

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
México

2010

EFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* MILL)

Luis Daniel Ortega-Martínez; Josset Sánchez-Olarte; Ramón Díaz-Ruiz y
Juventino Ocampo-Mendoza.

Ra Ximhai, septiembre-diciembre, año/Vol. 6, Número 3
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 365-372.



e-revist@s

EFFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum* MILL)

EFFECT OF DIFFERENT SUBSTRATES ON TOMATO SEEDLINGS GROWTH (*Lycopersicum esculentum* MILL)

Luis Daniel Ortega-Martínez¹; Josset Sánchez-Olarte¹; Ramón Díaz-Ruiz^{2*} y Juventino Ocampo-Mendoza²

¹Estudiante de Maestría, Programa en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, Colegio de Posgraduados Campus Puebla. Km 125.5 Carretera Federal México-Puebla. C.P. 72760, Puebla, Pue., México. Tel: 01 (22) 2 85 00 13. e-mail: ldortega@colpos.mx. ²Profesor Investigador, Colegio de Posgraduados Campus Puebla. *Correspondencia: dramon@colpos.mx

RESUMEN

La obtención de plántulas vigorosas de tomate permite reducir la pérdida de plantas después del trasplante, aunado a ello, se tiene la alternativa de utilizar sustratos disponibles en las regiones productoras de la especie. La investigación se enfocó a la evaluación del efecto de distintos sustratos en el crecimiento de plántulas bajo condiciones de invernadero. Los sustratos fueron suelo agrícola, aserrín compostado de pino, lombricomposta, cáscara de cacahuete y turba utilizada como testigo, estos fueron depositados en charolas de polietileno con 200 cavidades. Se sembraron 100 semillas por sustrato repetido cuatro veces. Las variables de estudio fueron sometidas a un análisis de varianza, prueba de tukey y correlaciones con el paquete estadístico SPSS versión 15.0. Los sustratos aserrín y lombricomposta tuvieron efectos similares a la turba en la dinámica de crecimiento de las plántulas. Entre las propiedades de los sustratos a destacar fue la capacidad de absorción de agua (CAA), donde sobresalió la turba pero el aserrín y la lombricomposta presentaron significativa CAA, lo cual favoreció la germinación y emergencia de las plántulas. En la turba, aserrín y lombricomposta se obtuvieron las plántulas con mayor peso seco, altura, y diámetro de tallo. Por lo tanto, los sustratos aserrín y lombricomposta representan una alternativa para la producción de plántulas de tomate.

Palabras clave: *Lycopersicum esculentum* Mill, sustratos, parámetros morfológicos.

SUMMARY

The obtaining of vigorous tomato seedlings can reduce the loss of plants after their transplanting besides there is an alternative of using available substrates in the producing regions of the species. The research was focused on evaluating the effect of different substrates on the growth of seedlings under greenhouse conditions. The substrates were agricultural soil, composted pine sawdust, vermicompost, peanut shells and peat used as control, these were deposited in 200 cavities polyethylene trays. 100 seeds were sown by substrate replicated four times. The study variables were submitted to analysis of variance, Tukey test and correlations with statistical package SPSS version 15.0. The substrates sawdust and vermicompost had similar effects to the peat in the dynamics of seedling growth. Among the

properties of the substrates to standing out was the water absorption capacity (WAC), where stood out the peat but the sawdust and vermicompost showed significance in WAC, which favored the germination and emergence of the seedlings. In the peat, sawdust and vermicompost were obtained the seedlings with major dry weight, height and stem diameter. Therefore, sawdust and vermicompost substrates represent an alternative for the production of tomato seedlings.

Keywords: *Lycopersicum esculentum* Mill, substrate, morphological parameters

INTRODUCCIÓN

El incremento de la población mundial obliga principalmente al sector agrícola a generar nuevas tecnologías con la finalidad de aumentar el rendimiento hortícola por unidad de superficie y la calidad de productos alimenticios para el mercado demandante (Requejo *et al.*, 2004). Una de las hortalizas más difundidas en el mundo y de mayor valor económico es el tomate. Su demanda aumenta continuamente y con ella mayor producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento por unidad sembrada y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada.

En México, el tomate es una de las especies hortícolas con gran trascendencia tanto en lo económico que se refleja en el valor que tiene la producción en la aportación de divisas a la balanza agropecuaria (SNIEG, 2009) como en lo social que se mide por la cantidad de empleos generados durante el cultivo y comercialización de esta hortaliza. Es por ello, que el tomate se cultiva en toda la República Mexicana (SIACON, 2004).

Por lo antes mencionado, ha surgido la necesidad de cumplir con una constancia en oferta y calidad en la producción de plántulas de tomate, que se desarrolle al grado de convertirla en una especialidad. La razón se basa en que la obtención de plántulas sanas y vigorosas provienen de un almácigo donde encuentran las condiciones fisicoquímicas y nutrientes necesarios para su desarrollo, que garantiza la obtención de una producción significativa, por lo que la generación de tecnología para su elaboración es un requerimiento necesario (Guzmán, 2003).

Para el desarrollo y crecimiento de plántulas, el sustrato empleado es un factor fundamental, puesto que éste contribuye en la calidad de la plántula. Hartmann y Kester (2002), mencionan que en la actualidad existen una gran cantidad de materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos y su elección dependerá de la especie vegetal a propagar, tipo de propágulo, época de siembra, sistema de propagación, costo, disponibilidad y características propias del sustrato. Sin embargo, desde el punto de vista medioambiental los criterios más importantes para la elección de un material como sustrato en cultivos sin suelo son: su durabilidad y capacidad para ser reciclado posteriormente (Abad y Noguera, 2000).

Uno de los sustratos más utilizados para la producción de plántulas en el ámbito mundial es la turba de musgo; sus características físicas, químicas y biológicas permiten una excelente germinación y crecimiento de las plántulas, pero su costo elevado y explotación no sostenible han comenzado a restringir su uso (Fernández *et al.*, 2006), también tales sustratos no están al alcance de muchos productores del medio rural. Sin embargo, la elección de un sustrato es trascendental, permite proporcionar las condiciones apropiadas al cultivo para el crecimiento de sus raíces (Ocampo *et al.*, 2005), por ello, surge la necesidad de disponer de materiales producidos localmente, estables y de probada calidad e inocuidad, valiéndose para ello de subproductos de la agroindustria local como

el aserrín, cascara de cacahuete y lombricomposta.

La actividad forestal ha generado un incremento y acumulación de residuos, entre ellos el aserrín. Ortiz (1995), señala que de 1m³ de madera se generan 0.0035 m³ de aserrín. Los volúmenes actualmente siguen incrementándose y es usado principalmente como combustible. Por otra parte, la cáscara de cacahuete como sustrato aun no ha sido estudiada, al igual que la lombricomposta, los cuales tienen la ventaja para su uso la disponibilidad y bajos costos.

Por lo antes citado, el objetivo de la investigación fue determinar el efecto de diferentes sustratos en el crecimiento y distribución de materia seca en plántulas de tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica del área de estudio: La investigación se realizó en el invernadero del Colegio de Postgraduados Campus Puebla situado a una latitud de 20°50', al sur 17°52' de latitud norte; al este 96°43', al oeste 99°04' de longitud oeste (INEGI, 2000). Se utilizaron cinco sustratos: aserrín compostado de pino (*Abies religiosa*), cascara de cacahuete molido, suelo agrícola, lombricomposta y la mezcla comercial de turba holandesa (Sunshine marca registrada® sun gro Horticulture. Inc) como tratamiento testigo. Los sustratos utilizados son comunes, de fácil adquisición y transportación en el territorio donde se desarrolló la investigación con excepción de la turba que es comercial y con un costo económico alto en comparación con los sustratos locales.

Se dispuso de bandejas de polietileno especiales para producción de plántulas con 200 cavidades (2.5x2.5x7cm), las cuales se desinfectaron por 24 h con cloro al 5%, posteriormente fueron lavadas con agua y se llenaron con cada sustrato. Las semillas se sembraron a 5 mm de profundidad colocando una semilla por cavidad.

La variedad de tomate utilizada fue Sun 7705 de hábito indeterminado, su fruto es redondo de tipo saladette. Los riegos aplicados fueron por aspersión en forma manual con un atomizador hasta percolar. Las bandejas se introdujeron en bolsas de polietileno negro por 72 h. Se realizó un riego diario por la mañana. La distribución de los tratamientos en el invernadero fue bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones.

Para la determinación de los parámetros morfológicos se utilizó una muestra compuesta de 20 plántulas por repetición, la germinación se evaluó a los 3 y 4 días después de la siembra (dds) tomando como indicador la aparición de la radícula. La emergencia de las plántulas se evaluó a partir de los 4 hasta los 15 dds, para ello, se cuantificó diariamente el número de plántulas cuyos cotiledones fueron vistos atravesando la superficie del sustrato, a los 30 dds se evaluó la altura de la plántula utilizando una cinta metálica milimetrada (con error de lectura de 0.05cm) los puntos de referencias fueron la base del tallo y la yema apical. Las mediciones del diámetro del tallo se realizaron a 5 cm de su base mediante un vernier (6"/150mm®). Se cuantificó el número total de hojas y el peso seco se obtuvo de una muestra de 20 plántulas secadas en una estufa marca Memmert® a 70°C durante tres días.

Las temperaturas máximas y mínimas se registraron con un termómetro modelo mh-162® colocado en el interior del invernadero. El procesamiento estadístico de la información contempló un ANOVA, prueba de tukey y correlaciones. Para lo cual se empleó el programa SPSS para Windows versión 15.0.

Los sustratos fueron sometidos a un análisis fisicoquímico en el laboratorio, para ello, se tomó una muestra de 500 g de sustrato seco. La densidad aparente (DA) y la densidad real (DR) se determinaron mediante el método propuesto por De Boodt *et al.* (1974). El espacio poroso total (EPT) se estimó con la fórmula $(1 - Da/Dr) \times 100$. La Capacidad de absorción de agua (CAA) y el agua retenida (AR) se obtuvieron

con el método propuesto por Martínez (1992). El pH y la conductividad eléctrica (CE) se midieron en extracto saturado (Warncke, 1986) con un potenciómetro HI 98312 Dist® hanna instmenst.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades físicas y químicas de los sustratos

Los sustratos con mayor volumen fueron la turba (7380 cc) y la lombricomposta (1700 cc), el menor volumen se registró en el suelo agrícola (800 cc) (Cuadro 1). La DA fue mayor en el suelo agrícola y la lombricomposta, por otro lado, la DR fue alta en la turba y suelo agrícola. Por lo tanto, el suelo agrícola no presentó los rangos óptimos considerados para un buen sustrato, los cuales son de 0.15 a 0.60 g/cm³ y 1.45 a 2.65 g/cm³ respectivamente (Nappi, 1993; Handreck y Black, 1994). En cambio, los demás sustratos expresaron unidades dentro de los rangos óptimos mencionados.

En EPT la turba presentó la mayor cantidad (90%) seguida de la cáscara de cacahuate (70%) (Cuadro 1). Por su parte, la lombricomposta mostró el menor número de EPT (20%). Esta característica física es considerada entre las más importantes para el crecimiento y desarrollo de un cultivo (Cabrera, 1999), de acuerdo a los sustratos estudiados el aserrín mostró dicha característica en condición aceptable por lo que contribuyó positivamente en la aceleración de la germinación.

En la CAA destacaron los sustratos turba (1400 ml), aserrín (860 ml) y la lombricomposta (860 ml) (Cuadro 1). Esta característica física ayuda a que las plántulas se mantengan con humedad disponible mayor tiempo, cuando es baja se requiere aplicar mayor número de riegos. En el caso del AR, la turba presentó el valor más alto (90 %) seguido del aserrín (50 %). Ambos sustratos también fueron altos en la CAA, sin embargo, en la lombricomposta no se presentó la misma tendencia ya que tuvo alta CAA pero bajo valor en AR, lo cual se traduce en un buen drenaje.

El rango de pH encontrado en los sustratos fluctuó entre 6.4 y 7.5 (Cuadro 1), donde el mayor pH se registró en el suelo agrícola (7.5) y la lombricomposta (7.5). Asimismo en la cascara de cacahuate y lombricomposta se presentaron los valores más altos ≤ 3 y 1.86 dS m^{-1} respectivamente, Warncke (1988) recomienda que la CE no debe exceder 3 dS m^{-1} . En este estudio, los sustratos evaluados se encuentran dentro de los parámetros requeridos con excepción de la cáscara de cacahuate. A diferencia de las propiedades físicas de un sustrato, las propiedades químicas pueden ser y son modificadas a lo largo de un ciclo de producción, en particular, cuando se recurre a programas intensivos de nutrición y uso de fertilizantes de lenta liberación (Bunt, 1988; Cabrera, 1999).

Las propiedades físicas y químicas de un sustrato deben ser conocidas de preferencia antes de ser utilizados, debido a que si éstas son inadecuadas, difícilmente se podrán mejorar una vez que se ha establecido el cultivo (Ansorena, 1994; Cabrera, 1999), aunado a lo mencionado, implica inversión que eleva los costos del cultivo.

Cuadro 1. Sustratos utilizados, origen y propiedades fisicoquímicas determinadas en el laboratorio.

Sustrato	V (cc)	DA (gr/cc)	DR (gr/cc)	EPT (%)	CAA (CC)	AR (%)	pH	CE (dS m^{-1})
Aserrín	1500	0.3	0.7	60	860	50	6.8	0.84
Suelo agrícola	800	1.2	1.6	30	100	25	7.5	0.88
Lombricomposta	1700	0.5	0.6	20	860	10	7.5	1.86
Turba	7380	0.2	1.8	90	1400	90	6.5	1.27
Cascara de cacahuate	1000	0.4	0.3	70	150	30	6.4	≤ 3

PS: peso seco, V: volumen, DA: densidad aparente, DR: densidad real, EPT: espacio poroso total, CAA: capacidad de absorción de agua, AR: agua retenida, CE: conductividad eléctrica.

Germinación y emergencia

La germinación de las semillas en la turba presentó el porcentaje más alto (Cuadro 2), lo cual podría atribuirse a sus características físico-químicas, en las que destacan su retención de humedad, porosidad total y reducida conductividad eléctrica, sin embargo, no presentó diferencias significativas con el

tratamiento aserrín que mostró una mayor velocidad en la emergencia. Estos resultados son similares a los obtenidos por Favaro *et al.* (2002) con 87.2% en turba y 75.2% en la mezcla aserrín y turba.

Durante el desarrollo del experimento, la diferencia entre el porcentaje de germinación y la emergencia obtenida en la turba y aserrín respecto a los demás sustratos utilizados se redujo, sin embargo, las diferencias estadísticas significativas se mantuvieron.

Es importante señalar que se presentaron problemas de germinación y emergencia en un lapso de 6 a 15 días en todos los sustratos, lo cual se atribuye a las altas temperaturas promedio registradas en el interior del invernadero (Figura 1), lo cual, pudo haber inducido algún tipo de dormancia como mecanismo de defensa de las semillas (Bewley, 1997). Por su parte Guevara (1999), menciona que conforme se incrementa la temperatura ocurre también un aumento en la intensidad de las reacciones metabólicas, por lo que el consumo de oxígeno en el embrión es mayor; esto aunado a que al elevarse la temperatura del medio se disminuye el oxígeno disponible en la solución y se dificulta aún más el intercambio gaseoso requerido por la semilla, así los valores alcanzados en ciertos momentos del día pudieron resultar excesivos. Para disminuir el efecto de las altas temperaturas, el manejo del riego es crítico en los almácigos; ante tales temperaturas la demanda hídrica fue muy alta, máxime conforme la plántula fue aumentando su biomasa, por lo tanto los riegos constantes en los sustratos amortiguaron los daños que pudieron haber producido las altas temperaturas.

El retraso del inicio de la germinación en la cáscara de cacahuate molido podría estar relacionado con la alta CE del sustrato. El efecto negativo de valores de la CE altos pudo haberse reducido en el tiempo, como consecuencia del lavado de sales mediante el riego, el cual favoreció la germinación en aserrín, turba y lombricomposta, pero la limitó en el suelo agrícola, debido a que en este su baja capacidad

de retención de humedad y baja infiltración restringió la aireación del sustrato, según Handreck y Black (2002), la porosidad total del sustrato afecta la capacidad de intercambio gaseoso del medio, disminuyendo el contenido de oxígeno que las semillas requieren para germinar.

Altura de las plántulas

Respecto a la dinámica de crecimiento, la información de las variables de estudio obtenidas a los 30 dds expresan diferencias significativas. Las plántulas con mayor altura se obtuvieron en la lombricomposta (17 cm) y la turba (15 cm) seguidas de las crecidas en aserrín (12 cm). Este hecho incita a decir que dichos sustratos poseen nutrientes suficientes que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plántulas. Los sustratos que presentaron plántulas con mayor altura también presentaron mayor porcentaje de emergencia y germinación, lo cual se puede atribuir particularmente a las características propias del sustrato y las pocas reservas de nutrientes de las semillas. Resultados similares obtuvieron Sandó *et al.* (2006), según la proporción de composta. Por su parte Jacobo y Uexküll (1973), mencionan que utilizar la composta como sustrato solo o en mezcla es favorable, debido a que tiene la capacidad de activar los procesos microbiológicos, fomentando simultáneamente su estructura, aireación y capacidad de retención de humedad, también actúa como regulador de la temperatura, retarda la fijación de ácidos fosfóricos minerales, haciendo que el fósforo sea más asimilable.

Diámetro del tallo

En este parámetro destacaron los sustratos lombricomposta, turba y aserrín que significativamente favorecieron un mayor desarrollo del tallo en relación a los demás sustratos (Cuadro 2). El aporte nutricional que brindaron estos sustratos y sus adecuadas propiedades físicas, ofrecieron las mejores condiciones para el desarrollo de las plántulas.

Los tratamientos suelo agrícola y cáscara de cacahuete propiciaron diámetros menores del tallo, diferenciándose de forma significativa del

resto de los tratamientos (Cuadro 2); pero con un comportamiento similar estadístico entre ellos.

Estos resultados difieren con los obtenidos por Normann (1993), quien señala que las mezclas logran una mejoría en una o más propiedades del material original, siendo muy difícil encontrar en la naturaleza un material que, por sí sólo, satisfaga todas las exigencias de un sustrato ideal, sin embargo, evidencia que las características de los sustratos aserrín y lombricomposta posibilitaron a las plántulas alcanzar mayor grosor de tallo que es un indicador del estado vigoroso de una plántula, muestra la fortaleza y resistencia que puede tener al ser trasplantada. De esta forma, el diámetro estuvo correlacionado con la altura de la plántula (Cuadro 3), lo cual complementa el vigor que presentaron en los sustratos sobresalientes.

Número de hojas

En el cuadro 2 se muestra el número de hojas que produjeron las plántulas en el período analizado, observándose las diferencias significativas provocadas por los tratamientos en estudio, de los cuales el sustrato lombricomposta logró el mayor número de hojas (7), no diferenciándose estadísticamente del tratamiento aserrín (6) y turba (6) mientras que el tratamiento suelo agrícola y cáscara de cacahuete dieron lugar a plántulas con el menor número de hojas.

Cuadro 2. Prueba de tukey aplicada a las variables de estudio obtenidas durante el crecimiento de las plántulas de tomate en distintos sustratos y bajo invernadero.

Sustrato	Germinación (%)	Emergencia (%)	Altura (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Número de hojas	Peso seco (g)
Turba	98.0 a	90 a	15 ab	5 a	6 ab	9 a
Aserrín	94.5 ab	80 b	12 c	4 ab	6 ab	7 b
Lombricomposta	84.5 b	90 a	17 a	6 a	7 a	9 a
Tierra agrícola	1.0 c	15 d	7 d	1 c	4 c	4 c
Cáscara de cacahuete	1.5 c	12 c	8 d	1 c	4 c	4 c

Medias con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales ($p < 0.05$)

Verde y Álvarez (1994) dividen en dos subfases la etapa vegetativa, debiendo realizarse el trasplante con posterioridad a la emisión de la cuarta hoja; para este experimento, en todos los tratamientos a partir del día 25 se superó o alcanzó la segunda subfase de la etapa vegetativa, sin embargo los tratamientos aserrín, turba y composta formaron la cuarta hoja a los 15 dds. La cantidad de hojas se correlacionó con la altura de la plántula y el diámetro del tallo (Cuadro 3). Así, fue posible obtener plántulas con altura deseable, tallo fuerte y frondosas, principalmente en los sustratos turba, lombricomposta y aserrín.

Peso seco

El peso seco de las plántulas de tomate presentó diferencias estadísticas significativas, donde los mejores sustratos fueron la turba y lombricomposta seguidos del aserrín. El incremento en materia seca fue influido por los sustratos en la altura de la plántula y el diámetro del tallo, lo cual fue evidente al mostrar correlación altamente significativa con dichas variables (Cuadro 3). En esta etapa del crecimiento de las plántulas, las dimensiones del tallo son determinantes en la obtención de plántulas vigorosas, las cuales son factibles de conseguir con los sustratos turba, lombricomposta y aserrín.

Cuadro 3. Correlaciones entre las variables estudiadas en plántulas de tomate desarrolladas en diferentes sustratos y bajo invernadero.

	Germinación	Emergencia	Altura	Diámetro de tallo	Número de hojas	Peso seco
Germinación	1	0.773	-0.437	-0.646	-0.292	-0.577
Emergencia		1	-0.690	-0.792	-0.740	-0.716
Altura			1	0.965**	0.851*	0.981**
Diámetro del tallo				1	0.823*	0.991**
Numero de hojas					1	0.794
Peso seco						1

* La correlación es significativa al nivel 0.05.

** La correlación es significativa al nivel 0.01.

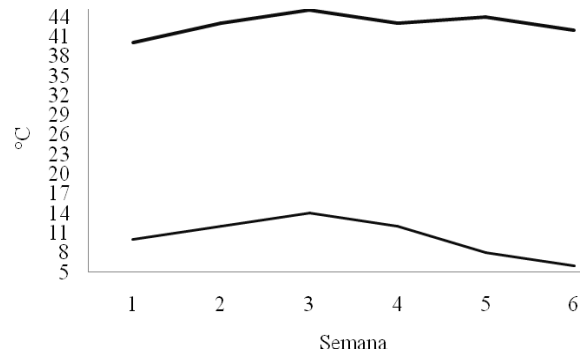


Figura 1. Temperaturas máximas y mínimas registradas en invernadero durante el crecimiento de las plántulas de tomate en diferentes sustratos.

CONCLUSIONES

Los sustratos evaluados presentaron efectos diferentes en la dinámica del crecimiento de las plántulas de tomate y acumulación de materia seca, donde destacaron la turba, lombricomposta y el aserrín. La CAA en los sustratos fue de las propiedades determinantes en la emergencia de las plántulas y la turba fue la que destacó en esta propiedad, sin embargo, el aserrín y la lombricomposta tuvieron suficiente CAA. Los sustratos aserrín y lombricomposta presentaron efectos similares a la turba en el crecimiento de las plántulas de tomate, por lo que son una alternativa a utilizar como sustratos para la producción de plántulas en invernadero.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M. Noguera, P. 2000. **Los sustratos en los cultivos sin suelo.** *En Manual del cultivo sin suelo.* Universidad de Almería- Mundi-Prensa, Madrid, 137-183 p.
- Ansorena, M.J. 1994. **Sustratos. Propiedades y caracterización.** Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Bewley, J. D. 1997. **Seed germination and dormancy.** *The Plant Cell* 9: 1055-1066.
- Bunt, A. C. 1988. **Media and mixes for container-grown plants.** Unwin Hyman. London, Great Britain
- Cabrera R., I. 1999. **Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta.** *Revista Chapingo-Serie Horticultura.* 5: 5-11

- De Boodt, M., Verdonck, O. y Cappaert, I. 1974. **Methods for measuring the water release curve of organic substrates.** Acta Horticulturae 37: 2054-2062
- Favaro, J. Buyatti, M. y Acosta, M. 2002. **Evaluación de sustratos a base de serrín de Salicáceas ("Salix sp.") compostados para la producción de plantones Investigación agraria. Producción y protección vegetales.** ISSN 0213-5000, Vol. 17, N° 3, 2002, 367-374 p.
- Fernández, B. C., Urdanet, N. y Silva, W. 2006. **Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos.** Rev. Fac. Agron., jun. 2006, vol.23, no.2, pp.188-196. ISSN 0378-7818.
- Guevara, E. 1999. **Germinación. Curso de principios y aplicaciones de la fisiología vegetal.** Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica. Material mimeografiado. 13 p.
- Guzmán, J. M. 2003. **Sustratos y tecnología de almácigo. In: Memoria de cursos de producción en ambientes protegidos.** UCR-CYTED. San José, Costa Rica. 25 p.
- Handreck, K. A. y Black N. 1994. **Growing media for ornamental plants and turf.** Revised ed. New South Wales University Press. Kensington, Australia
- Handreck, K. A. y Black, N. 2002. **Growing media for ornamental plants and turf.** 3 ed. UNSW Press. Australia. 542 p.
- Hartmann, H. y Kester, D. 2002. **Plant propagation. Principles and practices.** Prentice Hall. New Jersey. 880 p.
- INEGI. (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2000. **Marco Geoestadístico, 2000.** (b) INEGI. Superficies Nacionales y Estatales. 1999.
- Jacobo, A. y Uexküll H. 1973. **Nutrición y abono de los cultivos tropicales y subtropicales.** Cuarta edición. México: Ediciones Ecoamericanas. 626 p.
- Martínez, F. X. 1992. **Propuesta de metodología para la determinación de las propiedades físicas de los sustratos.** Actas de Horticultura 11: 55-66.
- Nappi, P. 1993. **Compost as growing medium: Chemical, physical and biological aspects.** Acta Hort. 342: 249-256.
- Normann, A. 1993. **Substratos hortícolas: Turfa a casca de arroz.** *Lavoura Arrozeira* 46 (409): 12-13.
- Ocampo, M. J., Caballero, M. R., y Tornero, C. M. A. 2005. **Los sustratos en cultivos hortícolas y ornamentales.** En: Agricultura, Ganadería, Ambiente y Desarrollo Sustentable. Tornero C. M. A., Silva G. S. E., Pérez A. R. Y Bonilla F. N. (Eds.). 2005. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. pp. 55-73. ISBN: 968 863 913 3.
- Ortiz, L. 1995. **Aprovechamiento energético de la biomasa forestal.** Círculo virtuoso. Chile Forestal 232: 24-25.
- Requejo, R., Escobedo, B. L., Olivares, S. E. y García, G. S. 2004. **Producción de tomate cultivar floradade en dos sustratos hidropónicos a solución perdida y recirculada.** Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
- Sandó, N. D. Soto, R. y Casanova, A. 2006. **Tesis de Maestría "Contribución a la tecnología de cepellones para el cultivo protegido en plántulas de tomates (*Lycopersicum esculentum* Mill) en la provincia de Cienfuegos".** Universidad Agraria de La Habana "Fructoso Rodríguez". Facultad de Ciencias Agrícolas.
- SIACON (Sistema de Información Agropecuaria de Consulta). 2004. **Información de la Producción Agrícola Nacional por Entidad Federativa de los años 1980 a 2004.** Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México. Internet: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/sistemas/siacon/SIACON.html>.
- SNIEG (Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica) 2009 **Banco de información económica.** Consultada en diversas ocasiones durante el 2009. México. Internet: <http://www.snieg.mx/>
- Verde, G. y Álvarez M. 1994. **Fenología en el cultivar C-28 y la forma silvestre Nagcarlan en siembras fuera de épocas.** BNC. IDIT. La Habana.
- Warncke, D. D. 1988. **Recommended test procedure for greenhouse growth media. pp. 34-37, In: Recommended chemical soil test procedures for the North Central Region.** Bulletin 499. North Dakota Agricultural Experiment Station. Fargo, ND.

Warncke, D. D. 1986. **Analyzing greenhouse growth media by the saturation extract method.** HortScience 21: 223-225

Luis Daniel Ortega Martínez

Estudiante de Maestría, Programa en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, Colegio de Posgraduados Campus Puebla. Km 125.5 Carretera Federal México-Puebla. C.P. 72760, Puebla, Pue., México. Tel: 01 (22) 2 85 00 13. e-mail: ldortega@colpos.mx.

Josset Sánchez Olarte

Estudiante de Maestría, Programa en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, Colegio de Posgraduados Campus Puebla. Km 125.5 Carretera Federal México-Puebla. C.P. 72760, Puebla, Pue., México. Tel: 01 (22) 2 85 00 13.

Ramón Díaz Ruiz

Profesor Investigador, Colegio de Postgraduados Campus Puebla. E-mail: dramon@colpos.mx

Juventino Ocampo Mendoza

Profesor Investigador, Colegio de Postgraduados Campus Puebla.

AGRADECIMIENTOS

Al **Lic. Jorge Rugerio Alvarado** encargado del Laboratorio de Inglés del Colegio de Postgraduados-Campus Puebla por su colaboración en la realización del summary del artículo.