



Efecto de dos reguladores fisiológicos en la propagación asexual de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en condiciones de invernadero

Effect of Two Physiological Regulators on Asexual Propagation of Cape Gooseberry (*Physalis peruviana* L.) under Greenhouse Conditions

Rafael Antonio Guerrero-Díaz^{1, 2}
Carlos David Pedraza-Correales¹
Eyvar Ariosto Olarte-Saavedra¹



DOI: <https://doi.org/10.19053/01228420.v20.n2.2023.16572>

RESUMEN: la uchuva es una planta de gran valor nutricional y medicinal, y es la fruta exótica más importante en las exportaciones colombianas. Normalmente es reproducida sexualmente, no obstante, su reproducción por medio de esquejes reduce su periodo vegetativo alrededor de un mes. Para su propagación asexual usualmente se emplean diferentes reguladores de crecimiento (PGRs). El reemplazo de los PGR sintéticos por alternativas naturales se está volviendo habitual debido al alto costo de los PGR sintéticos y al riesgo de toxicidad en plantas, humanos y animales debido a la aplicación de sobredosis. Por esto, el objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos de la aplicación de un enraizante sintético y uno natural en la propagación asexual de *Physalis peruviana* L. Para esto se emplearon esquejes de 11 cm de longitud de plantas adultas del ecotipo Colombia y se realizó un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos (Aloe vera L., ANA 0,4 % y control sin hormona) y tres réplicas. Establecidos los esquejes de uchuva en invernadero se evaluó el porcentaje de sobrevivencia, porcentaje de enraizamiento, altura del esqueje y longitud de la raíz. El porcentaje de sobrevivencia y de enraizamiento fue de 100 % para todos los tratamientos debido a los niveles de reserva del material vegetal. La aplicación de ANA 0,4 % presentó mejores resultados que los demás tratamientos en la longitud de raíz. Para la altura del esqueje no hubo diferencias significativas entre el enraizante natural y el sintético. Además, se obtuvo enraizamiento para la totalidad de los esquejes, aun sin el uso de la hormona.

PALABRAS CLAVE: reproducción vegetativa, auxinas, ácido naftalenacético, sábila, enraizamiento.

ABSTRACT: the cape gooseberry is a plant of great nutritional and medicinal value. It is the most important exotic fruit exported by Colombia. It is normally sexually propagated, but its propagation by cuttings shortens its vegetative period by about one month. For asexual propagation, different plant growth regulators (PGRs) are usually used. Replacing synthetic PGRs with natural alternatives is becoming more common due to the high cost of synthetic PGRs and the risk of toxicity to plants, humans and animals from overuse. For this reason, the objective of the present study was to evaluate the effects of applying a synthetic and a natural rooting agent on the asexual propagation of *Physalis peruviana* L. For this, 11 cm long cuttings of adult plants of the Colombia ecotype were used and a completely randomized design (DCA) with three treatments (Aloe vera L., ANA 0.4% and control without hormone) and three replications was used. Once the cape gooseberry cuttings were established in the greenhouse, the survival percentage, rooting percentage, cutting height, and root length were evaluated. Survival and rooting percentage was 100% for all treatments due to the reserve levels of the plant material. The application of ANA 0.4% showed better results than the other treatments in root length. There were no significant differences in the height of the cuttings between the natural and synthetic rooting hormones. Furthermore, rooting was obtained for all the cuttings, even without the use of the hormone.

KEYWORDS: vegetative propagation, auxins, naphthaleneacetic acid, aloe vera, rooting.

FECHA DE RADICACIÓN: 22 de septiembre de 2023 **FECHA DE ACEPTACIÓN:** 24 de septiembre de 2023 **FECHA DE PUBLICACIÓN:** 1 de noviembre de 2023

1 Investigador independiente, Tunja, Colombia.

ORCID: Guerrero-Díaz, R. A.: <https://orcid.org/0009-0002-2859-3867>;

ORCID: Pedraza-Correales, C. D.: <https://orcid.org/0009-0001-1616-6844>;

ORCID: Olarte-Saavedra, E. A.: <https://orcid.org/0009-0003-0185-7735>

2 Autor de correspondencia: guerrerorafaelantonio57@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El género *Physalis* incluye especies comestibles que se caracterizan por su fruto tipo baya cubierto por un cáliz (Gamero-Vega et al., 2022). Una especie muy destacada de este género es la uchuva (*Physalis peruviana* L.), la cual es originaria de los Andes suramericanos, especialmente de Perú, Bolivia y Colombia, donde crece como planta silvestre y semisilvestre (Suescún et al., 2011). Para cultivos comerciales de uchuva en Colombia, Fischer & Melgarejo (2020) y Fischer et al. (2022) reportan un rango de altitud óptimo entre 1800 y 2800 msnm. Esta es una especie frutícola de gran importancia económica en Colombia como primer productor mundial, seguido por Sudáfrica. Esta especie presenta tres ecotipos: Kenia, Sudáfrica y Colombia, de donde han tomado sus nombres; estos se diferencian por el color y el tamaño del fruto, por la forma del cáliz y por el peso de los frutos cuando maduran (Fischer & Orduz-Rodríguez, 2012; Zapata, 2012). La uchuva colombiana se caracteriza por tener una mejor coloración y mayor contenido de azúcares, características que la hacen más apetecible (Páez et al., 2012).

Esta especie se propaga normalmente por semilla; sin embargo, es común que los productores la propaguen asexualmente mediante estacas y esquejes, además, *in vitro* y por injertos (púa terminal) (Fischer et al., 2014). La reproducción vegetal mediante esquejes es un método muy utilizado en diversos cultivos. Dicha propagación se orienta a la reproducción de plantas idénticas con características deseables como alta productividad, calidad superior o tolerancia a factores bióticos o abióticos (Rojas et al., 2004; Miranda & Perea, 2012). En la uchuva, la propagación por esquejes (estacas apicales) es recomendable cuando se desea mantener un excelente material genético, un porte de la planta más bajo con una producción más rápida y uniforme (Almanza, 2000).

La propagación asexual mediante esquejes puede no funcionar a causa de las condiciones ambientales o por características propias de la planta; en consecuencia, es necesario emplear diferentes tratamientos con reguladores de crecimiento (PGRs) (Alvarado-Sanabria & Álvarez-Herrera, 2014), los cuales comprenden cualquier compuesto de origen sintético o natural con efectos hormonales (Blythe et al., 2007). En muchos casos, el enraizamiento, es decir, la formación de raíces adventicias en la base del esqueje, es un proceso natural, sin embargo, la aplicación de ácido indol acético (AIA) y auxinas sintéticas, como ácido indol butírico (IBA) y ácido naftalenacético (ANA), estimula el enraizamiento (Acosta et al., 2013).

La formación de raíces adventicias en estacas apicales es un proceso que consta principalmente de dos etapas: la formación de primordios de raíz a partir de ciertas células susceptibles y el crecimiento de las raíces. Ambas etapas requieren auxinas, aunque en cada una de ellas las necesidades son diferentes y dependen de la especie (Acosta et al., 2013). El modo de acción

de las auxinas tiene efecto sobre la división y el crecimiento celular. Cuando se propaga por esquejes, el adecuado balance de hormonas vegetales afecta el desarrollo del sistema radicular (Rojas et al., 2004).

En la actualidad, muchos agricultores utilizan gel de sábila para inducir el enraizamiento en esquejes de tallo, dado que el extracto en gel contiene hormonas vegetales como auxinas y giberelinas, y promotores del crecimiento de las raíces de las plantas como el ácido salicílico. Se ha reportado el uso de gel de sábila como enraizante eficiente en la propagación asexual de especies como *Citrus aurantifolia*, *Syzygium jambos* (Mirihagalla & Fernando, 2020), *Vitex diversifolia* (Shidiki et al., 2019), *Ficus benjamina* (Alvarado-Aguayo & Munzón-Quintana, 2020), *Vitis vinifera* (Uddin et al., 2020), entre otras. Para *P. peruviana* no se presentan investigaciones que usen dicho tratamiento o alguno relacionado con enraizantes naturales.

El reemplazo de los PGR sintéticos por alternativas naturales se está volviendo habitual debido al alto costo de los PGR sintéticos y al riesgo de toxicidad en plantas, humanos y animales por la aplicación de sobredosis (Mirihagalla & Fernando, 2020). Es por esto por lo que el objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos de la aplicación de un enraizante sintético y uno natural en la propagación asexual de *Physalis peruviana* 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 (UPTC, Tunja) (2782 msnm, 5°32' N y 73°23' O). Dentro del invernadero, la temperatura fue de 16 °C y la humedad relativa promedio del 65 %.

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos: sábila (*A. vera* L.), ácido naftalenacético (ANA) concentración 0,4 % y un control sin hormona. Se emplearon tres repeticiones de diez esquejes. La preparación y aplicación de los tratamientos se hizo según Alvarado-Aguayo & Munzón-Quintana (2020).

Los esquejes de *P. peruviana* fueron seleccionados de acuerdo con las recomendaciones de Angulo *et al.* (2005), a partir de plantas con excelentes características de porte, arquitectura, sanidad, productividad y calidad. Se tomaron esquejes de la parte apical de plantas adultas del ecotipo Colombia de aproximadamente 12 meses de edad, provenientes de una finca en la localidad de Tierra Negra (Boyacá).

En el invernadero, los esquejes fueron cortados con una longitud de 11 cm; el corte se hizo justo debajo de un nudo. Posteriormente fueron impregnados 2 cm desde su base con ANA 0,4 % y *Aloe vera* L., luego fueron sembrados en recipientes de poliestireno expandible con capacidad para 24 onzas de compost (equinaza y residuos vegetales). Siguiendo las recomendaciones de

Moreno *et al.* (2009) y Relf & Ball (2019), a los esquejes se les dejó un par de hojas y se les retiraron periódicamente las flores y frutos nacientes. Se aplicaron 300 mL de agua diarios a cada repetición. Se realizó control preventivo para *Liriomyza* spp. y *Phoma* sp.

El experimento duró ocho semanas. Desde la tercera semana se determinaron la altura y la longitud de la raíz del esqueje con flexómetro (con grado de exactitud de 1 mm), tomando 5 esquejes al azar por réplica; los porcentajes de sobrevivencia y de prendimiento (%) se calcularon con la totalidad de los esquejes mediante las fórmulas adaptadas de Shidiki *et al.* (2019) y Uddin *et al.* (2020), respectivamente:

$$\text{Porcentaje de sobrevivencia} = \frac{\text{número de esquejes sobrevivientes}}{\text{número total de esquejes}} \times 100$$

$$\text{Porcentaje de enraizamiento} = \frac{\text{número de esquejes con raíces}}{\text{número total de esquejes}} \times 100$$

A los datos obtenidos (https://drive.google.com/drive/folders/1-nBs-zYPk-vyhXUajPHp-DPVPdQ7AMKeN?usp=drive_link) se les comprobó la distribución normal de residuales y homogeneidad de varianza mediante la prueba de Shapiro y Bartlett, respectivamente. Comprobados los supuestos de normalidad y homogeneidad, se hizo un análisis de varianza de una vía (Anova) con una probabilidad del 5 %; cuando se encontraron diferencias significativas, se compararon las medias por la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). Todos los análisis mencionados se efectuaron en el *software* estadístico RStudio, versión 4.2.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de ser separados de la planta madre, los esquejes deben valerse de sus reservas para sobrevivir y adaptarse, hasta que logren desarrollar raíces. El porcentaje de sobrevivencia no presentó diferencias significativas entre tratamientos (100 % en cada uno) para la totalidad del ensayo, dado que los esquejes provenían de plantas vigorosas con suficientes reservas de energía para sobrevivir en condiciones adversas como el transporte al sitio de plantación y el acondicionamiento en este. El tamaño de los esquejes (11 cm) y la presencia de hojas en estos desempeñaron un papel determinante en el porcentaje de sobrevivencia. Varios autores (Moreno *et al.*, 2009; Villa *et al.*, 2017; Cavusoglu & Kasim, 2022) señalan que esquejes de 10 a 15 cm de longitud son los indicados para propagar la especie en mención. Villa *et al.* (2017) hallaron en *P. peruviana* que esquejes de 10 cm de longitud presentaron un porcentaje de sobrevivencia de 96,88 %, y esquejes sin hojas uno de 9,38 %.

Para sobrevivir, los esquejes deben desarrollar un sistema radicular lo más pronto posible, ya que sin este no pueden aprovechar el agua ni los

nutrientes. La consecuencia de un enraizamiento lento puede ser la muerte, ya que el esqueje debe depender de sus limitadas reservas de agua (Relf & Ball, 2019). El porcentaje de enraizamiento presentó diferencias significativas en la primera medición: 33 % para el control sin hormona, 50 % para *Aloe vera* L., y 100 % para ANA 0,4 %, lo que evidencia la aceleración del enraizamiento al aplicar auxinas: el efecto de un enraizador natural (sábila) nunca es tan rápido como el de uno industrial (ANA 0,4 %) (Quiroz, 2021). A partir de la segunda medición no se presentaron diferencias significativas (porcentaje de prendimiento de 100 % para los tres tratamientos). Esto se debe a que la reproducción asexual se basa en el principio de totipotencia celular, esto es, en su meristemo apical, los esquejes son ricos en células totipotenciales que tienen la capacidad de formar nuevos tejidos idénticos (Friml, 2010; Miranda & Perea, 2012). Estas células son esenciales para el crecimiento y la reparación de las plantas, ya que pueden dividirse y diferenciarse en diferentes tipos de células para formar nuevos tejidos y órganos (Ikeuchi et al., 2016). Al comienzo, a los esquejes se les dejó un par de hojas para propiciar la redistribución de auxinas y carbohidratos, lo que contribuyó a su enraizamiento. Si no se hubiese hecho lo anterior, los esquejes desprovistos de hojas probablemente habrían presentado porcentajes de enraizamiento muy bajos, como en el caso de Villa *et al.* (2017), quienes obtuvieron resultados negativos para esta variable en esquejes sin hojas de *P. peruviana* (9,38 %).

La altura del esqueje (Figura 1) es una variable que soporta la aseveración de Angulo *et al.* (2005), quienes señalan que mediante la propagación asexual de uchuva el periodo vegetativo de la planta se reduce aproximadamente en un mes. La altura del esqueje mostró diferencias significativas entre tratamientos hasta la tercera medición; el tratamiento ANA 0,4 % presentó una media de $15,16 \pm 0,44$ cm: el crecimiento de las plantas sometidas a la auxina presentó un crecimiento mucho más notorio, dado que entre las funciones fisiológicas de esta se encuentra el crecimiento celular controlando la elongación y división celular, no solo en la raíz sino en hojas y meristemos del tallo (Garay-Arroyo et al., 2014). Además, la adición de la auxina provocó un incremento en la velocidad de crecimiento (Taiz et al., 2014). No obstante, la tendencia no se mantuvo, ya que en la semana seis las diferencias estadísticas se redujeron entre los tratamientos de auxina y sábila, con una media de $21,00 \pm 0,57$ y $19,16 \pm 0,44$ cm, respectivamente. Hasta que en la semana siete los tratamientos mencionados previamente no presentaron diferencias estadísticas, con una media de $23,33 \pm 0,88$ cm para el tratamiento con auxina y $23,00 \pm 0,57$ cm para el tratamiento con *Aloe vera* L. Este comportamiento se debe a que en los extractos de plantas del género *Aloe* han sido identificados alrededor de 75 ingredientes biológicos activos, incluidos ácido salicílico, auxinas, giberelinas, azúcares, saponinas, aminoácidos, entre otros, los cuales promueven la preservación y proliferación celular (Rajan & Singh, 2021), lo que influyó notablemente en el desarrollo y crecimiento de los esquejes.

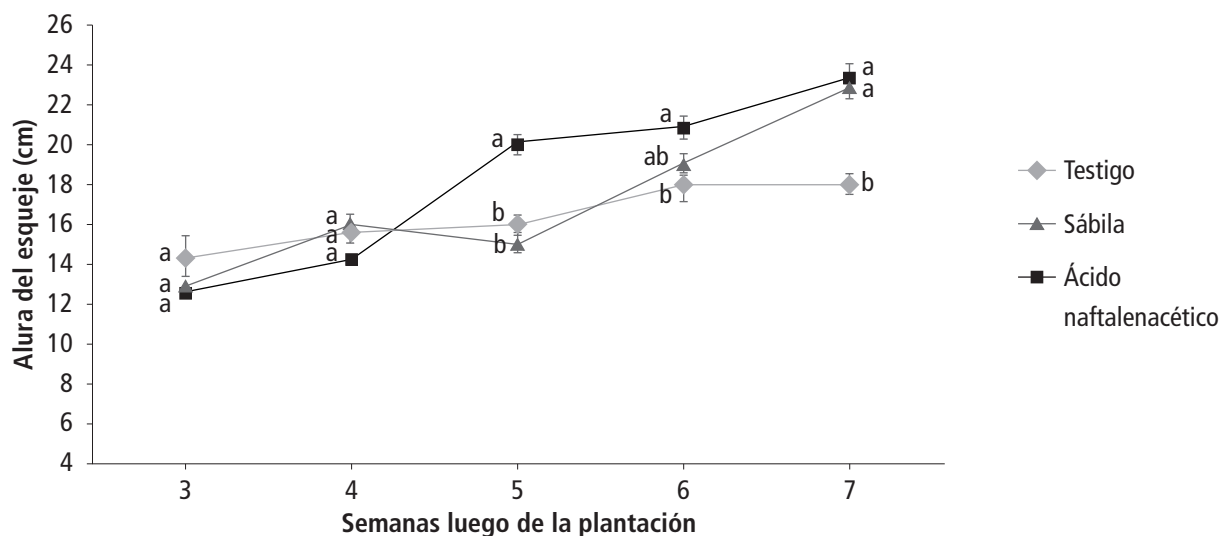


FIGURA 1. Comportamiento de la altura de esquejes de uchuva (*P. peruviana* L.) sometidos a sábila (*Aloe vera* L.) y ácido naftalenacético (ANA 0,4 %). Medias con letras distintas indican diferencias estadísticas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Una raíz vigorosa y proporcional determina el éxito de la reproducción asexual en plantas, ya que promueve la absorción de agua y nutrientes (Relf & Ball, 2019). Desde la primera hasta la última medición se observaron diferencias estadísticas entre el tratamiento ANA 0,4 % con respecto a los tratamientos restantes para la variable longitud de la raíz (Figura 2). El proceso de rizogénesis está íntimamente asociado a la división celular. Las auxinas estimulan la división de células localizadas en el periciclo, en la zona justo arriba de la zona de elongación, para provocar la formación de raíces laterales (Jordán & Casaretto, 2007). La administración de auxinas como el ANA promueve la elongación de raíces en bajas concentraciones estimulando la división celular, favorece el agrandamiento celular (auxesis) en entrenudos jóvenes; promueve la elongación, principalmente aumentando la extensibilidad de la pared celular, al mismo tiempo que estimula la mitosis (Barbat, 2006); en consecuencia, el tratamiento con auxina aumentó el porcentaje de esquejes enraizados, aceleró el enraizamiento e incrementó la calidad y la longitud de la raíz (Ballesteros & Peña, 2012; Taiz et al., 2014). En contraste con lo expuesto por Moreno *et al.* (2009), quienes mencionan que no se formaron raíces en esquejes de *P. peruviana* sin la aplicación del promotor (hormona), en el presente estudio, en los esquejes desprovistos de la hormona sí se formaron. Asimismo, el sustrato (compost) permitió un desarrollo óptimo de la raíz para los tres tratamientos, ya que la uchuva prospera bien en suelos ricos en materia orgánica que no presenten resistencia mecánica a la penetración de las raíces (Fischer & Miranda, 2012; Gómez & Núñez, 2014; López et al., 2008).

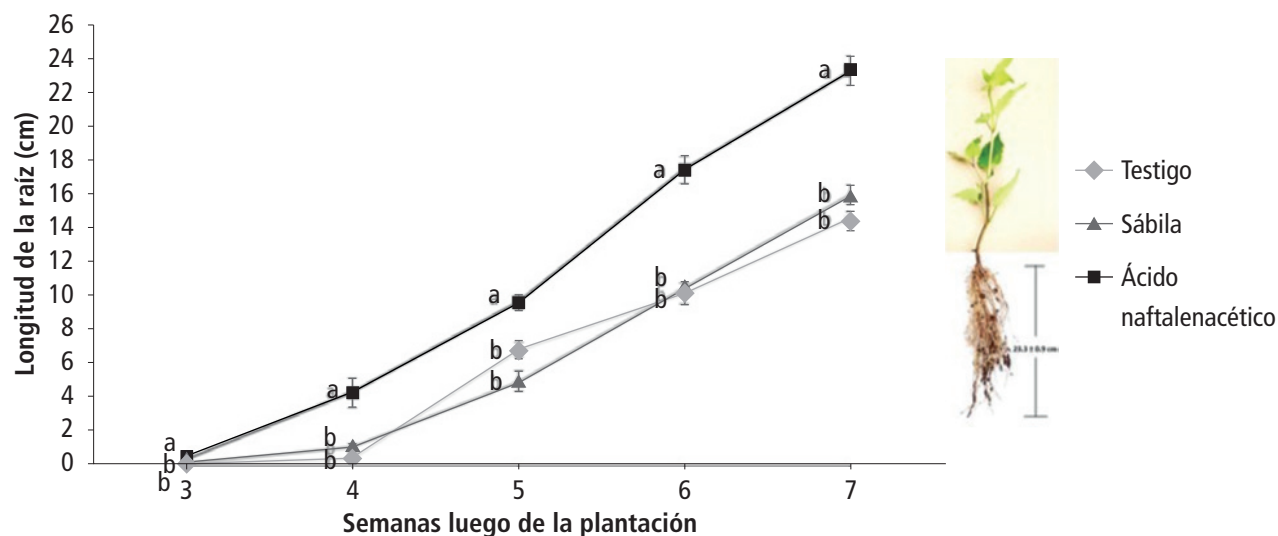


FIGURA 2. Comportamiento de la longitud de la raíz en esquejes de uchuva (*P. peruviana* L.) sometidos a sábila (*Aloe vera* L.) y ácido naftalenacético (ANA 0,4 %). Letras distintas indican diferencias estadísticas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

CONCLUSIONES

La aplicación de ácido naftalenacético (ANA 0,4 %) favorece la propagación asexual de uchuva mediante esquejes, pues presenta valores significativos en la longitud de la raíz, además de aumentar la velocidad de crecimiento. Sin embargo, el uso de sábila mostró resultados favorables para la altura de los esquejes, por lo que no se descarta su uso para la reproducción vegetativa de la especie; además, hay que tomar en cuenta que es una alternativa mucho más económica. Cabe resaltar que se obtuvo enraizamiento para la totalidad de los esquejes, aun sin el uso de un agente enraizador.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada con recursos propios, con el apoyo de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Uptc) en infraestructura y equipos. Los autores agradecen a la doctora Brigitte Moreno por el soporte técnico y científico brindado; asimismo a Víctor López, agricultor, por su generosidad al facilitar el material vegetal, indispensable para el presente estudio.

Conflicto de intereses: los autores declaran no presentar conflicto de intereses.

Contribución de autorías: los autores contribuyeron equitativamente y de manera significativa al desarrollo del presente estudio.

REFERENCIAS

- Acosta, M., Sánchez, J., & Bañón, M. (2013). Auxinas. En J. A. Bieto, & M. Talón (Eds.), *Fundamentos de fisiología vegetal* (2ª ed. pp. 377–398) Publicacions i Edicions Universitat de Barcelona.
- Almanza, P. J. (2000). Propagación. En V. J. Flórez, G. Fischer, & A. D. Sora (Eds.), *Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (Physalis peruviana L.)* (pp. 27–40). Universidad Nacional de Colombia.
- Alvarado-Aguayo, A., & Munzón-Quintana, M. (2020). Evaluación de la efectividad del gel de sábila y agua de coco como enraizantes naturales en diferentes sustratos para la propagación asexual de árboles de *Ficus benjamina*. *Agronomía Costarricense*, 44(1), 65–77. <https://doi.org/10.15517/rac.v44i1.40002>
- Alvarado-Sanabria, O. H., & Álvarez-Herrera, J. G. (2014). Effect of indole-3-butyric acid and *Trichoderma harzianum* Rifai on asexual cape gooseberry propagation (*Physalis peruviana* L.). *Agronomía Colombiana*, 32(3), 326–333. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v32n3.45941>
- Angulo, R., Cooman, A. & Gómez, D. (2005). Propagación. En R. Angulo (Ed.), *Uchuva. El cultivo* (pp. 7–10). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Ballesteros, I. A., & Peña, R. R. (2012). Evaluación de cuatro enraizadores y tres métodos de aplicación en *Sedum acre* L., *Sedumluteoviride* RT Clausen, *Sedumreflexum* (L.) Grulich y *Sedumsediforme* (Jacq.) Pau [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/12118>
- Barbat, T. (2006). La multiplicación de las plantas. *Horticultura Internacional*, 1, 32–43. http://www.horticom.com/Revistasonline/revistas/viveros06/a_barbat.pdf
- Blythe, E. K., Sibley, J. L., Tilt, K. M., & Ruter, J. M. (2007). Methods of auxin application in cutting propagation: A review of 70 years of scientific discovery and commercial practice. *Journal of Environmental Horticulture*, 25(3), 166–185. <https://doi.org/10.24266/0738-2898-25.3.166>
- Cavusoglu, A., & Kasim, R. (2022). Cutting length effects on survival and growth of rooted cuttings of *Physalis peruviana* L. *International Journal of Botany Studies*, 7(6), 28–33.
- Fischer, G., & Miranda, D. (2012). Uchuva (*Physalis peruviana* L.). En G. Fischer (Ed.), *Manual para el cultivo de frutales en el trópico* (pp. 851–873). Produmedios.
- Fischer, G. & Orduz-Rodríguez, J. O. (2012). Ecofisiología en frutales. En G. Fischer (Ed.), *Manual para el cultivo de frutales en el trópico* (pp. 54–72). Produmedios.
- Fischer, G., Almanza-Merchán, P. J., & Miranda, D. (2014). Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36, 1–15. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-441/13>
- Fischer, G., & Melgarejo, L. M. (2020). The ecophysiology of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) - an Andean fruit crop. A review. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 14(1), 76–89. <https://doi.org/10.17584/rcch.2020v14i1.10893>
- Fischer, G., Parra-Coronado, A., & Balaguera-López, H. E. (2022). Altitude as a determinant of fruit quality with emphasis on the Andean tropics of Colombia. A review. *Agronomía Colombiana*, 40(2), 212–227. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v40n2.101854>

- Friml, J. (2010). Subcellular trafficking of PIN auxin efflux carriers in auxin transport. *European Journal of Cell Biology*, 89(2–3), 231–235. <https://doi.org/10.1016/j.ejcb.2009.11.003>
- Gamero-Vega, G., Ormeño-Llanos, M., Bazalar-Palacios, J., Armas, C. & Quitral, V. (2022). Efectos terapéuticos del género *Physalis* L.: una revisión de la literatura. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 24(2), 247–265. <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v24n2a07>
- Garay-Arroyo, A., de la Paz, M., García-Ponce, B., Álvarez-Buylla, E. R., & Gutiérrez, C. (2014). La homeostasis de las auxinas y su importancia en el desarrollo de *Arabidopsis thaliana*. *Revista de Educación Bioquímica*, 33(1), 13–22.
- Gómez, M. R., & Núñez, V. M. (2014). Sistemas de producción. En *Estado del arte de la investigación en uchuva (Physalis peruviana L.)*. (pp. 31–34). Corpoica.
- Ikeuchi, M., Ogawa, Y., Iwase, A., & Sugimoto, K. (2016). Plant regeneration: cellular origins and molecular mechanisms. *Development*, 143(9), 1442–1451. <https://doi.org/10.1242/dev.134668>
- Jordán, M., & Casaretto, J. (2007). Hormonas y reguladores del crecimiento: auxinas, giberelinas y citocininas. En F. A. Squeo & L. Cardemil (Eds.), *Fisiología vegetal* (pp. 1–28). Ediciones Universidad de La Serena.
- López, F. J., Guío, N. R., Fischer, G., & Miranda, D. (2008). Propagación de uchuva (*Physalis peruviana* L.) mediante diferentes tipos de esquejes y sustratos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 61(1), 4347–4357.
- Miranda, D. & Perea, M. (2012). Sistemas de propagación en fruticultura. En G. Fischer (Ed.), *Manual para el cultivo de frutales en el trópico* (pp. 73–98). Produmedios.
- Mirihagalla, M. K. P. N., & Fernando, K. M. C. (2020). Effect of aloe vera gel for inducing rooting of stem cuttings and air layering of plants. *Journal of Dry Zone Agriculture*, 6(1), 13–26.
- Moreno, N. H., Álvarez-Herrera, J. G., Balaguera-López, H. E., & Fischer, G. (2009). Propagación asexual de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en diferentes sustratos y a distintos niveles de auxina. *Agronomía Colombiana*, 27(3), 341–348.
- Páez, A. P., Villota, C. P., & García, G. O. (2012). *Buenas prácticas agrícolas para el cultivo de uchuva (Physalis peruviana L.) metodología de escuelas de campo de agricultores*. AGROSAVIA. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/1950>
- Quiroz, L. M. (2021). *Análisis de efectividad de los diferentes tipos de enraizantes naturales para la agricultura* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio-Universidad Estatal Península de Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6320>
- Rajan, R. P., & Singh, G. (2021). A review on the use of organic rooting substances for propagation of horticulture crops. *Plant Archives*, 21(Suppl. 1), 685–692. <https://doi.org/10.51470/PLANTARCHIVES.2021.v21.S1.103>
- Relf, D., & Ball, E. (2019). Propagation by cuttings, layering and division (*Publications* 426-002). Virginia Cooperative Extension. <https://www.pubs.ext.vt.edu/426/426-002/426-002.html>
- Rojas, S., García, J., & Alarcón, M. (2004). *Propagación asexual de plantas: conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas*. AGROSAVIA. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/17056>
- Shidiki, A. A., Ambebe, T. F., & Mendi, A. G. (2019). A comparative evaluation of Indole-3-Butyric Acid and plant extracts as potential rooting enhancers in cuttings

- of *Vitex diversifolia* and *Cordia milleneii*. *International Journal of Forest, Animal and Fisheries Research*, 3(4). <https://dx.doi.org/10.22161/ijfaf.3.4.3>
- Suescún, L., Sanchez, E., Gómez, M., Garcia-Arias, F. L., & Núñez, V. M. (2011). *Producción de plantas genéticamente puras de uchuva: Physalis peruviana*. Cámara de Comercio de Bogotá. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/2057>
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., & Murphy, A. (2014). *Plant physiology and development* (6a ed). Sinauer Associates.
- Uddin, A. J., Rakibuzzaman, M., Raisa, I., Maliha, M., & Husna, M. A. (2020). Impact of natural substances and synthetic hormone on grapevine cutting. *Journal of Bioscience and Agriculture Research*, 25(01), 2069-2074. <https://doi.org/10.18801/jbar.250120.253>
- Villa, F., Piva, A. L., Mezzalira, E. J. & Santin, A. (2017). Estaquia na propagação de espécies de fisális. *Magistra*, 28(2), 185–193.
- Zapata, J. A. (2012). *Importancia del cultivo de uchuva en Colombia: Estado actual*. AGROSAVIA. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/19396>