, proceso que es generalmente considerado como una respuesta adaptativa al estrés osmótico (Morgan, 1984). De hecho, es una práctica agrícola bastante extendida en la actualidad la utilización de productos constituidos por aminoácidos y péptidos de bajo peso molecular, como complemento de la fertilización con elementos minerales y como reguladores del equilibrio hídrico de la planta (Franco y Vázquez, 1991).

En recientes estudios sobre el crecimiento en semillero de melón en condiciones salinas (Franco et al., 1993; 1995), la aplicación de un hidrolizado

La aparición de necrosis apical o «blossom-end rot» (BER) en tomate está relacionada con una disminución en la absorción y translocación del Ca debida, entre otras causas, a una excesiva salinidad en la solución del suelo

enzimático de proteínas tuvo un efecto positivo sobre el desarrollo de la planta. Igualmente, Franco et al. (1994) han concluido que la aplicación de un hidrolizado de proteínas mediante fertirrigación es un claro potenciador de la



Estado general de la planta en el mes de septiembre

efectividad del aporte de Ca (en forma de yeso) en el control de BER, existiendo una correlación significativa entre la menor incidencia de BER y el mayor contenido conjunto de Ca y prolina en el fruto.

El objetivo planteado en este trabajo ha sido estudiar, en el cultivo de tomate en condiciones de salinidad, los efectos en la incidencia de BER de la utilización de distintas fuentes de Ca, tanto mediante aplicaciones foliares como vía radical.

Material y métodos

La experiencia se llevó a cabo en Mazarrón (Murcia) sobre tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Durinta), realizándose las mismas prácticas y labores que normalmente se emplean en este cultivo al aire libre.

La plantación se realizó el día 21 de junio de 1995. El cultivo se regó con agua de pozo, con una C.E. media de 5,2 dS m⁻¹. Se empleó riego por goteo, utilizándose goteros con un caudal de 2 l/h.

Se ensayaron los tratamientos siguientes:

- tratamiento 1 (T). Un testigo, en el que no se realizó ningún aporte extraordinario de Ca.

- tratamiento 2 (AQF). Aplicación de Aminoquelant-Ca vía foliar (Aminoquelant-Ca, marca registrada de Bioibérica, S.A., es un producto que contiene L- α -Aminoácidos de hidrólisis enzimática, calcio y boro).

- tratamiento 3 (AQR). Aplicación de Aminoquelant-Ca vía radical por fertirrigación.

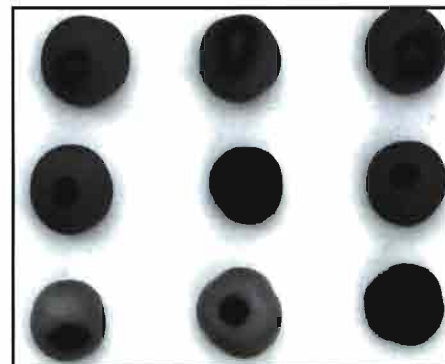
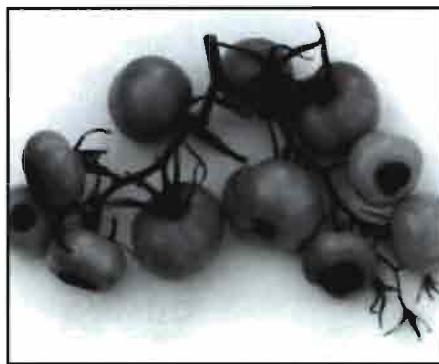
- tratamiento 4 (NTF). Aplicación de Ca(NO₃)₂ vía foliar.

- tratamiento 5 (NTR). Aplicación de Ca(NO₃)₂ vía radical mediante fertirrigación.

- tratamiento 6 (EDTA). Aplicación de EDTA-Ca vía foliar.

Las dosis de los distintos productos fueron calculadas para que equivaliesen a 200 g ha⁻¹ de CaO en aplicaciones foliares y 800 g ha⁻¹ en aplicaciones por fertirrigación. Se hicieron cuatro aplicaciones de Ca durante el cultivo: dos durante la fase de crecimiento vegetativo (20 julio y 10 agosto), otra tras el cuajado del primer ramillete (26 agosto) y la última tras el cuajado del quinto ramillete (22 octubre).

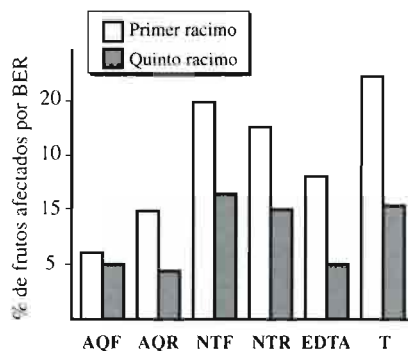
El diseño experimental fue totalmente aleatorio, con 4 repeticiones por tratamiento ensayado y con 12 plantas



En ambas imágenes, frutos de tomate en distinto estado de maduración afectados por necrosis apical

en cada parcela elemental. El contenido de Ca en los frutos se determinó mediante espectrofotometría de absorción atómica, el B por colorimetría y los aminoácidos mediante HPLC. Para estos análisis la porción del fruto que se utilizó fue el extremo estilar (Franco et al., 1994).

Figura 1:
Porcentaje de frutos del primer y quinto racimo afectados por BER



Cuadro 1:
Porcentaje de frutos afectados por «blossom end rot»

Tratamiento	% de frutos afectados por BER
AQF	3,06 a
AQR	3,81 a
NTF	7,35 b
NTR	7,07 b
EDTA	3,93 a
T	8,33 b

Los valores seguidos de letras distintas son significativamente diferentes a un nivel de probabilidad del 95% según el test de L.S.D.

Resultados

En los tratamientos AQF, AQR y EDTA se presentó un menor porcentaje de frutos afectados por BER. Los tratamientos con nitrato cálcico no presentaron resultados diferentes de los del testigo. Si nos ceñimos al primer y quinto racimo, se obtuvieron mayores porcentajes de frutos afectados por BER (figura 1). La proporción de frutos afectados por BER fue inferior en el quinto racimo, observándose que no hay prácticamente diferencias entre los tratamientos AQF, AQR y EDTA, al contrario de lo que sucede en el primer racimo, en el que los valores de frutos afectados en el tratamiento AQF fueron manifiestamente inferiores.

Todos los tratamientos con Ca fueron efectivos en cuanto al aumento, respecto al testigo, del contenido de este elemento en los frutos del primer racimo (cuadro 1), si bien no se presentan diferencias significativas. El elevado contenido de B de los frutos del tratamiento EDTA no tiene explicación, lo que puede ser debido a un error experimental.

El contenido en Ca y B de los frutos del quinto racimo no se vio claramente afectado por los tratamientos (cuadro 2). La concentración de B mucho mayor en los frutos procedentes del tratamiento NTF que en los procedentes del resto de tratamientos podría ser debida a algún error experimental o a alguna circunstancia difícil de explicar.

El contenido total de aminoácidos libres fue mayor en los frutos del primer racimo procedentes del tratamiento AQR (cuadro 3), aunque no existieron diferencias importantes entre los tratamientos estudiados. Los contenidos de serina y γ -aminobutírico se diferenciaron estadísticamente, pre-

Cuadro 1:
Contenido de Ca y B en la sección estilar del primer racimo (cantidades sobre materia seca)

Nutriente	Tratamiento					
	AQF	AQR	NTF	NTR	EDTA	T
Ca (%)	0,13	0,12	0,11	0,12	0,12	0,10
B (ppm)	14,49 ab	13,93 ab	12,60 a	13,15 ab	17,05 b	11,91 a

Cuadro 2:
Contenido de Ca y B en la sección estilar del quinto racimo (cantidades sobre materia seca)

Nutriente	Tratamiento					
	AQF	AQR	NTF	NTR	EDTA	T
Ca (%)	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13	0,13
B (ppm)	29,41 a	28,52 a	51,12 b	24,93 a	31,60 a	35,70 ab

Cuadro 3:
Contenido de aminoácidos libres en la zona estilar de frutos del primer racimo (mg 100 g⁻¹ ms)

Aminoácido	Tratamiento				
	AQF	AQR	NTF	NTR	T
Serina	75,50 a	109,50 b	80,50 ab	80,00 ab	93,50 ab
Prolina	74,50	92,50	67,00	50,50	65,00
γ -NH ₂ -butírico	405,50 b	556,50 c	233,50 a	300,00 ab	332,50 ab
Total	5535,75	5982,25	4581,50	4943,00	5774,70

Cuadro 4:
Contenido de aminoácidos libres en la zona estilar de frutos del quinto racimo (mg 100 g⁻¹ ms)

Aminoácido	Tratamiento				
	AQF	AQR	NTF	NTR	T
Serina	99,33 a	153,00 b	122,00 ab	84,67 a	83,33 a
Prolina	103,33	147,00	199,00	124,00	135,00
γ -NH ₂ -butírico	457,33	589,33	431,67	465,67	553,67
Total	7073,00	7794,00	6785,33	6837,33	7419,67

Para cada fila, en cada cuadro los valores seguidos de letras distintas son significativamente diferentes a un nivel de probabilidad del 95% según el test de L.S.D.

sentándose valores notoriamente mayores en los frutos procedentes del tratamiento AQR. También la concentración de prolina fue mayor en los frutos de dicho tratamiento, aunque sin diferencias significativas respecto al resto.

Los frutos del quinto racimo procedentes del tratamiento AQR exhibieron una concentración mayor del total de aminoácidos libres que los procedentes del resto de tratamientos, aunque las diferencias fueron de poca cuantía (cuadro 4). La concentración de serina mostró diferencias significativas, presentándose los mayores valores en los frutos procedentes del tratamiento AQR.

Discusión

Los tratamientos AQF, AQR y el EDTA, desempeñaron un importante papel en la reducción de la incidencia de BER en el cultivo de tomate sometido a estrés salino, siendo el AQR menos efectivo que el AQF. Esta diferencia fue más palpable en los frutos del primer racimo (figura 1), más susceptibles de sufrir la fisiopatía debido a las condiciones climáticas adversas en las que se desarrollaron; aunque es precisamente en estas circunstancias desfavorables en las que ambos tratamientos se mostraron más efectivos que el resto (incluido en este caso el EDTA), logrando una disminución porcentual de BER, respecto al tes-

tigo, mayor que en los frutos del quinto racimo, desarrollados bajo una climatología más suave, por lo que manifestaron un menor porcentaje de BER. Otros autores también observaron una mayor incidencia de BER al principio del cultivo que al final (Adams y Ho, 1992).

A la hora de buscar las causas fisiológicas que sustenten y expliquen los resultados expuestos, no es fácil desentrañar qué factores (contenidos de Ca y B, concentración de aminoácidos, etc.) son los que juegan un papel más importante, y si hay alguno de ellos que desempeñe un papel decisivo. Por otro lado, tampoco debemos intentar establecer relaciones entre lo observado en el primer y quinto racimo, ya que existieron importantes diferencias climatológicas durante el desarrollo de los frutos en ambos casos, y probablemente diferencias de estado de madurez en el momento de la recolección.

El B parece jugar un importante papel en la disminución de la incidencia de BER, o por su actividad en el apoplasto, similar a la del Ca (Marschner, 1986), o facilitando, fundamentalmente en las primeras etapas de desarrollo, la absorción y movilidad de los aminoácidos; efectos que han sido constatados en diversos trabajos (Marschner, 1986; Gil, 1995). En los frutos del primer racimo de los tratamientos AQF y AQR, está relacionada la mayor concentración de B respecto al testigo (cuadro 1) con un mayor contenido de aminoácidos de comprobada actividad osmorreguladora, como γ -aminobutírico y prolina (cuadro 3). Este efecto, junto a los que son atribuibles a su actividad similar a la del Ca en el apoplasto (y teniendo en cuenta que la concentración conjunta de Ca y B es notablemente mayor en los tratamientos AQF y AQR que en los restantes), pueden hacer considerar el papel del B como importante en la disminución de la incidencia de BER.

En los frutos del primer y quinto racimo no se observó que los tratamientos AQR y AQF tuviesen un efecto claramente positivo, respecto al testigo, en aumentar el contenido de aminoácidos. No obstante, existió una mayor concentración de algunos aminoácidos, como serina y γ -aminobutírico, en los frutos del tratamiento AQR, lo que sugiere un efecto más duradero de la aplicación en fertirrigación de Aminoquelant-Ca respecto a la aplicación foliar.