

DESARROLLO VEGETATIVO, ACUMULACION Y DISTRIBUCION DE Cl^- , Na^+ Y K^+ EN DOS PATRONES DE LIMONERO

M. Nieves*, A. Cerdá** y S. Navarro***

* *Dpto. de Química. Universidad Politécnica de Valencia.*

** *Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura. (CSIC).*

Apartado 195, Murcia

*** *Dpto. de Química Agrícola, Geología y Edafología. Universidad de Murcia.*

RESUMEN

Plantas de un año de los portainjertos naranja amargo (*C. aurantium* L.) y macrophylla (*C. macrophylla* Wester) fueron cultivadas en condiciones de invernadero en soluciones nutritivas conteniendo 0, 5, 10, 20, 40 u 80 mol m^{-3} NaCl. Las plantas de naranja amargo tuvieron mayor desarrollo que las de macrophylla. No hubo diferencia en la acumulación de Cl^- entre los portainjertos a salinidad media o baja, pero sí a salinidad alta (40 u 80 mol m^{-3} NaCl). Macrophylla acumuló más Cl^- que naranja amargo. La acumulación de Na^+ tuvo un comportamiento similar a la de Cl^- . Las concentraciones de Cl^- y Na^+ encontradas en ambos portainjertos en los niveles salinos elevados fué mayor en las hojas, seguido de la raíz y el tallo. En los niveles salinos bajos las concentraciones más altas se encontraron en las raíces. La concentración de K^+ en las hojas se incrementó con la salinidad mientras disminuía en los otros órganos de las plantas. Las diferencias entre ambos portainjertos en la acumulación de Cl^- y Na^+ fué relacionada con el desarrollo vegetativo.

Palabras clave: Tolerancia, salinidad, portainjertos de cítricos, naranja amargo y macrophylla.

SUMMARY

PLANT GROWTH, ACCUMULATION AND DISTRIBUTION OF CHLORIDE, SODIUM AND POTASSIUM IN TWO LEMON ROOTSTOCKS

One-year-old seedlings of sour orange (*C. Aurantium* L.) and macrophylla (*C. macrophylla* Wester) rootstocks were grown under glasshouse conditions in nutrient solutions containing 0, 5, 10, 20, 40 or 80 mol m^{-3} NaCl. Plant growth was greater for sour orange than for macrophylla. There was no difference between rootstocks in Cl^- accumulation at low or medium salinity, but differed at high salinity (40 or 80 mol m^{-3} NaCl). Macrophylla accumulated more Cl^- than did sour orange. The pattern of Na^+ accumulation was similar to that of Cl^- . At high salinity levels, chloride and sodium concentrations were found in both rootstocks to be higher in the leaves followed by roots and stems. At low salinity levels, the highest concentrations were found in roots. Potassium increased in leaves with salinity whereas decreased in other organs of the plants. Differences in chloride and sodium accumulation between both rootstocks were related to plant growth.

Key words: Tolerance, salinity, citrus rootstocks, sour orange and macrophylla.

INTRODUCCION

La producción de limón en la Región de Murcia representa cerca del 45% de la nacional, siendo para ella el segundo cultivo en importancia económica. En esta Región existen problemas con la calidad de las aguas de riego, ya que en muchas zonas son de origen subterráneo y contienen cantidades excesivas de sales solubles, principalmente Cl^- y SO_4^{2-} (Martínez *et al.*, 1987). El uso continuado de estas aguas puede conducir a disminuciones importantes de las cosechas dado que los cítricos son plantas sensibles a la salinidad (Bernstein, 1969; Maas y Hoffman, 1977; Cerdá *et al.*, 1990).

Son abundantes los trabajos que ponen de manifiesto la importancia del portainjerto en la tolerancia de los cítricos a la salinidad (Cooper, 1961; Cooper y Peynado, 1959; Sykes, 1985). Dicha tolerancia está asociada con la capacidad de los portainjertos de restringir la absorción

y/o el transporte de iones Cl^- y Na^+ entre la raíz y la parte aérea (Cerdá *et al.*, 1976; Grieve y Walker, 1983; Walker y Douglas, 1983). La concentración de K^+ en los tejidos fué también investigada en orden a determinar si hubo intercambio de Na^+ y K^+ con el incremento del nivel salino (Greenway y Munns, 1980).

En el caso del limonero, los portainjertos más utilizados son naranjo amargo (*Citrus aurantium* L.) y macrophylla (*C. macrophylla* Wester) (Ortiz y García, 1982). En este trabajo se realiza un estudio comparado de la tolerancia a la salinidad de ambos portainjertos sin injertar, relacionandola a su vez con sus capacidades para la acumulación y distribución de Cl^- , Na^+ y K^+ en las distintas partes de la planta. Con él se inicia una serie de experimentos destinados a investigar los distintos factores que intervienen en la tolerancia del limonero a la salinidad.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en cultivo hidropónico, bajo condiciones de invernadero. Durante el período experimental la temperatura y humedad relativa, se mantuvieron entre 23-33 °C y 55-85%, respectivamente.

Se colocaron 24 plantas de 1 año de edad, de cada uno de los portainjertos naranjo amargo (*C. aurantium* L.) y macrophylla (*C. macrophylla* Wester) en recipientes dotados de un sistema de aireación permanente que contenía 120 dm³ de disolución nutritiva cuya composición en mol m⁻³ era 4 de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 2 de

MgSO_4 , 2 KH_2PO_4 , 4 K_2SO_4 y 2 NaCl y en mmol m⁻³ 9.25 H_3BO_3 , 35.8 de FeEDTA , 1.8 MnSO_4 , 1.35 ZnSO_4 , 0.79 CuSO_4 y 0.21 $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$.

Las disoluciones se analizaron mensualmente añadiendo las cantidades necesarias de cada nutriente para mantener el valor fijado. Cada 2 meses se procedió al cambio de las mismas. Durante el experimento el volumen de las disoluciones nutritivas se ajustaba diariamente con agua de la red de abastecimiento local. El pH se mantuvo en el rango

de 5.5 a 6.5 mediante la adición de KOH o H₂SO₄ 1 N.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 2 portainjertos, 6 niveles salinos y 4 repeticiones. Los 6 niveles salinos se obtuvieron añadiendo a la disolución nutritiva 0, 5, 10, 20, 40 y 80 mol m⁻³ de NaCl.

Una vez las plantas habían desarrollado raíces y brotes nuevos, estas se pesaron, iniciando el proceso de salinización el cual se llevó a cabo durante 5 días para evitar un "shock" osmótico en las mismas. En estas condiciones las plantas se mantuvieron durante 4 meses.

Mensualmente se tomaban muestras de hojas, 2 por planta en naranjo amargo y de 5 a 7 en macrophylla, por ser éstas de menor tamaño. En ellas se determinaban las concentraciones de Cl⁻, Na⁺ y K⁺.

Al final del experimento se pesaron las plantas y se dividieron en 5 partes: Raíz, tallo inferior, tallo medio, tallo superior y hojas, determinando en cada una de ellas el peso fresco y el peso seco a 65 °C. En

cada una de estas partes se determinaron las concentraciones de Cl⁻, Na⁺ y K⁺.

El material vegetal destinado a análisis, una vez lavado y enjuagado tres veces con agua desionizada fué secado a 65 °C durante 48 horas. A continuación se molió, tamizándose a 0.5 mm. El ión cloruro fué determinado por valoración potenciométrica con AgNO₃ de los extractos acuosos del material vegetal y el Na⁺ y K⁺ por fotometría de llama, de las disoluciones obtenidas por digestión nítrico-perclórica (2:1) del mismo.

Los datos de desarrollo vegetativo y de las concentraciones de Cl⁻, Na⁺ y K⁺, se trataron estadísticamente, mediante análisis de la variancia y test de Duncan para la separación de las medias. La tolerancia a la salinidad se calculó a partir de los incrementos de peso fresco por unidad de peso fresco inicial, mediante una ecuación lineal de regresión, de acuerdo con el modelo de Maas y Hoffman (1977) y los métodos de cálculo de Van Genuchten (1983).

RESULTADOS

Desarrollo vegetativo

En las condiciones de cultivo de este experimento, las plantas de naranjo amargo independientemente del nivel salino, tenían un mayor desarrollo vegetativo que las de C. macrophylla. En la Tabla 1, se presentan los incrementos de peso fresco de las plantas y los cocientes de estos por el peso fresco inicial en relación con los valores medios de la CE y la concentración de Cl⁻

de las disoluciones nutritivas. A partir de estos cocientes entre el aumento de peso fresco inicial expresados como rendimiento relativo y los de CE media de las disoluciones, se calcularon las ecuaciones de regresión según el modelo de tolerancia a la salinidad de Maas y Hoffman (1977) y van Genuchten (1983), (Fig. 1).

En ella puede apreciarse que ambos portainjertos tienen valores umbrales (a) similares (3.10 y 3.12 dS

TABLA 1

Parámetros del desarrollo vegetativo en relación con el nivel salino y el portainjerto.

Nivel salino	C. E. dS/m	[Cl ⁻] _s mol m ⁻³	Incr. peso g	Incr. p. final/ P. inic.
Naranja amargo				
S1	2.83	6.1	416b	0.80b
S2	3.34	10.7	555a	0.87a
S3	3.88	16.0	494ab	0.66b
S4	4.74	26.7	450ab	0.68b
S5	6.68	47.4	301c	0.54c
S6	10.38	88.6	221c	0.30d
Macrophylla				
S1	2.73	5.1	266a	0.61a
S2	3.31	10.5	258a	0.51a
S3	3.93	15.5	331a	0.51a
S4	4.83	26.4	294a	0.44a
S5	6.56	47.3	14b	0.03b
S6	10.27	88.7	0b	0.00b
Análisis de la varianza (Valores de F)				
Portainjerto			41.3***	50.5***
Salinidad			8.4**	14.1***
Port. xSal.			0.9ns	1.2ns

*, ** y *** indican un efecto significativo a P=5, 1 y 0.1%, respectivamente. ns indica no significativo a P = 5%. Para cada portainjerto en una misma columna los valores que no tienen una misma letra son significativos a P = 5%, según el Test de Duncan.

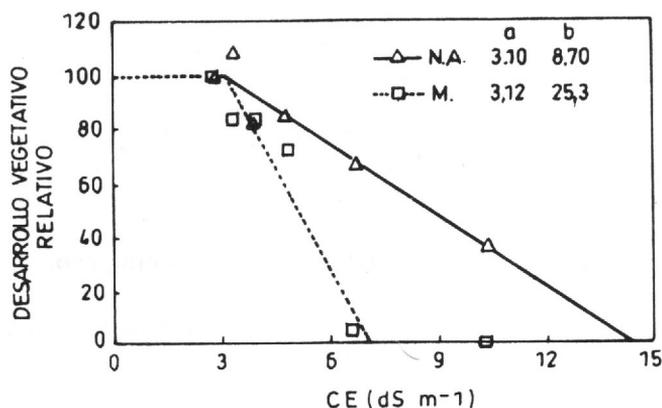


Fig. 1.—Tolerancia a la salinidad de los portainjertos naranja amargo (N. A.) y macrophylla (M.).

m^{-1} en naranjo amargo y macrophylla, respectivamente). Sin embargo, la pendiente de la recta (b), una vez superado el valor umbral, es mucho menor en el naranjo amargo que en el macrophylla 8.78 y 25.30 % de disminución de rendimiento por cada $dS m^{-1}$ por encima del valor umbral, respectivamente.

Acumulación de Cl^{-} , Na^{+} y K^{+} en hojas

Las concentraciones de Cl^{-} , Na^{+} y K^{+} en hojas de los dos portainjertos para cada uno de los niveles salinos a lo largo del período experimental se presentan en la Tabla 2.

Los resultados expuestos muestran que la concentración de Cl^{-} y Na^{+} en las hojas de ambos portainjertos aumenta progresivamente con el nivel salino y también con el tiempo de tratamiento diferencial.

Es interesante destacar, que los dos portainjertos a concentraciones salinas medias o bajas, tienden a acumular Cl^{-} en la misma proporción. Sin embargo, en los dos niveles

salinos más elevados S5 y S6, hay notables diferencias, las cuales se hacen mayores con el tiempo, siendo el portainjerto macrophylla el que acumula las mayores concentraciones en todos los niveles al final del experimento.

Los síntomas visuales de toxicidad fueron distintos en los dos portainjertos. En el macrophylla, dichos síntomas en las hojas, se caracterizaban por una necrosis en los bordes y ápices de las mismas. Por el contrario, en las plantas de naranjo amargo, estos síntomas foliares se manifestaban en los ápices y en una torsión de bordes y ápices de las hojas del haz hacia el envés.

La acumulación de Na^{+} seguía una tendencia similar a la del Cl^{-} , aunque con el tiempo, las diferencias entre los dos portainjertos en los niveles salinos más elevados, eran menores.

Las concentraciones de Cl^{-} y Na^{+} en las hojas estaban significativamente correlacionadas con las concentraciones de la disolución nutritiva por medio de las ecuaciones:

Naranjo amargo

$$\begin{aligned} [Cl^{-}]_{\text{hoja}} &= -38.8 + 9.6 [Cl^{-}]_{\text{sol.}}; & r &= 0.9984*** \\ [Na^{+}]_{\text{hoja}} &= -88.2 + 13.7 [Na^{+}]_{\text{sol.}}; & r &= 0.9965*** \end{aligned}$$

Macrophylla

$$\begin{aligned} [Cl^{-}]_{\text{hoja}} &= -18.8 + 12.4 [Cl^{-}]_{\text{sol.}}; & r &= 0.9981*** \\ [Na^{+}]_{\text{hoja}} &= -91.9 + 13.4 [Na^{+}]_{\text{sol.}}; & r &= 0.9881*** \end{aligned}$$

Las concentraciones de K^{+} en hojas de ambos portainjertos para todos los niveles salinos, se incrementan notablemente en las hojas tanto con el tiempo como con la salinidad

del medio. Estas concentraciones eran siempre mayores en el portainjerto macrophylla que en el naranjo amargo a lo largo del período experimental.

TABLA 2

Acumulación de Cl^- , Na^+ y K^+ en hojas de naranjo amargo y macrophylla en relación al nivel salino y al tiempo de tratamiento diferencial. ($mmol Cl^- kg^{-1} m. s.$).

Nivel salino	Julio			Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre		
	Cl^-	Na^+	K^+	Cl^-	Na^+	K^+	Cl^-	Na^+	K^+	Cl^-	Na^+	K^+	Cl^-	Na^+	K^+
Naranjo amargo															
S1	9	17	448	8d	43c	508c	8d	13c	573b	15d	114d	565bc	46e	78c	505a
S2	8	11	478	6d	30c	514c	7d	12c	515b	16d	54d	503c	51e	56c	488a
S3	8	9	413	6d	54c	505c	14d	120bc	543b	87cd	182c	546c	121d	151c	490a
S4	6	18	396	73c	79c	610b	103c	104bc	573b	138c	205c	625ab	201c	170c	503a
S5	7	16	378	254b	238b	700a	362b	288b	725a	257b	295b	630ab	350b	461b	555a
S6	7	71	401	495a	401a	677ab	610a	565a	657a	518a	568a	688a	824a	1025a	550a
Macrophylla															
S1	6	13	465	8c	31e	615a	7d	13e	588b	10d	45c	618c	55d	49d	545c
S2	5	26	485	9c	131d	676a	10d	113d	626b	76cd	275b	618c	108d	88cd	520c
S3	9	33	428	11c	104d	654a	13d	168cd	620b	135c	177b	650c	131d	90cd	580bc
S4	6	20	476	39c	248c	630a	111c	239c	615b	143c	280b	675bc	308c	254c	658ab
S5	15	46	456	209b	370b	653a	404b	511b	726a	405b	564a	758ab	596b	649b	646ab
S6	4	29	460	566a	596a	718a	631a	681a	733a	723a	645a	822a	1074a	1015a	720a
Análisis de la varianza (Valores de F)															
Por.	0,1 ^{ns}	0,2 ^{ns}	7,9 ^{**}	0,7 ^{ns}	15,6 ^{***}	13,6 ^{***}	0,7 ^{ns}	6,2 [*]	6,7 [*]	6,0 [*]	6,7 [*]	26,8 ^{***}	18,0 ^{***}	0,2 ^{ns}	18,0 ^{***}
Sal.				70,6 ^{***}	31,8 ^{***}	5,2 ^{**}	50,0 ^{***}	29,5 ^{***}	7,1 ^{***}	31,0 ^{***}	13,3 ^{***}	10,1 ^{***}	126,2 ^{***}	56,6 ^{***}	3,3 [*]
Por.xSal.				1,9 ^{ns}	1,2 ^{ns}	2,8 [*]	1,0 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,7 ^{ns}	1,5 ^{ns}	0,9 ^{ns}	0,6 ^{ns}	2,5 ^{ns}	0,4 ^{ns}	1,0 ^{ns}

*, ** y *** indican efecto significativo a P = 5, 1 y 0.1%, respectivamente. ns indica no significativo a P = 5%. Para cada portainjerto en una misma columna los valores que no tienen una misma letra son significativos a P = 5%, según el Test de Duncan.

Distribución de Cl^- , Na^+ y K^+ en las distintas partes de la planta

Las concentraciones de Cl^- , Na^+ y K^+ al final del experimento, en las distintas partes en que fueron divididas las plantas se presentan en las Figs. 2, 3 y 4.

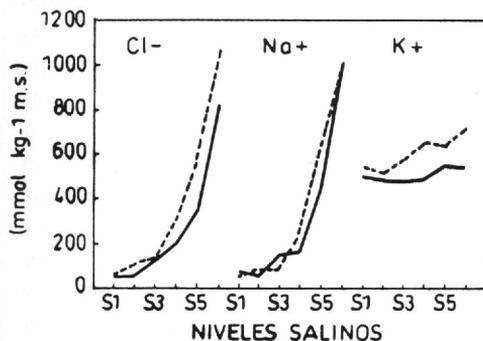


Fig. 2.—Concentraciones de Cl^- , Na^+ y K^+ en hojas, en relación con el portainjerto y el nivel salino del medio de raíces — naranjo amargo, - - - - - macrophylla.

Es destacable que el portainjerto presenta un efecto altamente significativo para las raíces, tallo inferior y hojas. Dentro de cada portainjerto, la distribución de Cl^- entre las diversas partes de las plantas son similares, si bien dicha distribución varía con el nivel salino. En ambos portainjertos, para los niveles salinos altos, la máxima concentración se produce en las hojas, seguida de raíces y tallo, mientras que para los niveles salinos bajos, la mayor concentración se observa en las raíces.

La concentración de Cl^- en hojas es mayor en las plantas de macrophylla que en las de naranjo amargo, mientras que en este último se aprecian las mayores concentraciones en el sistema radicular. En este portainjerto, su sistema radicular parece tener una capacidad estrictamente

limitada de acumular Cl^- , que se alcanzaba prácticamente en el nivel S2. Sin embargo, el sistema radicular del macrophylla, acumula menos Cl^- hasta el nivel S4, aumentando progresivamente con posteriores aumentos de las concentraciones en el medio.

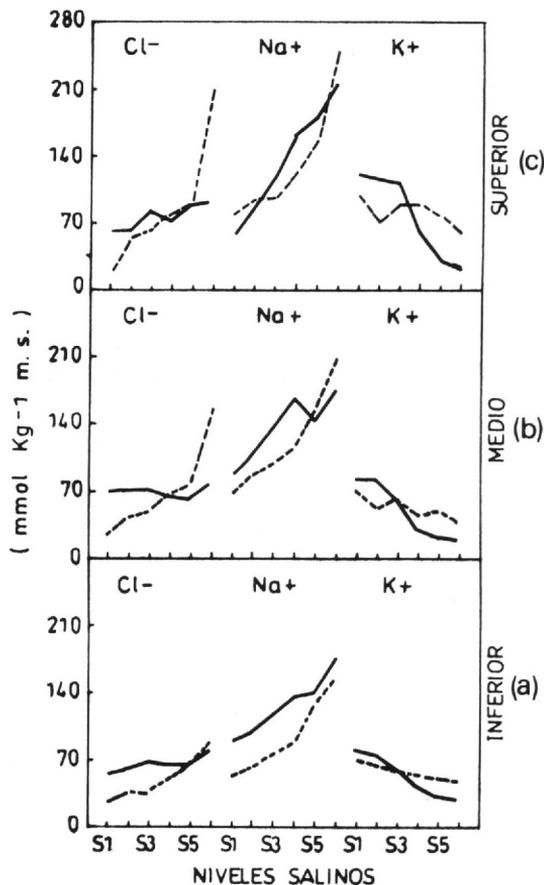


Fig. 3.—Concentración de Cl^- , Na^+ y K^+ en tallo inferior (a), medio (b) y superior (c), en relación con el portainjerto y el nivel salino del medio de raíces — naranjo amargo, - - - - - macrophylla.

En el portainjerto macrophylla la concentración de Cl^- en tallo aumenta al ascender en el mismo, mientras que en el naranjo amargo esta tendencia es más uniforme a lo largo

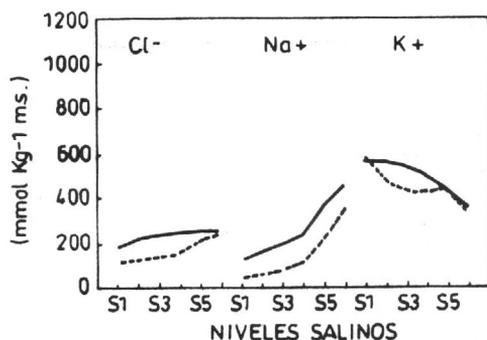


Fig. 4.—Concentración de Cl^- , Na^+ y K^+ en raíz, en relación con el portainjerto y el nivel salino del medio de raíces — naranjo amargo, - - - - macrophylla.

del mismo. A niveles salinos bajos y medios, el naranjo amargo acumula más Cl^- en la parte inferior y media del tallo que el macrophylla.

La concentración de Na^+ en raíz, tallo (inferior, medio y superior) y hojas, presenta diferencias altamente significativas. El efecto del portainjerto es muy apreciable en tallo inferior y raíz. Dentro de cada portainjerto, la distribución de Na^+ entre

las diversas partes de la planta, es similar para los distintos niveles salinos. La concentración de Na^+ disminuye en el orden: Hojas > raíz > tallo en ambos portainjertos, pero a diferencia de lo que ocurría con el Cl^- , la concentración de Na^+ en el sistema radicular, aumenta progresivamente con el nivel salino del medio, acumulándose más en el naranjo amargo. En las diferentes partes del tallo se incrementa de abajo hacia arriba, especialmente al aumentar la salinidad, acumulando significativamente más Na^+ la parte basal del naranjo amargo. No se detectaron sin embargo diferencias apreciables entre los portainjertos con respecto a las otras partes del tallo.

En la distribución de K^+ hay una influencia importante del nivel salino, observándose un aumento de la concentración de K^+ en las hojas y una disminución en las otras partes de la planta al aumentar la salinidad en el medio de raíces.

DISCUSION

La acumulación y distribución de los iones estudiados en las distintas partes de las plantas de naranjo amargo y macrophylla, muestran las diferencias que hay entre ambos portainjertos en la capacidad de sus sistemas radiculares, para acumular y/o excluir estos iones a diferentes concentraciones salinas.

Se pone de manifiesto asimismo una estrecha relación entre la disminución en el desarrollo vegetativo y la acumulación de los mismos en hojas durante el período experimental. Por ejemplo, el porcentaje medio de la disminución en el aumento de

peso por gramo de materia fresca al comienzo del experimento para naranjo amargo y macrophylla cultivadas con 26.7 mol m^{-3} de NaCl (S4), era del 10 y 30% respectivamente, mientras que la concentración media de Cl^- en las hojas al final era de 200 y 308 $\text{mmol kg}^{-1} \text{ m.s.}$, y la de Na^+ de 170 y 254 $\text{mmol kg}^{-1} \text{ m.s.}$, respectivamente para ambos portainjertos. Tendencias similares o incluso mayores, se obtienen comparando los respectivos valores a distintos niveles salinos. Walker y Douglas (1983) también encuentran diferencias similares entre el desarro-

llo vegetativo y la acumulación de Cl^- y Na^+ en los portainjertos cidro Etrog, Kharna Khatta y limero Rangpur.

Tanto el portainjerto naranjo amargo como el macrophylla no presentan diferencias apreciables en cuanto a su capacidad para regular la absorción de Cl^- a concentraciones salinas bajas o moderadas. En cambio, a concentraciones más elevadas, estas diferencias son más pronunciadas. De cualquier manera ninguno de los dos portainjertos puede considerarse como excluidor típico de Cl^- . Sin embargo, analizando comparativamente la absorción y distribución de Cl^- entre los distintos órganos de las plantas de ambos portainjertos cultivados con concentraciones salinas variables, es posible definir la localización de los mecanismos que regulan la exclusión de Cl^- en ambos casos.

Como se ha expuesto previamente, el sistema radicular del naranjo amargo se satura en su capacidad de acumular Cl^- prácticamente con la concentración de NaCl en el control, al igual que el macrophylla, aunque la capacidad de acumulación de este es menor. Tampoco hay una gran acumulación en la parte basal del tallo. Por ello es lógico pensar, que los mecanismos de exclusión de Cl^- están localizados en la raíz, pero no por retención de estos iones en la misma, sino más bien por la existencia de algún tipo de "barrera", que tenga la característica de restringir o limitar la entrada de Cl^- a las raíces o limitar el transporte de Cl^- de la raíz a la parte superior de la planta, tal como ocurre en el naranjo amargo comparado con el macrophylla. También es posible que esa

"barrera" al aumentar la concentración salina, pueda ser dañada como parece ocurrir en el macrophylla en el nivel S5. Grieve y Walker, (1983) y Walker y Douglas, (1983), sugieren este mismo tipo de mecanismo en otros portainjertos.

La pérdida de K^+ en las raíces y el correspondiente aumento en las hojas, especialmente en el macrophylla, puede ser debido a un intercambio entre el Na^+ y el K^+ , siendo éste depositado en el xilema. El resultado neto de este proceso para la planta, sería el mantenimiento de una relación baja Na^+/K^+ en las hojas, como sucede en este experimento. Esto coincide con los resultados de Walker (1986). Este proceso podría estar influenciado por la alta relación Na/Ca en el medio de raíces.

Aunque las pérdidas de K^+ en el macrophylla se producen al aumentar el nivel de salinidad de S1 a S2, en el naranjo amargo empiezan a producirse a niveles más elevados (S4). Esto parece indicar que los mecanismos de regulación de entrada del Na^+ al sistema radicular o los de transporte a la parte aérea, se alteran o deterioran con el tiempo y en contacto con concentraciones elevadas de Na^+ y en consecuencia hay aumento de la permeabilidad de la membrana. Esto sería la que permitiría el paso indiscriminado de Na^+ a la parte aérea. Otra posibilidad sería, que las concentraciones elevadas de Na^+ en los niveles más elevados de ambos portainjertos se deban a la salinidad "per se", y no a un aumento de la permeabilidad de la membrana inducida por una deficiencia de Ca^{2+} (Greenway y Munns, 1980). Estudios recientes indican que concentraciones elevadas

de Na^+ en hojas de citrus, pueden ejercer un efecto mayor en la disminución de la fotosíntesis y la transpiración que el Cl^- (Behboudian *et al.*, 1986).

De estos resultados parece claro, que concentraciones en el medio de

raíces de 30 mM de NaCl son letales en el portainjerto macrophylla, debido a una mayor acumulación de Cl^- y Na^+ , mientras que esas mismas concentraciones en naranjo amargo, no producen concentraciones tan elevadas de dichos iones.

BIBLIOGRAFIA

- BEHBOUDIAN, N. H., TOROKFALVY, E. and WALKER, R. R., 1986. Effects of salinity on ionic content, water relation and gas exchange parameters in some citrus scion-rootstock combinations. *Sci. Hort.*, 28: 105-116.
- BERNSTEIN, L., 1969. Salinity factors and their limits for citrus culture. *Proc. 1st Int. Citrus Symp.*, 3: 1779-1781.
- CERDA, A., CARO, M., FERNANDEZ, F. G. and GUILLEN, M. G., 1976. Foliar contents of sodium and chloride on citrus rootstocks irrigated with saline waters. *Proc. Int. Salinity Conference. Lubbock. Texas*: 155-164.
- CERDA, A., NIEVES, M. and GUILLEN, M. G., 1990. Salt tolerance of lemon trees as affected by rootstock. *Irrig. Sci.*, 11: 245-249.
- COOPER, W. C., 1961. Toxicity and accumulation of salt in citrus trees on various rootstocks in Texas. *Flo. Sta. Hort. Soc. Proc.*, 74: 95-104.
- COOPER, W. C. and PEYNADO, A., 1959. Chloride and boron tolerance of young-line citrus trees on various rootstocks. *Proc. Rio Grande Vall. Hort. Soc.*, 13: 89-96.
- GREENWAY, H. and MUNNS, R., 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 31: 149-199.
- GRIEVE, A. M. and WALKER, R. R., 1983. Uptake and distribution of chloride, sodium and potassium ions in salt-treated citrus plants. *Aust. J. Agric. Res.*, 34: 133-143.
- MAAS, E. V. and HOFFMAN, G. J., 1977. Crop salt tolerance-current assessment. *J. Irrig. Drainage Div. ASCE.*, 103: 115-134.
- MARTINEZ, V., CERDA, A. y GUILLEN, M. G., 1987. La calidad de aguas para el riego en la Región de Murcia. *Proc VII Congreso Nacional de Química. Sevilla*: 461-466.
- ORTIZ, J. M. y GARCIA, A., 1982. Portainjertos de limonero. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. I.N.I.A.
- SYKES, S. R., 1985. Effects of seedling age and size on chloride accumulation by juvenile citrus seedlings treated with sodium chloride under glasshouse conditions. *Aust. J. Exp. Agric.*, 25: 943-953.
- VAN GENUCHTEN, M. T., 1983. Analysing crop salt tolerance data: model description and user's manual. Riverside, U. S. Dep. of Agr., U. S. Salinity Laboratory, California: 1-50.
- WALKER, R. R. and DOUGLAS, T. J., 1983. Effect of salinity level on uptake and distribution of chloride, sodium and potassium in citrus plants. *Aust. J. Agric. Res.*, 34: 145-153.

Recibido: 29-11-90.

Aceptado: 10-1-91.