

Producción de nopal verdura (*Opuntia ficus-indica*) en hidroponía empleando agua con alto contenido de sales

Hydroponic production of nopal (*Opuntia ficus-indica*) using water with high salt content

R.E. Vázquez Alvarado¹, E. Salazar-Sosa², J.L. García-Hernández^{2,3*}, E. Olivares-Saenz¹,
C. Vázquez-Vázquez², J.D. López-Martínez², I. Orona-Castillo²

¹Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Carretera Zuazua-Marín, Km 17.5. Apdo. Postal 358, C.P. 66450, San Nicolás de los Garza, N.L., México

²Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Juárez de Estado de Durango. Dom. Conocido Ejido Venecia, Gómez Palacio, Dgo., México.

³Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México

*Corresponding author: Tel: +52-612-123-8484 Ext. 3449; Fax +52-612-123-8525;
E-mail: jlgarcia04@cibnor.mx

Received March 21, 2008; Accepted 10 January, 2009

Resumen

Se estableció un experimento para evaluar la producción de cuatro cultivares de nopal *Opuntia ficus-indica* (Villanueva, COPENA-V1, COPENA-F1, y Jalpa) en hidroponía utilizando agua con elevado contenido de sales (CE: 4.2 dS m⁻¹). Se usó una solución nutritiva para proporcionar a las plantas los elementos necesarios para su desarrollo. Los resultados indicaron que el valor de rendimiento acumulado mayor lo presentó el cultivar Villanueva (69 ton ha⁻¹), seguido por COPENA-V1, Jalpa y COPENA-F1 (63.6, 55.5, y 53 ton ha⁻¹, respectivamente).

Palabras clave: nopal verdura, nopalito, cladodio, solución nutritiva, salinidad.

Abstract

This experiment was established to evaluate the production of four cultivars of *Opuntia ficus-indica* (Villanueva, COPENA V1, COPENA F1, and Jalpa) using water with high salt content (EC: 4 dS m⁻¹). A nutrient solution was used to provide the needed elements to the plants. Results showed that the highest value of accumulated yield was observed for Villanueva (69 ton ha⁻¹), followed by COPENA-V1, Jalpa, and COPENA-F1 (63.6, 55.5, and 53 ton ha⁻¹, respectively).

Keywords: green vegetable, cactus pear, young cladodes, nutrient solution, salinity

Introducción

El nopal (*Opuntia* spp.) ha demostrado su capacidad de adaptación a ambientes adversos (Pimienta, 1994). Ha sido muy escasa la investigación en nopal considerando los efectos de la salinidad, pero aún así se ha señalado la posibilidad de que ésta especie pueda ser manejada en ambientes salinos (Murillo-Amador *et al.*, 2001). También se ha reportado que las especies de *Opuntia* son, en general, tolerantes a sequía pero susceptibles a la salinidad (Nerd *et al.*, 1991). Este trabajo plantea el objetivo de evaluar la producción de cuatro cultivares de *O. ficus-indica* en un sistema hidropónico con reciclaje de la solución nutritiva empleando agua con un alto contenido de sales (4 dS m⁻¹).

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León en Marín N.L. Se usaron dos contenedores de forma rectangular (15.0 m x 1.10 m x 0.2 m). Se utilizó agua para riego con alto nivel de salinidad (4.2 dS m⁻¹). Se regó con una solución nutritiva por sub-irrigación hasta saturación. El agua de riego se recicló a una cisterna para su uso posterior. El retorno de la solución nutritiva se efectuó a través del mismo tubo alimentador colocado en la cabecera del contenedor. El sustrato fue una mezcla de 73.88 % de arena, 12.72 % de limo y 13.40 % de arcilla. El sustrato fue previamente lavado y desinfectado con una solución con base en ácido sulfúrico grado técnico. La solución nutritiva utilizada fue la sugerida por Robbins (1946): 282 ppm de N, 60 ppm de P, 250 ppm de K, 200 ppm de Ca, 50 ppm de Mg, 0.5 ppm de Fe, 0.25 ppm de Zc, 0.25 ppm de Mn, 0.25 ppm de B, 0.02 de Cu, y 0.01 ppm de Mb. Los cultivares de nopal (*Opuntia ficus-indica*) fueron: Villanueva, Jalpa, COPENA-V1, y COPENA-F1.

Cada cladodio madre recibió un tratamiento con caldo bórdeles. Después de una semana de secado y cicatrización se procedió a la plantación de los cladodios hasta un tercio de su longitud dentro del sustrato. Se colocaron 16 cladodios por m². Posteriormente, se efectuaron los riegos con la solución nutritiva. Se plantaron 28 pencas de nopal por tratamiento. Con la finalidad de eliminar algún “efecto de orilla”, la parcela útil fue de 20 pencas por tratamiento, cosechando las dos hileras centrales y dejando las otras dos como bordo de protección, así como 25 cm de cada cabecera. La cosecha del nopalito fue llevada a cabo en forma manual, usando una cuchilla y cortando la base del nopalito, realizándose cuando estos alcanzaron aproximadamente 15 cm de largo desechando los nopalitos de menor longitud. Se realizaron 22 cosechas (cortes) de nopalito, una vez por semana cada cosecha. El primer corte se efectuó dos meses después de la plantación. En cada corte y cultivar se evaluaron las siguientes variables: rendimiento (fresco), número de brotes, largo y ancho del nopalito, peso fresco, volumen y número de nopalitos. El diseño experimental utilizado fue un bloques al azar, con cuatro tratamientos constituidos por los cuatro cultivares con dos repeticiones.

Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se observa, para cada cultivar, a los promedios de las variables componentes del rendimiento. En la Figura 1 se aprecia que las fechas de corte se hicieron cada semana. En el Cuadro 2 se presentan los valores de rendimiento, así como los intervalos de confianza (95%) de cada tratamiento. Los valores mayores de rendimiento, longitud y diámetro de nopalito fueron observados en el cultivar Villanueva. Para estas tres variables el cultivar COPENA-V1 presentó los siguientes valores mayores. Los siguientes valores en orden decreciente fueron presentados por los cultivares Jalpa y COPENA-F1 para esas mismas variables.

Cuadro 1. Promedios de variables componentes del rendimiento en 22 fechas de corte de nopalito.

Table 1. Mean for yield-component variables on 22 harvest times of nopalito.

Cultivar	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Grosor (mm)	Rendimiento /corte (kg ha ⁻¹)	Volumen cm ³	Área foliar cm ²	Número de cladodios
Villanueva	15.22	7.57	6.2	3137.4	744.8	119.7	7.9
Jalpa	15.18	6.82	5.6	2521.8	634.2	109.5	7.1
COPENA F1	15.50	5.23	5.8	2409.5	564.8	90.6	5.6
COPENA V1	14.69	7.32	6.6	2893.0	756.9	111.4	7.5

Estos resultados concuerdan, por un lado, con lo mencionado por Nobel (1998) y Nerd *et al.* (1991) acerca de la susceptibilidad a la salinidad, dados los resultados presentados por Jalpa y COPENA-F1; pero de igual forma, concuerdan con la sugerencia de Murillo-Amador *et al.* (2001), en el sentido de diferencias en relación a las respuestas a la salinidad derivadas de cada genotipo. Es importante mencionar que no se observaron diferencias significativas para rendimiento entre los cultivares, lo cual es explicado por el hecho de haber utilizado únicamente dos repeticiones por tratamiento. Sin embargo, es destacado el haber obtenido más de 60 t de nopalitos en esta condición de salinidad (4.2 dS m⁻¹) para los cultivares Villanueva y COPENA-VI.

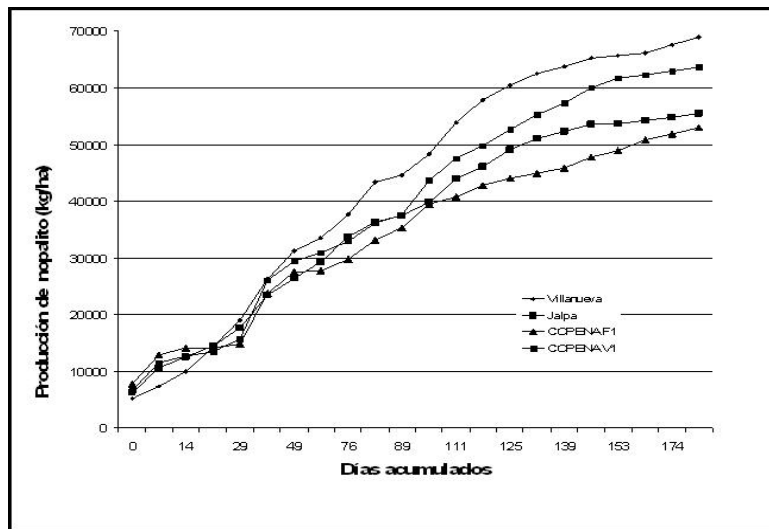


Figura 1. Rendimiento acumulado (kg ha⁻¹) de nopalito de cuatro cultivares de *Opuntia ficus-indica* bajo condiciones de hidroponía y salinidad (CE de 4 dS m⁻¹).

Figure 1. Accumulated yield (kg ha⁻¹) of young cladodes for four cultivars of *Opuntia ficus-indica* under hydroponic conditions and salinity (EC of 4 dS m⁻¹).

Cuadro 2. Rendimiento promedio por fechas de corte, de cuatro cultivares de nopal, establecidos en condiciones hidropónicas.

Table 2. Mean yield by harvest date from four cultivars of nopal under hydroponic conditions.

Corte N°	Fechas Corte	Rendimiento promedio (kg ha ⁻¹)	Desviación Estándar	Error Estándar	Intervalo de confianza (95%)
1	17-Jun	6521.0	2966.4	1048.8	2418.5
2	24-Jun	4106.0	1274.8	450.7	1039.4
3	01-Jul	1736.7	664.2	234.8	541.5
4	08-Jul	1769.1	1875.8	663.2	1529.3
5	16-Jul	2696.0	2383.8	842.8	1943.5
6	28-Jul	8085.3	3653.0	1291.5	2978.2
7	05-Ago	3730.1	942.3	333.2	768.3
8	26-Ago	1750.5	1171.1	414.1	954.8
9	02-Sep	3168.3	1360.4	481.0	1109.1
10	09-Sep	3698.1	1399.6	494.8	1141.1
11	15-Sep	1504.4	676.8	239.3	551.8
12	23-Sep	4106.4	1540.2	544.5	1255.7
13	07-Oct	3682.7	2243.4	793.1	1829.0
14	14-Oct	2623.6	1209.4	427.6	986.0
15	21-Oct	2425.0	1023.6	361.9	834.5
16	28-Oct	1853.9	783.3	276.9	638.6
17	04-Nov	1349.4	617.2	218.2	503.2
18	11-Nov	1864.7	734.6	259.7	598.9
19	18-Nov	858.9	762.3	269.5	621.5
20	25-Nov	880.7	859.7	304.0	700.9
21	09-Dic	948.8	476.3	168.4	388.3
22	16-Dic	929.3	471.0	166.5	384.0

Estos resultados son sobresalientes, ya que en otros estudios con agua de menor contenido de sales se han observado menores rendimientos. Flores-Hernández *et al.* (2005) realizaron experimentos en los años 2000 y 2001 con rendimientos muy variados para cuatro cultivares de *O. megacantha* y uno de *O. ficus-indica* con diferentes tratamientos de riego por goteo utilizando agua de buena calidad y obtuvieron rendimientos muy variables, destacando algunos muy altos de hasta 130 y 220 t ha⁻¹ (en 2000 y 2001, respectivamente), pero también algunos muy bajos de menos de 10 t ha⁻¹. De igual forma, en otra localidad, Flores-Hernández *et al.* (2004) compararon cuatro cultivares de *Opuntia* utilizando agua de buena calidad y riego por goteo, obteniendo uno más de 100 t ha⁻¹ de nopalito, otros dos cultivares más de 80 t ha⁻¹, y uno de ellos 60 t ha⁻¹, similar al rendimiento obtenido en el presente estudio. Los rendimientos comerciales de nopal verdura en el estado de Sonora se ubica en 80 ton ha⁻¹, en Morelos 70 ton ha⁻¹ y el Distrito Federal, Baja California, Jalisco y Oaxaca con 60 ton ha⁻¹ respectivamente. Los rendimientos obtenidos en el presente estudio superan los rendimientos promedio de algunas otras entidades de México donde se reportan rendimientos más bajos con variación desde 10 hasta las 40 ton ha⁻¹ por año (SIAP, 2007).

Referencias

- Flores-Hernández, A., R. Trejo, J.G. Arreola, I. Orona-Castillo, B. Murillo-Amador, M. Rivera, J.G. Martínez, E.A. García. 2005. Seasonal prickly pear production under drip irrigation in an agricultural region of Mexico. *Journal of the Professional Association for Cactus Development* 6: 84-96.
- Flores-Hernández, A., I. Orona-Castillo, B. Murillo-Amador, J.L. García-Hernández, E. Troyo-Diéguez. 2004. Yield and physiological traits of prickly pear cactus “nopal” (*Opuntia* spp.) cultivars under drip irrigation. *Agricultural Water Management* 70: 97-107.
- Murillo-Amador, B., A. Cortés, E. Troyo-Diéguez, A. Nieto-Garibay, H.G. Jones. 2001. Effects of NaCl salinity on growth and production of young cladodes of *Opuntia ficus-indica*. *J. Agronomy and Crop Science* 187: 269-279.
- Nerd, A., A. Karadi and Y. Mizrachi. 1991. Sal tolerance of prickly pear cactus (*Opuntia ficus-indica*). *Plant and Soil* 13:201-207.
- Nobel, P.S. 1998. *Los Incomparables Agaves y Cactus*. Ed. Trillas. p 113.
- Pimienta, B. E. 1994. Prickly pear (*Opuntia* spp) a valuable fruit for the semi-arid land of Mexico. *J. Arid Environ.* 28: 1-11.
- Robbins, W.R. 1946. Growing plants in sands cultures for experimental work. *Soil Science* 62:3-22.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2007. SIACON 1980-2006. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), México. Página web: <http://siap.gob.mx>.