

Efecto de diferentes tamaños de esqueje y sustratos en la propagación del romero (*Rosmarinus officinalis* L.)

Effect of different sizes of stem cuttings and substrates on the propagation of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.).

Javier Giovanni Álvarez-Herrera¹, Santos Lusardo Rodríguez² y Edinson Chacón³

RESUMEN

El romero presenta dificultades en su propagación sexual ya que no florece con facilidad y cuando lo hace sus semillas presentan poca viabilidad. Así mismo, el enraizamiento de esquejes de romero es lento. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes tamaños de esqueje y sustratos en la propagación del romero, para lo cual se emplearon tres tamaños de esquejes (6, 8 y 10 cm) tomados de la parte apical de plantas de un año de edad, los cuales se plantaron en cuatro sustratos diferentes correspondientes a: suelo negro (SN); cascarilla de arroz quemada (CAQ); la mezcla de cascarilla de arroz quemada y suelo negro en proporción 1:1 en volumen (M), y turba rubia canadiense (TRC), para un total de doce tratamientos cada uno con cuatro repeticiones. La fitomasa seca y fresca de tallos y hojas se vió afectada principalmente por el sustrato. El tamaño del esqueje afecta la proliferación de raíces y tallos. La TRC tuvo un efecto significativo en el peso fresco y seco de las plantas de romero. La turba retiene un gran contenido de humedad y esto hizo que el mayor contenido relativo de agua (CRA) se presentara en este sustrato. La masa fresca y seca de raíces se vio influenciada principalmente por el tamaño del esqueje. El mejor tamaño de esqueje en la propagación de romero fue de 10 cm en todos los sustratos. El sustrato M fue el segundo mejor y tuvo una respuesta significativa frente a SN y CAQ.

Palabras clave: contenido relativo de agua, auxinas, turba, cascarilla de arroz.

ABSTRACT

Rosemary presents difficulties in sexual propagation because it does not flower easily and, when it does, the seeds present low viability. Likewise, the rooting of stem cuttings of rosemary is slow. The objective of the present work was to evaluate the effect of different sizes of stem cuttings and substrates on the propagation of rosemary. Three stem cuttings sizes of 6, 8 and 10 cm were taken from the apical part of one year old plants and rooted in 4 different substrates: black soil (SN), burn rice husk (CAQ), mixture of burn rice husk and black soil in 1:1 volume proportion (M), and Canadian peat moss (TRC), making a total of 12 treatments with 4 repetitions each one. The dry and fresh weight of stems and leaves were affected mainly by the substrate type. The size of stem cuttings affected proliferation of roots and stems. The TRC had a significant effect on fresh and dry weight of rosemary plants. The Canadian peat moss accumulated a high moisture contents making the highest relative water content (CRA) in this substrate. The fresh and dry weight of roots was influenced mainly by the size of stem cuttings. The best size of stem cuttings in rosemary propagation was 10 cm in all substrates. The substrate M was the second best one and had a significant benefit when compared with SN and CAQ.

Key words: relative water content, auxins, peat moss, rice husk.

Introducción

El cultivo de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) es uno de los más importantes dentro del mercado de las plantas aromáticas y medicinales en el mundo. Se utiliza como condimento y aromatizante de comidas. Del romero se obtienen aceites esenciales estimulantes y tónicos medicinales para

perfumería, aromaterapia y usos industriales. En 2002, Colombia exportó romero a Estados Unidos a valores de 2,6 US\$/kg con volúmenes de 285 t (Proexport, 2002). Así mismo, la producción del romero como hierba aromática condimentaria y especialmente como esencia, se perfila como una actividad promisoriosa (Westervelt, 2003).

Fecha de recepción: agosto 23 de 2007. Aceptado para publicación: diciembre 13 de 2007

¹ Profesor asistente, Grupo de Investigaciones Agrícolas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. jgalvarezh@gmail.com

² Ingeniero agrónomo, Grupo de Investigaciones Agrícolas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. saints219@hotmail.com

³ Ingeniero agrónomo, Grupo de Investigaciones Agrícolas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. ingeniero8408@yahoo.es

En la actualidad, la escasa información e investigación sobre el romero se debe a que es un cultivo en expansión; esto es una debilidad, pues dificulta la competitividad y la óptima explotación de este producto (Rivera, 2001).

El romero es una especie que florece esporádicamente y cuando lo hace, sus semillas presentan poca viabilidad. Del mismo modo su propagación vegetativa en la mayoría de las ocasiones presenta dificultad en el enraizamiento de los esquejes y cuando logran generar raíces su crecimiento es muy lento (Lemes *et al.*, 2001).

En ensayos con semillas de romero, se encontró que 100 semillas pesan 0,1237 g. Estas tienen un 40% de germinación y generalmente se requiere de 154 g para sembrar una hectárea. Estos datos indican la baja eficiencia que tiene el propagar estas plantas sexualmente, ya que el porcentaje de germinación es muy bajo, la cantidad de semilla generada por la planta es muy baja y su obtención muy dispendiosa, lo que dificulta la fase de producción de material para el establecimiento de este cultivo (Álvarez, 2003).

Lemes *et al.* (2001) probaron tres tipos de esquejes (yemas terminales intermedias, y con talón) plantadas en cinco sustratos: tierra y materia orgánica (7:3); materia orgánica y gravilla de roca silíceas (1:1); zeolitas; materia orgánica de troncos de palma real; y meollo (subproducto de fabricación del azúcar de la caña), encontrando que los esquejes con mayor porcentaje de enraizamiento fueron los obtenidos a partir de las yemas terminales sembradas en zeolita.

En otro ensayo, Lemes *et al.* (2001) evaluaron diferentes auxinas y concentraciones de las mismas (ácido indol 3 acético (AIA); ácido indol 3 butírico; ácido naftalen-acético (ANA); 0, 50 y 100 ppm) encontrando que los esquejes no mostraron respuesta a los reguladores de crecimiento. No obstante, Kumar y Arugman (1980) evaluaron concentraciones de 5.000 mg·L⁻¹ de ANA y AIA encontrando hasta un 95 % de esquejes enraizados de romero.

Lemes *et al.* (2001) probaron esquejes de yemas terminales, intermedias y yemas terminales con talón y encontraron que el esqueje de más vigor es el proveniente de las yemas terminales; sin embargo, no hay referencias sobre un patrón o tamaño adecuado de esqueje que garantice la mayor viabilidad y velocidad de crecimiento en el momento de la propagación.

Westervelt (2003) evaluó un gran número de sustratos y encontró que los mejores resultados en cuanto a peso

seco de la parte aérea y altura de planta se presentaron cuando se utilizó la turba como sustrato. Al ser la turba un sustrato de costo elevado, es necesario buscar sustratos o mezclas de los mismos que puedan brindar resultados similares a un costo menor.

El objetivo del presente ensayo fue evaluar el efecto de diferentes tamaños de esqueje y sustratos en la propagación de romero (*Rosmarinus officinalis* L.)

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en el invernadero de vidrio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, el cual se encuentra a una altitud de 2.782 msnm y tiene las siguientes coordenadas: longitud 73° 23' oeste, latitud 5° 32' norte. La temperatura exterior promedio es de 13 °C y la temperatura interior de 16 °C, la humedad relativa promedio es del 65% dentro del invernadero.

Se emplearon tres tamaños de esquejes tomados de la parte apical de plantas adultas de romero de hoja ancha de aproximadamente un año de edad. Estos se plantaron en cuatro sustratos diferentes correspondientes a: suelo negro (SN); cascarilla de arroz quemada (CAQ); mezcla de cascarilla de arroz quemada y suelo negro en proporción 1:1 en volumen (M) y turba rubia canadiense (TRC). En la tabla 1 se presentan las diferentes características de los sustratos empleados.

TABLA 1. Propiedades fisicoquímicas de los sustratos utilizados en la propagación de romero.

Propiedad	Suelo negro	Turba canadiense	Cascarilla de arroz quemada	Unidades
Densidad real	2,3	-	-	g·cm ⁻³
Densidad aparente	1,2	0,08	0,16	g·cm ⁻³
Porosidad	48	90-95	80-90	%
Θg(cc)	30-40	60	45-55	%
pH	4,8	6,7	6	escala
MO	4,80	85	-	%
Ca	1,58	6,4	0,024	cmol·kg ⁻¹ de suelo
Mg	0,27	4,3	0,018	cmol·kg ⁻¹ de suelo
K	0,16	3,5	0,0039	cmol·kg ⁻¹ de suelo
Na	0,88	11	-	cmol·kg ⁻¹ de suelo
P	9,25	-	0,08	mg·kg ⁻¹

Θg(cc): contenido de humedad gravimétrico a capacidad de campo.

El diseño estadístico implementado fue completamente al azar con dos factores que fueron los tamaños de esquejes y los sustratos en donde el primer factor tuvo tres niveles (6, 8 y 10 cm), y el segundo, cuatro (SN; CAQ; M y TRC) para un total de doce tratamientos cada uno con cuatro repeticiones, lo que significa la evaluación de 48 unidades experimentales (UE). Los esquejes de 10 cm presentaban tres nudos, los de 8 cm dos nudos y los de 6 cm un nudo, y se utilizó un esqueje por UE.

Una vez plantados los esquejes en los diferentes sustratos, estos fueron regados diariamente durante cuatro meses, aplicando la misma cantidad de agua que se evaporó en un tanque evaporímetro (29 cm de diámetro por 6,1 cm de altura) instalado en el invernadero.

Las variables de respuestas medidas culminando el experimento fueron: fitomasa fresca y seca de hojas, tallos, raíces y total, longitud promedio de ramas por planta, contenido relativo de agua, siguiendo la metodología propuesta por Weatherley y Barrs (1965).

Para el análisis de los datos se realizaron pruebas de normalidad. Para las variables no normales se hizo un Anova no paramétrico, mientras que para las variables que resultaron normales se realizó uno convencional. Se realizaron pruebas de Tukey al 5% para establecer los mejores tratamientos, y se hicieron correlaciones de Pearson y análisis de componentes principales con el fin de observar las diferentes relaciones entre las variables medidas. Se utilizó el paquete estadístico SAS V.8e.

Análisis de resultados

Altura

Según el análisis de varianza para la variable altura no se presentan diferencias significativas respecto a los diferentes tamaños de esqueje, por lo cual el tamaño inicial del esqueje no tiene influencia en la altura final debido a que la respuesta a esta variable la define una serie de condiciones ambientales, del medio de propagación de las plantas y de la carga genética (Lemes *et al.*, 2001; Taiz y Zeiger, 1998).

Los sustratos presentaron diferencias significativas (figura 1). La turba fue el mejor sustrato seguido de la mezcla de cascarilla de arroz con suelo negro, con respecto a la cascarilla y el suelo negro. Westervelt (2003) también encontró que las plantas más altas fueron sembradas en turba. Son las condiciones fisicoquímicas de cada sustrato las que definen el comportamiento de la altura de los esquejes de romero cultivados (Simon *et al.*, 1984).

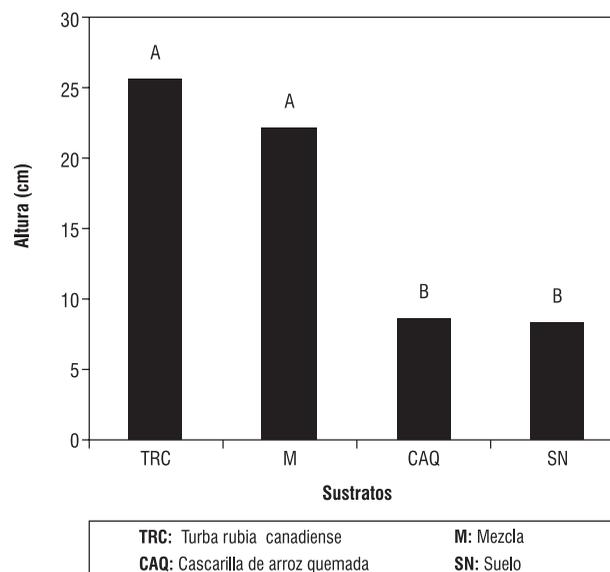


Figura 1. Altura final de plantas de romero en propagación con diferentes tamaños de esqueje y sustratos, clasificadas por sustrato. Promedios con letras distintas son estadísticamente diferentes según prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Al evaluar los sustratos turba y mezcla se observa que estos presentan un buen contenido nutricional, pH óptimo y adecuadas condiciones de aireación y retención de humedad (tabla 1), lo cual garantiza las mejores condiciones para su crecimiento. Esto se reflejó en la altura final de las plantas (figura 1), en cuyo caso los dos sustratos permiten lograr una buena altura de las plantas. Caso contrario al suelo negro que presenta limitaciones por una débil estructura que favorece su rápida compactación, y al de la cascarilla de arroz, el cual es un sustrato inerte con poca retención de agua y nutrientes.

El crecimiento de las plantas en altura es dependiente del aporte de agua, nutrientes, energía y aire que un medio pueda aportarle (Singh y Sainju, 1998). La combinación de turba con un tamaño de esqueje de 10 cm fue el tratamiento que mejores resultados presentó con un promedio de 35,15 cm, el cual mostró diferencias altamente significativas con respecto a las demás combinaciones.

Fitomasa fresca y seca de tallos hojas y raíces

La fitomasa fresca de raíces, tallos y hojas presentó diferencias significativas en la turba con respecto a la mezcla, ya que se formaron mayores cantidades de fitomasa fresca de raíces, tallos y hojas en las plantas que estaban cultivadas en este sustrato (figura 2). Esto se debe a las propiedades fisicoquímicas de la turba, las cuales le garantizan al esqueje mejores condiciones para el enraizamiento y, por tanto,

una mayor respuesta en la producción de fitomasa. La producción de materia fresca de tallos es un indicador del estado de vigor de una plántula (Cárdenas, 1989).

La turba es un medio favorable para la producción de fitomasa fresca ya que presenta un alto contenido inicial de nutrientes, alta retención de humedad, una adecuada aireación y porosidad, que garantizan una mejor respuesta. La CAQ a excepción de M y SN presenta algunas limitaciones para la producción de peso fresco y seco, dentro de las que se destacan la de ser un material inerte con bajas concentraciones de nutrientes y con una retención escasa de humedad. Por otro lado, el SN presenta limitaciones físicas (figura 2) como estructura débil y escasa retención de humedad, debido a que es un suelo que ha sido perturbado.

Las hojas, al ser el principal órgano sintetizador de carbohidratos de la planta (Marschner, 2002; Izco, 1997), deben tener un buen sustrato que le garantice un suministro adecuado de nutrientes. El sustrato turba favorece el crecimiento de las raíces debido a su contenido inicial de nutrientes alto y a su retención de humedad, lo que ayuda a una buena relación fuente-vertedero que se ve reflejada en la producción de fitomasa fresca y seca.

Para la fitomasa fresca y seca de tallos y raíces se presenta diferencias significativas respecto al tamaño de los esquejes. El tamaño de esqueje que presentó mejor respuesta fue el de 10 cm (figura 3) y mostró diferencias con los otros dos tamaños. Esto sugiere que a mayor tamaño de

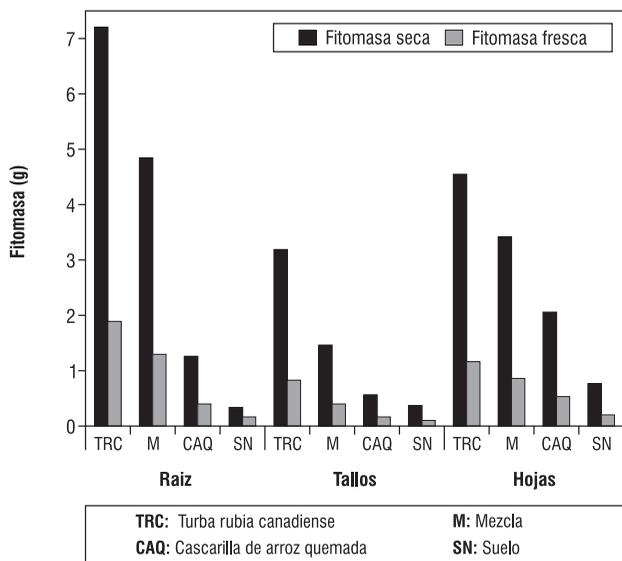


Figura 2. Fitomasa fresca y seca de plantas de romero en propagación con diferentes tamaños de esqueje y sustratos.

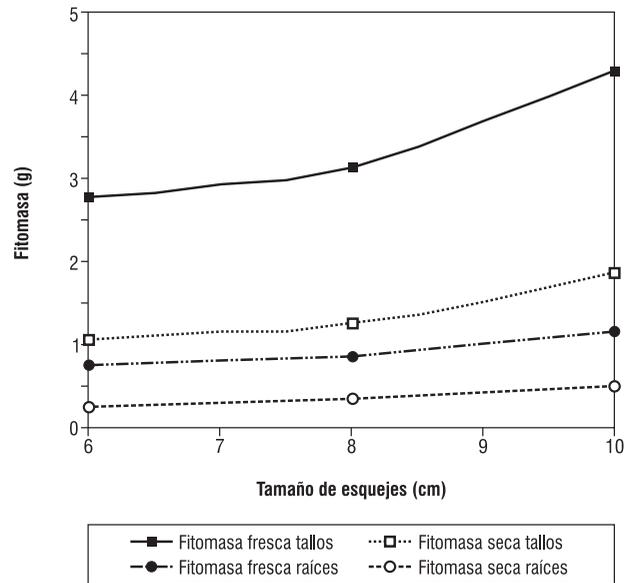


Figura 3. Fitomasa fresca y seca de tallos y raíces de plantas de romero, en propagación con diferentes tamaños de esqueje y sustratos, clasificadas por tamaño de esqueje.

esqueje este tendrá un mayor crecimiento, debido a que la alta concentración de fotosintetizados siempre se da en las partes terminales y está determinada específicamente por la concentración de sacarosa en las hojas (Ho *et al.*, 1989) y como en este caso la parte terminal tiene un mayor tamaño, hay una mayor acumulación de osmolitos que le garantizan al esqueje un mejor crecimiento y una gran producción de fitomasa fresca y seca. El tamaño del esqueje tiene una influencia directa en la respuesta a la fitomasa, ya que el esqueje al ser una porción de un tallo o rama, a medida que incrementa su tamaño garantiza una mayor acumulación y transporte de solutos en la planta. Este, al presentar más número de nudos, hace que se produzca más brotes radicales lo que garantiza mayor absorción de nutrientes para la planta (Aloni, 1987).

La respuesta del esqueje de 10 cm sembrado en turba obtuvo la mayor producción de fitomasa (figura 3), ya que este tamaño tiene gran cantidad de reservas y al ser tomado de la parte apical de la planta el contenido de auxinas aumenta (Álvarez, 2003), lo que induce una mayor división celular y un mayor crecimiento de las raíces. El mayor enraizamiento se da siguiendo el movimiento denominado transporte polar de auxinas, este hace que las auxinas se muevan más rápido hacia la parte inferior de los tallos (Bandurski *et al.*, 1993). Esto coincide con Lemes *et al.* (2001) quien afirma que los esquejes de yemas terminales presentan las mejores producciones de masa vegetal.

Con la mezcla de cascarilla de arroz quemada con suelo negro en proporción 1:1 se obtiene al igual que la turba un buen enraizamiento. La cascarilla de arroz quemada y el suelo negro por sí solos no reúnen las condiciones favorables para la propagación de las plantas. No obstante, su mezcla genera un sustrato con características apropiadas para la siembra de esquejes de romero (figura 4).

Longitud promedio de ramas

La turba, al ser un sustrato con un buen porcentaje de aireación, hace que las raíces tengan una gran disponibilidad de oxígeno, lo que favorece los procesos de división celular y, por tanto, el crecimiento de las raíces (Fonteno, 1996). Esto hace que la parte aérea de la planta tenga una mejor actividad, pues incrementa la producción de esqueletos de carbono y de ATP, importantes para la formación de proteínas, almidón, sacarosa, fructanos, ácidos nucleicos y lípidos (De Visser, 1987). De esta manera, el proceso respiratorio de crecimiento se verá favorecido por lo que se generará una longitud promedio de ramas altas (figura 5).

Contenido relativo de agua (CRA)

El CRA para los tamaños de esqueje no presentó diferencias estadísticas; en cuanto a los sustratos, sí. El sustrato que presentó un mayor CRA fue la turba (figura 6). Esto demuestra que para el CRA, las propiedades físicas de la turba brindan una mejor relación hídrica para la planta de romero mostrando unos niveles de estrés hídrico

más bajos. Lo anterior implica un incremento en la producción de hojas, las cuales son las encargadas de la hidratación y del aumento en los CRA (Sánchez-Díaz y Aguirreola, 1996).

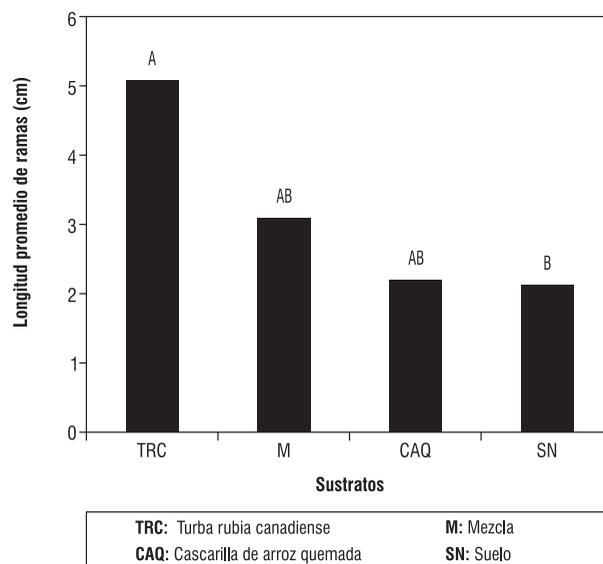


Figura 5. Longitud promedio de ramas en plantas de romero clasificadas por sustratos. Promedios con letras distintas son estadísticamente diferentes según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

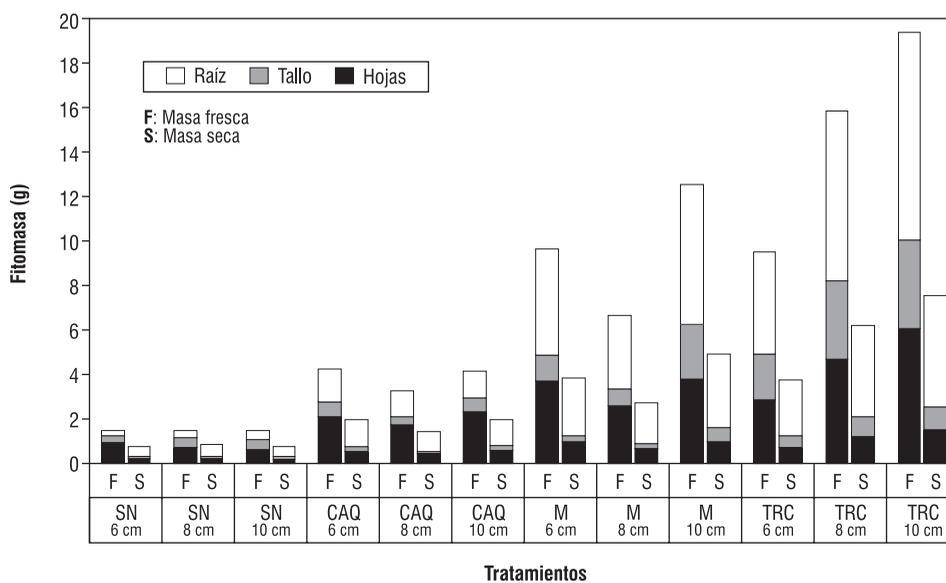


Figura 4. Fitomasa fresca y seca de raíz, tallo y hojas de romero en propagación con diferentes tamaños de esqueje y sustratos, clasificadas por tratamientos.

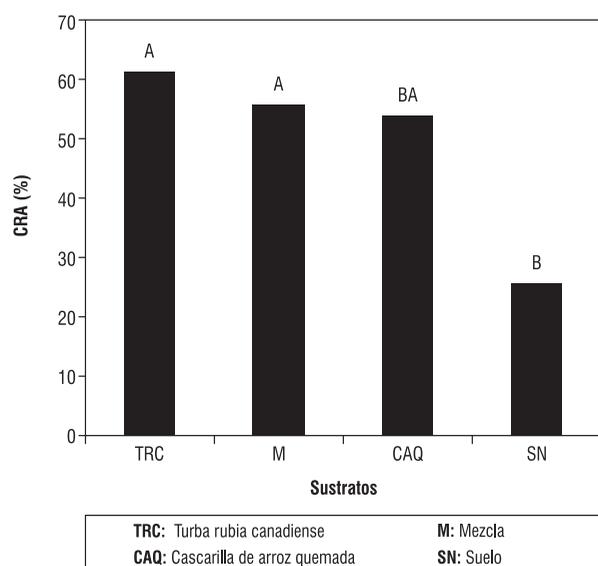


Figura 6. Contenido relativo de agua (CRA) en plantas de romero clasificadas por diferentes sustratos. Promedios con letras distintas son estadísticamente diferentes según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Una de las propiedades que tiene gran influencia en la respuesta al CRA es la retención de humedad del sustrato, y esta debe tener valores altos para brindar a la planta la posibilidad de utilizar el agua como vehículo para sus funciones metabólicas. Del mismo modo, la retención de humedad es función de la granulometría del sustrato y de la porosidad de las partículas que lo componen (Calderón, 2001; Calderón y Cevallos, 2001).

El CRA tiende a ser constante bajo condiciones de invernadero, ya que el follaje generalmente no se humedece, contrario a lo que sucede en condiciones de cultivo a campo abierto, como lo expresa Munné-Bosch *et al.* (2000), quienes determinan que en las hojas de romero el CRA de agua disminuye en el verano. Así mismo, el CRA de las hojas depende tanto del suplemento hídrico en los últimos días al corte como de las condiciones de humedad relativa y de temperatura presentes a la hora de realización de los muestreos (Kaiser, 1987; Munné-Bosch *et al.*, 2000).

Porcentaje de esquejes enraizados

En cuanto al porcentaje de esquejes enraizados en cada uno de los sustratos, la TRC presentó un 91,66% al igual que la mezcla M, que tuvo el mismo valor. El SN tuvo un 66,66% y la cascarilla un 50 % de enraizamiento. Los sustratos con mejor respuesta en la propagación de romero fueron la

mezcla y la turba, ya que estos le garantizaron condiciones favorables a los esquejes de romero y una mayor probabilidad de enraizamiento.

Para los tamaños de esqueje respecto al porcentaje de enraizamiento, los esquejes que presentaron una mayor respuesta fueron los de 10 cm, los cuales tuvieron un 81,25% junto con los de 8 cm que tuvieron el mismo valor. Los esquejes con menor porcentaje de enraizamiento fueron los de 6 cm con un 62%. Esto es debido a que el esqueje de 10 cm presenta una gran cantidad de meristemos, principales sitios de síntesis de auxinas, encargadas de estimular la inducción de raíces (Salisbury y Ross, 1994; Marschner, 2002.).

Conclusiones

- La fitomasa fresca y seca se vió afectada principalmente por efecto del sustrato.
- La turba resultó ser el mejor sustrato para propagar esquejes de romero, garantizando un alto porcentaje de enraizamiento y mayor respuesta en la producción de fitomasa fresca y seca.
- El mejor tamaño de esqueje en la propagación de romero fue de 10 cm sembrado en turba.

Literatura citada

- Aloni, R. 1987. Differentiation of vascular tissues. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 38, 179-204.
- Álvarez, M. 2003. Ajuste y validación tecnológica en cultivo de plantas medicinales en Antioquia. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia, Colombia.
- Bandurski, R., A.Schulze, P. Jensen, M. Desrosiers, B. Epel y S. Kowalczyk, 1993. The mechanism by which an asymmetric distribution of plant growth hormone is attained. *Adv. Space Res.* 12(1), 203-210.
- Cárdenas, M. 1989. Manual de plantas económicas de Bolivia. Segunda edición. Editorial Los Amigos del Libro, Bolivia. 333 p.
- Calderón, F. 2001. Qué son los cultivos hidropónicos y el porqué de la hidroponía. pp. 1-20. En: Calderón, F. (ed.). Memorias, Primer Curso de Hidroponía para la Floricultura. Mayo 31-junio 2, Bogotá.
- Calderón, F. y F. Cevallos. 2001. Los sustratos. En: www.drcalderonlabs.com; consulta: octubre de 2003.
- De Visser, R. 1987. On the integration of plant growth and respiration. pp. 331-340. En: Moore, A. y R. Beechey (eds.). *Plant mitochondria*. Plenum Press, Nueva York.

- Fonteno, W. 1996. Growing media: types and physical/chemical properties. pp. 93-122. En: Reed, D. (ed.). Water, media, and nutrition for greenhouse crops. Ball Publishing Inc., Batavia, Illinois.
- Ho, L., R. Grange y A. Shaw. 1989. Source sink regulation. En: Baker, D. y J. Milburn. (eds.). Transport of photoassimilates. Longman Scientific and Technical, Harlow, Essex.
- Izco, J. 1997. Botánica. Primera edición. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A., Madrid.
- Kaiser, W. 1987. Effects of water deficit on photosynthetic capacity. *Physiol. Plant.* 71, 142-149.
- Kumar, N. y R. Arugman. 1980. Effect of growth regulators on rooting of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.). *Indian Perfumer* 24(4), 210-213.
- Lemes, C., C. Rodríguez y L. Acosta. 2001. Multiplicación vegetativa de *Rosmarinus Officinalis* L. (romero). *Rev. Cubana Plant Med.* 6(3), 79-82.
- Marschner, H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. 2nd. edition. Editorial Academic Press, London. 889 p.
- Munné-Bosch, S., L. Alegre y K. Schwarz. 2000. The formation of phenolic diterpenes in *Rosmarinus officinalis* L. under Mediterranean climate. *Eur. Food Res. Technol.* 210, 263-67.
- Proexport. 2002. Exportaciones colombianas totales según sectores de promoción. En: <http://www.proexport.com.co/intellexport/aplicacion/frames.asp>; consulta: mayo de 2003.
- Rivera, A. 2001. Plan de acción para la conservación, uso y comercio sostenible de plantas medicinales en Colombia. Memorias Primer Congreso Internacional de Plantas Medicinales y Aromáticas. Cali.
- Salisbury, F. y C. Ross, 1994. Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica, México D.F. 759 p.
- Sánchez-Díaz, M. y J. Aguirreolea. 1996. Relaciones hídricas (pp. 49-90). En: Azcón-Bieto, J. y M. Talón (eds.). Fisiología y bioquímica vegetal. McGraw-Hill-Interamericana de España, Madrid.
- Simom, E., A. Chadwick, y L. Craker. 1984. The herbs: An indexed bibliography. 1971-1980. The Scientific literature on selected herbs, and aromatic and medicinal plants of the temperate zone. Archon Books. 770 p.
- Singh, B. y U. Sainju. 1998. Soil physical and morphological properties and root growth. *HortScience* 33(6), 966-971.
- Taiz, L. y E. Zeiger. 1998. Plant physiology. Sinauer Associates, Sunderland, Massachussets. 792 p.
- Weatherley, P.E. y C. Barrs, 1965. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. *Austral. J. Plant. Physiol.* 15, 413-28.
- Westervelt, P. 2003. Effect of growing medium and irrigation rate on growth of *Rosmarinus officinalis*. M.Sc. thesis. Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia.