

PROPAGACIÓN DE UCHUVA (*Physalis peruviana* L.) MEDIANTE DIFERENTES TIPOS DE ESQUEJES Y SUSTRATOS

PROPAGATION OF CAPE GOOSEBERRY (*Physalis peruviana* L.) USING DIFFERENT TYPES OF CUTTINGS AND SUBSTRATES

Francisco José López Acosta¹; Nelson Rodrigo Guío Tenjo²;
Gerhard Fischer³ y Diego Miranda Lasprilla⁴

Resumen. Con el fin de contribuir al conocimiento sobre la propagación asexual de uchuva, se estableció este experimento cuyo objetivo fue evaluar el uso de esquejes obtenidos de diferentes partes de la planta: del tercio alto, medio y bajo de la rama productiva, de hoja y de hoja con yema axilar. Se determinaron las características del enraizamiento (longitud, peso de materia fresca y seca de raíces), y algunos cambios de magnitud de los esquejes (peso de materia fresca del esqueje y longitud del brote axilar) durante un período de la fase vegetativa del cultivo. Los esquejes (16 cm de longitud, 2 nudos, con un par de hojas en el nudo superior) fueron establecidos en diferentes sustratos: arena: suelo: cascarilla de arroz (1:1 v/v) y arena: suelo: cascarilla de arroz (1:1:1 v/v) y mantenidos en condiciones de alta humedad relativa (90%) y temperatura media de 24°C. Los resultados demostraron diferencias estadísticas entre tipo de esqueje; siendo los del tercio alto, los que obtuvieron mayor longitud radical, mayor peso de materia fresca y seca de raíces y mayor porcentaje de enraizamiento. En cuanto a los sustratos, se encontró que las mejores condiciones para enraizamiento se presentaron en la arena, donde se obtuvieron plántulas con el porcentaje de enraizamiento más alto, sin embargo, las diferencias significativas solo se presentaron entre longitud de raíz y del brote axilar.

Palabras claves: Raíces, enraizamiento, crecimiento, arena, suelo, cascarilla de arroz

Abstract. In order to contribute to the knowledge of the asexual propagation of cape gooseberry, this study was established with the aim to evaluate the use of cuttings from different plant parts: first third (apical shoot part), medium and basal third of the productive shoot; leaf solely and leaf with axillary bud. The characteristics of rooting were identified (length, fresh and dry weight of roots), and some changes of cutting's magnitude (fresh weight of the cutting, length of the axillary sprout) during the vegetative growth cycle. The cuttings (16 cm long, 2 nodes, with a pair of leaves in the superior node) were established in different substrates: sand; soil:rice husks (1:1 v/v) and sand:soil:rice husks (1:1:1 v/v) and were held under conditions of high relative humidity (90%) and an average temperature of 24°C. The results showed statistical differences between types of cutting; being the apical third of the shoot, which obtained longest root length, highest root dry and fresh matter and percentage of rooting. Regarding substrates best conditions for rooting of cuttings were obtained in sand, where seedlings had the highest percentage of rooting, however significant differences only were found with root length and axillary sprouts.

Key words: Roots, rooting, growth, sand, soil, rice husk

Physalis peruviana L. comúnmente conocida en Colombia como uchuva, es una planta herbácea, perteneciente a la familia de las solanáceas (Bernal, 1965). La uchuva es originaria de Perú (Klinac, 1986); sin embargo, el Convenio Andrés Bello en 1983 (citado por Brito, 2002), determinó

una zona más amplia para el origen de *P. peruviana* que incluye a los Andes Ecuatorianos.

Esta planta perenne crece entre 1,0 y 1,5 m de altura sin tutorado y se desarrolla en los Andes suramericanos entre los 1.500 y los 3.000 m de

¹ Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Facultad de Agronomía. A.A. 14490, Bogotá, Colombia. <fjlopeza81@hotmail.com>

² Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Facultad de Agronomía. A.A. 14490, Bogotá, Colombia. <nrguiot@unal.edu.co>

³ Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Facultad de Agronomía. A.A. 14490, Bogotá, Colombia. <gfischer@unal.edu.co>

⁴ Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Facultad de Agronomía. A.A. 14490, Bogotá, Colombia. <dmirandal@unal.edu.co>

Presentado: Abril 18 de 2007; aceptado: Diciembre 14 de 2007.

altitud (FAO, 1982). Fischer (2000) encontró en 1989 una planta de 4 m de diámetro en la ciudad de Pasto en Colombia. Se desarrolla entre 13 y 18°C y humedad relativa entre el 70 y 80%. Con el aumento de la altitud, la planta genera su sistema radical de manera superficial, presenta un porte más bajo, hojas más pequeñas y gruesas, y retarda el primer pico de producción (Fischer, 2000).

En Colombia, los estudios dedicados a la propagación de esta planta son poco conocidos. A nivel comercial, en este cultivo, el sistema de propagación más utilizado es por semilla, ya que presentan alto porcentaje de germinación (85–90%) (Almanza, 2000); sin embargo, las semillas originan plantas en las que sus frutas presentan alta variabilidad. Sandhu *et al.* (1989) mencionan que uchuvas propagadas por semillas varían en crecimiento, vigor, rendimiento y calidad del fruto. Según Angarita y Santana (1997), *P. peruviana*, por ser una planta alogama y de propagación sexual, muestra gran variabilidad fenotípica en la población. Esta característica, no es deseada por cuanto lo ideal es obtener variedades comerciales de un hábito particular de crecimiento, calidad uniforme y alta productividad.

La propagación asexual, es posible porque cada célula de la planta posee la información para generar la planta entera (totipotencia celular). La propagación vegetativa ó asexual involucra divisiones mitóticas de las células, que duplican el genotipo de la planta; de esta duplicación genética se obtiene un clon. En la clonación las características específicas de cualquier planta individual son perpetuadas por este tipo de propagación (Hartmann *et al.*, 1997). En un estudio de Klinac (1986), las plantas propagadas por esquejes en uchuva 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.

En la propagación por estacas, solo es necesario que se forme un nuevo sistema de raíces adventicias, ya que existe un sistema caular en potencia y una yema. Esta capacidad para regenerar la estructura entera de la planta, depende, de dos características: Una es la totipotencia celular; la otra, es la desdiferenciación celular, es decir, la capacidad de

células maduras de volver a una condición meristemática y desarrollar un punto de crecimiento nuevo (Hartmann *et al.*, 1997).

En la propagación por estacas, comúnmente, se utilizan estacas de tallo, ya que, enraízan mejor que otros órganos, porque tienen mayor cantidad de tejido indiferenciado, facilitando la formación de primordios radicales (Beltrán y Castillo, 1992). La presencia de hojas en las esquejes acelera la tasa de formación de raíces y el número de raíces es proporcional al área foliar (Ryugo, 1993). La propagación por estacas presenta ventajas como: facilidad en el procedimiento, se puede propagar abundante material utilizando poco espacio, tiene bajo costo de operación, a partir de una planta se pueden obtener gran número de estacas; cada planta producida por este método, es genéticamente idéntica a la planta de la cual procede, lo que se traduce en homogeneidad del cultivo (Calderón, 1987).

Las raíces están adaptadas para crecer a través del suelo y absorber el agua y los nutrientes minerales. La toma es realizada por pelos radicales frágiles, que se encuentran en la zona de crecimiento (Taiz y Zeiger, 2006).

Cuando se propagan estacas de tallo, las raíces que se forman son adventicias. Miranda (2005) señala que tanto plántulas provenientes de estacas, como las procedentes de cultivos *in vitro*, presentan el inconveniente de la emisión de raíces adventicias, que al final van a influir negativamente en el anclaje de las plantas en el sitio definitivo. Este factor debe considerarse al elegir la profundidad y calidad del sitio de plantación y el tipo de soporte a emplear para el cultivo.

En la formación de raíces, aun existe mucha controversia con respecto a los factores que en ella influyen. La capacidad de enraizamiento depende de las características genéticas del material a propagar, edad del cultivo, suplemento exógeno de reguladores, variación de hormonas endógenas y en algunos casos, esta habilidad cambia de acuerdo con la época del año. También parece que efectos morfogénicos pueden influir, lo mismo que cofactores físicos y químicos, así como nutricionales (Haissig y Riemenschnieder, 1988). Ryugo (1993) estableció que la iniciación de raíces es el resultado de una acumulación de hormonas del enraizamiento,

basipetalmente transportadas y que la iniciación depende de las reservas almacenadas, pero no requiere de la producción actual de fotoasimilados.

El término sustrato, se aplica en horticultura a todo material sólido distinto del suelo natural o de síntesis, mineral u orgánico, que puesto en un contenedor en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema de raíces. Por otra parte, debe señalarse que el cultivo de las plantas en sustrato, permite un control del medio ambiente radical particularmente de los aspectos relacionados con el suministro de agua y nutrientes (Abad y Martínez, 1996). Los sustratos empleados en la propagación de esquejes pueden diferenciarse en orgánicos; por ejemplo, tierra, turba, compost (de diferentes materiales como corteza de pino), cascarilla de arroz e inorgánicos como la perlita, la vermiculita (inertes) y la arena (Ramírez, 2000).

La tierra, posee gran cantidad de material orgánico versus el mineral, dependiendo de su origen parental; la tierra fina puede separarse en tres tipos de materiales: las arcillas (0,002 mm), los limos (0,002–0,020 mm) y las arenas (fina, de 0,02–0,20 mm y gruesa de 0,2–2,0 mm). La cascarilla de arroz es un subproducto del arroz; puede ser utilizada como sustrato directamente o después de someterse a un proceso de quema y desinfección. La cascarilla de arroz es un material ligero, tiene porosidad elevada, así como aireación y capacidad de retención de agua. Es un material rico en potasio y fósforo y pobre en nitrógeno. La arena, por ser un material granular sin porosidad interna, depende básicamente de la granulometría, tiende a empaquetar, es decir, que las partículas finas llenan los espacios entre las partículas gruesas, compactando el material y reduciendo la aireación; su porosidad es inferior al 50% (Burés, 1997).

Los objetivos de este estudio fueron evaluar un método de propagación asexual, mediante el uso de esquejes obtenidos de diferentes partes de la planta y determinar las características del enraizamiento y algunos cambios de magnitud de los esquejes, plantados en diferentes sustratos para enraizamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esquejes tomados de plantas maduras de uchuva, fueron transplantados a los enraizadores ubicados en el invernadero de propagación de la Universidad

Nacional de Colombia, sede Bogotá, ubicada a 2.556 m de altitud y brillo solar promedio de 4,05 horas diarias (Gómez y Herrera, 2001). Se colocaron tres tipos de sustrato: arena (A); suelo:cascarilla de arroz (S:C) (1:1 v/v) y arena:suelo:cascarilla de arroz (A:S:C) (1:1:1 v/v). La arena fue lavada antes de iniciar el estudio. Se implementó un sistema de cubierta de plástico a una altura de 0,8 m, adicionalmente se colocó una malla de polisombra del 33%, evitando el efecto perjudicial de la luz directa sobre las estacas (Parker, 2000). La temperatura interna promedio de las cabinas de propagación fue de 24°C ofreciéndose así las condiciones adecuadas para el desarrollo de los esquejes.

Las plantas madres seleccionadas 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 promedio de 16 cm (2 nudos, 1 par de hojas en el nudo superior), que fueron sanos y libres de insectos, realizando el corte del tallo en bisel, con un ángulo de 45° justo por debajo del nudo (Parker, 2000). Las navajas y tijeras de podar fueron desinfectadas con alcohol al 70%. Los esquejes fueron limpiados y colocados en una bandeja con agua, para evitar su deshidratación. Esta actividad se realizó en las horas de la mañana, con el fin de disminuir la transpiración.

En el enraizador se estableció un sistema de riego mediante la instalación de una tubería central, dotada de nebulizadores Agrifim® de 40 L de descarga/hora a una altura de 15 cm, con el fin de mantener una humedad relativa alta y evitar la deshidratación del material.

Semanalmente, a partir de la tercera semana, se realizó un muestreo destructivo en donde se tomaron datos de peso de materia fresca del esqueje, longitud de las raíces, peso fresco y peso seco de raíces y longitud del brote axilar, para cada uno de los tratamientos, hasta la semana once (11) después del establecimiento. El peso de materia fresca se medía en una balanza Mettler 1200 con precisión de 0,001 g, y para la obtención de la materia seca se colocaban las muestras en un horno Binder a 105°C durante 24 horas.

El diseño experimental usado fue en parcelas divididas, en donde, cada parcela principal era el

sustrato y en cada una de las parcelas se encontraban cinco tratamientos, con 24 esquejes por tratamiento, con tres repeticiones por bloque. Los tratamientos fueron esquejes procedentes del tercio alto (Ta), del tercio medio (Tm), del tercio bajo (Tb), hoja (H) y hoja con yema axilar (Hy). Todas las variables se sometieron al análisis estadístico descriptivo (media y desviación estándar) y al análisis de varianza de acuerdo al modelo experimental especificado, para ello se empleó el programa SAS 9.0 con probabilidad menor o igual a 0,01 ($P < 0,01$); además, se utilizó la prueba del rango estudentizado de Tukey para las medias de los tratamientos con alfa de 0,05 ($P < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Longitud de raíz. Se encontraron diferencias estadísticas significativas entre esquejes para longitud de raíz (Figura 1). Los esquejes procedentes del tercio alto, presentaron mayor longitud radical, durante las semanas evaluadas, frente a los demás tratamientos. De igual manera se encontraron diferencias significativas entre sustratos, solo en algunas semanas, siendo la arena, el que permitió el mayor crecimiento de raíz (Tabla 1). Lo anterior determina que la mayor longitud de raíces se presentó en esquejes tomados del tercio alto (Figuras 1 y 2), con relación al tercio medio y hoja con yema. El tercio alto, se caracteriza por concentrar la zona de crecimiento de la planta, por lo tanto se encuentra la diferenciación histológica

primaria, donde las células continúan dividiéndose (Becerra y Chaparro, 1999). Ryugo (1993) afirma que yemas y hojas más jóvenes producen y exportan más auxinas que son esenciales para el enraizamiento, comparado con otros órganos más adultos (estacas procedentes del tercio bajo de la rama).

La mayor longitud de raíces en los esquejes del tercio apical de la rama fue similar al resultado obtenido por Sandhu *et al.* (1989) en uchuva al emplear esquejes de 2 a 5 yemas, sin embargo, este se obtuvo al tercer mes de evaluación, con el uso de auxinas, siendo la máxima longitud al finalizar el ensayo de 6,52 cm con una concentración de 250 ppm de ácido indolbutírico (AIB) frente al testigo, el cual obtuvo una máxima longitud de 5,18 cm. Esta información permite demostrar que sin el empleo de auxinas y en menor tiempo, se pueden obtener tamaños de raíz similares a los alcanzados con la aplicación de fitohormonas.

En otra especie solanácea, el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) no se presentaron diferencias significativas en la longitud de raíces (Escobar, 1997), 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.

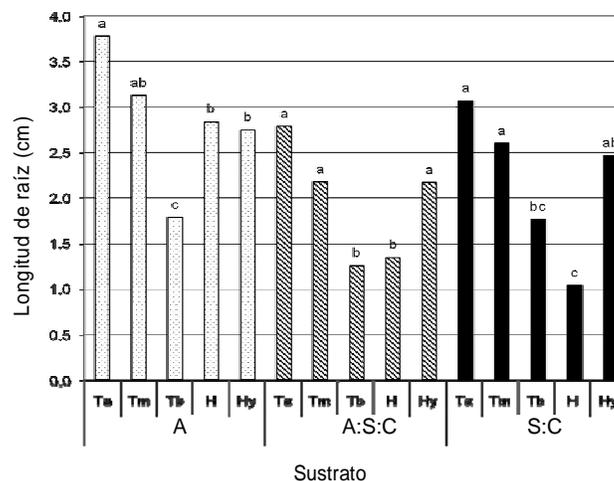


Figura 1. Longitud de raíz en esquejes de uchuva procedentes del tercio alto (Ta), tercio medio (Tm), tercio bajo (Tb) de la rama productiva, de hoja (H) y hoja con yema (Hy) en diferentes sustratos. Promedios con letras diferentes dentro del mismo sustrato, son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ($P < 0,05$). Sustratos: arena (A), suelo:cascarilla de arroz (S:C) y arena:suelo:cascarilla de arroz (A:S:C).

Tabla 1. Longitud de raíz en esquejes de uchuva establecidos en los sustratos arena (A), suelo:cascarilla de arroz (S:C) y arena:suelo:cáscarilla de arroz (A:S:C), durante las semanas de estudio.

Semana	Sustrato	Longitud de raíz (cm)
2	A	0,42 a*
	S:C	0,31 a
	A:S:C	0,15 a
3	A	1,25 a
	S:C	0,67 b
	A:S:C	0,52 b
4	A	2,45 a
	S:C	1,03 b
	A:S:C	0,84 b
5	A	3,15 a
	S:C	1,95 b
	A:S:C	1,26 b
6	A	3,76 a
	S:C	3,68 a
	A:S:C	3,16 a
7	A	3,61 a
	S:C	3,21 a
	A:S:C	2,87 a
8	A	5,38 a
	S:C	4,73 a
	A:S:C	4,56 a

*Promedios con diferente letra dentro de la misma semana son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ($P<0,05$).



(a)



(b)



(c)

Figura 2. Esquejes de uchuva enraizados procedentes de la hoja (a), del tercio medio (b) y tercio alto de la rama productiva de la planta (c).

Peso de materia fresca de raíz. En cuanto al peso de materia fresca, solo se presentaron diferencias significativas entre esquejes (Figura 3), en donde los esquejes provenientes del tercio alto, presentaron mayor materia fresca (1,38 g) durante las semanas

evaluadas. No se encontraron diferencias significativas entre los sustratos; sin embargo, el sustrato arena:suelo:cascarilla (1:1:1 v/v/v) permitió mayor acumulación de materia fresca frente a los demás sustratos.

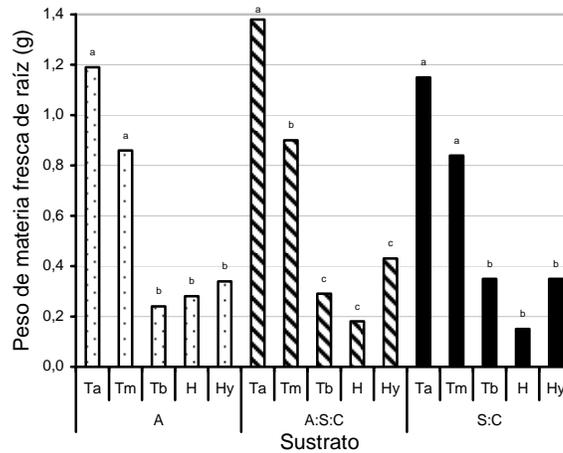


Figura 3. Peso de materia fresca de raíz en esquejes de uchuva procedentes del tercio alto (Ta), tercio medio (Tm), tercio bajo (Tb) de la rama productiva, de hoja (H) y hoja con yema (Hy) en diferentes sustratos. Promedios con letras diferentes dentro del mismo sustrato son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ($P < 0,05$). Sustratos: arena (A), suelo:cascarilla de arroz (S:C) y arena:suelo:cáscarilla de arroz (A:S:C).

Según Salisbury y Ross (1994), existen evidencias sobre que las auxinas influyen la iniciación de raíces. Con base en lo anterior, se supone que en el tercio alto de las ramas, se presenta alto contenido de auxinas, debido a que se encuentra en la parte apical de la planta, acelerando la elongación celular formando los meristemos apicales, en la zona meristemática (Bidwell, 1979). También Lenz (1986) afirma que en esquejes provenientes de partes de mayor edad de la

planta madre (por ejemplo parte basal de la rama), se disminuye la capacidad de enraizamiento.

Peso de materia seca de raíz. El peso de materia seca de raíz durante las semanas de evaluación solo presentó diferencias significativas entre esquejes (Figura 4), los provenientes del tercio alto presentaron mayor acumulación de materia seca; no se presentaron diferencias significativas entre sustratos.

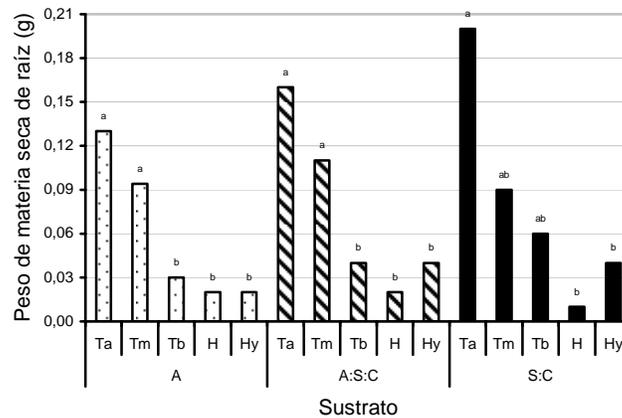


Figura 4. Peso de materia seca de raíz en esquejes de uchuva procedentes del tercio alto (Ta), tercio medio (Tm), tercio bajo (Tb) de la rama productiva, de hoja (H) y hoja con yema (Hy) en diferentes sustratos. Promedios con letras diferentes dentro del mismo sustrato, son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ($P < 0,05$). Sustratos: arena (A), suelo:cascarilla de arroz (S:C) y arena:suelo:cáscarilla de arroz (A:S:C).

Los valores de peso de materia seca de raíces 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. Las plantas enraizadas en suelo mostraron la mayor acumulación de materia seca, esta condición posiblemente se presenta debido a que del suelo se pueden obtener mayor cantidad de nutrientes, frente al sustrato arena.

Para las anteriores variables relacionadas con el enraizamiento, ya existen estudios, cuyos resultados se asemejan a los obtenidos en el presente trabajo, tal es el caso de Medina (1991) quien enraizó esquejes de uchuva procedentes de la parte terminal, media y basal de las ramas en escoria fina. Los mejores porcentajes de enraizamiento se lograron con los esquejes jóvenes (terminales), a las cinco semanas de establecidos; mientras que los procedentes de los tercios medios y basales presentaron en el mismo tiempo 80 y 65% de esquejes enraizados respectivamente. Los esquejes de la parte media mostraron raíces de mayor vigor, los de la parte terminal abundantes raíces secundarias y terciarias, mientras que las de la parte basal formaron abundante callo pero pocas raíces. Sin embargo, en gulupa, Forero y Becerra (2008), no encontraron diferencias significativas entre el peso de materia seca de raíces, en relación con la procedencia de los esquejes.

A través del presente estudio, se pudo corroborar que las partes jóvenes de la planta, correspondientes al tercio alto, con 92%, presentaron los mayores porcentajes de enraizamiento; sin embargo, solo existen diferencias significativas frente a los otros esquejes desde la segunda semana hasta la semana 6, desde la cual, no se encontraron diferencias significativas hasta la semana 8. A diferencia de Medina (1991), quien trabajó con tres sustratos, aquí se puede demostrar que las estacas establecidas en arena, presentan los mayores porcentajes de enraizamiento. Sin embargo, comparando la arena sola con la mezcla de arena + vermiculita (Tillmann *et al.*, 1994), las plantas que crecieron en la mezcla, presentaron grandes ventajas respecto al peso de la materia seca de raíces y el porcentaje de estacas enraizadas en cróton (*Codiaeum variegatum* L.), presentado la arena una menor retención de agua y una mayor densidad de raíces que la mezcla.

Longitud del brote axilar. Con relación a la longitud del brote axilar, hubo diferencias significativas entre esquejes en todas las semanas (Figura 5). Esquejes provenientes del tercio bajo mostraron las mayores longitudes de brote axilar en arena y suelo:cascarilla de arroz (1:1 v/v). En el caso de hoja sin yema, no se presentó en las semanas de estudio un crecimiento del brote. La diferencia entre sustratos se registró durante las últimas tres semanas como se observa en la Tabla 2.

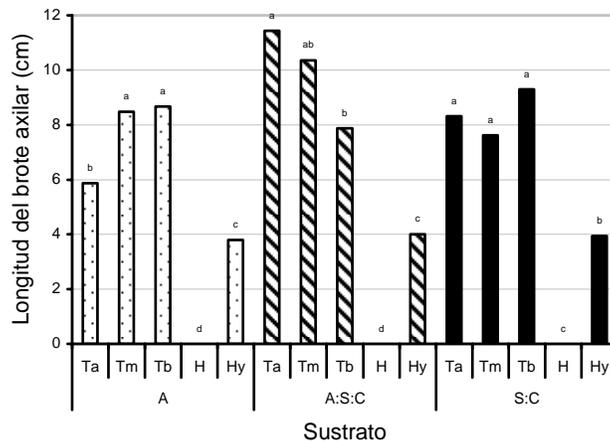


Figura 5. Longitud del brote axilar en esquejes de uchuva procedentes del tercio alto (Ta), tercio medio (Tm), tercio bajo (Tb) de la rama productiva, de hoja (H) y hoja con yema (Hy) en diferentes sustratos. Promedios con letras diferentes dentro del mismo sustrato, son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey ($P < 0,05$). Datos correspondientes al promedio de semanas. Sustratos: arena (A), suelo:cascarilla de arroz (S:C) y arena:suelo:cáscarilla de arroz (A:S:C).

Tabla 2. Longitud del brote axilar en esquejes de uchuva establecidos en los sustratos: arena (A), suelo:cascarilla de arroz (S:C) y arena:suelo:cáscarilla de arroz (A:S:C), durante las semanas de estudio.

Semana	Sustrato	Longitud del brote axilar (cm)
2	A	1,11 a*
	S:C	0,95 a
	A:S:C	0,70 a
3	A	1,70 a
	S:C	1,50 a
	A:S:C	1,28 a
4	A	3,74 a
	S:C	3,03 a
	A:S:C	2,78 a
5	A	3,50 a
	S:C	3,30 a
	A:S:C	2,28 a
6	A	11,90 a
	S:C	8,86 b
	A:S:C	7,83 b
7	A	10,70 a
	S:C	8,63 ab
	A:S:C	7,57 b
8	A	17,49 a
	S:C	14,16 ab
	A:S:C	12,50 b

*Promedios con diferente letra dentro de la misma semana son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ($P < 0,05$).

Para las semanas 2 a 5, los datos indican que los esquejes tomados del tercio bajo, mostraron diferencias significativas frente a los otros esquejes, debido a su vigor; sin embargo, durante las últimas semanas (6 a 8) los del tercio medio y alto, presentaron elongamiento del brote axilar, alcanzando al tercio bajo. Esto se debe, según Hartmann *et al.* (1997), a que estos esquejes incrementaron su vigor después de aumentar su enraizamiento, así como el número de raíces, permitiendo tomar nutrientes del suelo, con el fin de sostener este brote. Esto se puede corroborar ya que el inicio del enraizamiento se presenta a partir de la semana 3 coincidiendo con el desarrollo del brote axilar; durante las semanas 3 a 8 existe una relación proporcional entre el desarrollo de la raíz y la longitud del brote axilar.

Durante el ensayo el peso de la materia fresca mostró diferencia altamente significativa entre los

esquejes tomados del tercio bajo y los demás esquejes (Figura 6), esto se debe a que en el momento de la siembra, los esquejes procedentes del tercio bajo, pesaban entre 13 y 17 g, mientras los del tercio medio pesaban solamente entre 5 y 7 g, aunque la ganancia de peso fue proporcional para todos los esquejes, el tercio bajo siempre obtuvo mayor peso.

Los datos manifiestan que para el esqueje de hoja se evidenció a través de las semanas, una disminución de peso, debido a que en el sustrato suelo:cascarilla (1:1 v/v) a partir de la semana 6, estos esquejes presentaron clorosis y posteriormente murieron, mientras que en el sustrato arena: suelo:cascarilla (1:1:1 v/v/v), esta misma sintomatología inició en la semana 8. Sin embargo, en arena los esquejes de hoja, permanecieron verdes en el 100%, fue en este sustrato en donde se obtuvo mayor porcentaje de enraizamiento (Tabla 3).

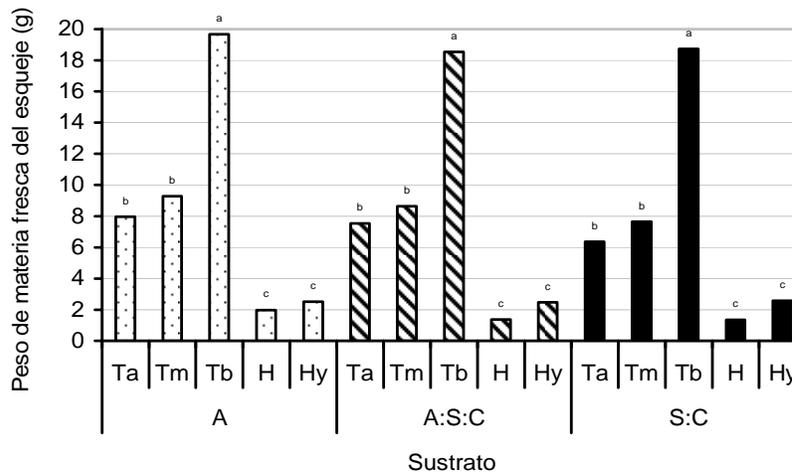


Figura 6. Peso fresco en esquejes de uchuva procedentes del tercio alto (Ta), tercio medio (Tm), tercio bajo (Tb) de la rama productiva, de hoja (H) y hoja con yema (Hy) en diferentes sustratos. Promedios con letras diferentes dentro del mismo sustrato, son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ($P < 0,05$). Sustratos: arena (A), suelo:cascarilla de arroz (S:C) y arena:suelo:cáscarilla de arroz (A:S:C).

Tabla 3. Enraizamiento de esquejes de hoja en uchuva en tres sustratos: arena (A), suelo:cascarilla de arroz (S:C) y arena:suelo:cáscarilla de arroz (A:S:C).

Sustrato	Enraizamiento (%)
A	83,33a
A:S:C	64,28bc
S:C	35,71c

* Promedios con diferente letra son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ($P < 0,05$).

Sustratos. De acuerdo con el análisis estadístico, no hubo diferencias significativas entre sustratos, sin embargo los sustratos arena y arena: suelo:cascarilla (1:1:1 v/v/v) demostraron tener para todas las variables el mejor comportamiento, esto se debe a que los suelos con texturas franco-arenosas permiten el óptimo desarrollo para este cultivo (Tamayo, 2002). En el sustrato arena, hubo mayor expansión de raíces porque estas texturas facilitan la velocidad de crecimiento, la cual depende de la resistencia que le ofrece el sustrato. La arena, opone menor resistencia debido a que está constituida por partículas macroscópicas (0,02 y 2,00 mm) que generan espacios entre los gránulos, esto facilita la expansión de las raíces.

CONCLUSIONES

Las partes jóvenes de la planta de uchuva, que se ubican en el tercio alto, presentaron mayor enraizamiento, longitud de raíces y peso de materia seca.

En arena se obtuvo la mayor emisión de raíces, por lo que se recomienda su uso para el enraizamiento de esquejes de uchuva.

Temperaturas promedio de 24°C, en sustrato de arena y empleando esquejes del tercio alto, se puede obtener una longitud de raíz similar en el tiempo, a la obtenida en estudios en los cuales se enraizan esquejes de uchuva con aplicación de fitohormonas.

BIBLIOGRAFÍA

Abad, M. y P. Martínez. 1996. Los sustratos y los cultivos sin suelo en España. En: Memorias Curso master internacional, aprovechamiento de residuos orgánicos. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. p. 22-24.

Almanza, P.J. 2000. Propagación. En: Flórez, V.J., G. Fischer y A.D. Sora (eds.). Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. p. 27-40.

- Angarita, A. y G. Santana. 1997. Regeneración adventicia de somaclonales en uchuva (*Physalis peruviana*). Agron. Colomb. 14(1): 59–65.
- Becerra, N. y M. Chaparro. 1999. Morfología y anatomía vegetal. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. p. 19–65.
- Beltrán, Y. y A. Castillo. 1992. Evaluación del efecto de auxinas en diferentes sustratos sobre el enraizamiento de estacas de mora de castilla (*Rubus glaucus*). Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 87 p.
- Bernal, J. A. 1965. Primeros ensayos sobre el cultivo de la uchuva. Trabajo de grado. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Tunja. 56 p.
- Bidwell, A. 1979. Fisiología vegetal. Primera edición. AGT Editor, México. 784 p.
- Brito, D. 2002. Producción de uvilla para exportación - Agroexportación de productos no tradicionales. Fundación Aliñambi, Quito. p. 1–10.
- Burés, S. 1997. Sustratos. Editorial Aerotécnicas, Madrid. p. 178–258.
- Calderón, E. 1987. Fruticultura general, el esfuerzo del hombre. Limusa, México. p. 546-549.
- De Klerk, G. 2002. Rooting of microcuttings: Theory and practice. *In vitro* Cellular and Development Biology Plant 38(5):415-422.
- 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.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1982. Fruit bearing forest trees: technical notes. FAO Forestry Paper 34:140-143.
- Fischer, G. 2000. Crecimiento y desarrollo. p. 9-26. En: Flórez, V.J., G. Fischer y A.D. Sora (eds.). Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Unibiblos. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Forero, C. y N. Becerra. 2008. Propagación de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) por estacas. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogota. 92 p.
- Gómez, J. y J. Herrera. 2001. Evaluación de la aplicación de urea, melaza y aminoácidos sobre el crecimiento y rendimiento de la cebolla de bulbo (*Allium cepa* L. grupo cepa) híbrido Yellow granex, en condiciones de la sabana de Bogotá. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 67 p.
- Haissig, T.D. y Riemenschneider. 1988. Genetic effects on adventitious rooting. p. 47–60. En: Haissig, T.D., B. Davis y N. Sankhla (eds.). Adventitious root formation in cuttings. Dioscorides Press, Portland, Oregon, 315 p.
- Hartmann, H.T., D.E. Kester, J.T. Davies y R.L. Geneve. 1997. Plant propagation: principles and practices. 6th edition. Prentice Hall, Uper Saddle River, New Jersey. p. 199–209.
- Klinac, D. J. 1986. Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) production systems. New Zealand J. Expt. Agric. 14: 425 – 430.
- Lenz, F. 1986. Vermehrung von Baum- und Strauchkulturen. In: Rehm, S. (ed.). Grundlagen des Pflanzenbaues in den Tropen und Subtropen. Verlag Eugen Ulmer publishers, Stuttgart, Germany. p. 239-248.
- Medina, M.E. 1991. El cultivo de uchuva tipo exportación. Agric. Tropical 28(2): 55-64.
- Miranda, D. 2005. Criterios para el establecimiento, los sistemas de cultivo, el tutorado y la poda de la uchuva. En: Fischer, G., D. Miranda, W. Piedrahita y J. Romero (eds.). Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia. Unibiblos. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. p. 29–54.
- Parker, R. 2000. La ciencia de las plantas. Paraninfo, Thomson Learning, Madrid.p. 255-276.
- 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. p. 25-26.
- Ryugo, K. 1993. Fruticultura – Ciencia y arte. AGT Editor, S.A., México, D.F. 460 p.
- Salisbury, F. y C. Ross. 1994. Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica, México. p. 309–318.
- Sandhu, A.S., S.N. Singh, P.P.S. Minhas and G.P. Grewal. 1989. Rhizogenesis of shoot cuttings of raspberry (*Physalis peruviana* L.). Indian J. Hort. 46(3): 376-378.
- Taiz, L. y E. Zeiger. 2006. Plant physiology. 4th edition. Sinauer Associates, Sunderland. 764 p.

Propagación uchuva (*Physalis peruviana* L.).....

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. p. 82-86.

Tillmann, M.A., C. Cavarían, Z. Piana y K. Minami. 1994. Comparação entre diversos sustratos no enraizamiento de estacas de cróton (*Codiaeum variegatum* L.). Sci. Agric. 51(1): 17-20.