



Nutrición basada en nitrato aumentó el rendimiento y redujo la incidencia de pudrición apical en tomate fertirrigado

A pesar del hecho que la asimilación NO_3^- consume más energía que la asimilación de NH_4^+ , pocas especies de plantas se comportan bien cuando el NH_4^+ es la única fuente de nitrógeno, y muchas plantas desarrollan síntomas de toxicidad cuando están sometidas a altas concentraciones de NH_4^+ . El daño se puede observar como clorosis de la hoja, reducción de la fotosíntesis neta, menor rendimiento de la planta, menor contenido de cationes y cambios en los niveles de metabolitos (residuos) tales como amino ácidos o ácidos orgánicos.

Para investigar si el injerto puede aminorar los efectos negativos de la nutrición con amonio en un cultivo sensible como tomate, se desarrollaron tres experimentos entre 2008 y 2009, con un diseño de bloques completamente al azar en un invernadero en Alemania. Las plantas de tomate de la variedad Moneymaker se auto-injertaron o injertadas en el patrón “Maxifort” muy utilizado (popular). Para los primeros dos experimentos (en 4 repeticiones), se transfirieron las plantas a jarrones (frascos) de vidrio de 2 l, llenos con una solución nutritiva aireada. Se evaluaron los parámetros de crecimiento vegetativo y el contenido de nutrientes de las hojas. En el primer experimento se investigó la respuesta de las plantas en la solución nutritiva al nivel de pH 5 con una tasa alta de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$. En el segundo experimento se comparó el efecto de injertar bajo cuatro diferentes tasas de (relación) $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ en la solución nutritiva, a un pH constante de $5,7 \pm 0,1$ y un total de 23 mM de N. Se investigaron en el tercer experimento los efectos de exposición de estas dos tasas (relaciones) de las dos fuentes de nitrógeno puestas en la práctica, sobre en el contenido de nutrientes y

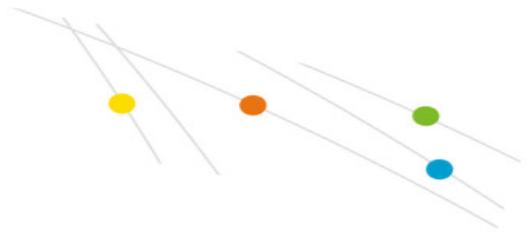


rendimiento de la planta, crecidas en surcos suplidas con una solución nutritivas continua, a una densidad de planta de 1,6 plantas/m², en dos repeticiones de 6 plantas por parcela (Cuadro 1).

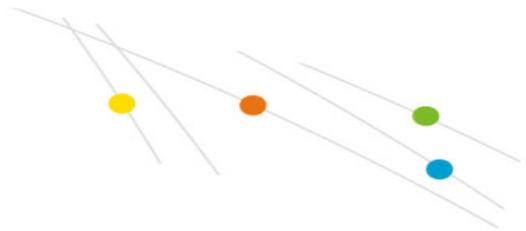
El pH de la solución nutritiva no tuvo un efecto en el crecimiento de la planta ni en el contenido de N, P o K en las hojas. Se afectó el contenido de otros nutrientes en las hojas 20 días después del trasplante: las concentraciones de Ca, Mg y Cu aumentaron, y las concentraciones de Fe, Mn y Zn disminuyeron cuando el pH de la solución nutritiva aumentó de 3,5 a 7,5. Esto se ajusta con otros modelos que predicen el efecto del pH en la absorción de nutrientes por las plantas, pero no existieron interacciones significativas entre el injerto y la respuesta al pH. Las plantas injertadas tenían concentraciones de Ca, Fe, Zn y Cu más altos en comparación con las plantas auto injertadas, pero no hubo interacciones significativas entre el injerto y la respuesta a pH

En el segundo y tercer experimento, decreció la biomasa de la hoja y el rendimiento de fruta en respuesta al aumento del NH_4^+ en la solución nutritiva, y las concentraciones de macro y micro-elementos se afectaron también por la tasa (relación) de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$. La combinación de injertos no influyo estos parámetros, ni se encontró interacción entre formas de N e injerto.

Se redujo la absorción de los cationes mayores Ca^{2+} y Mg^{2+} con el aumento de las concentraciones externas NH_4^+ (Cuadro 1). Esto se explica por el mecanismo de balances de cargas en la absorción de iones, cuando la absorción de cationes amonio previene la absorción de otros cationes para mantener la neutralidad eléctrica en la



planta. En este experimento se explica la reducción en el crecimiento de la planta y del rendimiento por esta baja concentración de calcio y magnesio en las hojas. La deficiencia de calcio durante la nutrición de NH_4^+ puede inducir la pérdida de integridad de la membrana, bajando la concentración de magnesio y afectando negativamente la función de mitocondrias y cloroplastos. Esta explicación se basa en las mediciones de intercambio gaseoso durante este experimento, el cual mostró una disminución significativa en la actividad fotosintética en el 70 al 100% de los tratamientos. La disminución de rendimiento comercializable con el aumento de NH_4^+ en la solución nutritiva resultó principalmente del incremento de los desórdenes fisiológicos de la fruta - blossom end rot (BER), reduciendo el número de frutas comercializables por planta. La incidencia de BER en este experimento decreció con el aumento de la concentración de amonio en la solución nutritiva, y correlacionada negativamente con el contenido de calcio en las frutas y hojas de tomate (Cuadro 1). El injerto de la variedad 'Moneymaker' en el patrón 'Maxifort' no alivió los efectos negativos de la fertilización de amonio en un cultivo sensible como el tomate.



NO ₃ :NH ₄ (%)	Rendimiento comerciable (kg/planta)	BER (rendimiento total %)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)
100 : 0	1,2	5,0	27,7	4,0
70 : 30	1,2	7,5	16,9	3,1
30 : 70	0,7	11,6	17,5	2,7
0 : 100	0,6	18,8	11,8	2,5
Significancia	*	**	*	**
Combinacion de injertos				
Auto-injertado	0,9	12,9	18,0	3,2
Injertado	1,0	8,6	18,9	2,9
Significancia	NS	NS	NS	NS

Cuadro 1. Efecto de la relación NO₃⁻:NH₄⁺ de la solución nutritiva en el rendimiento, podredumbre (apilcal blossom end rot) (BER) y el contenido de nutrientes en las hojas en tomate fertigado. El tipo de Nitrógeno tuvo un significativo efecto en todos los parámetros, pero no se encontró una variación estadísticamente significativa entre las combinaciones de injertos (ANOVA dos direcciones con un efecto lineal significativo al p ≤ 0,05 (*) o 0,01(**). NS=no significativo).