INFLUENCIA DE DIFERENTES NIVELES DE SALINIDAD SOBRE LA INHIBICIÓN DEL CRECIMIENTO EN PLÁNTULAS DE Phaseolus vulgaris, L.

R. López, L. M. González y D. García

ABSTRACT. The effect of different salinity levels on growth inhibition and cation accumulation was studied in *Phaseolus vulgaris* L. seedlings. Results showed that salinity disturbances, in the first growth periods, are caused by reduction in growth rate, which is closely related to a higher tissue accumulation of Na^+ and a reduction of K^+/Na^+ relationship.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, salinity, inhibition, growth

RESUMEN. Se estudió el efecto de diferentes niveles de salinidad sobre la inhibición del crecimiento y la acumulación de Na^+ y K^+ en plántulas de *Phaseolus vulgaris*, L. Los resultados mostraron que los daños por salinidad, en las primeras etapas del desarrollo de las plantas, están dados por una disminución en su velocidad de crecimiento, en relación estrecha con una mayor acumulación de Na^+ en los tejidos y una disminución de la relación K^+/Na^+.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, salinidad, inhibición, crecimiento

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de las plantas se considera uno de los procesos fisiológicos más importantes, desde el punto de vista económico, que depende de la interacción entre las potencialidades genéticas de cada variedad y las condiciones nutricionales y edafoclimáticas en que se desarrollan los cultivos.

El estudio de la influencia de diferentes niveles de salinidad sobre la inhibición del crecimiento y la acumulación de iones de las plántulas, desempeña un papel importante en la tolerancia varietal y constituye el primer resultado visible de la acción dañina sobre el organismo vegetal (González y Ramírez, 1996 y Cordovilla *et al.*, 1996); su conocimiento permite recomendar las vías agrotécnicas, que posibiliten mejores condiciones al cultivo para que este pueda expresar su potencial genético, así como establecer métodos de evaluación y selección sobre la base de los daños del crecimiento en las etapas iniciales de su desarrollo.

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de establecer el efecto de diferentes niveles de sales sobre la inhibición del crecimiento y la acumulación de Na^+ y K^+ en plántulas de *Phaseolus vulgaris*, L.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en condiciones de laboratorio a una temperatura de 29±2°C, con la variedad de frijol de grano rojo Mulangrí. Se colocaron a germinar 100 semillas en placas petri sobre papel de filtro y se remojaron con solución salina de NaCl ajustadas a conductividades eléctricas (3, 4, 5, 7, 8, 10, 12 $dS.m^{-1}$); como control se utilizó agua destilada con una conductividad de 0.02 $dS.m^{-1}$. Por cada variante experimental se utilizaron cuatro placas y se distribuyeron mediante un arreglo completamente aleatorizado. Las evaluaciones del crecimiento en altura y longitud de la radícula se realizaron a las 48, 72, 96, 120, 144, 168 y 192 horas. Al final del período experimental se determinó la acumulación de biomasas fresca y seca.

Se calculó la inhibición del crecimiento sobre la base de la elongación de los órganos en ausencia de sales (EC) y en presencia de ellas (ES), según la fórmula descrita por Marín *et al.* (1991): I(%) = 100(EC-ES/EC); la velocidad absoluta de crecimiento se calculó según Vernon y Allison (1963), el contenido total de agua se determinó en base seca, por el método gravimétrico según Ortega y Rodés (1986) y el porcentaje de Na^+ y K^+ se determinó por fotometría de llama (AOAC, 1975).

La información obtenida se procesó por un análisis de varianza simple y prueba de rangos múltiples de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las velocidades absolutas de crecimiento en altura y longitud de la radícula no mostraron un comportamiento regular en el tiempo, pero sí con respecto a la salinidad, disminuyendo en los niveles aplicados (Figuras 1 y 2). Al final del período experimental en la solución de mayor concentración (12 $dS.m^{-1}$) mostraron perjuicios del 95 % en la velocidad de crecimiento de la radícula y del 47 % en la de la altura de las plántulas, con respecto al control, lo que evidencia una respuesta diferenciada de los tejidos al estrés, similar a lo señalado por Marín *et al.* (1991) y Cordovilla *et al.* (1995a). La

R. López, Investigador del departamento de Suelos y Nutrición Vegetal; Dr. L. M. González, Investigador Auxiliar y D. García, Investigador del Laboratorio de Técnicas Nucleares, Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", Gaveta Postal 2140, Bayamo 85 100, Granma, Cuba.

menor velocidad de crecimiento de la radícula puede ser consecuencia del contacto directo de este órgano con la solución salina, la cual afecta en mayor grado su capacidad de división y diferenciación celular (González y Ramírez, 1996).

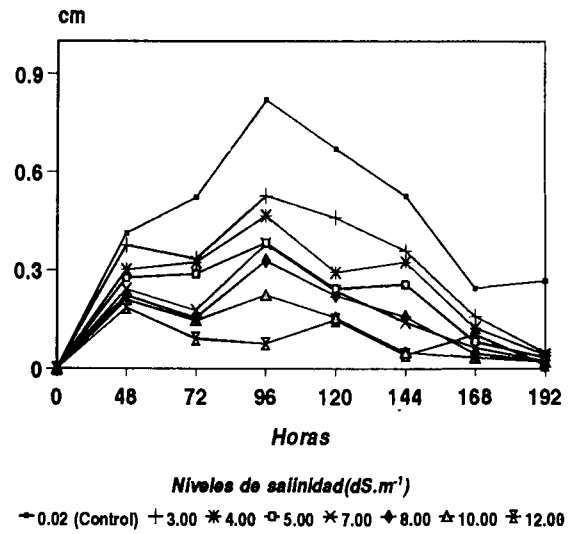

Figura 1. Velocidad de crecimiento de la radícula

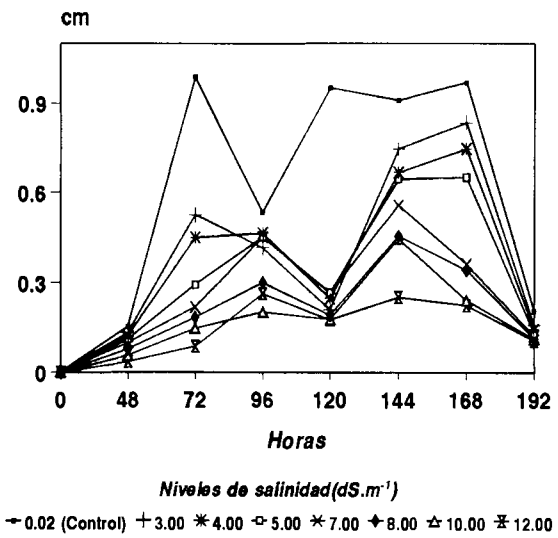

Figura 2. Velocidad de crecimiento de hipocótilo

Se observó un incremento significativo de la inhibición del crecimiento en longitud en ambos órganos, con el aumento de los niveles de salinidad (Tablas I y II). Sin embargo, con respecto al tiempo, hasta las 144 horas el crecimiento en altura, fue más afectado (34-70 %), que el de la radícula (24-64 %), a partir del cual se invierte el comportamiento; el crecimiento en altura tomó valores de 19-60 % y el de la radícula fue de 24-63 %; esto pudiera indicar una mayor capacidad de restauración de los procesos de división y diferenciación celular y un aumento en el número de células epidérmicas en la parte aérea de las plántulas, las que se ven afectadas en condiciones de salinidad, fundamentalmente en las primeras horas de exposición.

Tabla I. Inhibición de la longitud de la radícula bajo diferentes niveles de salinidad

Niveles de salinidad ($dS.m^{-1}$)	Tiempo (horas) 48	72	96	120	144	168	192
3.00	17.7 e	27.7 f	32.3 g	23.6 g	24.6 f	24.3 g	28.5 g
4.00	30.5 d	31.1 f	40.6 f	27.4 f	3.03 e	29.0 f	38.0 f
5.00	35.0 c	35.8 e	46.3 e	42.4 e	39.3 d	38.6 e	42.8 e
7.00	36.2 b	46.9 d	52.6 d	48.1 d	51.1 c	43.7 d	46.6 d
8.00	45.7 b	55.0 c	57.8 c	50.9 c	53.1 c	51.6 c	52.1 c
10.00	46.8 b	58.9 b	66.4 b	54.3 b	55.4 b	57.6 b	58.1 b
12.00	55.0 a	63.5 a	77.5 a	60.6 a	63.9	62.6 a	62.4 a
E.E	±4.2	±4.0	±3.8	±3.0	±2.0	±4.2	±5.0
Cv	8.0	7.6	8.2	9.0	5.6	8.2	9.3

Letras comunes no difieren para $p \leq 0.1$

Tabla II. Inhibición de la altura de las plántulas bajo diferentes niveles de salinidad

Niveles de salinidad ($dS.m^{-1}$)	Tiempo (horas) 48	72	96	120	144	168	192
3.00	-	46.4 g	46.4 g	55.3 e	34.2 f	19.6 g	15.9 g
4.00	-	53.1 e	53.1 e	58.4 e	38.3 f	26.3 f	21.5 f
5.00	-	67.7 d	67.7 d	66.4 d	40.1 e	39.6 e	28.3 e
7.00	-	71.8 c	71.8 c	70.5 c	47.9 d	49.6 d	35.0 d
8.00	-	77.1 c	77.1 c	77.3 b	56.0 c	53.2 c	39.1 c
10.00	-	84.2 b	84.2 b	80.1 b	63.7 b	59.1 b	44.2 b
12.00	-	87.4 a	87.4 a	83.7 a	70.7 a	60.5 a	50.6 a
E.E	±4.2	±2.5	æ2.6	±3.2	±3.2	±2.5	±3.0
Cv	8.2	8.6	8.6	9.0	5.8	6.2	9.5

La acumulación de las materias fresca y seca de las plántulas y en los órganos disminuyó significativamente con el incremento de los niveles de salinidad (Tabla III), resultando más pronunciada en la radícula, por el mayor daño mostrado en su velocidad de crecimiento (Figura 1). Este comportamiento coincide con lo obtenido por Cordovilla *et al.* (1995b) e Isla y Royo (1997) en este cultivo, los cuales señalan que la menor acumulación de masa seca en la radícula con respecto a la parte aérea, es debido a una menor velocidad de crecimiento y a una descompensación en la velocidad de transpiración foliar por efecto del estrés salino.

Las disminuciones observadas en el crecimiento y la biomasa integran los daños que produce la salinidad sobre el proceso anabólico en esta especie y constituye una de las respuestas más comunes a dicho estrés.

Diversos autores (Cordovilla *et al.*, 1995c; González y Ramírez, 1996) coinciden en señalar que dichos daños pueden ser debido al efecto osmótico o tóxico de los iones salinos. No obstante, en esta experiencia, la poca variación encontrada en el contenido de agua de las plantas (Tabla III), sugiere que los cambios en masa fresca estuvieron más relacionados con los obtenidos en masa seca que con el contenido de agua, por lo que la inhibición osmótica de la absorción de agua no parece ser la causa fundamental de la reducción del crecimiento observada.

Tabla III. Acumulación de biomasa en las diferentes partes de las plántulas

Niveles de salinidad ($dS.m^{-1}$)	Masa fresca (g) Parte aérea	Radícula	Total	Masa seca (g) Parte aérea	Radícula	Total	Contenido de agua en las plantas (% base seca)
0.02 Control	1.77 a	0.42 a	2.19 a	0.31 a	0.08 a	0.39 a	461.00 a
3.00	1.00 b	0.19 b	1.22 b	0.28 b	0.04 b	0.22 b	456.33 a
4.00	0.94 c	0.17 b	1.11 b	0.17 bc	0.03 b	0.20 b	455.00 a
5.00	0.94 c	0.14 c	1.08 b	0.16 c	0.03 b	0.19 bc	460.66 a
7.00	0.92 c	0.14 c	1.06 b	0.16 c	0.03 b	0.19 bc	457.00 a
8.00	0.90 c	0.13 c	1.03 b	0.16 c	0.03 b	0.19 bc	452.00 a
10.00	0.88 c	0.13 c	1.01 b	0.15 c	0.03 b	0.18 c	458.00 a
12.00	0.83 c	0.12 c	0.95 c	0.15 c	0.02 b	0.17 c	458.33 a
EE	±0.04	±0.03	±0.5	±0.02	±0.03	±0.4	±2.4
Cv	1.52	1.08	2.01	1.00	1.02	2.00	0.91

La acumulación de Na^+ y K^+ en los órganos analizados (Tabla IV) evidenció que la concentración de Na^+ aumentó con el incremento de los niveles de NaCl, mucho más marcado en la parte aérea que en la radícula, el cual fue de 70 y 24 % respectivamente en la solución salina de 12 $dS.m^{-1}$; mientras que los contenidos de K^+ disminuyeron paralelamente y a esta concentración alcanzaron valores del 24 % en la radícula y del 18 % en la parte aérea.

Tabla IV. Acumulación de Na^+ y K^+ y la relación en plántulas de frijol

Niveles de salinidad ($dS.m^{-1}$)	K^+ Parte aérea	Radícula	Na^+ Parte aérea	Radícula	K^+/Na^+ Parte aérea	Radícula
0.02 Control	0.14	0.27	2.74	2.83	10.57	10.48
3.00	0.23	0.22	0.50	0.64	10.86	8.00
4.00	0.52	0.39	2.41	2.60	4.63	6.66
5.00	0.64	0.43	2.33	2.50	3.64	5.81
7.00	0.64	0.48	2.27	2.49	3.54	5.18
8.00	0.89	0.50	2.27	2.47	2.55	5.10
10.00	0.93	0.51	2.24	2.43	2.40	4.70
12.00	1.03	0.65	2.24	2.13	2.17	3.33

Este antagonismo observado entre el K^+ y el Na^+ permite deducir que la disminución obtenida en la relación K/Na, alcanzó valores del 88 % en la parte aérea y del 68 % en la radícula, lo cual es indicativo, según diversos autores (Martínez y Cerdá, 1988 y González y Ramírez, 1996), de una disminución de la selectividad del sistema radical en la absorción de Na^+ en condiciones salinas. De aquí que es lógico que un posible efecto específico del sodio sobre los contenidos de potasio en los diferentes órganos de las plantas, debe ser considerado como la causa de mayor peso de los perjuicios del crecimiento, si se tiene presente que el K^+ ejerce una función positiva en el metabolismo energético y en los hidratos de carbono e influye notablemente en la síntesis de las proteínas encargadas del crecimiento.

Los resultados sugieren que una presencia excesiva de sales en el medio disminuyen la concentración de K^+ en los tejidos vegetales y sus funciones en las plantas, y junto a la acumulación de Na^+ en los tejidos pueden inducir alteraciones o retrasos en alguna de las reacciones esenciales y, por lo tanto, incidir en el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

CONCLUSIONES

Los daños por salinidad en las primeras etapas de su desarrollo, están dados por una disminución en la velocidad de crecimiento de las plántulas, así como por la inhibición en la elongación y acumulación de biomasa, fundamentalmente debido al desbalance entre la absorción de Na^+ y K^+, la cual afecta seriamente su metabolismo. Estas alteraciones tempranas del crecimiento pueden incidir en el ciclo completo e influir directamente en los rendimientos del cultivo, por lo que se recomienda tenerlas presentes en los estudios que se efectúen en condiciones de producción.

REFERENCIAS

Cordovilla, M. P. /et al./. Growth stage response to salinity in symbiosis Vicia faba-Rhizobiumleguminosarumbv. Viciae. Plant Physiology 14:105-11, 1995a.

Cordovilla, M. P. /et al./. Influence of host genotypes on growth, symbiotic perfomance and nitrogen assimilation in faba bean (Vicia faba L.) under salt stress. Plant and Soil 172:289-297, 1995b.

Cordovilla, M. P. /et al./. Growth and macronutrient contents of faba bean plants: Effects of salinity and nitrate nutrition. Journal of plant nutrition 18(8):1611-1628, 1995c.

Cordovilla, M. P. /et al./. Growth and symbiotic perfomance of faba bean inoculated with Rhizobium leguminosarum bivar. Viciae strains tolerant to salt. Soil Science and Plant Nutrition 42(1):133-140, 1996.

González, L. M. y R. Ramírez. Respuesta de Terannus labialis a diferentes niveles de salinidad durante la germinación y el crecimiento. Cultivos Tropicales 17(3):17-19, 1996.

Horwitz, W. Official methods of analysis. /W. Horwitz.- 12 ed.- Washington, 1975.- 1008 p.

Isla, R. y A. Royo. Tolerancia a la salinidad en la tribu Triticeae. Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetal 12(1,2,3):133-147, 1997.

Marín, E. /et al./. Inhibición del crecimiento de las plántulas de arroz durante la germinación en condiciones salinas. Rev. Centro Agrícola 18(3):3-9, 1991.

Martínez, V. y A. Cerdá. Influencia de la fertilización nitrogenada en condiciones salinas en el cultivo de plantas de tomate y pepino. II. Composición mineral. An. Edafol. Agrobiol: 1409-1417, 1988.

Ortega, E. y Rosa Rodés. Manual de prácticas de laboratorio de Fisiología Vegetal. /E. Ortega, Rosa Rodés.- La Habana : Editorial Pueblo y Educación, 1986.- 196 p.

Recibido: 7 de octubre de 1997
Aceptado: 4 de septiembre de 1998