

SUSTRATOS PARA BELEN (*Impatiens* sp) Y SU RELACIÓN CON LA FERTILIZACIÓN, EN CONTENEDOR Y BAJO CUBIERTA

Carlos Manuel Acosta-Durán^{1*}, Mariela Jiménez-Galindo¹,
Luz María Nava-Gómez¹, Oscar Villegas-Torres¹, Irán Alia-Tejacal¹

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, colonia Chamilpa, Cuernavaca, Morelos. C. P. 62209. México. Correo-e: acosta_duran@yahoo.com.mx

* Autor para correspondencia.

RESUMEN

En Morelos, México, *Impatiens* ocupa el segundo lugar en importancia por el valor de la producción entre las planta ornamentales en contenedor. No existe suficiente información sobre el manejo de sustratos ni para la fertilización de belén, por lo que el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del sustrato y su relación con la solución nutritiva en el cultivo del Belén Nueva Guinea. Se probaron tres mezclas de sustrato y tres soluciones nutritivas y se evaluaron variables de crecimiento y desarrollo del cultivo. Se utilizó un diseño completamente al azar de nueve tratamientos y ocho repeticiones. Para la separación de medias se utilizó la prueba DMS ($p < 0.05$). Se concluyó que el sustrato S2 compuesto con 80 % de tierra de hoja y 20 % agrolita, con 31.5 % de RH, 30 % de PL y $0.07 \text{ dS}\cdot\text{cm}^{-1}$ de

CE, fue el que mostró los mejores resultados. En este trabajo la aplicación de soluciones nutritivas diferentes no mostró diferencias significativas en las variables de crecimiento y desarrollo de belén cultivado en contenedor y en condiciones de invernadero. La interacción del sustrato con la solución nutritiva fue significativa para la mayoría de las variables, concluyéndose que la mejor combinación fue la del sustrato S2 con las soluciones SN1 y SN2.

Palabras clave: *Belén, Impatiens, sustratos, fertilización.*

ABSTRACT

In Morelos state, México, *Impatiens* is considerate like the second important plant about the value of production of the container ornamental plant production. There is not enough information of the growing media and

Recibido: 18/08/2009; Aceptado: 6/12/2009.

fertilization methods for belén Nueva Guinea pot production, for this reason the aim of this studio was to evaluate the interaction of the effects of growing media and fertilization method. Tree mixes of growing media and tree nutritive solutions were tested. Variables of growth and development of the plant were evaluated with a complete random design of nine treatments and eight repetitions. LSD ($p < 0.05$) method to separate medias was used. The mix S2 with 80 % de loam and 20 % of perlita, with 31.5 % of WR, 30 % de FP and $0.07 \text{ dS}\cdot\text{cm}^{-1}$ of EC, was which one showed the best results. In this work, application of different nutritive solutions doesn't show significative differences in growth and development variables of belen pot production under glasshouse conditions. Interaction between growing media and nutritive solution show significative differences in most of variables, the best combination was mix S2 and SN1 and SN2 nutritive solutions, was concluded.

Key words: *Belén, Impatiens, growing media, fertilization method.*

INTRODUCCIÓN

El Estado de Morelos está considerado como el principal productor de plantas de ornato en el ámbito nacional, ya que por sus condiciones climáticas produce una gran variedad de especies permitiendo con ello contribuir considerablemente a la economía de la entidad. Otros estados productores son en orden de importancia, Estado de México, Puebla, Colima, Guerrero y Guanajuato. Además, a medida que transcurre el tiempo, el viverismo adquiere mayor importancia en otras entidades. Los cultivos más sobresalientes en Morelos son: nochebuena, crisantemo, belén, lantana, bugambilia, aralia, amoena, ficus, violeta, croto, helecho, túlia, rosa, petunia, geranio y palma, entre otras, cada una

con gran cantidad de variedades (FIRA, 1996).

El estado de Morelos cuenta con una superficie cultivable de 495,822 ha, de estas, 188 041 ha se dedican a la agricultura mismas que representan al 38% de la superficie en la entidad. De la superficie que se dedica a la agricultura, 1 052 ha se dedican a la horticultura ornamental, donde se incluyen flores de corte, plantas en maceta y follajes de cobertura (FIRA, 1996).

Entre los factores que son necesarios optimizar, para la producción de plantas de calidad, están los sustratos. El sustrato es el sostén de la planta, pero también es el medio donde se efectúan complejas reacciones químicas previas a la absorción de agua y nutrimentos por las raíces; dicha actividad es mayor en la fracción coloidal del suelo (arcillas) y en la materia orgánica, excluyendo las arcillas por su deficiente drenaje (INIFAP, 1988). Por lo que la combinación y la interacción del sustrato y la fertilización constituyen un elemento fundamental para la producción exitosa de plantas en contenedor.

Uno de los aspectos de mayor importancia en la producción hortícola es la nutrición que deben recibir las plantas durante su ciclo de cultivo. La mayoría de los cultivos hortícolas demandan cantidades importantes de nutrimentos en periodos relativamente cortos lo cual se debe a sus altas tasas de crecimiento (Widders y Lorens, 1982). El empleo de la nutrición mineral en etapas fenológicas tempranas puede ser una estrategia para facilitar el crecimiento de las raíces, minimizar el estrés de las plántulas al trasplante e incrementar la supervivencia de estas (Leskovar y Stofella, 1995). Existen numerosos estudios en los que la condición nutricional en pretrasplante produce efectos significativos benéficos en las características morfológicas y fisiológicas

de las plántulas (Melton y Dufault, 1991; Karchi y Cantliffe, 1992) y en algunos se menciona que la nutrición adecuada en esta etapa garantiza un rendimiento aceptable de cualquier cultivo, porque siempre se logra un crecimiento uniforme, mayor tasa de crecimiento en el semillero, así como mayor calidad de plantas y menor mortalidad de las mismas (Garton y Widders, 1990; Dufault, 1998).

Magdaleno-Villar *et al.* (2006), concluyeron en un estudio realizado para evaluar el efecto de las soluciones nutritivas en tomate de cáscara, que la solución con un equilibrio de aniones cationes (solución de Steiner) era la mejor para el desarrollo de las plantas aunque soluciones desbalanceadas también produjeron resultados satisfactorios.

Numerosas soluciones nutritivas han sido formuladas para hacer crecer plantas en cultivo sin suelo, y su composición química varía ampliamente (Smith *et al.*, 1983). Estas soluciones fueron desarrolladas empíricamente y la mayor parte sin consultar, previamente información precisa, con respecto a las concentraciones de nutrientes, las fuentes de nitrógeno y su concentración total, para lograr el crecimiento óptimo de diversas especies vegetales. Dichos autores enfatizan que las concentraciones de nutrientes requeridos para satisfacer las demandas internas de las plantas difieren de acuerdo con la especie. Por lo tanto, no puede haber una solución nutritiva única con que se tendrían resultados satisfactorios para todas ellas. Sin embargo algunas soluciones, tales como la Hoagland han sido ampliamente usadas y consideradas suficientemente útiles en las investigaciones realizadas, lo que a juicio de dichos autores, ha limitado el desarrollo de las investigaciones al respecto (Juárez *et al.*, 2006).

Mientras que para Steiner (1961, 1984) la composición química de una solución nutritiva está determinada por las proporciones relativas de aniones y cationes, la concentración iónica total y el pH, para De Rijck y Schrevens (1997) una vez determinadas relaciones y concentraciones iónicas, el pH es a su vez fijado. Esto significa que el pH es una propiedad inherente de la composición mineral de la solución nutritiva que no puede ser variado independientemente.

El belén (*Impatiens* sp) ha tenido el liderato en plantas de ornato por los últimos 20 años debido a varias razones: Incremento de comercialización, selección de color, fácil adaptación a climas y variedades en contenedores, precio bajo y periodo de desarrollo corto (Cabrera *et al.*, 2006).

En Morelos, el belén ocupa el segundo lugar en importancia por el valor de la producción entre las planta ornamentales en contenedor. Las áreas más importantes de producción están en los municipios de Cuernavaca, Jiutepec y Cautla, cuyas características ecológicas son ideales para la producción de esta especie (Cabrera *et al.*, 2006).

Existe una gran cantidad de productores de belén pero no existe suficiente información técnica para el cultivo, la información disponible es de resultados de la experiencia de algunos productores que han tenido éxito en la producción de esta especie y no está basada en procesos de investigación y experimentación que permita lograr un sistema productivo óptimo (Cabrera *et al.*, 2006)

No hay referencias específicas sobre sustratos ni de fertilización de belén, la única referencia es la propuesta por Cabrera *et al.* (2006) que se basa en una encuesta sobre la experiencia de una muestra de productores del estado

de Morelos, en la fertilización para el belén.

Enríquez *et al.* (2005) evaluaron cinco sustratos y tres formas de fertilización para la aclimatación de plántulas micropropagadas encontrando diferencias altamente significativas para el efecto del sustrato, de la forma de fertilización y para la interacción de ambos factores. Las variables medidas fueron altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo materia seca de raíz y materia seca de tallo, concluyendo que las variables estudiadas fueron afectadas por la interacción del sustrato con la fertilización.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del tipo de sustrato y la relación con la fertilización en el crecimiento y desarrollo del Belén Nueva Guinea.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el Campo experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, en Cuernavaca, Morelos, que geográficamente se encuentra a los 99° 15' 75" de latitud N y 18° 58' 49" de longitud W a una altura sobre el nivel del mar de 1850 m, con un tipo de clima semicálido subhúmedo clasificado por Köppen (García, 1981), como A(C)w1"(w)ig, que corresponde al más cálido de los templados. La temperatura media anual es de 22° C con marcha de tipo Ganges (el mes más caliente antes de Junio). Se utilizó un invernadero tipo túnel con cubierta de plástico y suelo cubierto con ground cover.

Se prepararon tres mezclas de sustrato con diferentes proporciones de tierra de hoja, fibra de coco, aserrín,

agrolita y tezontle (Cabrera *et al.*, 2006). Se llenaron macetas de plástico de seis pulgadas con los tratamientos S1 (40% de tierra de hoja + 30 % de fibra de coco + 30% de aserrín), S2 (80 % de tierra de hoja + 20 % de agrolita) y S3 (60 % de tierra de hoja + 40 % de tezontle). Se realizó análisis físico químico a todos los sustratos antes del experimento.

Se utilizaron plántulas de belén nueva Guinea color rojo, de 5 cm de altura proporcionadas por el Vivero "Flor de Dios" ubicado en prolongación de Av Revolución s/n, carretera federal Tepoztlán–Yautepec, Tepoztlán, Morelos. Se trasplantaron y se realizaron riegos cada 3 días con un bastón de riego. La fertilización se realizó con los métodos que se describen en el cuadro uno.

A las dos semanas se realizó el pinch del meristemo apical, se hizo de manera manual y en el mismo día en todas las plantas de todos los tratamientos

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x3. El factor 1 fueron los sustratos y el factor 2 las soluciones nutritivas. La separación de medias se realizó con la prueba DMS ($p < 0.05$).

Como resultado de las combinaciones de sustratos (S) y soluciones nutritivas (SN) se generaron nueve tratamientos con ocho repeticiones (cuadro 2) y se utilizó una maceta con una planta como unidad experimental.

Las variables a medir fueron: Altura de planta, diámetro de planta, simetría, número de tallos laterales, grosor del tallo (cuello), volumen de raíz, peso fresco de vástago y de raíz, peso seco de vástago y de raíz, número de botones florales.

Cuadro 1. Soluciones nutritivas para el experimento de sustratos y fertilización para el cultivo de belén Nueva Guinea.

Fertilización	
	Descripción
SN 1 Solución General	Dos veces por semana en el riego, se aplicó Complex® (12-11-18), disolviendo 1 g·L ⁻¹ de agua (disolver este fertilizante un día antes de su aplicación), alternado con Nitrato de Calcio 1 g·L ⁻¹ de agua. Se aplicaron dos riegos con el fertilizante general (lunes y miércoles) y un riego con nitrato de calcio (los viernes). Antes de cada fertilización se regó con agua limpia.
SN 2 Recomendación de INIFAP (Testigo)	De la primera semana a la octava: Peters® (20-20-20) en dosis de 1 g·L ⁻¹ de agua, aplicando el lunes y el miércoles alternando con nitrato de calcio que se aplicó los viernes.
SN 3 Solución Steiner	Los lunes y miércoles se aplicó la solución de Steiner (137.28* de N, 30.675 de P, 315.15 de K, 140.62 de Ca, 21.45 de Mg y 74.51 de S) y los viernes nitrato de calcio 1 g·L ⁻¹ de agua

* mg·L⁻¹

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sustratos

El análisis físico químico mostró variaciones en las características de cada sustrato evaluado (Cuadro 3). Las características que mostraron diferencias importantes fueron la retención de humedad (RH), la densidad aparente (DA), la porosidad libre (PL) y la conductividad eléctrica (CE). La retención de humedad vario en 41.3 y 27.8 % en los sustratos S2 y S3 con respecto al S1, mientras que la conductividad eléctrica mostró diferencias de 75 y 82 % inferiores en los sustratos S2 y S3 con respecto al S1.

Se observaron diferencias estadísticas en todas las variables excepto en el diámetro de tallo y en el volumen de raíz (Cuadros 4 y 5).

En la altura de planta el sustrato S2 fue 15.7 % superior al sustrato S3, mientras que en diámetro de planta y número de tallos los sustratos S2 y S3 fueron estadísticamente iguales y superaron al sustrato S1 en 20.3 y 13.3 % y en 81.1 y 67.5 % respectivamente para los sustratos S2 y S3 y para cada una de las variables mencionadas. Estos sustratos mostraron mayor RH y porosidad y menor CE que el sustrato S1 condición que parece haber influido en el diámetro de planta y número de tallos.

En simetría el sustrato S1 fue superior a los otros dos, sin embargo este dato se obtiene por el cálculo de la relación ente la altura y el diámetro de la planta por lo que depende en mayor medida del comportamiento de las variables por separado.

Cuadro 2. Tratamientos para el experimento de interacción entre sustratos y soluciones nutritivas en belén Nueva Guinea.

TRATAMIENTO	SUSTRATO	SOLUCIÓN NUTRITIVA
T1 S1 SN1	Tierra de hoja 40% + Fibra de coco 30 % + Aserrín 30%	Solución General
T2 S1 SN2	Tierra de hoja 40% + Fibra de coco 30 % + Aserrín 30%	Recomendación de INIFAP
T3 S1 SN3	Tierra de hoja 40% + Fibra de coco 30 % + Aserrín 30%	Solución Steiner
T4 S2 SN1	Tierra de hoja 80 % + Agrolita 20 %	Solución General
T5 S2 SN2	Tierra de hoja 80 % + Agrolita 20 %	Recomendación de INIFAP
T6 S2 SN3	Tierra de hoja 80 % + Agrolita 20 %	Solución Steiner
T7 S3 SN1	Tierra de hoja 60 % + Tezontle 40 %	Solución General
T8 S3 SN2	Tierra de hoja 60 % + Tezontle 40 %	Recomendación de INIFAP
T9 S3 SN3	Tierra de hoja 60 % + Tezontle 40 %	Solución Steiner

En peso fresco del follaje (PFF), peso seco del follaje y número de botones el sustrato S2 superó estadísticamente a los otros dos. En el sustrato S2 se observó la mayor RH y la menor temperatura con respecto a los otros dos sustratos, factores que pudieron tener un efecto importante en las variables mencionadas.

En peso seco de raíz (PSR) el S1 y S2 fueron estadísticamente iguales y superiores al sustrato S3.

El sustrato S2 mostró la mayor consistencia siendo el mejor en todas las variables, aparentemente este sustrato fue el que propicio el mayor efecto en el crecimiento y desarrollo de las plantas de belén. Posiblemente el mejor comportamiento del sustrato S2 fue debido a la combinación de las características físico químicas, principalmente de la retención de humedad (RH), la porosidad libre (PL) y la conductividad eléctrica, que según Acosta-Durán *et al.* (2005) son las que tienen un mayor impacto en el

crecimiento y desarrollo de las plantas en contenedor.

En la RH el sustrato S2 superó en 110.0 y 10.5 % al sustrato S1 y S3 respectivamente, en la PL el sustrato S2 fue inferior en 30 y 20 % al sustrato S1 y S3 respectivamente y en la CE, el sustrato S2 mostró un valor intermedio entre el S1 (300 % superior) y el S3 (40 % inferior).

En la recomendación de Cabrera *et al.* (2006) no se mencionan las características físico químicas de los sustratos evaluados, la varianza, ni la frecuencia de uso de cada uno de ellos en la muestra estudiada, por lo que podría estarse considerando como mejores sustratos, aquellos que tienen mayor frecuencia de uso aunque esta no represente a la mayoría de los productores. Sin embargo de acuerdo a los resultados el mejor sustrato es el sustrato S2 que es equivalente a uno de los recomendados por Cabrera *et al.* (2006) porque aunque no tiene los mismos componentes, tiene

características físico químicas similares, y esta condición es lo que identifica la

planta en un sustrato (Acosta-Durán *et al.*, 2007; Acosta-Durán *et al.*, 2006).

Cuadro 3. Análisis físico químico de los sustratos utilizados en el experimento de sustratos y fertilización en belén Nueva Guinea.

Mezcla	Proporciones	RH %	DA g/dm ³	PT %	PL %	pH	CE dS/cm	T °C
S1	Tierra de hoja 40% + Fibra de coco 30% + Aserrín 30%	22.3	160.0	60.0	45.0	6.7	0.28	24.0
S2	Tierra de hoja 80% + Agrolita 20 %	31.5	314.0	61.5	30.0	6.8	0.07	22.0
S3	Tierra de hoja 60% + Tezontle 40 %	28.5	537.0	64.5	36.0	6.9	0.05	24.0

S= sustrato; RH= retención de humedad; DA= densidad aparente; PT= porosidad total; PL= porosidad libre; CE= conductividad eléctrica;

En el diámetro de tallo y en el volumen de raíz no se observaron diferencias estadísticas significativas (Cuadros 4 y 5), debido posiblemente a que esta es una característica que depende directamente de la nutrición de la planta y en este caso como se mantuvo constante la aplicación de soluciones nutritivas, la planta desarrollo la condición necesaria para el crecimiento normal.

Fertilización

En el efecto de las soluciones nutritivas no se observaron diferencias significativas en las variables, excepto en el peso fresco de la raíz (PFR), variable en la que la solución SN2 fue superior en 7.8 % a la solución SN3 (Cuadros 6 y 7). La similitud en el comportamiento de las soluciones nutritivas fue descrita por Fernández *et al.* (2002), quienes concluyeron que la fertilización aplicada

dos veces por semana en tomate favoreció los mejores resultados en crecimiento de la planta y rendimiento del cultivo que cuando la fertilización se realizó una vez por semana. En este trabajo se aplicó la fertilización de manera constante y suficiente dos veces por semana y además complementada con aplicaciones de calcio una vez por semana, por lo que la disponibilidad constante de nutrimentos favoreció el crecimiento óptimo de las raíces de las plantas.

Interacción sustrato - fertilización

Aunque no se observaron diferencias significativas en el efecto de las soluciones nutritivas, en la interacción sustrato – solución nutritiva se observaron diferencias en todas las variables excepto en el diámetro de tallo (DT) (Cuadros 8 y 9).

Cuadro 4. Efecto del sustrato (S) en altura de planta (AP), diámetro de planta (DP), simetría (SIM), diámetro de tallo (DT) y número de tallos (NT) de belén en el experimento de sustratos y fertilización.

	AP	DP	SIM	DT	NT
S1	11,04 ab	18,15 b	0,63 a	14,53 a	1,54 b
S2	11,96 a	21,85 a	0,55 b	15,12 a	2,79 a
S3	10,33 b	20,58 a	0,51 b	14,93 a	2,58 a

En las columnas, letras iguales son iguales estadísticamente según la prueba DMS ($p < 0.05$)

Cuadro 5. Efecto del sustrato (S) en peso fresco de vástago (PFV), peso fresco de raíz (PFR), volumen de Raíz (VR), peso seco de vástago (PSV), peso seco de raíz (PSR) y número de botones florales (BOT) de belén en el experimento de sustratos y fertilización.

	PFV	PFR	VR	PSV	PSR	BOT
S1	38,75 b	21,63 ab	20,96 a	4,02 c	2,05 a	0,00 b
S2	58,08 a	22,58 a	22,38 a	6,33 a	1,98 a	5,75 a
S3	42,92 b	18,13 b	19,38 a	5,11 b	1,33 b	1,21 b

En las columnas, letras iguales son iguales estadísticamente según la prueba DMS ($p < 0.05$)

Cuadro 6. Efecto de la solución nutritiva (SN) en altura de planta (AP), diámetro de planta (DP), simetría (SIM), diámetro de tallo (DT) y número de tallos (NT) de belén en el experimento de sustratos y fertilización.

	AP	DP	SIM	DT	NT
SN1	10,99 a	20,43 a	0,54 a	13,83 a	2,69 a
SN2	11,11 a	20,88 a	0,54 a	15,18 a	2,43 a
SN3	10,89 a	20,15 a	0,55 a	14,31 a	2,68 a

En las columnas, letras iguales son iguales estadísticamente según la prueba DMS ($p < 0.05$)

Cuadro 7. Efecto de la solución nutritiva (SN) en peso fresco de vástago (PFV), peso fresco de raíz (PFR), volumen de raíz (VR), peso seco de vástago (PSV), peso seco de raíz (PSR) y número de botones florales (BOT) de belén Nueva Guinea en el experimento de sustratos y fertilización.

	PFV	PFR	VR	PSV	PSR	BOT
SN1	45,48 a	18,99 ab	19,39 a	5,07 a	1,64 a	2,92 a
SN2	50,11 a	20,31 a	21,15 a	5,61 a	1,59 a	3,03 a
SN3	45,47 a	18,83 b	19,29 a	5,09 a	1,52 a	1,98 a

En las columnas, letras iguales son iguales estadísticamente según la prueba DMS ($p < 0.05$)

Las combinaciones que mostraron mayor consistencia al ser estadísticamente superiores en todas las variables fueron las del Sustrato S2 con las soluciones SN1 y SN2. Al parecer el efecto del sustrato combinado con la aplicación constante de solución nutritiva, utilizando cualquiera de las soluciones nutritivas evaluadas, produce un efecto favorable para el crecimiento de belén en contenedor y en condiciones de invernadero.

Estos resultados difieren con Fernández *et al.*, (2002) que no encontraron diferencias en la interacción entre el sustrato y la solución nutritiva, en la producción de tomate bajo invernadero atribuyendo el resultado a la disponibilidad fragmentada de los nutrientes, sin embargo no describen las características físico químicas de los sustratos utilizados. En este trabajo parece que las características físico químicas de los sustratos producen un efecto significativo que favorece la interacción con las soluciones nutritivas aplicadas.

Andriolo *et al.* (2003) observaron diferencias significativas entre las soluciones nutritivas utilizando un sustrato comercial (sin describirlo) en el cultivo de melón y concluyendo que el factor más importante que influyó en los resultados fue la diferencia en la CE de las soluciones utilizadas, en este trabajo parece que la conductividad eléctrica

influye en la interacción ya que según Acosta-Durán *et al.* (2006), la CE es una de las características del sustrato que más influyen en el crecimiento de plantas en contenedor.

CONCLUSIONES

El tipo de sustrato tiene un efecto significativo en las variables de crecimiento y desarrollo de belén cultivado en contenedor y en condiciones de invernadero.

En este trabajo el sustrato S2 compuesto con 80 % de tierra de hoja y 20 % agrolita, con 31.5 % de RH, 30 % de PL y $0.07 \text{ dS}\cdot\text{cm}^{-1}$ fue el que mostró los mejores resultados.

En este trabajo la aplicación de soluciones nutritivas diferentes no mostró diferencias significativas en las variables de crecimiento y desarrollo de belén cultivado en contenedor y en condiciones de invernadero.

La interacción sustrato – solución nutritiva fue significativa para la mayoría de las variables de crecimiento y desarrollo de belén cultivado en contenedor y en condiciones de invernadero concluyéndose que la mejor combinación fue la del sustrato S2 con las soluciones SN1 y SN2.

Cuadro 8. Efecto de la interacción del sustrato (S) con la solución nutritiva (SN) en altura de planta (AP), diámetro de planta (DP), simetría (SIM), diámetro de tallo (DT) y número de tallos (NT) de belén Nueva Guinea en el experimento de sustratos y fertilización.

TRATAMIENTOS		AP	DP	SIM	DT	NT
T1	S1 SN1	10.88 abc	17.69 c	0.64 a	13.44 a	1.63 cd
T2	S1 SN2	10.38 bc	18.25 bc	0.58 abc	15.33 a	1.25 d
T3	S1 SN3	11.88 ab	18.50 bc	0.67 a	14.81 a	1.75 bcd
T4	S2 SN1	11.19 abc	23.00 a	0.49 c	15.12 a	2.13 abcd
T5	S2 SN2	12.31 a	21.69 a	0.57 abc	15.48 a	3.25 ab
T6	S2 SN3	12.38 a	20.88 ab	0.60 ab	14.75 a	3.00 abc
T7	S3 SN1	10.63 bc	20.75 ab	0.52 bc	14.47 a	3.38 a
T8	S3 SN2	9.81 c	20.25 ab	0.49 c	16.45 a	1.50 cd
T9	S3 SN3	10.56 bc	20.75 ab	0.51 bc	13.86 a	2.88 abc

En las columnas, letras iguales son iguales estadísticamente según la prueba DMS ($p < 0.05$)

Cuadro 9. Efecto de la interacción del sustrato con la solución nutritiva en peso fresco de vástago (PFV), peso fresco de raíz (PFR), volumen de raíz (VR), peso seco de vástago (PSV), peso seco de raíz (PSR) y número de botones florales (BOT) de belén Nueva Guinea en el experimento de sustratos y fertilización.

		PFF	PFR	VR	PSF	PSR	BOT
T1	S1 SN1	39.50 cd	20.13 bcd	18.38 bc	3.95 de	1.60 b	0.00 c
T2	S1 SN2	36.50 d	21.75 abcd	20.63 bc	3.69 e	2.53 a	0.00 c
T3	S1 SN3	40.25 cd	23.00 abc	23.88 ab	4.41 cde	2.03 ab	0.00 c
T4	S2 SN1	57.75 ab	24.88 ab	23.50 ab	6.29 ab	2.53 a	6.13 a
T5	S2 SN2	62.25 a	27.13 a	27.63 a	6.78 a	2.03 ab	7.25 a
T6	S2 SN3	54.25 abc	15.75 d	16.00 c	5.93 abc	1.39 b	3.88 ab
T7	S3 SN1	45.88 bcd	16.50 d	18.25 bc	5.39 abcd	1.21 b	1.63 bc
T8	S3 SN2	42.50 cd	20.25 bcd	20.25 bc	5.16 bcde	1.41 b	0.75 bc
T9	S3 SN3	40.38 cd	17.63 cd	19.63 bc	4.78 bcde	1.35 b	1.25 bc

En las columnas, letras iguales son iguales estadísticamente según la prueba DMS ($p < 0.05$)

LITERATURA CITADA

- Acosta-Durán C.M., M. Andrade-Rodríguez, O. Villegas-Torres. 2006. Sustratos con características físicas similares y su efecto en la planta. Memoria del IX Congreso Nacional Agronómico. Chapingo, México.
- Acosta-Durán C. M., D. Acosta-Peñaloza, L. M. Nava-Gómez, M. Andrade-Rodríguez, I. Alía-Tejacal, O. G. Villegas-Torres. 2007. Efecto del tipo de sustrato en el crecimiento inicial de plantas ornamentales en contenedor. *Investigación Agropecuaria* Vol. 4: 1-8.
- Acosta-Durán CM, J Sosa-Armenta, M Juárez-Ramírez, I Alía-Tejacal, D Guillén-Sánchez, V López-Martínez. 2005. Efecto de la mezcla de materiales en las propiedades físicas del sustrato. *In: Guillén-Andrade, H, J López-Medina, C A Ramírez-Mandujano, M E Pedraza-Santos, M C Rocha-Granados. (Comp.). Memoria de resúmenes del X Congreso Nacional y III Internacional de Horticultura Ornamental.*
- Andriolo, J.L., M.E. Lanzanova, M. Witter. 2003. Produtividade de frutos de meloeiro em substrato com três soluções nutritivas. *Hort. Bras.* 21(3): 478-481.
- Cabrera R., J., J.C. Alcántara Ñ., E. Sánchez M., A.E. Hernández M., L. Granada C. 2006. Producción de Belén *Impatiens* spp en Morelos. SAGARPA. INIFAP. Folleto Técnico no. 25 Mexico. 13 pp.
- Default, R.J. 1998. Vegetable transplant nutrition. *HorTechnology* 8(4): 515-523.
- De Rijck G, Schrevens E. 1997. pH Influenced by the Elemental Composition of Nutrient Solutions. *J. Plant Nutr.* 20: 911-923.
- Enríquez del Valle, J.R., B. Velásquez T., A. R. Vallejo F., V.A. Velasco V. 2005. Nutrición de plantas de *Dendrathera grandiflora* obtenidas *in vitro* durante su aclimatación en invernadero. *Rev. Fitotec. Mex.* 28 (4): 377-383.
- Fernandes C., J.A.C. Araújo, J.E. Corá. 2002. Impacto de quatro substratos e parcelamento da fertirrigação na produção de tomate sob cultivo protegido. *Hort. Brás.* 20(4): 559-563.
- FIRA. 1996. Consideraciones sobre el viverismo en el Estado de Morelos. Apoyo Tecnológico de FIRA. Boletín informativo 289. 28 pp.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, UNAM, México, D. F.
- Garton, R. W., Widders, I. E. 1990. Nitrogen and phosphorus preconditioning of small plug seedlings influence processing tomato productivity. *HortScience* 25: 655-657.
- INIFAP. 1988. Guía para la asistencia técnica agrícola. Ed. Secretaria de agricultura y recursos hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarios. Centro de investigación forestal y Agropecuario del estado de Morelos. México.
- Juárez H., M. de J., G.A. Baca C., A. Lorenzo. 2006. Propuesta para la formulación de soluciones nutritivas en estudios de nutrición vegetal. *INCI*, vol.31, (4): 246-253.
- Karchi, Z., Cantlife, D.J. 1992. Growth of containerized lettuce transplants supplemented with varying concentrations of nitrogen and phosphorus. *Acta Horticulturae* 319: 365-370.
- Leskovar, D.I., Stofella, P. J. 1995. Vegetable seedlings root systems:

Morphology, Development, and Importance. Hortiscience 30(6): 1153–1159.

Magdaleno-Villar, J.J., A. Peña-Lomeli, R. Castro Brindis, A.M. Castillo-González, A. Galvis-Spinola, F. Ramírez-Pérez, B. Hernández-Hernández. 2006. Efecto de soluciones nutritivas sobre el desarrollo de plántulas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo Serie Horticultura 12(2): 223-229.

Melton, R.R., Dufault, R.J. 1991. Tomato seedling growth earliness yield, and quality following pretransplant nutritional conditions and low temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(3): 421-425.

Smith, G.S., Johnston, C.M., Cornforth, I.S. 1983. Comparison of nutrient solutions for growth of plants in sand culture. New Phytol. 94: 537-548.

Steiner, A. A. 1961. A Universal Method for Preparing Nutrient Solutions of a Certain Desired Composition. Plant Soil. 15: 134-154.

Steiner, A. A. 1984. The Universal Nutrient Solution. En Proc 6th Int. Cong. Soilless Cult. pp. 633-649.

Widders, I. E., Lorens, O. P. 1982. Potassium nutrition during tomato plant development. J. Am. Soc. Hort. Sci. 118: 960-964.