

EVALUACIÓN AGROFÍSICA DE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TABACO (*Nicotiana tabacum*, L) EN BANDEJAS FLOTANTES.

Autoras: Ing. Ailyn Villalón Hoffman¹
Dra.C Rosa Orellana Gallego²

¹*Instituto de Investigaciones del Tabaco*

²*Instituto de investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro De Humboldt"*

RESUMEN

La producción de plántulas de tabaco mediante el sistema de bandejas flotantes presenta en la actualidad problemas relacionados con la cantidad y calidad de las plántulas útiles por bandeja. Esta situación se debe, en gran medida, a la calidad de los sustratos que se emplean y su manejo agrofísico. El objetivo del presente trabajo consistió en caracterizar desde el punto de vista físico diferentes sustratos simples (cachaza, turba negra, cascarilla de arroz, zeolita y la turba rubia, esta última como referencia) y sustratos compuestos (elaborados a partir de la mezcla de los simples), así como evaluar el desarrollo de las plántulas de tabaco en estos últimos. La densidad del sustrato seco, la densidad de la fase sólida, la porosidad total, la humedad higroscópica, la granulometría, la conductividad eléctrica y el pH fueron los indicadores evaluados. Además, se realizó un conteo de germinación promedio de alvéolos con semillas germinadas por sustrato, se determinó la cantidad promedio de plántulas útiles por sustrato y se midieron las variables: altura de la plántula, diámetro del tallo y la calidad del cepellón. Los mejores resultados se obtuvieron en el sustrato testigo y la combinación 70:30 a base de turba negra y cachaza con la cascarilla de arroz respectivamente. Para ninguna de las variantes estudiadas fue necesario aplicar la segunda fertilización química que se orienta en el instructivo técnico, lo que puede sugerir que la aplicación de las dosis de fertilizantes en la práctica productiva sin considerar la calidad fisiológica de las plántulas al final del proceso ni la riqueza nutricional de los sustratos orgánicos empleados, puede influir negativamente sobre la respuesta de las plántulas por lo que quedó demostrada la necesidad de realizar el manejo de los sustratos en base al conocimiento previo de su estado físico.

Palabras claves: *Sustratos agrícolas, propiedades físicas, plántulas de tabaco*

EVALUACIÓN AGROFÍSICA DE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TABACO (*Nicotiana tabacum*, L) EN BANDEJAS FLOTANTES.

Autoras: Ing. Ailyn Villalón Hoffman¹
Dra.C Rosa Orellana Gallego²

¹*Instituto de Investigaciones del Tabaco*

²*Instituto de investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro De Humboldt"*

Introducción

En la producción de semilleros de tabaco, el sistema de bandejas flotantes se viene empleando con resultados prometedores aunque como toda tecnología relativamente nueva es susceptible a mejorarse (Cristanini, 1995) y por ello está siendo adaptada a nuestras condiciones con el fin de elevar aún más el rendimiento y la calidad de las plántulas.

En la actualidad, en las diferentes unidades de producción se evidencian problemas relacionados con la cantidad y calidad de las plántulas útiles por bandeja los cuales se atribuyen al sustrato que se emplea.

Sin embargo, de los antecedentes teóricos se conoce que para que el ascenso capilar -fenómeno que constituye el principio de funcionamiento de este sistema- se produzca, los sustratos deben reunir determinadas características o propiedades físicas que permitan que este pueda proporcionarle a las plántulas el agua, el oxígeno y los nutrientes necesarios para su mejor desarrollo.

Por tanto, las propiedades físicas resultan de gran importancia para el correcto desarrollo de la plántula. Si la estructura física de un sustrato es inadecuada, difícilmente se podrá mejorar una vez que se ha establecido el cultivo, no siendo así con las químicas que pueden resultar modificables mediante la aplicación de determinadas técnicas de cultivo (Ansorena, 1994; Cabrera, 1999; García *et al.*, 2000; Pastor, 2000; Iskander, 2002 y Orellana *et al.*, 2005). Esto hace que se deba contemplar con especial cautela todo lo referente a los parámetros físicos ya que son estos los que condicionan el éxito o fracaso de la utilización de un determinado material como sustrato de cultivo al tener esta peculiaridad (Pastor, 2000).

Teniendo en cuenta estos elementos, con el fin de dar respuesta al problema planteado que constituye una demanda productiva del sector tabacalero, nos hemos propuesto en este trabajo los siguientes objetivos:

- Caracterizar físicamente los materiales que más comúnmente se utilizan en la elaboración de sustratos para la producción de plántulas de tabaco en bandejas flotantes
- Caracterizar físicamente los sustratos obtenidos a partir de diferentes combinaciones de estos materiales
- Evaluar el desarrollo de las plántulas de tabaco en estos sustratos

Materiales y Métodos

Para el presente trabajo se tomaron muestras de materiales (sustratos simples) procedentes de las reservas del Instituto de Investigaciones del Tabaco (IIT) para la producción de plántulas y se mezclaron entre sí para obtener sustratos compuestos. Las caracterizaciones se realizaron en el

INIFAT según la metodología descrita por Orellana y Moreno (2004) y la evaluación de las plántulas se realizó en el IIT.

Sustratos simples caracterizados: Cachaza (C), Turba rubia (TR), Turba negra (TN), Cascarilla de arroz (CA) y Zeolita (Z).

Sustratos compuestos: TN80:CA20(Testigo), TN70:CA30, TN70:CA15:Z15, C70:CA30 y C70:CA15:Z15

Indicadores físicos evaluados: La densidad del sustrato seco (d_v), la densidad de la fase sólida (ρ_s), la porosidad total (**Pt**), la humedad higroscópica (**Wh**) y la granulometría.

Indicadores químico-físicos: la conductividad eléctrica (C.E) y el pH.

Tabla 1. Composición química media de los sustratos simples estudiados.

Sustratos Simples	M.O (%)	N	P	K	Fuente
		%			
Cachaza	53.52	2.6	0.64	<0.12	Marrero (2004)
Turba negra	44.77	1.12	0.11	<0.12	Marrero (2004)
C. de arroz	42,7	4.8-7.5	0.8-1.5	3.1-5.3	Carrión (1999)
Zeolita			0.06	4.11	Peña <i>et al.</i> , (1998)
Turba rubia (sustrato de referencia)	92-96	0.084	0.52	0.15	García <i>et al.</i> , 2000

Para la evaluación de las plántulas se realizó un conteo de la cantidad promedio de alveólos con semillas germinadas por sustrato, se determinó la cantidad promedio de plántulas útiles por sustrato y se midieron las variables: altura de la plántula (cm), diámetro del tallo (mm) y la calidad del cepellón. Los resultados se procesaron en el Paquete estadístico SPSS versión 11.5 para Window a través la ANOVA de un factor con una probabilidad de 0.05 mediante la prueba de Scheffé.

Resultados y Discusión

La caracterización física realizada a los materiales reflejó una alta variabilidad entre ellos (Tabla 2), condicionada por la naturaleza intrínseca de los mismos.

La densidad de la fase sólida (ρ_s) como indicador de la naturaleza orgánica de esta fracción en el material, muestra valores inferiores a $1 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ para los sustratos orgánicos, fundamentalmente la cachaza y la turba rubia, en correspondencia con el elevado contenido de materia orgánica que tradicionalmente poseen estos materiales.

Tabla 2. Indicadores físicos y químico-físicos de los sustratos simples.

Sustratos Simples	Wh (%)	d_v ($\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$)	ρ_s ($\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$)	Pt(%)	pH	C.E ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$)
Cachaza	6.65 ± 0.0100	0.22 ± 0.0066	0.74 ± 0.0230	60.75 $\pm 17,2946$	6.54 ± 0.0033	2.56 ± 0.0166
Turba rubia	10.50 ± 0.4015	0.17 ± 0.0033	0.63 ± 0.0519	82.41 $\pm 7,4889$	4.34 ± 0.0305	0.20 ± 0.0000

Turba negra	3.60 ±0,2696	0.60 ±0,0057	2.17 ±0,2933	40.55 ±14,0869	3.61 ±0,0066	1.36 ±0,1333
C.de arroz	3.74 ±0,0115	0.12 ±0,0120	1.61 ±0,0100	92.31 ±0,3988	6.84 ±0,0088	0.90 ±0,1667
Zeolita	1.32 ±0,0115	1.00 ±0,0120	2.31 ±0,0371	56.58 ±0,4370	8.99 ±0,0176	0.30 ±0,0000

Nota: Los valores precedidos de ± indican el error estandar de la media.

La densidad del sustrato se comportó con los valores mas bajos para la cascarilla de arroz y la turba rubia (0,12 y 0,17 Mg*m⁻³ respectivamente), lo que se relaciona con una alta porosidad total (superior al 80%). Estos resultados son muy similares a los obtenidos por Bellé y Kämpf (1994); Drzal, Fonteno y Cassel (1999), Pire y Pereira (2003) y Valenzuela y Gallardo (2005). Calderón y Cevallos (2001) obtuvieron valores similares para la porosidad total en la cascarilla de arroz

La zeolita, con un alto contenido de partículas menores de 2 mm (Tabla 3), material de naturaleza mineral, posee el menor valor de humedad higroscópica de todos los sustratos, lo que confirma sus propiedades secantes (Issa, Maloupa y Gerasopoulos, 1996; Calderón y Cevallos, 2001).

Su alta densidad, tanto volumétrica como de la fase sólida, condiciona una menor porosidad (56%) en correspondencia con su composición mineralógica y su pH alcalino (8,99) es una propiedad característica de los aluminosilicatos hidratados.

Con respecto a la conductividad eléctrica, destaca la cachaza que alcanzó el mayor valor (2, 56 dS*m⁻¹), en correspondencia con su alta riqueza nutritiva (Tabla 1) en relación con los otros materiales estudiados.

Las características físicas de los sustratos estudiados están en gran medida condicionadas por el tamaño de las partículas (Tabla 3). Nótese que la turba rubia presenta una distribución más o menos proporcionada entre las tres fracciones, mientras que el resto de los materiales manifiestan una tendencia al predominio de partículas < 2 mm, con excepción de la cascarilla de arroz, que presenta el contenido más bajo debido a su origen.

Tabla 3. Composición granulométrica de los sustratos simples (%).

Materiales	>5	5-2	<2
	mm		
Cachaza	13.28	25.95	60.73
Turba rubia	32.42	24.4	43.17
Turba negra	44.12	14.32	41.54
C. arroz	41	44.96	13.98
Zeolita	10.05	31.66	58.27

A diferencia de los sustratos simples, en los sustratos compuestos, la densidad y la porosidad en todas las mezclas independientemente de que el componente principal sea cachaza o turba negra, le atribuye a los mismos una consistencia física más apropiada (Tabla 4). Sus valores se hacen mas uniformes (0.45-0.67 Mg*m⁻³ para la volumétrica y 1.75-1.97 Mg*m⁻³ para la fase sólida), y ello

conlleva a que el volumen de poros se estandarice con valores entre el 62 y 74%.

En cuanto a los parámetros químico-físicos, el pH de los componentes principales no sufre prácticamente variación (todos se encuentran en el rango establecido por Alarcón (2005) de 5,5 – 7,3 como óptimo para la mayor disponibilidad de nutrientes en el cultivo del tabaco. En cambio los valores de la conductividad eléctrica señalan sobre una mejora del contenido nutricional, particularmente en las mezclas que contienen la turba negra.

Tabla 4. Principales características químico-físicas de los sustratos compuestos.

Sustratos	Wh (%)	dv (Mg*cm ⁻³)	ρ _s (Mg*cm ⁻³)	Pt(%)	pH	C.E (dS*m ⁻¹)
TN80:CA20 (T)	7.66 ± 0.1020	0.45 ±0.0033	1.78 ±0.2309	74.26 ±0,5033	5.57 ±0.0057	1.88 ±0.2517
TN70:CA30	6.71 ±0,2369	0.51 ±0.0000	1.82 ±0.5774	71.94 ±0,8924	5.62 ±0.0000	2.03 ±0.0057
TN70:CA15:Z15	6.22 ±0.1903	0.63 ±0.0033	1.97 ±0.0115	67.62 ±0.3491	5.74 ±0.0057	2.26 ±0.0115
C70:CA30	12.45 ±0.4554	0.46 ±0.0000	1.75 ±0.0288	73.69 ±0,4330	6.54 ±0.0057	7.1 ±0.0057
C70:CA15:Z15	8.47 ±0.6019	0.67 ±0.0033	1.78 ±0.0145	62.49 ±0,1900	6.55 ±0.0115	7.2 ±0.0000

Nota: Los valores reflejados con ± corresponden al error estándar de la media.

La consistencia física de los sustratos compuestos estudiados mejora porque se logra una mejor distribución de los elementos granulométricos, con un incremento de la fracción de 5-2mm en aquellos que incluyen a la cachaza en la mezcla (Tabla 5).

Sin embargo, aquellos sustratos compuestos que incluyen a la turba negra como componente principal presentan un predominio de las partículas < 2 mm que refuerzan el criterio de que este sustrato simple posee una alta retención de humedad máxime cuando su proporción en la mezcla es considerable.

Tabla 5. Composición granulométrica de los sustratos compuestos (%).

Sustratos	>5	5- 2	< 2
	mm		
TN80:CA20 (T)	36.49	25.15	38.32
TN70:CA30	25.9	23.89	50.17
TN70:CA15:Z15	20.64	34.77	44.55
C70:CA30	27.48	41.69	30.78
C70:CA15:Z15	8.86	48.06	43.03

La cantidad de alveólos promedio con semillas germinadas en todos los sustratos compuestos estudiados se comportó por encima del 72% (Tabla 6) obteniéndose los mayores valores en los sustratos que contienen cachaza.

La altura media alcanzada por las plántulas en los sustratos compuestos estuvo entre 9 y 15 cm. Para considerar a las plántulas aptas para su trasplante

al campo definitivo, las mismas deben alcanzar una altura de 15cm según la tecnología establecida en el Manual Técnico para la producción de posturas de tabaco (MINAG, 2001).

Esto solo se cumple en el sustrato compuesto por Cachaza 70%+ Cascarilla de arroz 30%, y esta no difiere estadísticamente del sustrato que contiene una proporción similar pero a base de turba negra por lo que al parecer esta proporción en las mezclas es favorable para el desarrollo de las plántulas.

Tabla 6. Evaluación del desarrollo de las plántulas de tabaco.

Sustrato	Germinación (%)	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Calidad del cepellón	Plántulas útiles (%)
TN80:CA20 (T)	78.78	10.31bc	4.66 bc	3.85 ab	90.9
TN70:CA30	76.13	13.39 a	5.03 ab	4.6 a	95.07
TN70:CA15:Z15	72.72	9.07 c	4.00 c	3.75 ab	86.36
C70:CA30	96.21	15.06 a	5.73 a	3.1 bc	97.34
C70:CA15:Z15	93.56	12.55 ab	5.21 ab	2.35 c	94.69
ESx		0.363	0.111	0.124	

Con relación al diámetro promedio, los valores en los sustratos estudiados oscilaron entre 4 y 5,73 mm, que se consideran dentro del rango establecido en el Instructivo técnico para las plántulas de tabaco (entre 3 y 5 mm); ya que los sustratos con diámetros promedios superiores (5.21 y 5.73mm respectivamente) no difieren estadísticamente de los sustratos restantes mostrando una tendencia muy similar a la observada en el indicador altura de las plántulas.

La calidad del cepellón, un indicador introducido por García, Febles y Peñalver (1997) para evaluar la protección del sistema radical se comportó superior en el sustrato compuesto por turba negra y cascarilla de arroz en proporción 70:30 con un valor promedio que estadísticamente no difiere de los restantes sustratos compuestos a base de este material. La calidad de cepellón máxima establecida por los autores es de cinco pero los mismos obtuvieron mejores resultados con la extracción de cepellones en aproximadamente el 75% de su volumen (calidad tres) para bandejas grandes (de 34 cm³) lo que indica que quizás en nuestro caso un cepellón cinco no indique la mejor calidad.

De hecho, en los sustratos compuestos a base de cachaza se observó una mayor proliferación de raíces, aspecto que según estos autores es muy importante ya que para que las plántulas puedan transplantarse con calidad no solo deben poseer una talla adecuada en su parte aérea sino que además deben tener un sistema radical profuso que garantice su enraizamiento en el suelo.

Realizando un análisis integral de la respuesta de las plántulas en los sustratos compuestos estudiados, puede afirmarse que aunque todos los sustratos tuvieron un comportamiento aceptable, los compuestos a base de cachaza mostraron las características más favorables para el desarrollo de las mismas en comparación con los sustratos donde la turba negra fue el componente principal con excepción de la proporción 70:30. Guzmán, Baños y Rodríguez (1986) obtuvieron resultados similares cuando estudiaron sustratos de turba

negra y cachaza tanto simples como compuestos obteniendo en estos últimos resultados superiores.

Conclusiones

- La caracterización física y químico – física de los sustratos orgánicos simples y compuestos así como el conocimiento de su riqueza nutritiva es imprescindible para lograr su manejo adecuado en la producción de plántulas de tabaco con el sistema flotante
- El alto porcentaje de plántulas útiles por sustrato alcanzado (superior al 85%), permite aseverar que las características físicas y químico – físicas de los sustratos durante esta fase, así como su manejo físico, influye en gran medida en la obtención de plántulas de tabaco con calidad

Recomendaciones

- Determinar las características físicas y químico – físicas de los sustratos orgánicos que se empleen en la producción cada vez que se realicen formulaciones de mezclas
- Condicionar el manejo de los sustratos al comportamiento de dichas propiedades

Referencias Bibliográficas

- Alarcón, A.L. 2005. Fundamentos teóricos de la Conductividad Eléctrica en: <http://ediho.es/>. Consulta: 24 de diciembre del 2005
- Ansorena, M.J. 1994. Sustratos. Propiedades y caracterización. Mundi – Prensa, Madrid, España. 172pp.
- Bellé, S; A.N Kämpf. 1994. Utilização de casca de arroz carbonizada como condicionador hortícola para um solo orgânico. Pesq. Agropec. Bras, Brasilia. v.29. n.8. pp 1265 -1271.
- Cabrera, R.I. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para producción de plantas en macetas. Revista Chapingo, serie Horticultura. vol1(1).
- Calderón, F; F, Cevallos. 2001. Los sustratos. Laboratorios Ltda. Bogotá D.C. Colombia.
- Carrión, M. 1999. Manejo de sustratos en la tecnología de organopónicos en: III Curso de Agricultura Tropical. Pp 118 – 134.
- Cristanini, G. 1995. La producción de posturas en sistemas flotantes (flota system)/ hidropónicos. L´ Informatore Agrario/suplemento. 51(5):43-53. Verona. Italia.
- Drzal, M.S; W.C Fonteno y D.K Cassel. 1999. Pore fraction analysis: a new tool for substrates testing.
- García, M; H Febles y N Peñalver. 1997. La calidad del cepellón, un indicador del crecimiento radical. 6pp.
- García, O; G Alcántar; R.I Cabrera; F Gavi; H Volke. 2000. Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta.
- Guzmán, P; C Baños y L Rodríguez. 1986. Sustratos para semilleros “tecnificados” de tabaco. Estudio en macetas. Ciencia y Técnica en la Agricultura. V.9.No.1. pp 41 – 53.
- Iskander, R. 2002. Manejo de sustratos para la producción de plantas ornamentales en macetas. Departamento de Ciencias Hortícolas.

Universidad de Texas en: <http://www.uaaan.mx/>. Consulta: 17 de febrero del 2005.

- Issa, M; E Maloupa and E Gerasopoulos. 1996. Effects of the substrates on yield and quality of two Gerbera varieties grown under protection. CIHEAM – Options Méditerranéennes.
- Marrero, N. 2004. Resultado de los análisis químicos de abonos orgánicos campaña 2003-2004.
- MINAG. 2001. Manual Técnico para la producción de posturas de tabaco. pp 13 – 20.
- Orellana, R; J.M Moreno. 2004. Manual de procedimientos de métodos de ensayos físicos para la evaluación de sustratos orgánicos.
- Orellana Gallego, R, A.M Martorell., M. Díaz, M. O. Sosa y A. Cruz. 2005. Propiedades físicas de sustratos, base de los sistemas agrícolas urbanos. Revista Agrotecnia digital. [http:// www.org.cu](http://www.org.cu). Consulta: 17 de febrero del 2005.
- Pastor, J.N. 2000. Use of growing mediums in the nursery production.
- Peña, E; N Companioni; A Rodríguez y M Carrión. 1998. La materia orgánica; factor decisivo en la fertilidad de los suelos y sustratos en: II Curso de Agricultura Tropical, La Habana, del 13 de julio al 13 de agosto.
- Pire, P; A Pereira. 2003. Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado de Lara, Venezuela. Propuesta metodológica. Decanato de Agronomía de la Universidad Centrooccidental "
- Valenzuela, O y C Gallardo. 2005. Sustratos hortícolas: un insumo clave en los sistemas de producción de plantines. 5pp.