

Crecimiento y distribución de materia seca en cultivares de fresa (*Fragaria sp.*) bajo estrés salino

Growth and dry matter partitioning of salt-stressed strawberry cultivars (*Fragaria sp.*)

Fánor Casierra-Posada¹ y Nehidy García²

Resumen: Las sales se acumulan a menudo en el suelo de los cultivos de fresa como consecuencia del agua empleada para fertirrigación. Se realizó un experimento en invernadero con el objeto de estudiar la respuesta de cultivares de fresa (*Fragaria sp.*) a concentraciones crecientes de NaCl. Los cultivares de fresa Sweet Charlie, Camarosa y Chandler se sembraron en materas con suelo en la localidad de Tunja (Colombia). El suelo de las materas se salinizó gradualmente con NaCl mediante la adición de 0, 20, 40, 60 y 80 mM · kg⁻¹ de suelo secado a temperatura ambiente. Las plantas se cosecharon 16 semanas luego de empezados los tratamientos. Se midió la distribución de materia seca en hojas, coronas, flores, raíces y frutos, así como el área foliar total, el área necrótica, el peso específico de las hojas, el peso seco y fresco por fruto, y la relación brote/raíz. Los resultados indicaron que la acumulación de sales en plantas de fresa reduce el vigor, retarda el crecimiento y disminuye la producción de biomasa. Se observaron con frecuencia lesiones de quemado medianas a severas en los bordes de las hojas de acuerdo con la concentración de sales en el suelo. Entre los tres cultivares de fresa evaluados, Sweet Charlie fue más tolerante al estrés por salinidad en comparación con los demás cultivares.

Palabras clave adicionales: Salinidad, estrés osmótico, NaCl, área foliar.

Abstract: Ferti-irrigation often results in salts accumulating in strawberry culture soil. Strawberry cultivars (*Fragaria sp.*) response to increasing levels of NaCl was studied in a greenhouse experiment. 'Sweet Charlie', 'Camarosa' and 'Chandler' strawberry cultivars were grown in pots filled with soil in Tunja, Colombia. The soil in pots was gradually salinised by NaCl adding 0, 20, 40, 60 and 80 mM · kg⁻¹ of air dried soil. Plants were harvested 16 weeks after the treatment was begun. The accumulation of dry matter was measured in leaves, crowns, flowers, roots and fruits, as well as total leaf area, necrotic leaf area, specific leaf weight, dry and fresh weight per fruit and shoot:root ratio. The results revealed that salt accumulation in strawberry plants depressed vigour, retarded growth and reduced the production of dry matter. There was frequent mild to severe burning of leaf edges depending on salt concentration in the soil. 'Sweet Charlie' was more tolerant to salt stress compared to the other cultivars tested.

Additional key words: Salinity, osmotic stress, NaCl, leaf area.

Introducción

EL ÁREA CULTIVADA CON FRESAS a nivel nacional alcanzó 702 ha en el año 2003, de las cuales 6,4% se encontraban en el departamento de Boyacá, con un rendimiento de 17,2 t · ha⁻¹. En el departamento de Cundinamarca se

cultivó el 64,2 % del área nacional en ese año, con un rendimiento que alcanzó 37,2 t · ha⁻¹. La enorme brecha en cuanto al rendimiento en estos departamentos se debe, entre otras causas, al bajo nivel de tecnificación de este sistema de producción en Boyacá. El sistema de producción de fresa en Colombia involucra el uso de coberturas plásticas

Fecha de recepción: 17 de marzo de 2005
Aceptado para publicación: 27 de mayo de 2005

- 1 Profesor Asociado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Tunja. e-mail: fanor@gmx.net
- 2 Investigadora, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Tunja.

que sirven para proteger los frutos de las pudriciones y limitan el crecimiento de arvenses; no obstante, la cobertura plástica reduce la posibilidad de humedecimiento del suelo causado por la precipitación, por lo que los agricultores deben instalar sistemas de riego. Así mismo, se utiliza la inyección de sales fertilizantes altamente solubles en el riego, las cuales no pueden ser tomadas en su totalidad por el sistema radicular de las plantas y, por tanto, se acumulan en la zona de la rizósfera, causando una reducción en el potencial osmótico de la solución del suelo, que posteriormente ocasiona trastornos en las plantas con relación a la toma de agua y nutrientes.

Si se asume que el crecimiento vegetal abarca todas las fases comprendidas entre la germinación y la maduración de nuevas semillas, éste se ve afectado, tanto positiva como negativamente, a consecuencia del estrés osmótico, lo cual depende de la capacidad de las plantas para incorporar las sales a su metabolismo y del tipo de sal que causa el estrés. Se ha encontrado que en halofitas obligadas como *Salicornia herbacea*, una concentración de 0,3 M de NaCl conduce a un incremento de ocho veces la producción de biomasa, en comparación con plantas cultivadas en ausencia de NaCl. En estas plantas, se ha alcanzado un óptimo de producción de biomasa con 0,2 M de KCl y con 0,1 M de NaNO₃. Por el contrario, el CaCl₂ reduce la producción de materia seca. El crecimiento en plantas halofitas facultativas como *Glaux maritima* y *Plantago maritima* se ve favorecido por la presencia de concentraciones bajas de sales, pero cuando las sales se acumulan, su crecimiento se disminuye. Por otro lado, existen plantas, como *Vigna unguiculata* que crecen normalmente en suelos libres de salinidad, pero que pueden tolerar una concentración moderadamente baja de sales (Kreeb, 1996; Lüttge, 1997; Larcher, 2001). Por su lado, Plaut *et al.* (2000) encontraron que la salinidad aumenta el área foliar necrosada en *Saccharum officinarum*, resultado que se explica porque la salinidad acelera la senescencia de las hojas en esta planta.

La reducción del impacto de la salinidad sobre el crecimiento de los vegetales requiere con frecuencia el uso de enmiendas aplicadas al suelo, las cuales incrementan los costos de producción y no son totalmente efectivas. La interacción entre la fertilidad y la salinidad del suelo ha sido estudiada por muchos investigadores en diversos cultivos (Khalil *et al.*, 1967; Kafkaki *et al.*, 1982; Aslam *et al.*, 1984), y algunos lo han hecho en especies frutales (Bar *et al.* 1987; Schreiner y Lüdders, 1992; El-Siddig y Lüdders, 1994; Schmutz y Lüdders, 1999; Ali-Dinar *et al.*, 1999).

Los resultados de estas investigaciones han mostrado, en términos generales, que existe la posibilidad de reducir la influencia de la salinidad sobre el desarrollo de los vegetales y sobre su metabolismo, mediante una fertilización adecuada (Walker *et al.*, 1979 y 1982; Feigin *et al.*, 1987; Naidoo, 1987; Shadad *et al.*, 1988).

Materiales y métodos

Para determinar el efecto de la salinidad por NaCl sobre el crecimiento y distribución de materia seca en plantas de fresa, se escogieron los cultivares Chandler, Camarosa y Sweet Charlie, los cuales se cultivan comúnmente en Boyacá. Antes de la siembra, los estolones se mantuvieron en cuarto frío a 7° C de temperatura durante dos semanas y posteriormente se colocaron en materas plásticas con capacidad para 2 kg de suelo. Una vez las plantas iniciaron la brotación, se aplicó al suelo de cada matera una mezcla de fertilizante comercial de alta solubilidad (valores en gramos por kilogramo de suelo seco, g · kg⁻¹), así: N: 0,4; P₂O₅: 0,03; K₂O: 0,05; CaO: 0,0005; MgO: 0,0013; S: 0,00137; B: 0,0002; Cu: 0,00014; Fe: 0,00012; Mn: 0,0013; Mo: 0,00005 y Zn: 0,0002.

Los tratamientos para inducir la salinidad con NaCl fueron 0, 20, 40, 60 y 80 mM · kg⁻¹ de suelo seco al aire, los cuales indujeron una conductividad eléctrica de 2,68; 6,08; 8,24; 9,98 y 12,62 dS · m⁻¹, respectivamente. La cantidad total de NaCl se aplicó gradualmente a cada matera a lo largo de un periodo cercano a cuatro semanas, según la metodología reportada por Alpaslan *et al.* (1999). Durante el ensayo, la humedad del suelo de las materas se mantuvo cercana a la capacidad de campo. La cantidad de agua diaria para regar las materas se calculó con base en el peso de la matera y en la pérdida de agua con respecto al peso de la misma el día anterior, de manera que el suelo en las materas no llegara al punto de marchitez temporal ni sobrepasara la capacidad de campo. Las plantas se cosecharon 16 semanas después de terminar los tratamientos con la sal, momento en el que se determinó: a) el área foliar mediante un analizador LI-COR® 3000A (LI-COR, USA); b) el área necrótica, por diferencia con el área foliar total; c) la acumulación de biomasa en hojas, coronas, frutos y raíces, mediante el secado de los diferentes órganos a 70°C durante 48 horas; d) la relación parte aérea/raíz (brote/raíz), como el cociente del peso seco de la parte aérea y el de la raíz; finalmente, e) el peso específico de las hojas expresado como el cociente entre el peso seco de las hojas y el área foliar.

El diseño estadístico usado fue en bloques al azar con cinco replicaciones. Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza clásico para determinar la significancia. La diferencia entre promedios se determinó mediante la prueba de comparación de Tukey. Los análisis estadísticos se realizaron con la versión 11.5 de SPSS®. Las figuras se presentan en formato de barras con su respectiva desviación estándar.

Resultados y discusión

Durante el desarrollo del ensayo se observaron los síntomas característicos del efecto de las sales en el tejido foliar de las plantas sometidas a estrés salino. La sintomatología presentada por las plantas tratadas con cloruro de sodio consistió en necrosis de los bordes de las hojas, la cual comenzó en el extremo distal de los folíolos y luego avanzó hasta el extremo proximal, muchas veces sin que se presentara una franja clorótica intermedia entre el área necrótica y la sana (Figura 1). Se observó también que la salinidad indujo una clorosis moderada en las hojas de las plantas tratadas, mientras las hojas de los testigos conservaron su color verde oscuro normal.

Los síntomas presentados por las plantas sometidas a estrés salino fueron más agudos en las hojas adultas que en las jóvenes, lo cual indica que las plantas de fresa acumulan los iones tóxicos en las hojas adultas como respuesta a la toxicidad por NaCl. Posteriormente, estas hojas se necrosan por completo y se caen, como lo describe Larcher (2001) para la mayoría de las plantas sometidas a estrés por sales. Los síntomas necróticos observados coinciden con la descripción realizada por Maas (1992) en plantas de fresa afectadas por salinidad, las cuales se pueden apreciar en la Figura 1.

En cuanto al porcentaje de área foliar necrosada por la salinidad, hubo diferencias altamente significativas para los factores concentración de sales y cultivar de fresa; así, el área foliar necrosada presentó un incremento proporcional a la concentración de NaCl en el suelo (Figura 2).

Las plantas del cultivar Chandler presentaron mayor afección inducida por la salinidad en el área foliar, lo que indica que este cultivar presenta alta sensibilidad al estrés por sal en



Figura 1. Sintomatología de necrosis por salinidad en hojas de fresa (*Fragaria sp.* cv. Sweet Charlie) sometida a 80 mM de NaCl.

comparación con los otros dos cultivares probados. Maas (1992) y Blaylock (1994) coinciden en reportar que la fresa es especialmente sensible a las sales de sodio y cloro; sin embargo, esta sensibilidad de las plantas de fresa, en cuanto a su efecto sobre el peso fresco del fruto, es inherente al cultivar, como se muestra en la Figura 3, en la cual se observa que el cultivar 1 (Sweet Charlie) no tuvo una disminución tan aguda del peso del fruto en comparación con los otros cultivares probados. Este resultado coincide con lo encontrado por Keutgen y Keutgen (2003) en otros cultivares de fresa. La necrosis en las hojas viejas puede ser un efecto debido al incremento en la velocidad de senescencia de las hojas inducido por la salinidad, como lo reportan Plaut *et al.* (2000) quienes encontraron que la salinidad aumenta el

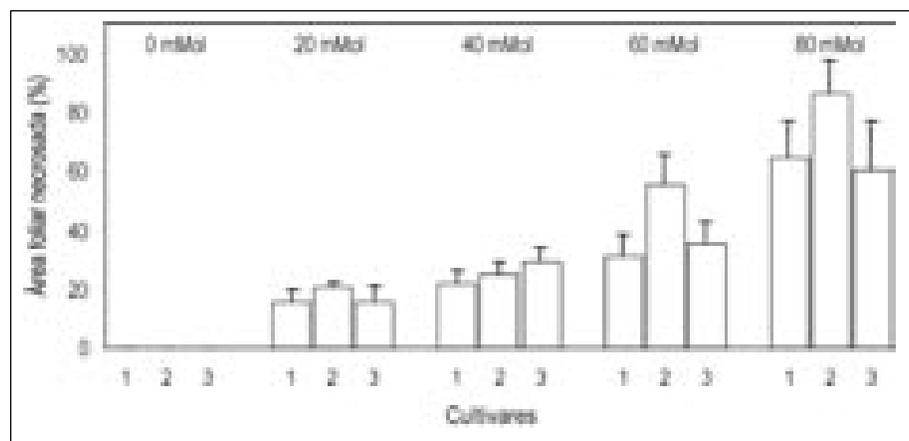


Figura 2. Área foliar necrosada en plantas de fresa (*Fragaria sp.*) utilizando concentraciones crecientes de NaCl (0, 20, 40, 60 y 80 mM · kg⁻¹ de suelo). Cultivar 1: Sweet Charlie, Cultivar 2: Chandler, Cultivar 3: Camarosa.

área foliar necrosada en *Saccharum officinarum*, pues acelera la senescencia de las hojas en esta especie.

Con respecto a la variable peso fresco del fruto, hubo diferencias altamente significativas para los factores concentración de sales y cultivar, pero no hubo diferencia en la interacción entre estos dos factores. La concentración creciente de sales en el sustrato indujo una reducción en el peso fresco del fruto, a pesar de lo cual, el cultivar Sweet Charlie presentó el mayor peso del fruto. Estos resultados resaltan el hecho de que, a pesar que la tolerancia a la salinidad es relativamente baja en la mayoría de las especies cultivadas, existe variabilidad genética no sólo entre especies sino entre cultivares (Marschner, 1986). Adicionalmente, Martínez-Barroso

y Álvarez (1997) comentan que los criterios para definir la sensibilidad de los cultivares de fresa al estrés salino son numerosos y diversos; por tanto, se deben establecer criterios locales para catalogar los cultivares de fresa como tolerantes o sensibles al estrés por sal.

La materia seca total se distribuyó en los compartimientos de la planta (Figura 4). Se puede observar que la concentración creciente de sales en el suelo tuvo como consecuencia el incremento relativo (con respecto al peso seco total de la planta) en la acumulación de materia seca en las raíces de las plantas tratadas con NaCl, dado que el peso de los órganos que conforman la parte aérea se redujo; también se observa una notable reducción en la acumulación de biomasa en los frutos. Este resultado

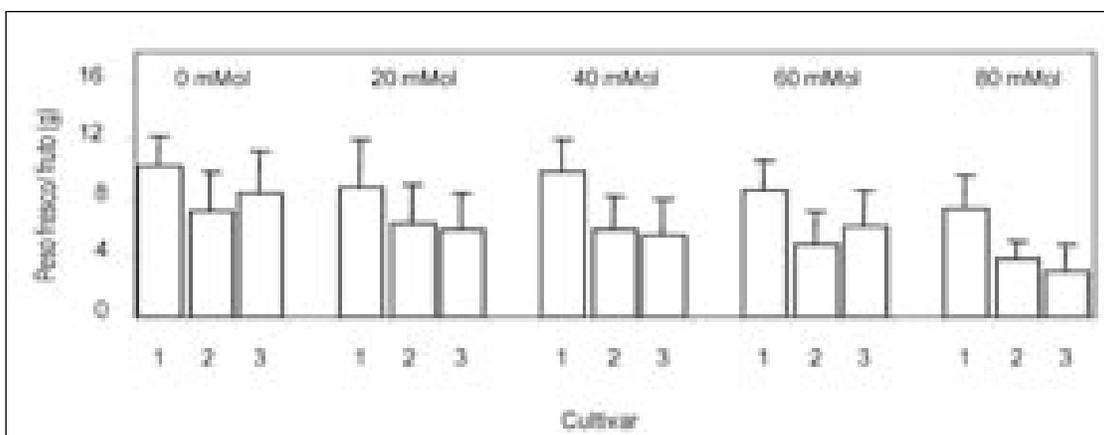


Figura 3. Peso fresco por fruto en plantas de fresa (*Fragaria sp.*) utilizando concentraciones crecientes de NaCl (0, 20, 40, 60 y 80 mM · kg⁻¹ de suelo). Cultivar 1: Sweet Charlie, Cultivar 2: Chandler, Cultivar 3: Camarosa.

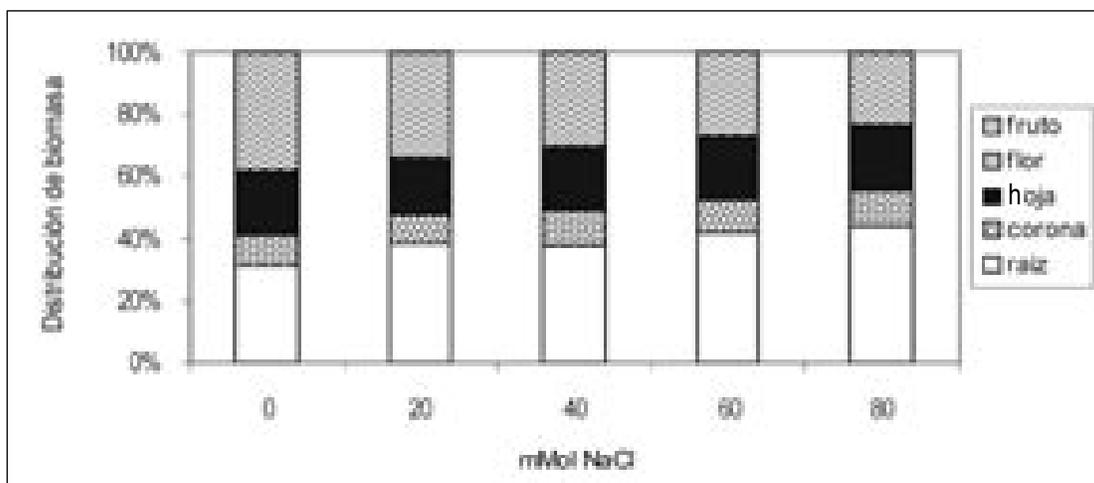


Figura 4. Distribución porcentual de biomasa en plantas de fresa (*Fragaria sp.*) utilizando concentraciones crecientes de NaCl (0, 20, 40, 60 y 80 mM · kg⁻¹ de suelo).

coincide con lo descrito por Kreeb (1996), quien anota que la concentración de sales en el sustrato afecta la producción de biomasa en plantas sensibles a la salinidad. Por su parte, Keutgen y Keutgen (2003) reportaron una respuesta similar a la encontrada en este ensayo, cuando expusieron dos cultivares de fresa al estrés osmótico por NaCl; además, Ebert *et al.* (1999) encontraron una relación inversa entre la producción de materia seca y la concentración de NaCl en el sustrato, en brotes, hojas y raíces de plantas de *Solanum quitoense*, cultivadas bajo condiciones de salinidad. El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas para la acumulación de peso seco en raíces para los factores concentración de sales y cultivar, la variable dependiente acumulación de materia seca en hojas mostró diferencia significativa para el factor cultivar solamente. La acumulación de peso seco en flores no mostró diferencias significativas, mientras que en la corona arrojó diferencia significativa sólo para el factor cultivar. Por su parte Saied *et al.* (2003) reportaron un descenso en el peso seco del total de las hojas, dado que la salinidad provoca una reducción de los parámetros relacionados con el crecimiento de las plantas, como lo reportaron Robinson *et al.* (1983) y Awang *et al.* (1993).

La variable área foliar mostró diferencias altamente significativas para los factores cultivar y concentración de sales, pero no para la interacción entre los factores. Se observó una reducción en el área foliar en la medida que se incrementó la concentración de sales en el sustrato. Como sucedió con otras variables, el cultivar Sweet Charlie se mostró menos afectado por la salinidad en cuanto al desarrollo del área foliar (Figura 5). Saied *et al.*

(2003) encontraron que la salinidad redujo el área foliar, la tasa diaria de expansión foliar y el número de hojas por planta en dos cultivares de fresa de día largo, los cuales presentaron marcadas diferencias varietales en cuanto a la respuesta a estas tres variables, lo cual coincide con las respuestas encontradas en el presente ensayo. La reducción en el área foliar es una consecuencia de los desórdenes fisiológicos desencadenados por el estrés salino y la acumulación de Na⁺ y Cl⁻ en los diferentes tejidos del vegetal, así como la reducción de la tasa neta de la fotosíntesis y el contenido de pigmentos en tejido foliar (Willmer, *et al.*, 1974; Clarkson y Lüttge, 1989; Ali-Dinar, *et al.* 1999; Ebert *et al.*, 1999; Casierra-Posada *et al.*, 2000 y 2000a; Saied *et al.*, 2003). Con respecto a la reducción de las variables relacionadas con la fotosíntesis neta, Saied *et al.* (2003) discuten que concentraciones altas de NaCl reducen tanto la tasa máxima de asimilación, como la eficiencia de la carboxilación, de las cuales, la primera es un indicador de la limitación de la tasa de fotosíntesis neta bajo condiciones de saturación de luz, y la segunda refleja la actividad de la rubisco, enzima indispensable para el desarrollo del ciclo de Calvin; sin embargo, en plantas de fresa, esta respuesta tiene un componente varietal. Por su parte, Miteva *et al.* (1992) encontraron que la salinidad inhibe la síntesis de proteína soluble total, con una marcada inhibición en la síntesis de la enzima rubisco.

Se encontró que el análisis estadístico para la variable peso específico de las hojas arrojó diferencia significativa para el factor concentración de sales en el sustrato y altamente significativa para el factor cultivar. Al respecto, Bohnert *et al.* (1999) discuten que, tanto las plantas superiores como las levaduras, acumulan en sus tejidos solutos com-

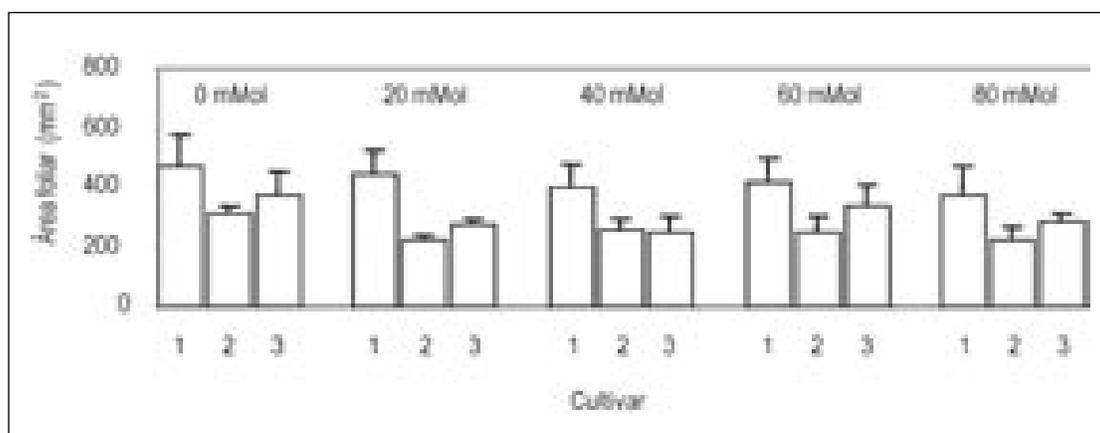


Figura 5. Área foliar en plantas de fresa (*Fragaria sp.*) utilizando concentraciones crecientes de NaCl (0, 20, 40, 60 y 80 mM · kg⁻¹ de suelo). Cultivar 1: Sweet Charlie, Cultivar 2: Chandler, Cultivar 3: Camarosa.

patibles como el glicerol, el sorbitol y algunos tipos de inositol, con miras a establecer el ajuste osmótico y mantener la homeostasis iónica. La acumulación de solutos en los seres vivos expuestos a la salinidad es una respuesta al bajo potencial hídrico del sustrato o medio de cultivo; por tanto, es necesario compensar la diferencia entre el potencial osmótico externo e interno, mediante la acumulación de solutos que les permitan tener un potencial osmótico interno por debajo del valor del potencial osmótico del sustrato; por tanto, la acumulación de solutos en los tejidos induce un incremento en el peso de los mismos, lo cual justifica la proporción directa entre la concentración de NaCl en el sustrato y el incremento en el peso específico de las hojas. Por otro lado, Saied *et al.* (2003) encontraron que, tanto las coronas de las plantas de fresa como sus pecíolos, tienen poca capacidad de acumulación de Cl⁻ en sus tejidos, lo que provoca la acumulación temprana de Cl⁻ en el tejido foliar. Este hecho podría justificar el incremento del área foliar necrosada de acuerdo con la concentración de sales en el sustrato que se muestra en la Figura 2 y el incremento en el peso específico de las hojas, en proporción directa con la concentración de NaCl en el sustrato, por acumulación de solutos, como se observa en la Figura 6.

De los cultivares probados, Camarosa (cultivar 3) presentó el valor promedio más elevado para el peso específico de las hojas, lo que indica la capacidad de este cultivar para acumular solutos en el tejido foliar.

Los cálculos estadísticos para la variable relación brote/raíz dieron como resultado diferencia significativa para el factor cultivar y ninguna significancia para el factor concentración de sal en el sustrato. No obstante, como se observa

en la Figura 7, existe una ligera reducción en esta relación en la medida que la sal estaba más concentrada en el sustrato. Los testigos sin NaCl presentaron un valor de la relación alrededor de uno, lo que indica el equilibrio de las plantas en cuanto al peso seco de los órganos aéreos y la raíz. En la medida que el NaCl estaba más concentrado en el sustrato, el valor de la relación se fue reduciendo ligeramente hasta alcanzar un valor de 0,77 para las plantas tratadas con 80 milimoles de NaCl. Como se había discutido antes, la salinidad afecta negativamente en especial el crecimiento de las hojas e induce un incremento relativo en el peso seco del área radicular (Figura 4), dado que las raíces tienden a crecer para reducir por dilución la concentración de iones tóxicos en sus tejidos y para poder explorar el suelo hasta encontrar un área donde la concentración de materiales tóxicos sea menor. El desbalance en el peso seco de las hojas y las raíces tiene como resultado la reducción de la relación brote/raíz en la medida que la sal estaba más concentrada en el sustrato. El desbalance en esa relación disminuye la capacidad productiva de las plantas, lo que corrobora la Figura 2, la cual muestra que el incremento en la salinidad del sustrato reduce el tamaño promedio de los frutos.

El cultivar Sweet Charlie mostró el valor más elevado de la relación brote/raíz, lo cual es una prueba más de que este cultivar tolera mejor las condiciones salinas en comparación con los demás cultivares probados. Además, este resultado indica que la respuesta de las plantas de fresa en cuanto a la reducción del crecimiento de los órganos aéreos y radicales tiene un componente varietal.

La producción total de materia seca se mostró ligeramente afectada por la concentración de sales en el sustrato.

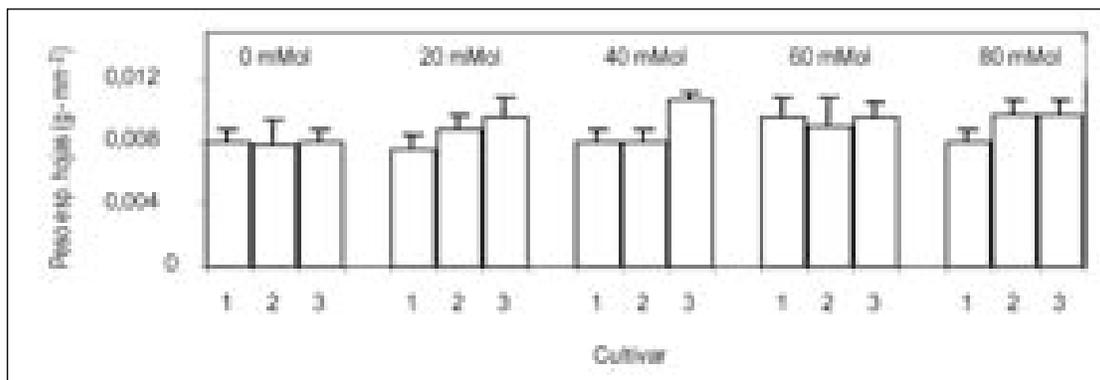


Figura 6. Peso específico de las hojas en plantas de fresa (*Fragaria sp.*) utilizando concentraciones crecientes de NaCl (0, 20, 40, 60 y 80 mM · kg⁻¹ de suelo). Cultivar 1: Sweet Charlie, Cultivar 2: Chandler, Cultivar 3: Camarosa.

to, a pesar de lo cual, no se presentó diferencia estadísticamente significativa; de hecho, la producción de biomasa mostró una relación inversamente proporcional con la concentración de sal en el sustrato. En cuanto al factor cultivar, se presentó diferencia altamente significativa, de manera que el cultivar Sweet Charlie (cultivar 1) fue la que presentó el más alto índice de acumulación total de biomasa por planta (Figura 8).

El efecto negativo del estrés osmótico sobre la acumulación total de biomasa en especies frutales ha sido ampliamente reportado (Ebert *et al.*, 1999; Schreiner, 1991); además, para el caso específico de plantas de *Fragaria sp.* existen también reportes que sustentan este resultado (Awuang *et al.* 1993; Kepenek y Koyuncu, 2002 y 2002a). En todos los casos se documenta que la salinidad reduce el crecimiento de los órganos del vegetal; sin embargo, la respuesta de las plantas es diferencial y depende de la especie y el cultivar.

Con base en los resultados del presente estudio se puede deducir que la salinidad afecta negativamente los parámetros comúnmente utilizados para cuantificar el crecimiento de las plantas de fresa, a lo que se debe adicionar que la respuesta de las plantas es altamente dependiente del cultivar. En el caso del presente estudio, el cultivar Sweet Charlie mostró mejores características de adaptación al estrés por NaCl; sin embargo, queda por esclarecer la longevidad de las plantas sometidas al estrés osmótico, dado que en este estudio se realizaron evaluaciones solamente durante un único periodo de fructificación de las plantas. Por tanto, queda abierta la posibilidad de que el estrés salino tenga un efecto negativo sobre la longevidad de las plantas a largo plazo.

Agradecimientos

Este estudio fue desarrollado con recursos del Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas” –COLCIENCIAS– y de

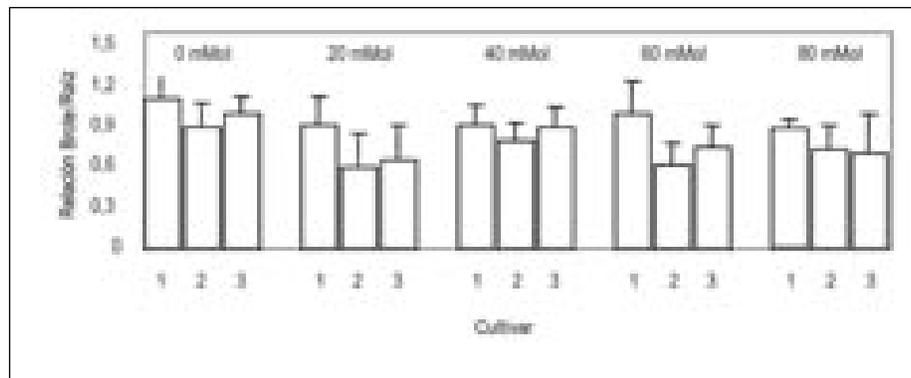


Figura 7. Relación brote/raíz en plantas de fresa (*Fragaria sp.*) utilizando concentraciones crecientes de NaCl (0, 20, 40, 60 y 80 mM · kg⁻¹ de suelo). Cultivar 1: Sweet Charlie, Cultivar 2: Chandler, Cultivar 3: Camarosa.

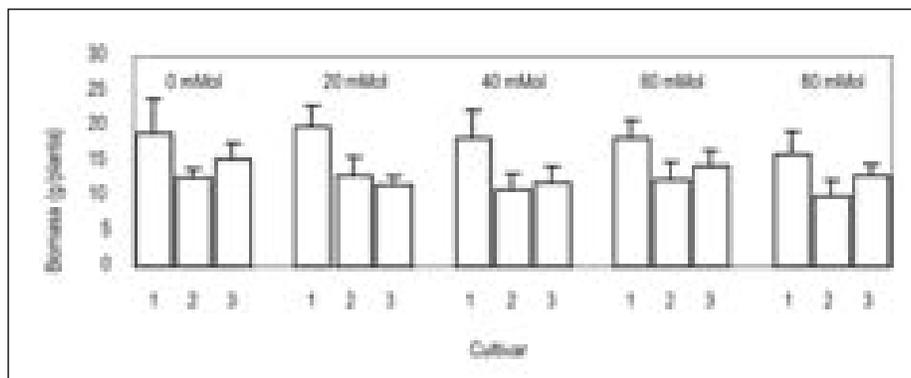


Figura 8. Producción total de biomasa en plantas de fresa (*Fragaria sp.*) utilizando concentraciones crecientes de NaCl (0, 20, 40, 60 y 80 mM · kg⁻¹ de suelo). Cultivar 1: Sweet Charlie, Cultivar 2: Chandler, Cultivar 3: Camarosa.

la Dirección de Investigaciones (DIN) de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, en el marco del proyecto DIN-No. 9001.059 “Evaluación de la tolerancia de plantas de fresa (*Fragaria sp.*) al estrés osmótico”.

Literatura citada

- Alpaslan, M.; A. Inal; A. Günes; Y. Çikili y H. Özcan. 1999. Effect of treatment on alleviation of sodium and chloride injury in tomato (*Lycopersicon esculentum* (L.) Mill. cv. Lale) grown under salinity. Turkish Journal of Botany 23, 1-6.
- Ali-Dinar, H.M.; G. Ebert y P. Lüdders. 1999. Growth, chlorophyll content, photosynthesis and water relations in guava (*Psidium guajava* L.) under salinity and different nitrogen supply. Gartenbauwissenschaft 64 (2), 54-59.
- Aslam, M.; R.C. Huffaker y D.W. Rains. 1984. Early effect of salinity on nitrate assimilation in barley seedlings. Plant Physiology 76, 321-325.
- Awang, Y.B.; J.G. Atherton y A.J. Taylor. 1993. Salinity effects on strawberry plants grown in rockwool. I. Growth and leaf relations. Journal of Horticultural Science 68, 783-790.