

Evaluación de tres Variedades de Chile (*Capsicum annuum* L.) en cuatro Concentraciones DE UNA SOLUCIÓN HIDROPÓNICA BAJO INVERNADERO

F. Ramos-Gourcy y A. De Luna-Jiménez ¹

Palabras clave: *Capsicum annuum*, hidroponía, evaluación de variedades.

RESUMEN

Se evaluaron tres materiales genéticos de tipo ancho para su desempeño bajo condiciones de invernadero, de los cuáles dos son híbridos comerciales (San Juan y Caballero) y una variedad tradicional de los agricultores de la región. El experimento se realizó en el invernadero de apoyo a la investigación en el Área Agrícola de la Posta Zootécnica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. El experimento se desarrolló utilizando un arreglo en Parcelas Divididas y distribución en Bloques Completos Aleatorizados con tres repeticiones. La Parcela Grande fueron 4 niveles de la Solución Hidropónica Steiner (25, 50, 75 y 100% de concentración), y la Parcela Chica fueron los 3 materiales genéticos. Las unidades experimentales fueron macetas con capacidad de 26 litros. En cada maceta se establecieron tres plantas del material genético, en una mezcla de tezontle y fibra de coco (4:1). La población objetivo estuvo compuesta por 108 plantas (3 plantas por maceta por 36 macetas). Dadas las dimensiones del ensayo, se estudiaron todas las plantas de la población. En cada una de las parcelas experimentales (macetas) se midió la variable Producción de fruto por planta (gr). Para la variable se corrió el análisis de varianza empleando el paquete estadístico Statgraphics®. Posteriormente se determinaron los efectos simples, principales e interacciones, análisis de tendencias y se corrieron las pruebas de

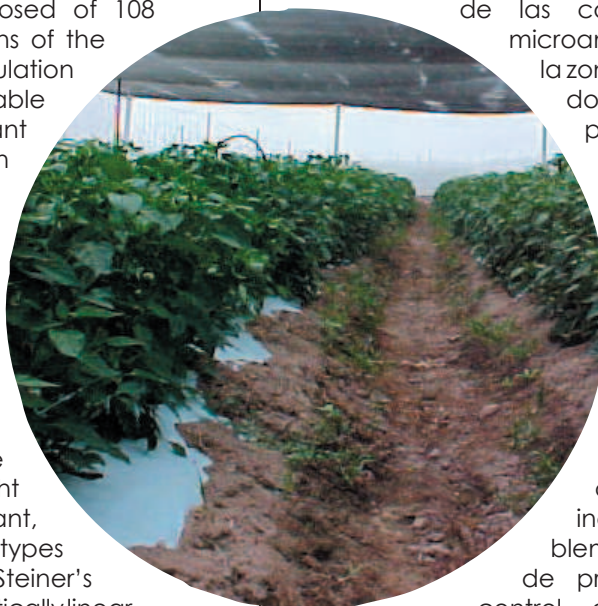
comparaciones múlti-les (Diferencia Mínima Significativa) para elegir el tratamiento más sobresaliente. Para la variable Peso fresco de frutos, la respuesta de los genotipos a las concentraciones de la solución hidropónica Steiner es prácticamente lineal, lo que significa que a mayor concentración de la solución, mayor es la expresión de la variable. El genotipo San Juan tuvo en promedio mayor Producción de frutos por planta, seguido del híbrido Caballero y del Criollo. Considerando la interacción Concentración*Genotipos, el híbrido Caballero a la concentración 100% de la solución hidropónica, presentó mayor Producción de frutos por planta, seguido del híbrido San Juan a una concentración del 100%. Tomando como base estos resultados preliminares, los autores podrían recomendar a los productores que utilicen el híbrido San Juan ya que (expresó la mayor Producción de frutos por planta per se) y a una concentración del 100% de la solución hidropónica.

SUMMARY

Three cultivars of ancho-type chili peppers were evaluated for their performance under greenhouse conditions. Two were commercial hybrids ('San Juan' and 'Caballero') and one a local criollo selection. The experiment was carried out in a research greenhouse at the field station of the Universidad Autónoma de Aguascalientes' Posta Zootécnica. The experiment was a two-way factorial in randomized complete blocks, with a split-plot arrangement of treatments. Main plots were four concentrations (25, 50, 75, and 100%) of Steiner's hydroponic solution. Sub-plots were the three cultivars. The experimental unit was a rectangular 26-liter pot with three plants of the

¹ Universidad Autónoma de Aguascalientes. Centro de Ciencias Agropecuarias. Av. Universidad No. 940, C.P. 20100. Aguascalientes, Ags., México. framosg@correo.uaa.mx

same cultivar, grown in a (4:1) mix of crushed volcanic rock (*tezontle*) and coconut fiber. There were three replications of each treatment combination for a total of 36 pots. The population of interest was thus composed of 108 plants. Given the dimensions of the test, every plant in the population was studied. Response variable was: Fruit production per plant (g). For the variable an ANOVA was run using the Statgraphics ® package. Subsequently, simple effects and interactions were determined, along with a trend analysis and means separation by least significant difference, to determine the most outstanding treatment for the study variable. For fresh weight of harvested fruit per plant, the response of the genotypes to the concentration of Steiner's hydroponic solution was practically linear, with higher yields at higher concentrations. 'San Juan' had the greatest average yield (fresh weight), followed by 'Caballero' and the Criollo. Considering the concentration-by-genotype interaction, the greatest yield was produced by the 'Caballero' that was given the hydroponic solution at 100% strength, followed by the 'San Juan' that received solution at the 100% concentration. Based on these preliminary results, the authors could recommend that growers use the hybrid 'San Juan', which had the highest yield per se, at a concentration of 100%.



chile producido, pero son típicos de la región los tipos anchos, mirasol y pasilla (2). La agricultura tradicional aplicada en la producción de chiles es costosa y depende en gran medida de las condiciones macro y microambientales que rodean la zona agrícola y el área en donde se establezcan las parcelas de producción (3). Además, la fertilización de chiles depende en gran medida de las condiciones fitosanitarias de las plantas, ya que es un cultivo que es atacado por un sinnúmero de plagas y enfermedades que propician que se incrementen considerablemente los costos de producción debido al control de esos organismos patógenos (4). En los últimos años, el costo de la extracción del agua y su utilización en actividades agrícolas a través del riego representa uno de los egresos más importantes en la producción de chiles. Factores como escasez, baja disponibilidad y lo errático de la precipitación pluvial, hacen que este insumo sea, sin duda alguna, el de mayor costo en un sistema de producción tradicional en campo abierto. El sistema de producción de cultivos hidropónicos es una tecnología utilizada para producir cosechas donde las plantas del cultivo están en soluciones nutritivas (agua y fertilizantes) con o sin el uso de un sustrato (arena, grava, vermiculita, perlita, lana de roca, musgo, fibra de coco, aserrín, etc.), para proveer el soporte mecánico (5). Virtualmente todos los sistemas hidropónicos en las regiones templadas del mundo están encerrados en estructuras tipo invernadero para mantener el control de la temperatura, restar pérdidas de agua por evaporación, reducir las infestaciones por enfermedades y plagas y proteger los cultivos contra los elementos del tiempo tales como el viento, frío y lluvia (1).

El objetivo del estudio fue evaluar tres variedades de chile en cuatro concentraciones de una solución hidropónica bajo invernadero. Las hipótesis que guiaron el estudio fueron: a) Los tres materiales genéticos de chile del ensayo

INTRODUCCIÓN

El cultivo de chile es la hortaliza más importante en el estado de Aguascalientes. Las estadísticas para el ciclo primavera – verano del 2001 indican una superficie plantada de 2,972 has., cantidad muy superior a la superficie sembrada con jitomate o al tomate verde. La producción de chile verde (aunque se comercializa en seco) fue de 13,410 toneladas para ese ciclo. El cultivo de chile es también importante en los estados vecinos, con una superficie plantada de 5,741 has. en Jalisco, 11,440 has., en San Luis Potosí y 32,282 has. en Zacatecas. Estas estadísticas no indican el tipo de

tienen un rendimiento igual (gr/planta), cuando se evalúan bajo un sistema de producción de cultivo hidropónico en invernadero, y b) Existe interacción de los tres materiales genéticos con la solución hidropónica. Hay en la literatura una gran cantidad de información sobre la producción de pimiento morrón en sistema de producción hidropónica bajo invernadero. Sin embargo, los autores no encontraron referencias documentadas sobre proyectos de investigación o reportes de empresas comerciales que se dediquen a la producción del cultivo chile en un sistema de producción hidropónico bajo invernadero. Se ha hecho una búsqueda muy exhaustiva en Internet, libros, publicaciones y revistas especializadas y no se han encontrado referencias documentadas sobre este tema. En consecuencia y dada la importancia de este cultivo en México y otros países, los resultados que se obtuvieron con el presente proyecto tendrán impacto, local, nacional e internacional, logrando en consecuencia que se incremente significativamente el rendimiento del cultivo (ton/ha), la mejora en la calidad del producto y un fuerte ahorro en el consumo del agua. Situaciones que propiciarán una mayor rentabilidad e ingresos económicos a los productores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron tres materiales genéticos de tipo ancho, de los cuáles dos son híbridos comerciales y una variedad tradicional de los agricultores de la región. Los materiales genéticos son los híbridos San Juan y Caballero (Hazer Genetics LTD) y la variedad "Criolla", la cuál ha sido seleccionada y depurada en el Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). Estos materiales son cultivados actualmente por los agricultores de la región en sistemas de producción tradicional y por lo mismo se justificó su inclusión en el presente proyecto. El experimento se realizó en el invernadero de apoyo a la investigación y docencia, localizado en el Área Agrícola de la Posta Zootécnica del Centro de Ciencias Agropecuarias de la UAA. El experimento se desarrolló utilizando un arreglo en Parcelas Divididas y distribución en Bloques Completos Aleatorizados con tres repeticiones (6). La Parcela Grande tuvo los 4 niveles de la Solución Hidropónica Steiner (7) y la Parcela Chica los 3 materiales genéticos. Las unidades experimentales fueron macetas con capacidad de 26 litros. Una parcela grande (nivel de la

solución hidropónica) estuvo compuesta por tres macetas. La asignación de los niveles de la solución a las tres macetas se hizo en forma aleatoria, de la misma forma, la asignación de un material genético a una de ellas se hizo de manera aleatoria. En cada maceta se establecieron tres plantas del material genético. La población objetivo estuvo compuesta por 108 plantas (3 cultivos por maceta por 36 macetas). Dadas las dimensiones del ensayo, se estudiaron todas las plantas de la población. En cada una de las parcelas experimentales (macetas) se midió la variable producción de fruto por planta (gr.) en cinco cortes. Para la variable se corrieron los análisis de varianza empleando el paquete estadístico Statgraphics®. Posteriormente se determinaron los efectos simples, principales e interacciones, análisis de tendencias y se corrieron las pruebas de comparaciones múltiples (Diferencia Mínima Significativa) para elegir el tratamiento más sobresaliente para la variable del estudio.

RESULTADOS

En el cuadro No. 1 se presenta la variable Producción de Frutos por planta (gramos) cosechada en cinco cortes.

El genotipo Caballero, a la concentración 100%, presenta mayor Producción de frutos por planta (2,770 gr.), seguido del genotipo San Juan a la concentración 100% (2,765 gr.). En contraste, el Criollo, a la concentración del 25% de la solución hidropónica, fue el material genético que tuvo menor expresión de la variable (707 gr.)

En el cuadro No. 2 se presenta el análisis de varianza para la variable Producción de Frutos por planta (gramos) cosechados en cinco cortes.

En el cuadro del análisis de varianza puede observarse que las diferencias entre Concentraciones son significativas al 5% de probabilidad, mientras que se observan diferencias no significativas entre Genotipos y en la Interacción Concentración*Genotipos para la variable Producción de frutos por planta.

En la gráfica 1 puede observarse que la respuesta de los genotipos a la concentración es prácticamente lineal, lo que significa que a mayor concentración de la solución, mayor es la producción de frutos por planta.

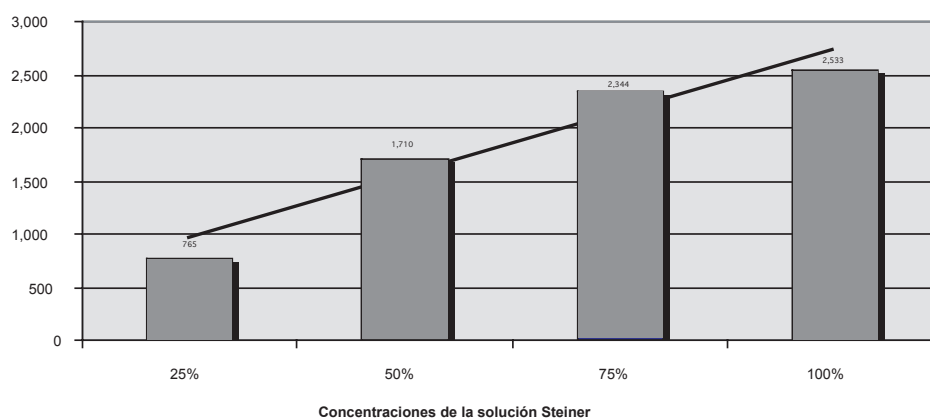
Genotipo	Concentración	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Promedio
San Juan	25%	762	1,364	433	853
	50%	2,003	1,823	1,202	1,676
	75%	3,207	2,635	1,751	2,531
	100%	3,681	1,177	3,438	2,765
Criollo	25%	928	755	438	707
	50%	2,339	1,915	1,295	1,850
	75%	2,757	2,068	2,028	2,285
	100%	2,078	1,431	2,682	2,064
Caballero	25%	1,625	229	350	734
	50%	1,894	2,113	801	1,603
	75%	3,100	3,132	417	2,216
	100%	3,001	2,706	2,603	2,770

Cuadro 1. Producción de fruto por planta (gramos) cosechados en cinco cortes y tres repeticiones

Fuentes de Variación	gl	Sumas de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Nivel de significancia
Repeticiones	2	4'175,956	2'087,978		
Concentración	3	17'163,001	5'721,000	6.68 (1)*	.0243
Error A	6	5'138,878	856,480		
Parcela Grande	11	26'477,835			
Genotipos	2	318,269	159,135	0.48 (0)ns	.6270
Concentración*Gentipos	6	969,801	161,634	0.48 (0)ns	.8077
Error B	16	5'297,518	331,095		
Total	35	33'063,424			

C.V. = 52.89%
 (0) Error B: Concentración (4) * Genotipos - 1 (2) * Repeticiones - 1 (2)
 (1) Error A: Repetición - 1 (2) * Concentración - 1 (3)
 * Diferencias significativas al 5% de probabilidad.

Cuadro 2. Análisis de Varianza para la variable Producción de frutos por planta (gramos) cosechados en cinco cortes.

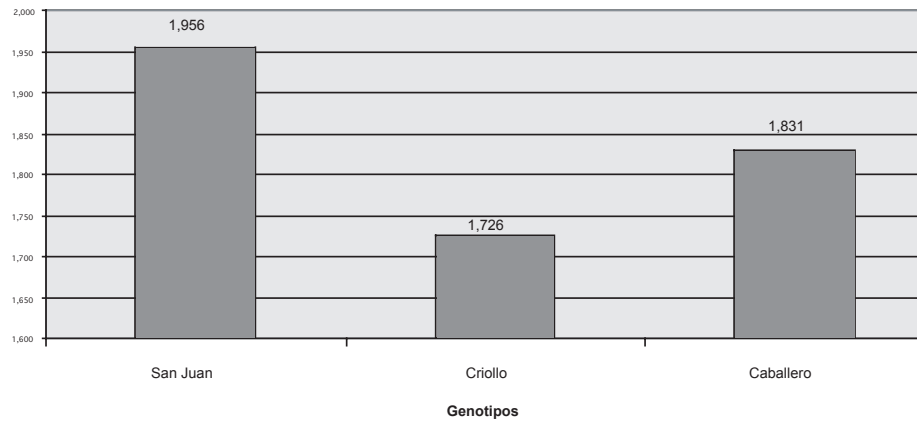


Gráfica 1. Producción promedio por Concentraciones.

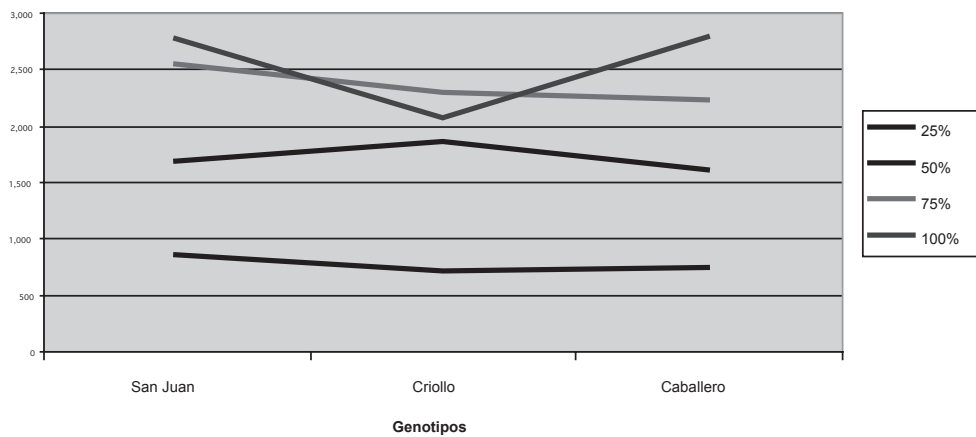
En la gráfica 2 se observa que el genotipo San Juan tuvo en promedio mayor Producción de frutos por planta (1,956 gr.), seguido del híbrido Caballero (1,831 gr.) y del Criollo (1,726 gr.)

En la gráfica 3 se observa el comportamiento de la Interacción Concentración*Genotipo

(no significativa en el análisis de varianza) para la variable Producción de frutos por planta. Observando la gráfica de tendencias es evidente que conforme aumenta la concentración de la solución hidropónica se aumenta el rendimiento de los genotipos.



Gráfica 2. Producción promedio por Genotipos.



Gráfica 3. Interacción Concentración * Genotipos.

En los cuadros 3 y 4 se presentan pruebas de Comparaciones Múltiples (Diferencia Mínima Significativa) por Concentración y por Genotipo para la variable Producción de frutos por planta (gramos).

En estas pruebas de Comparaciones Múltiples se corrobora lo establecido en la tabla de análisis de varianza, hay diferencias significativas (al 5 % de probabilidad) entre Concentraciones y hay diferencias no significativas entre Genotipos para la variable Producción de frutos por planta.

Niveles de Concentración	Media Ajustada	Grupos Homogéneos
25	764.9	X
50	1,709.6	XX
75	2,343.9	X
100	2,533.0	X

Cuadro 3.- Diferencia Mínima Significativa por Concentración para la variable Producción de frutos por planta (gramos).

Genotipo	Media Ajustada	Grupos Homogéneos
Criollo	1,726	X
Caballero	1,831	X
San Juan	1,956	X

Cuadro 4.- Diferencia Mínima Significativa por Genotipos para la variable Producción de frutos por planta (gramos).

CONCLUSIONES

Para dar respuesta a las hipótesis planteadas, se establecen las siguientes conclusiones:

- 1.- Los tres materiales genéticos de Chile del ensayo tienen estadísticamente un rendimiento similar (gr/planta) en la evaluación bajo un sistema de producción de cultivo hidropónico bajo invernadero.
- 2.- La interacción Concentración*Genotipos es no significativa en este ensayo.
- 3.- La respuesta de los genotipos a las concentraciones de la solución hidropónica Steiner es prácticamente lineal, lo que significa que a mayor concentración de la solución, mayor es la expresión de la variable.
- 4.- El genotipo San Juan tuvo en promedio mayor Producción de frutos (gr/planta), seguido del híbrido Caballero y del Criollo.
- 5.- Considerando la interacción Concentra-

ción*Genotipos, el híbrido Caballero a la concentración 100% de la solución hidropónica, presentó mayor Producción de frutos por planta, seguido del híbrido San Juan a una concentración del 100%.

- 6.- Tomando como base estos resultados, los autores podrían recomendar a los productores que utilicen el híbrido San Juan (expresó la mayor Producción de frutos por planta per se) y fue segundo a una concentración del 100% de la solución hidropónica de Steiner.
- 7.- Si la producción promedio en campo abierto es de 4.5 ton/ha en densidades de aproximadamente 36,000 plantas/hectárea, bajo este sistema de producción y en las condiciones en que se condujo el experimento, la producción que pueden alcanzar los materiales genéticos es de 70 ton/ha para el híbrido San Juan, 62 ton/ha para el Criollo y 66 ton/ha para el híbrido Caballero.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALPI, A. y F. TOGNONI. 1999. *Cultivo en Invernadero*. Ed. Mundi – Prensa. México, 3ª Edición, 347 p.
2. <http://www.siea.sagarpa.gob.mx>
3. INIFAP. "Campo Agrícola Experimental de Pabellón". 1998. *Guía para la asistencia técnica agrícola*. INIFAP/Produce Ed. México, 4ª Edición, 429 p.
4. MACÍAS VALDEZ, L.M. y C. C. VALADEZ MARÍN. 1999. *Guía para cultivar Chile en Aguascalientes*. INIFAP/Produce Ed. México, Folleto para productores No. 23, 24 p.
5. SÁNCHEZ DEL CASTILLO, F. y E.R. ESCALANTE ROBELLO. 1988. *Hidroponía*. 3ª Edición, Ed. México, Univ. Aut. Chapingo 194 p.
6. STEEL, R.G.D. y TORRIE, J.H. 1896. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. 2ª Edición, Ed. México, McGraw-Hill 620 p.
7. STEINER, A.A. 1984. The universal nutrient solution. pp. 633-649. In: *Proceedings of the 6th International Congress on Soilless Culture*. ISOSC. Wageningen, The Netherlands.