

SELECCIÓN DE UN SUSTRATO PARA EL CRECIMIENTO DE FRESA EN HIDROPONÍA

SELECTION OF A SUBSTRATE FOR STRAWBERRY GROWTH IN HYDROPONICS

Luis López-Pérez ^{1*}, Raúl Cárdenas-Navarro ¹,
Philippe Lobit ¹, Omar Martínez-Castro ² y
Omar Escalante-Linares ²

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). Morelia, Michoacán, México. Km. 9.5 Carr. Morelia-Zinapécuaro Unidad Posta Zootécnica. Tarimbaro, Michoacán Tel. y Fax (443) 2958324. Correo electrónico: lexquillax@yahoo.com.mx ²Facultad de Biología, UMSNH.

* Autor para correspondencia

RESUMEN

El cultivo de la fresa (*Fragaria x ananasa* Duch.) en el estado de Michoacán, México, es el segundo más rentable después de la zarzamora (*Rubís leibmannii* Focke). En la década anterior se han incorporando nuevas tecnologías (coberturas plásticas, fertirriego, etc.) a los sistemas de producción de fresa, con la finalidad de incrementar la producción; sin embargo, poco se han explorado los sistemas hidropónicos. Los cultivos en hidroponía requieren de sustratos adecuados o medios de crecimiento. En este trabajo se evaluó el efecto de cuatro mezclas de fibra de coco y tezontle y el sustrato comercial vermiculita, sobre el crecimiento de dos genotipos de fresa ('Chadler' y 'Oso grande'), en un experimento en invernadero bajo condiciones hidropónicas. Las diferentes mezclas influyeron en el peso fresco y seco de raíz, corona y peciolo y hojas, así como en altura de la planta y área foliar. Se observó un efecto negativo sobre el crecimiento de las plantas de fresa al incrementar las proporciones de fibra de coco en las mezclas elaboradas. La mezcla G3C1 (75 % tezontle y 25 % fibra de coco, v/v), produjo las mayores respuestas de las variables evaluadas que las demás mezclas y que la vermiculita, por lo que la mezcla G3C1 es recomendable para el crecimiento de plantas de fresa en hidroponía.

Palabras clave: *Fragaria x ananasa* D., sustratos, vermiculita, tezontle, fibra de coco, hidroponía.

SUMMARY

In the Michoacán State of México, strawberry (*Fragaria x ananasa* Duch.) is the second most profitable crop after blackberry. (*Rubís leibmannii* Focke) In the last decade, new technologies (plastic mulching, fertigation, etc.) have been introduced to the production systems, in order to increase fruit quality and yield, however which have not been studied extensively in the hydroponics system that requires an adequate substrate or growth medium. In this work we

evaluated the effect of five substrates on the growth of two strawberry genotypes ('Chandler' and 'Oso grande'), in an experiment carried out under greenhouse hydroponics conditions. The results showed that substrates influenced dry and fresh weight of roots, shoot and leaves as well as plant height and leaf area. A negative effect on plant growth was observed when the substrate increased the proportion on coconut fiber. The highest values for all variables were obtained with the mixture G3C1 (75 % gravel, 25 % coconut, v/v). Which is then recommended for strawberry plants growing in a hydroponics system.

Index words: *Fragaria x ananasa* D., substrate, vermiculite, gravel, coconut fiber, hydroponics.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la fresa (*Fragaria x ananás* Duch.) es el segundo en importancia económica entre las hortalizas que se cultivan en Michoacán. En el año 2001 la superficie plantada fue de 2 935 hectáreas con una producción de 66 mil toneladas (de las cuales la mayor parte fueron para exportación), con un beneficio neto de \$56 000 por ha (INEGI, 2002). Desde la década anterior, los sistemas de producción de fresa en el estado se han ido diversificando con el fin de incrementar el rendimiento, incorporando tecnologías novedosas como cubiertas plásticas, riego por goteo y fertirriego, entre otras, aunque todavía no se han explorado los sistemas hidropónicos que ofrecen un mayor control de los factores de producción (Howard, 1998; Robles, 1999).

El cultivo en hidroponía requiere de ciertas condiciones y medios para llevarse a cabo y lograr un aumento en la producción. Uno de los principales factores que determinan el éxito o fracaso en sistemas hidropónicos es el sustrato o medio de crecimiento (Cabrera, 1999; Howard, 1998; Morel *et al.*, 2000; Pastor, 2000). La caracterización de las propiedades físicas y químicas de los sustratos, o medios de crecimiento, es crucial para su uso efectivo y en gran medida condiciona el potencial productivo de las plantas, pues constituyen el medio en el que se desarrollarán las raíces, las cuales tienen gran influencia en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Ünver *et al.*, 1989; Brückner, 1997; Lemaire, 1997).

En la renovación tecnológica y modernización de la actividad agrícola, los sustratos o medios de crecimiento tienen un papel fundamental en los viveros frutícolas, hortícolas, ornamentales y forestales (Pastor, 2000). La selección del sustrato para un cultivo permite optimizar la producción en los viveros y evitar el agotamiento del suelo, el cual ha sido el principal sustrato empleado. La mayoría de la investigación sobre sustratos como medio de crecimiento se ha desarrollado en especies ornamentales, y entre los más utilizados se encuentran la turba (peat moss), tierra de

monte, arena de río, perlita, vermiculita, agrolita y compostas entre otros.

Respecto a los cultivos hortícolas, la mayoría de las investigaciones se han orientado a estudiar la germinación de semillas o la propagación vegetativa, y no tanto al crecimiento y desarrollo de la planta. Por otro lado, se tiene poca información sobre la fibra de coco como sustrato para la fresa. En varias investigaciones (Handreck, 1993; Meerow, 1994; Martínez *et al.*, 1996; García *et al.*, 2001) se ha comprobado que el polvo de coco tiene características físicas, químicas y biológicas adecuadas para ser usado como medio de cultivo. Cuando se mezcla con arena, mejora su humectabilidad y se logra buena porosidad, lo que le permite mantener un nivel satisfactorio de agua disponible, y también presenta menor compactación (pérdida de volumen) que otros materiales (Meerow, 1994; Awang y Razi, 1997; Prasad, 1997).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de mezclas de fibra de coco y tezontle y el sustrato vermiculita, que satisfagan los requerimientos para el buen crecimiento del cultivo de la fresa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en un invernadero de pantalla termo-reflectora (Agroholland, Shade) del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF), de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Se utilizaron mezclas de sustratos, que como componente base de estas tuvieron fibra de coco y tezontle (tamaño de partícula de 0.5 – 1.0 cm), que son materiales de fácil adquisición y baratos en la región, y el sustrato comercial vermiculita (V) que según sus propiedades fisicoquímicas, se recomienda para sistemas hidropónicos (Handreck, 1993; Meerow, 1994; Howard, 1998; Morel *et al.*, 2000; González-Chávez *et al.*, 2001; García *et al.*, 2001). Las mezclas de fibra de coco y tezontle y fueron: 25% de tezontle y 75% fibra de coco (G1C3), 50% de tezontle y 50% fibra de coco (G2C2), y 75% de tezontle y 25% fibra de coco (G3C1), relación volumen-volumen; se incluyó además tezontle al 100% (G4C0). Las mezclas y sustratos fueron previamente lavados con agua desmineralizada y esterili-

zados por medio de vapor de agua, durante una hora. A las mezclas elaboradas, se les determinaron algunas de sus propiedades físicas y químicas (Cuadro 1).

Se usaron dos variedades de fresa ‘Oso grande’ (variedad californiana, planta vigorosa y de follaje oscuro, su fruto es de color rojo anaranjado, en forma de cuña achatada, con tendencia a parecer bilobulado, calibre grueso y buen sabor) y ‘Chandler’ (variedad californiana, planta semierecta, con buena capacidad para producir coronas, de hojas grandes de color verde claro, su fruto es grande, rojo interno y externo). Ambas variedades son procedentes del programa de mejoramiento genético de la Universidad de California en Davis. Antes del establecimiento, las plantas fueron remojadas por completo en una solución de Benlate® (1 g L⁻¹), para controlar los posibles ataques por hongos.

Se utilizaron recipientes de plástico rígido negro de 30x30x20 cm, donde se colocaron ocho plantas (unidad experimental); se regaron manualmente a saturación cada tercer día con una solución nutritiva completa (KH₂PO₄ 1.0 mM, K₂SO₄ 1.0 mM, Ca(NO₃)₂ 1.5 mM, CaSO₄ 2.0 mM, MgSO₄ 1.5 mM) y elementos menores (H₃BO₃ 0.217 gL⁻¹, CuSO₄·5H₂O 0.03 gL⁻¹, Fe-EDTA 0.6 gL⁻¹, MnSO₄·H₂O 0.64 gL⁻¹, (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O 0.27 gL⁻¹, ZnSO₄·7H₂O 0.223 gL⁻¹) (Cárdenas *et al.*, 1998). Para la evaluación de las mezclas y los sustratos, se diseñó un experimento factorial en el que los factores fueron los materiales seleccionados (mezclas y sustratos) y las variedades, que generaron un total de 10 tratamientos con cuatro repeticiones, distribuidas aleatoriamente.

Al final del experimento (125 d después del establecimiento), se realizó un muestreo para evaluar la materia fresca con una balanza de precisión (Mettler Toledo AT200), y materia seca después de secar en una estufa con circulación de aire forzado a 75 °C, por 48 h, de cada uno de los órganos de la planta (raíz, corona, peciolo y hojas). También se midió altura de la planta y área foliar con un planímetro LICOR LI3100. Cada 30 d a partir de los 35 d del establecimiento (dde) y al final (125 dde), se registró la evolución del área foliar mediante un procedimiento no destructivo (freware “imageJ”).

Cuadro 1. Propiedades físicas y químicas de mezclas elaboradas.

Material	Características físicas ¹				Características químicas ²	
	Densidad aparente -- g mL ⁻¹ --	Capacidad de retención de agua	Porosidad aire % Vol.	Porosidad total	pH	CE dS m ⁻¹
G1C3	1.35	48.96	17.50	66.46	6.13	0.16
G2C2	1.50	35.68	18.05	53.73	6.11	0.14
G3C1	1.66	26.53	17.53	44.06	6.16	0.17
G4C0	2.93	12.91	25.00	37.91	6.88	0.20
V	0.12	45	51	96	7.0	0.19

¹ Determinadas a capacidad de contenedor (Cabrera, 1999). ² Determinadas por el método del lixiviado (Wright, 1986).

Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza, pruebas de comparación de medias con el método de Tukey y pruebas de correlación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los factores evaluados, el factor materiales (mezclas y sustratos), resultó ser estadísticamente significativo en las variables materia fresca y seca de raíz, corona, peciolo y hojas, área foliar y altura ($P < 0.01$); el factor variedad resultó ser significativo solamente en la materia fresca y seca de corona y peciolo ($P < 0.01$), y la única variable que resultó significativa en la interacción fue, altura de la planta ($P < 0.01$).

Crecimiento y altura

A los 125 dde de las plantas en los diferentes sustratos, la mezcla G3C1 fue la que favoreció en mayor medida el crecimiento de los dos genotipos utilizados, ya que esta mezcla se obtuvieron los mayores valores de peso fresco y seco en raíz, corona y peciolo y hojas (Cuadro 2). En ambas variedades el sustrato influyó en la altura de la planta, pues la mezcla G3C1 favoreció la altura de la planta con 18.9 cm para la variedad 'Chandler' y 19.3 cm para 'Oso grande', valores que representan ganancias de 49 % y 44 % respecto a la menor altura de cada genotipo (9.66 cm para 'Chandler' y 10.88 cm para 'Oso grande'), obtenida en G4C0.

Se observó una tendencia negativa del crecimiento de las plantas de fresa conforme se incrementaron las proporciones de la fibra de coco en las mezclas evaluadas, lo cual permite suponer que debido a la mayor retención de humedad por la fibra se redujo la aireación en la rizósfera que causó una disminución del crecimiento de la planta. Hay evidencias de que la incorporación de la fibra de coco a diferentes sustratos incrementa de manera significativa su capacidad de retención de humedad. Handreck (1993) y Meerow (1994) mencionan que cuando mezclaron polvo de coco con arena en relación 1:1 v/v, se mejoró la humectabilidad en 33 %. García *et al.* (2001) reportan que con la

utilización de polvo de coco, solo o en mezcla con otros materiales, se alcanzan retenciones de humedad superiores a 58 %. En especies ornamentales, Awang y Razi (1997) encontraron que el contenido de humedad del sustrato se incrementaba a medida que aumentaban las proporciones de fibra de coco.

En el caso del tratamiento G4C0 la disminución del crecimiento de las plantas pudo deberse a la escasa retención de humedad, asociada tal vez al tamaño de partícula utilizado en este experimento (0.5 – 1.0 cm). Para la vermiculita (V) su efecto no fue estadísticamente diferente a la mezcla G3C1, en algunas variables.

Área foliar

Al correlacionar las áreas medidas con el planímetro al final del experimento (125 dde) y las estimadas mediante el análisis de imágenes en esta misma fecha de muestreo, se obtuvo un coeficiente de correlación (r) de Pearson de 0.912 ($P < 0.0001$), con lo que se concluye que el método no destructivo proporcionó resultados satisfactorios como estimador confiable del área foliar real. Una ventaja de la determinación del área foliar mediante este método es la de reducir costos y tiempos, debido a que se tendrían menos unidades experimentales, además de que puede servir para la estimación de la cinética del crecimiento de una misma planta durante su desarrollo.

Con base en la comparación de estas dos técnicas para área foliar, los resultados corresponden a los estimados con la digitalización y análisis de imágenes. En la variedad 'Chandler' a los 125 dde el máximo valor se alcanzó con la mezcla G3C1, con un área de 650.4 cm², y a medida que la proporción de fibra de coco aumentó el área foliar disminuyó. La mezcla G4C0 registró la menor área foliar con un área de 195.8 cm². Estadísticamente resultaron iguales los tratamientos G2C2, G1C3, G4C0 y V, que fueron diferentes a la mezcla G3C1 que originó el valor más alto (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de los sustratos sobre el crecimiento de dos genotipos de fresa.

Mezclas y Sustratos	Materia Seca								Altura		Área Foliar a los 125 dde [†]	
	Raíz		Corona y Peciolo		Hojas		Total		Chandler	Oso	Chandler	Oso
	g											
G1C3	0.85 ab	0.60 a	0.77 a	0.31 a	0.47 b	0.22 b	2.09 ab	1.14 a	13.31 b	10.66 ab	226.5 b	28.4 c
G2C2	1.35 a	1.19 a	0.96 a	0.43 a	0.73 ab	0.57 ab	3.06 b	2.21 ab	17.77 a	14.44 b	452.9 b	332.7 b
G3C1	1.14 ab	1.49 a	0.89 a	0.79 b	0.97 a	1.03 c	3.02 b	3.32 b	18.94 a	19.33 c	650.4 a	619.9 a
G4C0	0.57 b	0.80 a	0.64 a	0.41 a	0.43 b	0.51 ab	1.66 a	1.72 a	9.66 c	10.88 a	195.8 b	253.4 bc
V	0.74 ab	0.78 a	0.64 a	0.56 ab	0.65 ab	0.44 ab	2.04 ab	1.79a	11.05 bc	11.16 a	344.6 b	314.6 b

Medias con letras iguales dentro de columnas no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05)

[†] Días después del establecimiento.

En la variedad 'Oso grande' a los 125 dde se encontró que también fue en la mezcla G3C1 donde se alcanzó el máximo valor de esa variable (619.9 cm²). Al igual que para la variedad 'Chandler', a medida que se incrementó la proporción de fibra de coco, respecto al tezontle, disminuyó el valor de área foliar. La mezcla G1C3 registró la menor área foliar con un área de 28.4 cm². Estadísticamente resultaron similares las mezclas G2C2, G4C0 y V, y éstas a su vez fueron inferiores a G3C1 (Cuadro 2).

Los resultados encontrados evidencian la necesidad de seleccionar un sustrato o mezcla de sustratos adecuados para obtener el máximo crecimiento de plantas de fresa. En este trabajo, la mezcla G3C1 (75 % tezontle y 25 % fibra de coco, v/v) fue la que produjo los mejores resultados en los dos genotipos estudiados. En algunas variables la vermiculita (V) tuvo resultados similares estadísticamente a la mezcla G3C1; sin embargo, es más económica la mezcla de tezontle y fibra de coco que el sustrato comercial vermiculita.

BIBLIOGRAFÍA

- Awang Y, I M Razi (1997)** The growth and flowering of some annual ornamental on coconut dust. *Acta Hort.* 450:31-37.
- Brückner U (1997)** Physical proprieties of different potting media and substrate mixtures -especially air- and water capacity. *Acta Hort.* 450:263-270.
- Cabrera R I (1999)** Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. *Rev. Chapingo S. Hort.* 5(1):5-11.
- Cárdenas N R, Adamowics S, Robin P (1998)** Diurnal nitrate uptake in young tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plants: test of a feedback-based model. *J. Exp. Bot.* 49 (321):721-730.
- García O C, G Alcántar G, R I Cabrera, F Gavi R, V Volke H (2001)** Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta. *Terra* 19 (3):249-258.
- González-Chávez G, Ferrera-Cerrato R, Villegas-Monter A, Oropeza J L (2001)** Selección de sustratos de crecimiento en microplántulas de cítricos inoculadas con *Glomus* sp Zac-19. *Terra* 18 (4):369-379.
- Handreck K A (1993)** Proprieties of coir dust, and use in the formulation of soilless potting media. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 24:349-363.
- Howard M (1998)** Hydroponic Food Production. A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower. Woodbridge. Santa Barbara, California. 520 p.
- INEGI (2002)** Anuario Estadístico 2000-2001. Michoacán de Ocampo. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México (www.inegi.gob.mx).
- Lemaire F (1997)** The problem of the biostability in organic substrates. *Acta Hort.* 450:63-69.
- Martínez F X, Sepo N, Valero J (1996)** Physical and chemical properties of peat coir mixes and the effects of clay materials addition. *Acta Horticulturae* 450:31-38.
- Meerow A W (1994)** Growth of two subtropical ornamentals using coir (coconut mesocarp pith) as a peat substitute. *HortScience* 29: 1484-1486.
- Morel P, Poncet L, Rivière L (2000)** Les Supports de Culture Horticoles. Les Matériaux Complémentaires et Alternatifs à la Tourbe. INRA. Paris. 87 p.
- Pastor S J N (2000)** Utilización de sustratos en viveros. *Terra* 17 (3):213-235.
- Prasad M (1997)** Physical, chemical and biological properties of coir dust. *Acta Hort.* 450:21-29.
- Robles J (1999)** Cómo se Cultiva en Invernadero. Ed. de Vecchi. Balmes, Barcelona. 189 p.
- Ünver I, Ataman Y, Çanga M R, Munsuz N (1989)** Buffering capacities of some mineral and organic substrates. *Acta Hort.* 238:83-97.
- Wright R D (1986)** The pour-through nutrient extraction procedure. *HortScience* 21 (2): 227-229.