

EFFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE PROPAGACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE MORA VINO (*Rubus adenotrichus*)¹

Rafael Orozco-Rodríguez², Dora Flores-Mora³, Félix Argüello-Delgado⁴

RESUMEN

Efecto de diferentes tipos de propagación en el rendimiento de mora vino (*Rubus adenotrichus*). Se determinó el efecto de la macro y micro-propagación, sobre el rendimiento de dos variedades de mora (*Rubus adenotrichus* Schlech), ‘Vino Espina Roja’ y ‘Vino Sin Espinas’, en una parcela experimental que se estableció en la localidad de La Luchita del Guarco, Cartago, Costa Rica, en el año 2005. La cosecha se realizó durante los años 2007 y 2008, se presentaron diferencias significativas ($P=0,0034$) entre los sistemas de propagación para la variedad ‘Vino Espina Roja’ en el 2007. Las plantas provenientes de macro-propagación, mostraron un mayor rendimiento promedio; mientras que la variedad ‘Vino Sin Espinas’ no produjo cosecha en ese año. En el año 2008, no se encontraron diferencias significativas ($P>0,6207$) entre ambos sistemas de propagación para ninguna de las dos variedades; pero al comparar entre estas ‘Vino Espina Roja’ presentó mayor producción en los dos sistemas de propagación ($P<0,00183$).

Palabras claves: Aclimatación, vitroplantas, propagación asexual.

ABSTRACT

Effect of various types of propagation on the yield of wine blackberries (*Rubus adenotrichus*). This research project was intended to determine the effect of two different systems of propagation—macropropagation and micropropagation—on yield of two varieties of blackberries (*Rubus adenotrichus*): “Red Thorn-Wine” and “Thornless Wine.” This experiment was carried out in 2005 at La Luchita, in El Guarco, Cartago, Costa Rica. The harvest took place during the years 2007 and 2008. Significant differences were found ($P=0,0034$) between the systems for propagation of the “Red-Thorn Wine” variety, in 2007. The plants resulting from macropropagation showed the higher production average. The production for the “Thornless Wine” variety was null that year. In 2008 there were no significant differences found ($P>0,6207$) between the two propagation systems for either one of the varieties. When compared, “Red-Thorn Wine” variety showed a higher production under the two propagation systems ($P<0,00183$).

Key words: Hardening, vitroplants, vegetative propagation.



INTRODUCCIÓN

La mora (*Rubus* spp), se multiplica en forma sexual (semilla) o asexual por divisiones de la corona, acodo

aéreo, acodo subterráneo, estacas de tallo subterráneo y cultivo *in vitro*. La propagación sexual, es poco utilizada debido al bajo porcentaje de germinación, lento desarrollo de las plantas, presencia de variabilidad

¹ Recibido: 1 de julio, 2010. Aceptado: 16 de mayo, 2011.

² Ciencias Naturales para el Desarrollo (DOCINADE) y Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Heredia. rorozco@una.ac.cr

³ Centro de Investigación en Biotecnología, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago. Apartado Postal 159-7050. dflores@itcr.ac.cr

⁴ Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Heredia. jarguell@una.ac.cr

y problemas de esterilidad (Escoto 1994, Franco y Giraldo 1999).

La propagación asexual (macro-propagación) es la técnica más utilizada por los agricultores costarricenses, sin embargo representa un problema por la poca disponibilidad de material vegetal y limitaciones fitosanitarias que este tipo de propagación conlleva (Castro y Cerdas 2005).

La técnica de cultivo de tejidos (micro-propagación), permite la obtención de un gran número de plantas en condiciones de laboratorio, las cuales pueden ser obtenidas a partir de yemas vegetativas o meristemos (Monasterio 1995, Pelto y Clark 2000). Esta técnica garantiza la calidad genética y fitosanitaria de las plantas (Franco y Giraldo 1999, Flores y Arguello 2005, Castro y Cerdas 2005, Ružić y Lazić 2006).

Contrario a las plantas obtenidas por macro-propagación, las producidas por micro-propagación generalmente presentan, una morfología, anatomía y fisiología anormales, por lo que requieren de un proceso de aclimatación cuando son cultivadas en condiciones de invernadero o campo (*ex vitro*). Esta adaptación a las nuevas condiciones ambientales, le permite a las plantas corregir este tipo de anomalías hasta presentar un desarrollo normal (Pospíšilová *et al.* 1999, Scaranari *et al.* 2009).

En invernadero y especialmente en condiciones de campo la radiación solar es mayor y la humedad del aire es menor que la existente en condiciones de laboratorio, factores que pueden afectar el crecimiento *ex vitro* (Pospíšilová *et al.* 1999, Scaranari *et al.* 2009).

En este sentido, se pueden citar algunas experiencias relacionadas con la adaptación y desarrollo en campo de cultivos obtenidos *in vitro* tales como: el banano, el arroz, la frambuesa, la pera, la yuca, el tiquizque entre otros (Bertin *et al.* 1996; Sandoval *et al.* 1997, Saborío, *et al.* 1998, Iglesias *et al.* 2004, Medina *et al.* 2007) cuyo fin fue evaluar el efecto sobre el desarrollo de las plantas y la calidad de la semilla o la fruta producida.

En frutales no tradicionales como la mora, en los últimos años se ha venido mejorando la tecnología para la obtención de plántulas micro-propagadas (González *et al.* 2000, Flores y Arguello 2005, Villa *et al.* 2006, Couto *et al.* 2009, Wu *et al.* 2009.). Además se han realizado estudios sobre el comportamiento de estas plantas en campo con la aplicación de podas (Orozco *et al.* 2006). Sin embargo, aún no se ha evaluado el efecto de la técnica de propagación sobre el rendimiento.

El objetivo fue determinar el efecto del sistema de propagación en mora (*R. adenotrichus*) en condiciones de campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en el distrito de la Luchita del cantón del Guarco provincia de Cartago, entre los años 2005 y 2008, en una parcela experimental cuyas coordenadas geográficas son: N 09°44'39,9" y W083°56'15,7", a una altura de 1933 msnm.

Las condiciones promedio de temperatura y humedad relativa máximas y mínimas imperantes en la zona durante el ensayo fueron: 28,9/12,1°C y 87,9/57,3% respectivamente. La precipitación promedio durante el periodo del ensayo fue de 2894,5 mm.

El material vegetal utilizado consistió en plantas de mora (*R. adenotrichus*) de las variedades 'Vino Espina Roja' y 'Vino Sin Espinas', las cuales presentan un crecimiento semi erecto y tallos decumbentes (con tendencia a inclinarse al suelo) con longitudes de hasta tres metros. Las variedades Vino fueron seleccionadas debido a que su fruta es la más demandada por los consumidores, ya que cuenta con las mejores características químicas y físicas (Flores *et al.* 2003). Según datos suministrados por la Asociación de productores de mora y frutales de altura (APROCAM), entre los años 2003 y 2009 se produjeron 862,9 t.

Las plantas usadas en este estudio se obtuvieron a partir de dos sistemas de propagación, micro-propagación, en donde las plantas se produjeron a través de la técnica de cultivo *in vitro*, y se aclimataron en un invernadero antes de trasladarlas al campo y macro-propagación, utilizando acodos aéreos.

Establecimiento del ensayo en campo

Inicialmente se llevó a cabo un análisis de suelo en donde se determinó un pH de 4,3, una acidez intercambiable de 4 cmol(+)/l, una baja disponibilidad de bases y una textura franca. Posteriormente, con el fin de evaluar el efecto de la variedad y del sistema de propagación se estableció una parcela con un área de 2550 m², con una distancia de siembra de 5 x 5 metros entre plantas e hileras. Se fertilizó al momento de la siembra con 3 kg de lombricompost y cada seis meses utilizando la misma dosis a la base de la planta hasta cumplir el año, esto con el fin de mejorar gradualmente

las propiedades químicas, físicas y microbiológicas del suelo, considerando el manejo orgánico que da el agricultor a su sistema. El número de tallos primarios por planta se mantuvo entre 4 y 5 con una longitud máxima de 2,5 m, los tallos secundarios se podaron a 0,80 m, y los terciarios a 0,6 m.

Diseño experimental y variables evaluadas

Se estableció un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones por tratamiento, cada unidad experimental constó de tres plantas en competencia completa, para un total de 48: 24 de vitroplantas y 24 de acodos. Para eliminar el efecto de borde se establecieron plantas de mora alrededor de todo el ensayo.

Se cuantificó el rendimiento durante el período de cosecha para los años 2007-2008.

Análisis de la información

La información se analizó utilizando el paquete estadístico SAS, versión 9.1.3 (SAS 2003). El total producido por cada parcela en cada ciclo se obtuvo de las parcelas útiles. Posteriormente los datos se sometieron a un análisis de varianza (por medio del Proc GLM de SAS), para cada ciclo por separado. Como en el año 2007 la variedad 'Vino Sin Espinas' no tuvo producción, sólo se compararon los dos sistemas de propagación en la variedad 'Vino Espina Roja'. Para el año 2008 se analizaron los datos obtenidos en los dos sistemas de propagación en ambas variedades, considerando una estructura factorial 2 x 2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al evaluar la cosecha del año 2007, se encontraron diferencias significativas ($P=0,0034$) entre los dos sistemas de propagación para la variedad 'Vino Espina Roja', siendo las plantas provenientes de macro-propagación, las que mostraron un mayor rendimiento. La variedad 'Vino Sin Espinas' no produjo en este año (Cuadro 1).

Para la cosecha del 2008 (Cuadro 1), no se presentaron diferencias significativas ($P>0,6207$) para ambos sistemas de propagación (macro-propagación y micro-propagación) en ninguna de las dos variedades. Sin embargo si se compara entre variedades, si hubo diferencias significativas ($P<0,00183$) para la variable

Cuadro 1. Rendimiento promedio en kg de plantas de mora (*R. adenotrichus*) en dos variedades con dos sistemas de propagación en La Luchita del Guarco provincia de Cartago. Cosecha, 2007-2008.

Cosecha	Variedad	Tratamiento	Rendimiento kg/parcela de 75 m ²
2007	Vino Espina Roja	Macro-propagación	27,3 ± 1,4 a*
		Micro-propagación	9,99 ± 1,4 b
	Vino Sin Espinas	Macro-propagación	-
		Micro-propagación	-
2008	Vino Espina Roja	Macro-propagación	11,4 ± 1,7 a
		Micro-propagación	10,2 ± 1,7 a
	Vino Sin Espinas	Macro-propagación	3,3 ± 1,7 b
		Micro-propagación	2,2 ± 1,7 b

- No hubo producción.

*Tratamientos seguidos por letras distintas son estadísticamente diferentes según prueba T ($p<0,05$).

rendimiento promedio, la variedad 'Vino Espina Roja' presentó el mayor rendimiento promedio en ambos sistemas de propagación.

En el año 2007, la cosecha de la variedad 'Vino Espina Roja' se inició en el mes de diciembre, que junto con el mes de enero representaron los meses de menor cosecha, la mayor producción se obtuvo en el mes de junio para ambos sistemas de propagación. A lo largo del período de producción, se evidenció la diferencia entre las plantas procedentes de macro-propagación y micro-propagación, siendo las provenientes de macro-propagación las que presentaron el mayor rendimiento (Figura 1).

El menor rendimiento obtenido en el 2007, en las plantas provenientes de micro-propagación de la variedad 'Vino Espina Roja', podría estar asociado al estrés ocasionado cuando las plantas son aclimatadas



Figura 1. Producción por sistema de propagación (macro-propagación y micro-propagación) en mora (*R. adenotrichus* var. 'Vino Espina Roja') en La Luchita del Guarco, Cartago. Cosecha 2007.

y luego trasladadas a campo, así como al estado juvenil que éstas presentan. Resultados similares fueron encontrados por Smith y Hamill (1996) al aclimatar y cultivar plantas de jengibre en campo, en donde se obtuvieron plantas de menor tamaño, asociando esta condición al estrés causado por la desecación de las hojas, al pobre desarrollo cuticular de las mismas y al cambio del fotoperiodo que enfrentan las plantas al ser sembradas en campo. Asimismo, estudios realizados por Pospíšilová *et al.* (1999) en plantas de *Prunus serotina*, evidencian que la densidad estomática y la longitud de los estomas decrecieron después de que fueron trasladadas al invernadero, lo que genera condiciones de estrés, reduciendo el vigor y el crecimiento de las plantas en campo.

El estado juvenil de las plantas provenientes de micro-propagación, se manifiesta con la presencia de variaciones en el grosor de la hoja, la diferenciación del mesófilo y en el número y estructura de los cloroplastos (Pospíšilová *et al.* 1999). Estas condiciones podrían ser atribuidas a las plantas de moras micro-propagadas y trasladadas a campo en esta investigación y asociadas a la menor producción durante el año 2007 en la variedad 'Vino Espina Roja'. Además Preece y Sutter (1991), señalan que las plantas que provienen de micro-propagación pueden presentar excesiva transpiración de las hojas, inadecuada difusión de agua desde las raíces, menor cantidad de ceras epicuticulares y una tasa fotosintética reducida.

En el caso de las plantas provenientes de macro-propagación, su mayor rendimiento, en el año 2007,

podría estar asociado a la presencia de mayor cantidad de reservas en el material inicial de siembra. Estudios realizados en jengibre evidenciaron que las plantas que provenían de macro-propagación fueron más productivas que las de micro-propagación, esto probablemente se debe a la menor cantidad de reservas que poseen este tipo de plantas (Him *et al.* 2003).

Al no haber producción de plantas propagadas por macro y micro-propagación de la variedad 'Vino Sin Espinas' en el año 2007, se mostró que esta variedad, indiferentemente del tipo de propagación, presentó problemas de adaptación a las condiciones agroecológicas donde se desarrolló esta investigación.

El comportamiento de la cosecha del año 2008, para los dos sistemas de propagación fue similar en ambas variedades (Figuras 2 y 3). Se localizaron dos picos de producción en los meses de mayo y junio, sin embargo en la segunda semana de junio se presentó una fuerte disminución en la cosecha para ambos casos.

En el año 2008, se evidenció que en ambas variedades los sistemas de propagación no presentaron diferencias en el rendimiento. Para la variedad 'Vino Espina Roja' las plantas procedentes de micro-propagación superaron el estrés que mostraron en el año 2007. Al respecto, Smith y Hamill (1996) destacan que en el cultivo del jengibre, la producción de rizomas de plantas provenientes de micro-propagación igualó la producción de plantas propagadas por macro-propagación en una segunda cosecha.

Para la variedad 'Vino Sin Espinas' las condiciones agroecológicas donde se desarrolló este experimento no

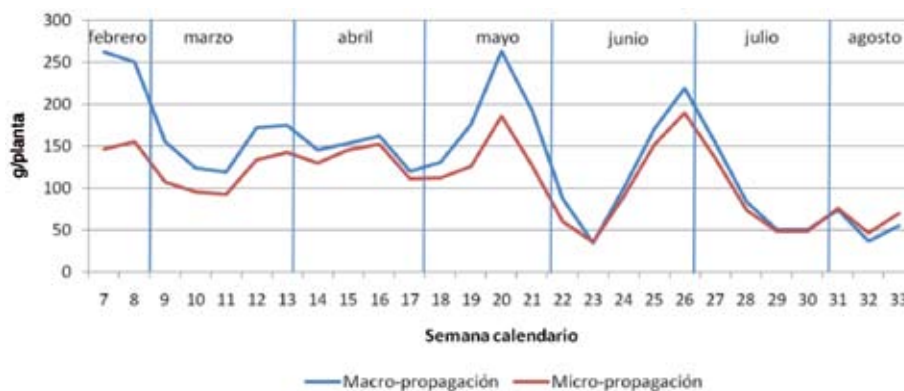


Figura 2. Producción por sistema de propagación (macro-propagación y micro-propagación) en mora (*R. adenotrichus* var. ‘Vino Espina Roja’) en La Luchita del Guarco, Cartago. Cosecha 2008.

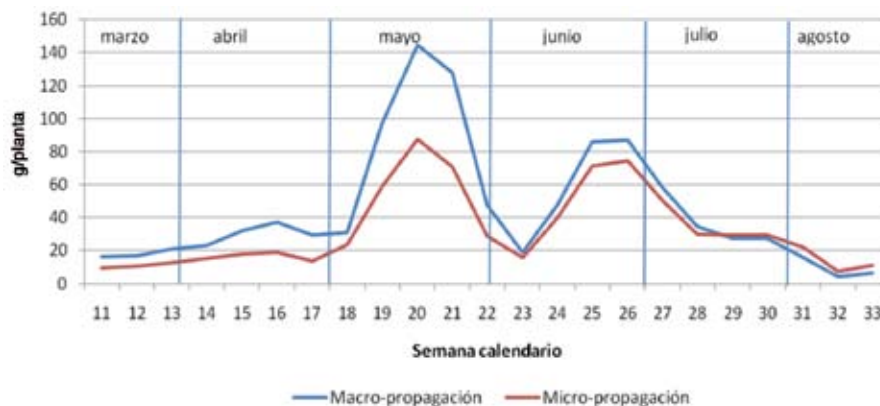


Figura 3. Producción por sistema de propagación (macro-propagación y micro-propagación) en mora (*R. adenotrichus* var. ‘Vino Sin Espina’) en La Luchita del Guarco, Cartago. Cosecha 2008.

fueron las más apropiadas (interacción genotipo x ambiente), ya que la producción para el año 2008 fue baja.

Las condiciones ambientales predominantes en el año 2007 y 2008 fueron similares en los meses de mayo y junio, para las variables temperatura, humedad relativa y precipitación, razón por la cual estas variables no fueron las que incidieron en la disminución drástica de la cosecha en estos meses para ambas variedades, sino el viento que azotó la zona hacia finales del mes de mayo. Además, fue evidente que esta condición afectó más a las plantas provenientes de macro-propagación provocando mayor caída y quema

de fruta. Esto se evidenció en la disminución del rendimiento que presentó la variedad ‘Vino Espina Roja’ propagada por macro-propagación en el año 2008 al compararse con el 2007 (Cuadro 1).

Se concluye que a pesar de que las plantas de mora obtenidas por micro-propagación son de alta calidad fitosanitaria y genética, requieren de un mayor periodo de adaptación en campo si se les compara con plantas provenientes de macro-propagación, las cuales mostraron un mayor rendimiento en el primer ciclo de cosecha. Se debe mencionar que las plantas de la variedad ‘Vino Sin Espinas’ independientemente del sis-

tema de propagación utilizado, presentaron problemas de adaptación a las condiciones agroecológicas en la localidad de la Luchita del Guarco. Además se evidenció que las plantas de la variedad ‘Vino Espina Roja’ y propagadas por micro-propagación son menos susceptibles a la pérdida de fruta causada por el viento.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al agricultor por facilitar el terreno y comprometerse con este proyecto, al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICYT), al Ministerio de Ciencia y Tecnología (MICIT) y a las Vicerrectorías de Investigación y Extensión de la Universidad Nacional de Costa Rica y el Instituto Tecnológico de Costa Rica por el apoyo financiero para el desarrollo de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Bertin, P; Busogoro, J, Jiquín, J, Kinet, J; Bouharmont, J. 1996. Field evaluation of rice somaclonal variants at different altitudes. *Plant Breeding* 115(3):183-188.
- Castro, J; Cerdas, M. 2005. Mora (*Rubus* spp) Cultivo y Manejo Poscosecha. San José Costa Rica. MAG. 95 p.
- Couto, M; Correa, L; Carpenedo, S; Trevisan, R. 2009. Growth of micro-propagated plants of blackberry. *Revista brasileira de fruticultura* 31(3):792-797.
- Escoto, A. 1994. Cultivo de la mora. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago. 80 p.
- Flores, D; Montero, A; Orozco, R; Arguello, F. (eds). 2003. Memoria: I Foro taller sobre el cultivo de la mora. Centro de Información Tecnológica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 71 p.
- Flores, D; Arguello, F. (eds). 2005. Cultivo de la mora: Innovaciones tecnológicas. Tecnológica de Costa Rica. Costa Rica. 176 p.
- Franco, G; Giraldo, M. 1999. El cultivo de la mora. CORPOICA-Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 99 p.
- González, M; Lopez, M; Valdés, A; Ordas, R. 2000. Micro-propagation of three berry fruit species using nodal segments from fieldgrown plants. *Ann. appl. Biol.* 137:73-78.
- Him de F; Mogollón, N; Díaz J. 2003. Evaluación en campo de plantas de jengibre (*Zingiber officinale* R.) Obtenidas *in vitro* y por secciones de rizoma. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 9(1):5-14.
- Iglesias, I; Vilardel, P; Bonany, J; Claveria, B; Dolcet, R. 2004. Micro-propagation and field evaluation of the Pears (*Pyrus communis* L) ‘IGE 2002’; a new selection cultivar. *Journal of America Society for Horticultural Science* 129(3):389-393.
- Medina, J; Clavero-Ramirez, I; González, M; Gálvez, J; López, J; Soría, C. 2007. Field performance characterization of strawberry (*Fragaria x ananasa* Duch), plants derivated from cryopreserved apices. *Scientia Horticulturae* 113(1):28-32.
- Monasterio-Huelin, E. 1995. Biología de reproducción de *Rubus* L (Rosacea). *Propagación vegetativa. Anales Jardín Botánico de Madrid* 52(2):45-49.
- Orozco, R; Munguía, S; Arguello, F; García, J. 2006 Estudio del efecto de la poda sobre la producción del cultivo de la mora (*Rubus* spp) en la zona de los Santos, Costa Rica. *In Memorias XII Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales*. 30 p.
- Pelto, M; Clark, J. 2000. *In vitro* shoot tip culture of *Rubus* Part: Review. *Small Fruits Review* 1(2):69-82.
- Pospíšilová, I. Tichá, P. kadleček, D. Haisel and Š. Plzáková. 1999. Acclimatization of micropropagated plants to *ex vitro* conditions. *Biología Plantarum* 42(4):481-497.
- Preece, J; Sutter, E. 1991. Acclimatization of micro-propagated plant to the greenhouse and field. *In Debergh, PC, Zimmerman, RH. eds. Micropropagation technology and application. Dordrech Kluwer Academic Press.* p. 71-93.
- Ružić, D; Lazić, T. 2006. Micro-propagation as means of rapid multiplication of newly developed blackberry and black currant cultivars. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 71(4):149-153.
- Saborío, F; Torres, S; Gómez, L. 1998. Development of a clean-planting material production system on tropical root and tuber crops, using *in vitro* propagated plants. *Acta Hort.* 461:495-502.
- Sandoval, J; Pérez, L; Côte, F. 1997. Estudio morfológico y de la estabilidad genética de plantas variantes de banano (*Musa* AAA cv. ‘Gran Enano’). *Etapas de cultivo in vitro y aclimatación y campo. CORBANA.* 22 (48):41-60.
- SAS Institute Inc. 2003. SAS/STAT User guide version 9.1.3. Cary, North Carolina, USA.
- Smith, M; Hamill, S. 1996. Field evaluation of micro-propagated and conventionally propagated ginger in subtropical Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 36:347-354.

- Scaranari, C; Leal, P; Mazzafera, P. 2009. Shading and periods of acclimatization of micropropagated banana plantlets cv. Grande Naine. *Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)* 66(3):331-337.
- Villa, F; Pasqual, M; Araújo, AG; Pio LAS. 2006. Black-berry micropropagation (*Rubus* spp.) and effects of substrates in plants acclimatization. *Acta Scientiarum Agronomy* 28(1):47-53.
- Wu, J; Miller, S; Hall, H; Mooney, P. 2009. Factors affecting the efficiency of micropropagation from lateral buds and shoot tips of *Rubus*. *Plant cell tissue and organ culture* 99(1):17-25.