

**EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE PROPAGACIÓN VEGETATIVA
MEDIANTE ESQUEJES EN LULO SILVESTRE *Solanum hirtum* Vahl, *S.
marginatum* L.f., *S. sessiliflorum* Dun, *S. mammosum* L., *S. umbellatum* Mill.¹**

**EVALUATION OF A SYSTEM OF VEGETATIVE PROPAGATION BY MEANS
OF ESQUEJES IN WILD LULO *Solanum hirtum* Vahl, *S. marginatum* L.F., *S.
sessiliflorum* Dum, *S. mammosum* L., *S. umbellatum* Mill**

Camilo Ordóñez U.², Hilda R Gómez O.², Hector Ordóñez J.³, Tulio Cesar Lagos⁴

RESUMEN

Esta investigación se realizó en el Invernadero de la Universidad de Nariño - Colombia, con el objetivo de determinar el efecto de dos tipos de sustratos (Granzón de Arena y turba) y la aplicación de hormona de enraizamiento (ANA 0.4%) en la propagación vegetativa por esquejes de cinco especies de lulo silvestre *Solanum hirtum* Vahl, *S. marginatum* L.f., *S. sessiliflorum* Dum, *S. mammosum* L., *S. umbellatum* Mill. En las primeras etapas del ensayo se evaluaron las variables: formación de callo (PFC), formación de raíces (PFR), formación de hojas (PFH) y porcentaje de mortalidad (PM); posteriormente se valoraron las variables morfológicas: altura de planta (AP), diámetro del tallo (DT), número de hojas (NH), número de raíces (NR), peso de materia fresca y seca de tallo (PTF y PTS) y peso de materia fresca y seca de raíces (PFR y PSR). Se utilizó un diseño irrestrictamente al azar con arreglo factorial. Los resultados mostraron que en el tratamiento granzón mas esquejes sin hormona presentó los mejores valores para las variables PFC, PFH , PFR y PM de las cinco especies; los mayores porcentajes de mortalidad se presentaron en *S. sessiliflorum* Dun con 62.5 % y *S. marginatum* L.f con 61.88%. El ANA redujo significativamente la supervivencia de esquejes de todas las especies silvestres y afectó considerablemente las otras variables. El granzón fue el sustrato que presentó las mejores condiciones de enraizamiento para todas las especies.

Palabras claves: Especies, Hormona, Callo, enraizamiento, crecimiento, turba, granzón.

¹ Trabajo de grado para optar al Título de Ingeniero Agrónomo.2010.

² Estudiantes Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. E-mail: crytcamord@hotmail.com./ hgomez@agronomica.udenar.edu.co

³ Docente Universidad de Nariño, Ingeniero Agroforestal, Mc. Sc. hectoramiro@hotmail.com.

⁴ Docente Universidad de Nariño, Ingeniero Agrónomo Mc. Sc - Ph.D. tclagosb@hotmail.com.

ABSTRACT

This research was carried out in the Hothouse at University of Nariño - Colombia in order to determine the effect of two substrates types (burdens and peat) and application rooting Hormone (ANA 0.4%) in the vegetative propagation by cuttings of five species of wild lulo *Solanum hirtum* Vahl, *S. marginatum* L.F., *S. sessiliflorum* Dum, *S. mammosum* L., *S. umbellatum* Mill. In the first stages of the test variables were evaluated: callus formation (PFC), formation of roots (PFR), formation of leaves (PFH) and mortality rate (PM); morphological variables were evaluated: plant height (AP), stem diameter (DT), number of leaves (NH), number of roots (NR), weight of fresh and dry stem (PTF and PTS) and weight of fresh and dry roots (PFR and PSR).

The design was a randomized unreservedly factorial arrangement. The results showed that in the treatment burden without hormone gave the best values for the variable PFC, PFH, PFR and PM of the five species; the highest mortality rates were presented in *S. sessiliflorum* with 62.5% and *S. marginatum* with 61.88%. The ANA significantly reduced the survival of cuttings of all the wild species other variables considerably affected. The burden was the substrate showed better rooting conditions for all species.

Key words: Species, Substrates, Hormone, Callus, Growth, Upsets, Burdens.

INTRODUCCION

El género *Solanum*, al que pertenecen los lulos, es el más grande y extensamente distribuido y cuenta con 1.200 especies (SIESA, 2000). El lulo no presenta mucha diversidad, las poblaciones llamadas Septentrionales, se caracterizan por tener espinas y las Quitoense están desprovistas de espinas, característica que al parecer está comandada por un solo gen en interacción con el ambiente (Lobo, 1995).

Dentro de las especies silvestres de lulo se encuentran: *Solanum sessiliflorum* Dun, cuya calidad de fruto no es tan buena como la del *S. quitoense*. (www.corpoamazonia.gov.co) pero es más tolerante a altas intensidades lumínicas que otras especies; *S. hirtum* Vahl, maleza ampliamente conocida en México, en el norte de Colombia y en Venezuela debido a que es un arbusto pequeño, muy espinoso y de frutos pequeños que crece en los potreros a

libre exposición solar, es resistente a nemátodos del género *Meloidogyne* sp; *Solanum marginatum* L.f., maleza de amplia distribución a nivel mundial, puede alcanzar 2 m de alto, presenta aguijones fuertes en tallo y hojas, sus frutos son bayas de pulpa seca y aunque son venenosos tienen diferentes usos medicinales; *Solanum umbellatum* Mill, es un arbusto que crece desde 1.5 hasta 5 m de altura, sin espinas. Las hojas son angostas en forma elíptica, no son lobulares y en su mayoría no crecen por pares. La flor de esta especie es blanca y mide 1 cm, con anteras amarillas; *Solanum mammosum* L, se conoce como ubre de vaca, es una planta anual, perenne, de crecimiento arbustivo herbáceo o semileñoso de tallo espinoso. Hojas simples, pubescentes en la haz y en el envés, el fruto es una baya de forma cónica con lóbulos en la parte proximal, de color amarillo oro en la maduración y de 5 a 6 cm de longitud. Es un pariente cercano del tomate de árbol. (www.siamazonia.org.pe).

Los problemas para propagar las especies de lulo silvestre se presentan debido a que estas son plantas alógamas y de reproducción sexual, que muestran gran variabilidad fenotípica y genotípica en la población, lo que no permite obtener cantidades suficientes y uniformidad de plántulas para la realización de investigaciones y la producción de cultivos (Angulo, 2006). Esta característica, no es deseada por cuanto lo ideal es obtener poblaciones homogéneas de las especies de lulo silvestre anteriormente mencionadas, por lo que se hace necesario evaluar un sistema de propagación vegetativa el cual permita obtener resultados que puedan ser utilizados en posteriores trabajos de investigación relacionados con *Solanum quitoense* Lam.

Por otra parte los problemas fitosanitarios causados por *Fusarium* sp y por nemátodos del género *Meloidogyne* spp, los cuales están haciendo insostenible el cultivo para los productores dedicados a su explotación, es preciso utilizar especies de lulo silvestre, las cuales pueden aportar características importantes que permitan contrarrestar los problemas radiculares que hasta el momento son limitantes, ya que en trabajos realizados se ha comprobado que estas especies silvestres presentan resistencia tanto para *Fusarium* sp, como para *Meloidogyne* sp. (Betancourth *et.al.* 2005).

Los esquejes sirven para preservar alguna característica especial que sea de interés o para mantener una madre de un híbrido. En cuanto al aspecto económico, la propagación en masa por medios vegetativos no es más económica que la propagación comparable por semilla, pero su utilización es plenamente justificada por la superioridad y uniformidad de los clones obtenidos. (www.minagricultura.gov.co).

Los sustratos más utilizados para el enraizamiento de estacas son principalmente mezclados a base de turba con otros productos como perlita, vermiculita y arena (Arbos, 1992). Los sustratos empleados en la propagación de esquejes pueden diferenciarse en orgánicos; por ejemplo, suelo, turba, compost (de diferentes materiales), cascarilla de arroz e inorgánicos como la perlita, la vermiculita (inertes) y la arena (Ramírez, 2000).

El uso de hormonas de enraizamiento se ha probado con gran éxito en otras plantas, Hernández (1992), afirma que la función de las hormonas de enraizamiento es estimular la división celular y la iniciación de raíces. El ácido Naftalenacético (ANA) es excepcionalmente activo como generador de raíces, produce un rápido crecimiento de numerosas raíces cortas y gruesas. No obstante, la respuesta a la hormona depende ampliamente de la variedad, de la concentración y del tiempo de aplicación.

En Colombia, los estudios dedicados a la propagación asexual de lulo son poco conocidos; esta circunstancia, no ha permitido desarrollar metodologías óptimas para su propagación. Trabajos foráneos acerca de propagación asexual se presentan en otras especies. Lemes *et al.* (2001) evaluaron diferentes auxinas y concentraciones de las mismas (ácido indol 3 acético (AIA); ácido indol 3 butírico (AIB); ácido naftalen-acético (ANA); 0, 50 y 100 ppm) respectivamente, encontrando que los esquejes no mostraron respuesta a los reguladores de crecimiento. Por su parte Kumar y Arugman (1980) evaluaron concentraciones de 5.000 mg/L de ANA y AIA encontrando hasta un 95 % de esquejes enraizados de romero. 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. En el estudio de Klinac (1986), las plantas propagadas por esquejes en uchuva *Physalis peruviana* L. se cosecharon más

rápido, produciendo más frutos que las plantas procedentes de semillas, las bayas seleccionadas provenientes de esquejes eran consistentemente, más largas que las derivadas de semillas, pero con alta incidencia de rajado de fruto y bajo contenido de sólidos solubles.

Por lo anterior, la presente investigación se desarrolló por la necesidad de encontrar un sistema de propagación (vegetativa) que permita obtener poblaciones de plantas que se puedan propagar de forma masiva con un crecimiento rápido y uniforme, para obtener material suficiente que sea utilizado en diferentes investigaciones. Los objetivos de éste estudio fueron evaluar un sistema de propagación asexual por esquejes, que permita la utilización adecuada de las especies silvestres, anteriormente mencionadas, valorando la formación de callos, formación de hojas, la formación de raíces, el porcentaje de mortalidad y algunos cambios de magnitud de los esquejes de las especies de lulo silvestre, plantados en dos sustratos granzón y en turba, con aplicación de ácido naftalenacético a la concentración del producto comercial (0.4%).

METODOLOGIA

Localización. Esta investigación se llevó a cabo en el invernadero de la Universidad de Nariño, ubicada al noroeste de la ciudad de San Juan de Pasto, altitud de 2540 msnm, 01° 12'13" LN y 77° 15'23" LO y temperatura promedio de 20 °C (Benavides y Bravo, 1997).

Material Vegetal. Se evaluaron 5 materiales de lulo silvestre *S. hirtum Vahl*, *S. marginatum L.F.*, *S. sessiliflorum Dum*, *S. mammosum L.*, *S. umbellatum Mill*, introducciones obtenidos a través del grupo de producción de Frutales Andinos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y el convenio suscrito de cooperación científica con CORPOICA.

Siembra del material parental. Las plantas madres fueron sembradas en bolsas de ¼ de libra con suelo y se ubicaron dentro del invernadero; cuando alcanzaron una altura aproximada de 15 cm (3 meses), fueron trasplantadas a bolsas de 5 Kg. Se fertilizaron con Cristasol (N 15%, P₂O₅ 30%, K₂O 15%, S 1%, MgO 1%) con una dosis de 3g/L de agua.

Los esquejes se obtuvieron cuando las plantas madres tuvieron 6 meses después de sembradas y con altura aproximada de 50cm, se procedió a eliminar la dominancia apical para estimular el crecimiento lateral.

Obtención de Esquejes. Se seleccionaron las plantas más sobresalientes y vigorosas como plantas madres, éstas fueron regadas el día anterior, con el fin de mantener la turgencia en las células; al día siguiente se cortaron los esquejes con una longitud igual a 5 cm, teniendo en cuenta que tuviera como mínimo 2 nudos, con un par de hojas en el nudo superior, libres de patógenos e insectos. Los esquejes se obtuvieron del tercio medio y superior de las plantas madre, realizando un corte horizontal para que las raíces fuesen lo más radiales posibles. (Beltrán y Castillo, 1999). Las cuchillas y tijeras de podar se desinfectaron con alcohol al 70%. Se realizó un enjuague con agua destilada estéril de los esquejes para eliminar los residuos de alcohol y fueron colocados en una bandeja húmeda para evitar su deshidratación. Esta actividad se realizó en las horas de la mañana, con el fin de disminuir la transpiración. Una vez obtenidos los esquejes se sembraron en bolsas plásticas de 4 x 4 x 11cm, con el sustrato respectivo (granzón o turba) los cuales fueron previamente humedecidos. Para todos los tratamientos a evaluar los esquejes se sembraron directamente en el sustrato de la bolsa haciendo presión hacia los lados con el fin de permitir un mayor contacto. En el caso de los esquejes tratados con hormona (ANA al 0,4%) se aplicó por contacto en la base del esqueje inmediatamente después de ser extraído de la planta madre. Una vez plantados fueron regados diariamente durante tres meses, procurando que el sustrato siempre se mantuviera húmedo, con el fin de evitar la deshidratación del material.

Diseño experimental: Se realizaron cinco ensayos, uno para cada especie, se utilizó un diseño DIA con arreglo factorial, con tres repeticiones, donde el factor A correspondió al sustrato con dos niveles Granzón y Turba; el factor B fue la hormona, esqueje con hormona y esqueje sin hormona. El testigo correspondió para cada especie al sustrato granzón y esqueje sin hormona. Cada ensayo contó con cuatro tratamientos con distribución aleatoria, lo que significó en la evaluación de 12 unidades experimentales, cada unidad experimental contó con 10 esquejes.

Las variables evaluadas se sometieron a un análisis estadístico descriptivo (media y desviación estándar) y a un análisis de varianza, para ello se utilizó el programa SAS con probabilidad menor o igual a 0,01 ($P < 0,01$); además, se utilizó la prueba de Tukey al 5%, en las variables que presentaron diferencias estadísticas.

Variables Evaluadas

Para variables Formación de callo (PFC), Formación de raíces (PFR), y formación de hojas (PFH), se tomaron esquejes al azar para hacer un seguimiento a partir de la tercera semana, reintegrando los esquejes nuevamente al sustrato, al finalizar cada ensayo se evaluó el porcentaje de mortalidad (PM), con base al número de esquejes vivos y muertos incluyendo esquejes no enraizados, utilizando la fórmula siguiente para todas las variables:

$$\% \text{ Formación de callo (PFC)} = \frac{\text{Numero de esquejes con formación de callo}}{\text{Numero de esquejes evaluados}} \times 100$$

$$\% \text{ Formación de raíces (PFR)} = \frac{\text{Numero de esquejes con formación de raíces}}{\text{Numero de esquejes evaluados}} \times 100$$

$$\% \text{ Formación de hojas (PFH)} = \frac{\text{Numero de esquejes con formación de hojas}}{\text{Numero de esquejes evaluados}} \times 100$$

$$\% \text{ Mortalidad (PM)} = \frac{\text{Numero de esquejes muertos}}{\text{Numero de esquejes evaluados}} \times 100$$

Una vez terminada la evaluación de formación de callo, de raíces, de hojas y el porcentaje de mortalidad, se evaluaron las variables morfológicas: altura de planta (AP), diámetro del tallo (DT), número de hojas (NH), número de raíces (NR), peso de materia fresca de las raíces (PFR) y peso de materia seca de las raíces (PSR), peso de materia fresca de la parte aérea (PFT) y peso materia seca de la parte aérea (PST).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de formación de callo y Porcentaje de Mortalidad (PFC y PM). El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas significativas para estas variables, en el ANDEVA (Tabla 1) lo que sugiere el rechazo de la hipótesis de igualdad de medias de tratamientos. De acuerdo a la prueba de Tukey al 5% el tratamiento testigo (T1) fue el que exhibió mayor callogénesis con 64.8%, además de presentar la menor mortalidad de esquejes en la evaluación con 35.50% (Tabla 4), siendo estadísticamente diferente de los demás tratamientos. Por su parte los tratamientos con presencia de hormona T2 y el T4 fueron los de más alta mortalidad con 62,67% y 61,33% respectivamente, presentando los menores valores de PFC con 27,3% y 28,7%, junto con el T3, siendo estadísticamente diferentes de los otros tratamientos pero con igualdad estadística entre sí.

El porcentaje de mortalidad mostrado por los tratamientos, indica que el material vegetal evaluado, no tuvo buena adaptación a las condiciones de enraizamiento, en especial los tratamientos con la presencia de hormona, afectando este factor (Tabla 3) considerablemente la brotación de los callos en estas especies, al respecto Hernández (1992), afirma que la aplicación de hormonas de enraizamiento sirve para estimular la división celular y la iniciación de raíces. Sin embargo, la respuesta a la hormona depende ampliamente de la variedad, de la concentración y del tiempo de aplicación (Bonfil, *et al*, 2007); en este ensayo se observó menor formación de raíces en los tratamientos con hormona, en comparación con el buen desarrollo de raíces de los tratamientos sin aplicación de hormona, evidenciando que la hormona (ANA) redujo significativamente la supervivencia de esquejes. Resultados similares se presentaron en otra solanácea por Moreno *et al* (2004) en la evaluación realizada a dos tipos de esquejes para producción de tubérculo-semilla élite en cuatro variedades de papa *Solanum phureja* Juz Et Buk, éstos autores atribuyeron tales efectos a una elevada concentración de la hormona, por lo que es recomendable probar concentraciones más bajas.

Por otra parte los esquejes sembrados en granzón (Tabla 2), presentaron mayores valores para PFC y menor mortalidad, debido a que éste sustrato no tiene buena capacidad de retención, si bien su porosidad es elevada (más del 40% del volumen), por lo que el lavado de la hormona pudo haberse facilitado favoreciendo un mayor porcentaje de formación de callo y de supervivencia; mientras que la turba al poseer mayor capacidad retentiva (Hartmann, *et. al* 1990) tuvo mayor presencia de ANA.

Todas las especies evaluadas presentaron porcentajes heterogéneos de mortalidad y de formación de callo (Tabla 5), donde *S. mammosum* L fue estadísticamente diferente presentando mejor adaptabilidad al medio, con los mejores valores para PM (32.50%) y PFC (60.8%), seguido por *S. umbellatum* Mill y *S. hirtum* Vahl quienes presentaron igualdad estadística entre sí con valores de 47.50 y 49.17% de PM, y 42.5% y 40.8 PFC, respectivamente. Las especies de *S. marginatum* L.f y *S. sessiliflorum* Dun fueron estadísticamente iguales entre sí y diferentes con las otras especies debido a que exhibieron la mayor mortalidad de esquejes con 61.88 y 62.50%, respectivamente; además, de presentar los más bajos promedios en formación de callo, que en su orden son de 26,9% y 27,5%. La mortalidad presentada en estas especies, principalmente en *S. marginatum* L.f y *S. sessiliflorum* Dun, indiferente del tratamiento evaluado, hace presumir que se debe evaluar el método utilizado para su propagación. De aquí se desprende que para cada especie específica se necesitan efectuar pruebas empíricas respecto a su respuesta al esquejado y la aplicación de reguladores del crecimiento ya que se han dado casos en que concentraciones muy altas de auxinas pueden inhibir el desarrollo de las yemas, a veces hasta el punto en que no hay formación de callos aún cuando la formación de raíces es adecuada (Muñoz, 1993); las estacas de ciertas especies difíciles de enraizar, aún enraízan mal después de tratarlas con auxina. (Bonfil, *et al.* 2007). No obstante, un problema metodológico y la humedad ambiental demasiado baja, en contraste con el sustrato, también pudieron contribuir a la muerte de los esquejes, donde pudo haberse interrumpido la diferenciación de las raíces cuando las estacas fueron desenterradas durante la primera evaluación, pues se observó que después de ésta, las hojas y yemas foliares de algunas se secaron, por lo que se recomienda en futuros ensayos esperar hasta 4 semanas

antes de realizar ésta evaluación; además, el exceso de humedad, atribuido a que el sistema de riego no fue el más adecuado, pudo haber presentado problemas de aireación, ya que no estuvo regulado por la humedad ambiental, factor de suma importancia para la propagación vegetativa mediante estacas, ya que antes de que formen raíces son las hojas las que mantienen el balance hídrico dentro de los esquejes (Hartmann y Kester 1995).

Porcentaje de esquejes enraizados, Número y longitud de raíces (PFR, NR y LR).

Según la prueba de Tukey (Tabla 4), el tratamiento testigo (T1) presentó un 64.8%, siendo el de mayor enraizamiento y estadísticamente diferente a los demás tratamientos. El T3 mostró un 38.0 % de PFR, aunque fue estadísticamente igual a los tratamientos T4 con 28.7% y T2 con 27.3 % (Tabla 4). La mayor longitud radicular también se presentó en el tratamiento T1 con 18.01 cm, seguido del T4 con 16.68 cm. En cuanto al número de raíces, el mayor fue para el T4 con 29.84, seguido del tratamiento T2 con 25.06 NR quien además tuvo igualdad estadística con el anterior.

Aquí se observa que el mejor tratamiento para el enraizamiento de las especies de lulo silvestre fue el granzón mas esquejes sin hormona, debido a que éste sustrato posee un buen porcentaje de aireación (textura arenosa), permitiendo que las raíces tengan más disponibilidad de oxígeno, lo que favorece los procesos de división celular (Fonteno, 1996) y por tanto, mayor expansión de raíces facilitando la velocidad de crecimiento, la cual también depende de la resistencia que le ofrece el sustrato. Según Fachinello *et al.* (1994) el sustrato es uno de los factores de mayor influencia en el enraizamiento de estacas, especialmente para especies de difícil enraizamiento, por eso, es necesario determinar cuál es el mejor sustrato para cada especie.

Por otra parte se obtuvo mejor respuesta al enraizamiento por parte de *S. mammosum* L., con 60.8% (Tabla 5), presentando diferencias estadísticas con los demás tratamientos. Las demás especies presentaron igualdad estadística entre sí con valores de 41.7% para *S. umbellatum* Mill, 40.8% para *S. hirtum* Vahl, 27.5% para *S. sessiliflorum* Dun y de 26.9%

para *S. marginatum* L.f, ésta última presentando el mayor número de raíces cuyo promedio fue de 25.57, de igual forma fue la que presentó las raíces más largas con 18.06 cm seguido de *S sessiliflorum* con 17.73 cm, debido a que en su gran mayoría dichos esquejes enraizaron en granzón. A pesar de que todas las especies presentaron emisión de raíces, la propagación por esquejes en éstas especies es difícil, similar a lo reportado en ensayos con otras especies (Tamayo, 2002.; Bonfil *et al*, 2007), donde se muestra que existen diferencias notables en la capacidad de desarrollar raíces entre las distintas especies del género. Por ello, su propagación a partir de estacas puede realizarse, pero probablemente podría incrementarse con ligeras variaciones al método usado en particular, controlando variables ambientales como humedad relativa, temperatura del sustrato (Hartmann *et al.*, 1997; Sánchez *et al.*, 1998) y la aplicación de la hormona en solución debido a que han sido más efectivas para promover el enraizamiento en estacas de varias especies como uchuva, eucaliptos y coníferas, que concentraciones similares de hormona en polvo (Prasad *et al.*, 1996; Sánchez *et al.*, 1998).

La cantidad de raíces formadas por esqueje, está en relación directa con la calidad de la planta producida, ya que a mayor cantidad de éstas, la resistencia frente a factores estresantes, como puede ser el trasplante, será mayor. Por otra parte Cordero (2000), indica que el éxito en el enraizamiento de una especie está determinado no sólo por la concentración de auxinas, sino por factores tan claves como el tipo de hormona y el tiempo de exposición a ésta, agregando que el método de aplicación también influiría en los resultados de enraizamiento, lo que se debería considerar en futuras experimentaciones.

Con respecto a la LR, los resultados fueron similares a lo obtenido por Escobar (1998), en otra especie solanácea, el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) donde se presentaron diferencias significativas en la longitud de raíces, mientras que para el caso de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) Forero y Becerra (2008) encontraron diferencias entre sustratos, siendo suelo: cascarilla de arroz (1:1 v/v) el mejor sustrato y los tercios medio y basal de la rama productiva fueron los que consiguieron las longitudes de raíz más altas.

Porcentaje de formación de hojas y Número de Hojas (PFH y NH). En los tratamientos (Tabla 4) el testigo con 64.7%, presentó diferencias estadísticas con los demás, cuyos valores fueron estadísticamente iguales entre sí con 48% para el T3, 38.8% para el T4 y 37.4 para el T2. Esto se vio representado en el número de hojas donde el T1 presentó un promedio de hojas de 5.3, siendo estadísticamente similar al T4 y T3 cuyos valores fueron de 4.76 y 4.2, respectivamente. Igualmente el menor número de hojas entre las especies se presentó en el T2 con 3.26.

Las hojas, al ser el principal órgano sintetizador de carbohidratos de la planta (Marschner, 2002), deben tener un buen sustrato que le garantice un suministro adecuado de nutrientes (Izco, 1997). En éste sentido el granzón, garantizó un buen crecimiento de las raíces, por lo que la parte aérea de la planta tuvo mejor actividad, incrementando 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).

Con relación a las especies en la prueba de Tukey (Tabla 5), se destacó *S. mammosum* con el mayor porcentaje de formación de hoja (63.3%), seguido de *S. umbellatum* con 43%. *S. marginatum* fue la especie evaluada de menor formación de hojas con 26.9%. En cuanto a número de hojas *S. mammosum* junto con *S. umbellatum* y *S. marginatum* presentaron promedios de 4.58, 5.69 y 4.52 hojas respectivamente, siendo estadísticamente iguales entre sí. *S. sessiliflorum* presentó el menor promedio de número de hojas con 2.84.

Con lo anterior se evidencia que existen diferencias entre especies en cuanto se refiere a las primeras etapas del ensayo, encontrándose unas que se desarrollaron relativamente bien en las circunstancias evaluadas como *S. mammosum*, en contraste hubo otras especies cuyos valores fueron bajos como *S. marginatum* y *S. sessiliflorum*, debido a que son especies diferentes cuyas distancias genéticas son grandes, tal es el caso de *S. mammosum* quien se aproxima más al tomate de árbol que al lulo (www.siamazonia.org.pe) y como se mencionó el enraizamiento y por ende la formación de hojas depende de la especie. Por otra parte existen evidencias acerca de que los contenidos de las hojas influyen en el enraizamiento de

Tabla 1. ANDEVA de las variables: porcentaje de mortalidad (PM), formación de callo (PFC), formación de raíces (PFR), formación de hojas (PFH), número de hojas (NH), diámetro del tallo (DT), altura de planta (AP), número de raíces (NR), longitud raíces (LR), peso tallo fresco (PTF), Peso tallo seco (PTS), peso raíces frescas (PRF) y peso raíces secas (PRS), evaluadas en un sistema de propagación vegetativa mediante esquejes de lulo silvestre.

F.V.	PM	PFC	PFR	PFH	NH	DT	AP	NR	LR	PTF	PTS	PRF	PRS
Factor A	39,6**	3,5*	3,7*	3,49*	0,07*	4,2*	2,4*	3,01	11,6*	0,1*	0,1*	1,5*	0,4*
Factor B	125,0*	26,1**	26,6**	25,1**	4,8*	14,0**	20,8**	20,3**	5,1*	7,0*	12,3*	8,8*	4,4*
F.A*F.B	48,4**	2,47*	2,2*	12,4*	12,9**	3,1*	5,8*	3,3	14,3*	1,3*	8,6*	6,0*	7,0*
C.V	28,6	31,8	31,8	17,8	12,4	25,7	17,3	29,4	32,2	23,4	19,8	13,2	16,6

ns = No significativo

* = Diferencias estadísticas significativas (95%)

** = Diferencias estadísticas significativas (99%)

Tabla 2. Prueba de Tukey para el factor A (Sustratos) de las variables: porcentaje de mortalidad (PM), formación de callo (PFC), formación de raíces (PFR), formación de hojas (PFH), número de hojas (NH), diámetro del tallo (DT), altura de planta (AP), número de raíces (NR), longitud raíces (LR), peso tallo fresco (PTF), Peso tallo seco (PTS), peso raíces frescas (PRF) y peso raíces secas (PRS), evaluadas en un sistema de propagación vegetativa mediante esquejes en lulo silvestre.

Factor A	PM (%)	PFC (%)	PFR (%)	PFH (%)	NH	DT (mm)	AP(cm)	NR	LR(cm)	PTF(g)	PTS(g)	PRF(g)	PRS(g)
Granzón	44,08 b	46,1 a	33 b	56.1 a	4,28 a	5,16 a	6,32 b	21,12 a	16,35 a	2,67 b	0,53 a	1,37 b	0,21 b
Turba	57,33 a	33,3 b	43,1 a	43.2 b	4,47 a	4,8 a	7,66 a	18,89 a	14,01 b	3,26 a	0,56 a	2,13 a	0,3 a
DMS	2,76805	0,70288	0,70385	1,60288	0,64268	0,4449	0,85309	4,17566	1,9011	0,43971	0,10124	0,38896	0,05098

Letras distintas indican diferencias significativas ($p <= 0,05$)

Tabla 3. Prueba de Tukey para el factor B (Aplicación de Hormona) de las variables: porcentaje de mortalidad (PM), formación de callo (PFC), formación de raíces (PFR), formación de hojas (PFH), número de hojas (NH), diámetro del tallo (DT), altura de planta (AP), número de raíces (NR), longitud raíces (LR), peso tallo fresco (PTF), Peso tallo seco (PTS), peso raíces frescas (PRF) y peso raíces secas (PRS), evaluadas en un sistema de propagación vegetativa mediante esquejes en lulo silvestre.

Factor B	PM (%)	PFC (%)	PFR (%)	PFH (%)	NH	DT (mm)	AP(cm)	NR	LR(cm)	PTF(g)	PTS(g)	PRF(g)	PRS(g)
sin hormona	39,42b	51,4 a	51,4 a	50.2 a	4,75 a	4,9 a	7,58 a	12,56 b	14,67 a	2,93 a	0,63 a	1,14 a	0,2 a
con hormona	62 a	28 b	27,7 b	29.3 b	3,99 b	5,06 a	6,39 b	27,45 a	15,68 a	3,0 a	0,59 a	2,36 a	0,32 a
DMS	2,76805	0,70288	0,70385	0,70288	0,64257	0,44482	0,85294	4,17495	1,90077	0,43963	0,10122	1,3889	0,15097

Letras distintas indican diferencias significativas ($p <= 0,05$)

Tabla 4. Prueba de Tukey entre tratamientos de las variables: porcentaje de mortalidad (PM), formación de callo (PFC), formación de raíces (PFR), formación de hojas (PFH), número de hojas (NH), diámetro del tallo (DT), altura de planta (AP), número de raíces (NR), longitud raíces (LR), peso tallo fresco (PTF), Peso tallo seco (PTS), peso raíces frescas (PRF) y peso raíces secas (PRS), evaluadas en un sistema de propagación vegetativa mediante esquejes de lulo silvestre.

Tratamientos	PM (%)	PFC (%)	PFR (%)	PFH (%)	NH (No)	DT (mm)	AP (cm)	NR (No)	LR(cm)	PTF (g)	PTS (g)	PRF (g)	PRS (g)
T1 (granzón sin hormona)	35,5 c	64,8 a	64,8 a	64,7 a	5,3 ^a	5,27 a	7,42 a	17,17 b	18,01 a	2,94 ab	0,70 a	1,27 b	0,21b
T2 (granzón con hormona)	62,67 a	27,3 b	27,3 b	37,4 b	3,26 b	5,05 a	5,42 b	25,06 ab	14,69 ab	2,39 b	0,36 b	1,48 b	0,22 b
T3 (Turba sin hormona)	53,33 b	38 b	38 b	48 b	4,2 ab	4,52 a	7,57 a	7,94 c	11,34 b	2,91 ab	0,57 a	1,01 b	0,19 b
T4 (Turba con hormona)	61,33 a	28,7 b	28,7 b	38,8 b	4,76 ^a	5,08 a	6,38 a	29,84 a	16,68 a	3,62 a	0,56 a	3,24 a	0,42 a
DMS:	5,1587	1,3099	1,3117	1,3189	1,2238	0,8471	1,6424	7,9514	3,6201	0,8373	0,1927	0,7406	0,097

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 5. Prueba de Tukey entre especies de las variables: porcentaje de mortalidad (PM), formación de callo (PFC), formación de raíces (PFR), formación de hojas (PFH), número de hojas (NH), diámetro del tallo (DT), altura de planta (AP), número de raíces (NR), longitud raíces (LR), peso tallo fresco (PTF), Peso tallo seco (PTS), peso raíces frescas (PRF) y peso raíces secas (PRS), evaluadas en un sistema de propagación vegetativa mediante esquejes de lulo silvestre.

Especies	PM (%)	PFC (%)	PFR (%)	PFH (%)	NH (No)	DT (mm)	AP (cm)	NR (No)	LR (cm)	PTF (g)	PTS (g)	PRF (g)	PRS (g)
<i>S. mammosum</i>	32,5 c	60,8 a	60,8 a	63,3 a	4,58 a	2,93 c	6,22 b	17,75 ab	12,37 b	1,92 c	0,43 ab	1,67 ab	0,2 c
<i>S. umbellatum</i>	47,5 b	42,5 b	41,7 b	43 b	5,69 a	4,16 b	6,1 b	18,86 ab	15,19 ab	2,21 bc	0,58 ab	1,36 b	0,32 ab
<i>S. hirtum</i>	49,17 b	40,8 b	40,8 b	39,8 bc	4,23 ab	6,21 a	7,39 ab	23,85 a	12,55 b	4,0 a	0,79 a	1,72 ab	0,23 bc
<i>S. marginatum</i>	61,88 a	26,9 c	26,87 b	26,9 c	4,52 a	4,49 b	9,19 a	25,57 a	18,06 a	3,5 a	0,62 ab	2,41 a	0,35 a
<i>S. sessiliflorum</i>	62,5 a	27,5 c	27,51 b	28,5 bc	2,84 b	7,12 a	6,04 b	13,99 b	17,73 a	3,2 ab	0,32 c	1,58 ab	0,2 c
DMS	6,1345	1,5577	1,5598	1,5577	1,4638	3,595	1,9431	9,5112	4,330	1,0015	0,2304	0,8859	0,1161

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

las especies (Escobedo, 2009), en hojas de cultivares de difícil enraizamiento de Aguacate (*Persea americana* Mill), encontró altos contenidos de Mn, mientras que en aquellos de fácil enraizamiento el contenido del microelementos fue mucho menor. Se sabe que el Mn es un activador de la enzima oxidasa del AIA, que destruye las auxinas naturales en la base del esqueje o estaca, ocasionando condiciones adversas al enraizamiento.

Altura de la planta y Diámetro basal del tallo (DT y AP). El crecimiento de las plantas en altura y diámetro es dependiente del aporte de agua, nutrientes, energía y aire que un medio pueda aportarle (Singh y Sainju, 1998). La prueba de Tukey (Tabla 4) mostró que el tratamiento granzón con hormona fue el que presentó las plantas más bajas con 5.42 cm, siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos quienes se agruparon en igualdad estadística, destacándose los tratamientos turba con y sin hormona con plantas de alturas con 6.38 y 7.57 cm respectivamente. En cuanto a diámetro de tallo no se presentaron diferencias coincidiendo con lo obtenido por González y Cáceres (1996) y Grande *et al.* (2006) respecto a la poca influencia de esta variable en la sobrevivencia y prendimiento de la estaca, atribuido a la elevada capacidad de rebrote de la planta en la etapa inicial.

Dentro de las especies evaluadas (Tabla 5) se registraron alturas de 9.19 cm para *S. marginatum*, seguida de *S. hirtum* con 7.39 cm y como las de mayor altura de planta. En contraste *S. mammosum*, *S. umbellatum* y *S. sessiliflorum* presentaron las menores alturas promedio con 6.22, 6.10 y 6.04 cm respectivamente. *S. sessiliflorum* y *S. hirtum* fueron las de mayores diámetros con 7.12 mm y 6.21 mm, y *S. mammosum* la de menor diámetro con 2.93 mm. Los diferentes tamaños de esqueje presentados por estas especies, según Lemes *et al.* (2001) y Taiz y Zeiger (1998) se dan por una serie de condiciones ambientales, del medio de propagación de las plantas y sobre todo de la carga genética. Además Espinoza y Benavides (1998), expresan que el comportamiento de estos procesos fisiológicos está directamente relacionado con el estatus nutricional de la estaca (semilla).

Peso seco y fresco de la parte aérea (PTS y PTF). Según la prueba de Tukey (Tabla 4) entre tratamientos, las plantas sembradas en turba (T4 y T3) presentaron el mayor peso de tallo fresco con 3.62g debido a que las propiedades fisicoquímicas de la turba garantizan al esqueje ya enraizado, mejores condiciones de nutrición y, por tanto, mayor respuesta en la producción de fitomasa (Cárdenas, 1989). Coincidiendo con lo expuesto por Lemes *et al.* (2001) quien afirma que los esquejes de yemas terminales presentan las mejores producciones de masa vegetal, en este sustrato. Similares resultados se presentaron para el peso seco, donde las plantas sembradas en granzón con hormona tuvieron menor peso con 0.36g los demás tratamientos presentaron igualdad estadística entre sí con valores de 0.70 g para granzón mas esquejes sin hormona, 0.57g para la turba mas esqueje sin hormona y de 0.56 para la turba mas esqueje con hormona. En cuanto a la aplicación de ANA no se presentaron diferencias estadísticas para éstas variables.

En la Tabla 5 se muestra que *S. mammosum* con 1.92g fue la de menor peso fresco, mientras que las plantas de *S. hirtum* con 4.0g y *S. marginatum* con 3.50g presentaron mayor peso fresco y mayor peso seco con 0.79 g y 0.62g respectivamente. Por su parte *S. sessiliflorum* con 0.32g fue la de menor peso seco.

Se puede apreciar una relación directamente proporcional entre el peso y la altura presentada por los esquejes, puesto que los tamaños presentados representan mayor fitomasa. Esto sugiere que a mayor tamaño de esqueje éste tendrá mayor peso fresco y por ende mayor peso seco. Al respecto Aloni (1987) afirma que 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 mayor acumulación y transporte de solutos en la planta. Donde hay mayor acumulación de osmolitos que le garantizan al esqueje mejor crecimiento y gran producción de fitomasa fresca y seca.

Peso de materia fresca y seca de raíz (PRF y PRS). El mejor PRF lo presentaron las plantas sembradas en el tratamiento T4 con 3.24g, los demás tratamientos presentaron igualdad estadística entre sí (Tabla 4). *S. marginatum* tuvo los más altos valores promedios

de PFR con 2.41g, no obstante presentó igualdad con las especies *S. hirtum*, *S. mammosum* L y *S. sessiliflorum* con valores de 1.72g, 1.67g y 1.58g respectivamente. *S. umbellatum* fue la que presentó el menor peso fresco con 1.36g porque sólo presentó raíces delgadas y escasas (Tabla 3).

Los mejores pesos de raíces secas se lograron con los esquejes de *S. marginatum* con 0,35g y *S. Umbellatum* con 0.32g, los cuales mostraron raíces de mayor vigor, con abundantes raíces secundarias y terciarias. *S. mammosum*, *S. sessiliflorum* y *S. hirtum* presentaron los valores más bajos de ésta variable, porque a pesar de presentar enraizamiento sus raíces no se presentaron con la misma abundancia como las primeras; dichos resultados están relacionados con mayor número, longitud y peso de materia fresca de las mismas, lo que se traduce en mejor absorción del sistema radical, en beneficio de la parte aérea de la planta. La obtención de un sistema radicular de mayor peso, y por tanto de mayor desarrollo, está relacionado con el peso del esqueje utilizado, lo que en principio permite utilizar aquellos de mayor grosor (Bandurski *et al.*, 1993).

CONCLUSIONES

Todas las especies presentaron formación y desarrollo de raíces; obteniendo mayor prendimiento en *S. mammosum* L, con (60.8%), seguido de *S. umbellatum* Mill y *S. hirtum* Vahl, presentando porcentajes promedio entre 41.7 y 40.8%, mientras que *S. sessiliflorum* Dun y *S. marginatum* L.f presentaron los valores más bajos con promedio entre 27.51 y 26.87%.

Bajo las condiciones de este ensayo, el tratamiento granzón mas esqueje sin hormona (T1) es el más promisorio de los tratamientos para el proceso de propagación vegetativa de las especies de lulo silvestre, ya que presentó la máxima formación de callo, en conjunto mejores características que los otros tratamientos evaluados.

Las especies *S. mammosum*, *S. umbellatum* y *S. hirtum*, presentaron mejor comportamiento en cuanto al desarrollo de raíces y parte aérea en el sustrato granzón independientemente de la aplicación de la hormona (ANA).

BIBLIOGRAFÍA

Aloni, R. 1987. Differentiation of vascular tissues. Rev. Plant Physiol. 38, 179-204 p.

Angulo, R. 2006. Lulo: el cultivo. Ed. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 100: 4 p.

Arbos L. A. 1992. El crisantemo: cultivo, multiplicación y enfermedades. Madrid: Mundi-Prensa, 170 p.

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 p.

Beltrán, Y. y A. Castillo, 1999. Evaluación del efecto de auxinas en diferentes sustratos sobre el enraizamiento de estacas de mora de castilla (*Rubus glaucus* L). Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 87 p.

Benavides, C. y M. Bravo, 1997. Diseño del sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales para la Universidad de Nariño. Tesis de grado Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de Nariño. Pasto, Colombia. 320 p.

Betancourth. C.; A. Narváez, M. Zambrano,. 2005. Reacción de diferentes genotipos de lulo (*Solanum quitoense* Lam) al ataque de *Fusarium oxysporum* F. Pasto, Colombia. Trabajo de Grado (Ing. Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. 89 p.

Bonfil, C., P. Mendoza y J. Ulloa. 2007. Enraizamiento y formación de callos en estacas de siete especies del género *Bursera*. Departamento de Ecología y Recursos Naturales. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 7 p.

Cárdenas, M. 1989. Manual de plantas económicas de Bolivia. Segunda edición. Editorial Los Amigos del Libro, Bolivia. 333 p.

Cordero, C. 2000. Propagación vegetativa de *Leptocarpha rivularis* DC., especie nativa de uso medicinal. Taller de Licenciatura. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía, Quillota, Chile. 50 p.

- De Visser, R. 1987. On the integration of plant growth and respiration.. En: Moore, A. y R. Beechey (eds.). Plant mitochondria. Plenum Press, Nueva York. 331-340 p.
- Escobar Velásquez, H. 1998. Evaluación de la propagación vegetativa de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), mediante esquejes en la Sabana de Bogotá. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 81 p.
- Escobedo, V. 2009. Estudio De Propagación Clonal Por Esquejes Del Portainjerto De Palto 'Duke' (*Persea americana* Mill.) Utilizando Brotes Etiolados y Cámaras Húmedas Individuales. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. 76p.
- Espinoza E. y J.E. Benavides. 1998. Efecto del sitio y la fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad de la morera (*Morus alba*). Livestock Res. Rural Dev., 10(2):<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd10/2/benav102.html>
- Fachinello, J., A. Hoffma., J. Nachtigal, E. Kersten., L. Fontes. 1994. Propagação de plantas frutíferas de clima temperado. Pelotas: Editra e gráfica. UFPEL. Brazil, 179p.
- 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.
- Forero, C. y N. Becerra. 2008. Propagación de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) por estacas. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 92 p.
- González E. y O. Cáceres. 1996. Comportamiento en vivero de Morera (*Morus* sp.) con diferentes sustratos en bolsa y tres diámetros de esquejes. Memorias Taller Internacional "Los árboles en los sistemas de producción ganadera" EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba. 16 p.
- Grande D; H. Losada; E. De La Garza y J. Vieyra. 2006. Establecimiento vegetativo de Mora (*Morus alba* L), leñosa promisoría para la alimentación animal. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México, D.F. Disponible en línea: www.botanica-alb.org/Publicaciones/Otros/5EcolFis.pdf
- Hartmann, H.T.; D. Kester.; P. Davis, .1990. Plant Propagation: Principles and Practices, 5th ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 647 p
- Hartmann, H.T; y. D. Kester,. 1995. Propagación de plantas, Principios y práctica. 4a ed. Compañía editorial de México, México DF, México. 755 p.
- Hartmann, H. T; D. Kester ; P. T. Davies. y. L. Geneve. 1997. Plant propagation: principles and practices. 6th edition. Prentice Hall, Uper Saddle River, New Jersey. 209 p.

Hernández, E.; 1992. Estructura y composición química del tubérculo de papa. In Curso Internacional de papa. Pamplona, Colombia, FEDEPAPA, 73 – 79 p.

Izco, J. 1997. Botánica. Primera edición. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A., Madrid.

Klinac, D. J. 1986. Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) production systems. New Zealand J. Expt. Agric. 14: 425 – 430 p.

Kumar, N. y R. Arugman. 1980. Effect of growth regulators on rooting of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.). Indian Perfumer 24(4), 210-213 p.

Lemes, C., C. Rodríguez y L. Acosta. 2001. Multiplicación vegetativa de *Rosmarinus Officinalis* L. (romero). Rev. Cubana Plant Med. 6(3), 79-82 p.

Lobo A., M. 1995. Investigaciones con semilla de lulo (*Solanum quitoense* Lam.). Mimeografiado. 14 p.

Marschner, H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. 2nd. edition. Editorial Academic Press, London. 889 p.

Moreno, S., C. Marquinez,. y M. Caro, 2004. Evaluación de dos tipos de esquejes para producción de tubérculo-semilla élite en cuatro variedades de papa *Solanum phureja* Juz Et Buk y *Solanum tuberosum* L. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Instituto de Biotecnología Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. 12 p.

Muñoz, F.1993. Plantas Medicinales y Aromáticas, Estudio, Cultivo y Procesado. Madrid, España. Edit. Mundi-Prensa.

Prasad S.; M. R. Murthy, R. Karoshi, y M. Singh. 1996. Vegetative propagation of Eucalyptus species via Hidropit. Indian Forester 122: 850-853 p.

Ramírez, V.M. 2000. Caracterización de las propiedades de diez materiales, prescripción de uso potencial como sustratos y evaluación de crecimiento de plántulas de lechuga. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 25-26 p.

Sánchez, M. y J. Aguirreolea. 1998. Relaciones hídricas (pp. 49-90). En: Azcón-Bieto, J. y M. Talón (eds.). Fisiología y bioquímica vegetal. McGraw-Hill-Interamericana de España, Madrid.

SISTEMA DE INFORMACIÓN ESTRATÉGICA PARA EL SECTOR AGROALIMENTARIO, 2000 (SIESA). Lulo; información básica por producto.

Singh, B. y U. Sainju. 1998. Soil physical and morphological properties and root growth. HortScience 33(6), 966-971p.

Taiz, L. y E. Zeiger. 1998. Plant physiology. Sinauer Associates, Sunderland, Massachussets. 792 p

Tamayo, R. 2002. El cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en el municipio de Sonsón, Antioquia. Memorias IV Seminario Nacional de Frutales de Clima Moderado. Corpoica, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín. 82-86 p.

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.

CIBERGRAFÍA

<http://www.corpoamazonia.gov.co>

<http://www.ine.gob.mx/>

<http://www.minagricultura.gov.co>

<http://www.siamazonia.org.pe>