



Propagación de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey] mediante esquejes: efecto del factor genético

Propagation of Tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey] by Cuttings: Effect of Genetic Factor

José Eladio Monge-Pérez^{1*} <http://orcid.org/0000-0002-5384-507X>

Karen María Muñoz-López² <http://orcid.org/0000-0002-0353-0213>

Michelle Loría-Coto¹ <http://orcid.org/0000-0003-0456-2230>

¹Finca Experimental Interdisciplinaria de Modelos Agroecológicos, Universidad de Costa Rica, Turrialba, Costa Rica.

²Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Estatal a Distancia, Sabánilla, Costa Rica.

*Autor de correspondencia: jose.mongeperez@ucr.ac.cr

Recibido: 5 de marzo de 2024

Aceptado: 01 de junio de 2024

Publicado: 25 de junio de 2024

Resumen

Objetivo. Evaluar el efecto del factor genético sobre la propagación de tacaco (*Sechium tacaco*) por medio de esquejes. **Materiales y métodos.** El ensayo se desarrolló en Ujarrás, Cartago, Costa Rica. Se utilizaron esquejes de brotes secundarios de cuatro colectas de tacaco. Los esquejes fueron tratados con 11 667 ppm de ácido indol-3-butírico (AIB), y se mantuvieron bajo condiciones de invernadero durante 22 días. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de enraizamiento (%), porcentaje de supervivencia (%), peso seco de raíces (mg/esqueje) y cambio de altura del esqueje (cm). El diseño experimental fue irrestricto al azar. **Resultados.**

Abstract

Objective. To evaluate the effect of the genetic factor on the propagation of tacaco (*Sechium tacaco*) through cuttings. **Materials and methods.** The trial took place in Ujarrás, Cartago, Costa Rica. Secondary shoot cuttings from four tacaco collects were used. The cuttings were treated with 11 667 ppm of indole-3-butyric acid (IBA), and were maintained under greenhouse conditions for 22 days. Evaluated variables were: rooting percentage (%), survival percentage (%), dry weight of roots (mg/cutting), and change in cutting height (cm). The experimental design was unrestricted at random. **Results.** a significant effect of the genetic factor

Se halló un efecto significativo del factor genético del esqueje de tacaco sobre el cambio de altura del esqueje a 22 días después de la siembra; las colectas 1 y 4 mostraron un valor significativamente superior (5.62-6.46 cm) con respecto a la colecta 2 (1.63 cm). Sin embargo, no se presentaron diferencias significativas entre colectas para el porcentaje de enraizamiento del esqueje, el peso seco de la raíz y el porcentaje de supervivencia del esqueje. **Conclusión.** El factor genético solamente influyó de manera significativa en el proceso de propagación vegetativa de tacaco mediante esquejes en el cambio de altura del esqueje, pero no sobre las otras variables evaluadas.

Palabras clave

Cucurbitaceae, Costa Rica, reproducción, clon, enraizamiento.

of the tacaco cutting on the change in cutting height 22 days after sowing was found; collects 1 and 4 showed a significantly higher value (5.62-6.46 cm) compared to collect 2 (1.63 cm). However, there were no significant differences between collects for the cutting rooting percentage, root dry weight, and cutting survival percentage. **Conclusion.** The genetic factor only significantly influenced the vegetative propagation process of tacaco through cuttings on the change in cutting height, but not on the other evaluated variables.

Keywords

Cucurbitaceae, Costa Rica, reproduction, clone, rooting.

Introducción

El tacaco, *Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey, es una especie de la familia Cucurbitaceae, que es endémica de Costa Rica y cuyos frutos, ya sea tiernos o sazones, se consumen como hortaliza o postre (Brenes, 1992; Monge-Pérez y Loría-Coto, 2017).

Esta especie posee frutos con gran potencial nutricional, por encima de otros del mismo género; por ejemplo, con mayor contenido de proteína, fósforo, calcio, niacina y vitamina C (Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, 2007). Ramírez-Wong (1996) informó de la presencia en *S. tacaco*, *Sechium talamancense* y *Sechium pittieri*, de siete tipos de saponinas, llamadas tacacósidos, que presentan propiedades inhibitorias de células cancerosas (Castro *et al.*, 1997), así como actividad inhibitoria del crecimiento microbiano (Herrera-Martínez *et al.*, 2012).

La reproducción del tacaco se hace generalmente por medio sexual a través de la semilla; sin embargo, una desventaja del uso de esta técnica es que no se garantiza que la calidad del fruto de la planta madre se mantenga en su progenie, debido a que se trata de una especie alógama, donde existe un flujo de genes provenientes de otras poblaciones cercanas (Monge-Pérez y Loría-Coto, 2018).

La propagación asexual consiste en la obtención de una planta completa, a partir de tejido o de un órgano de la misma planta. Este tipo de propagación permite la conservación de clones y también evita los períodos juveniles prolongados. En el caso de la propagación asexual mediante esquejes, la reproducción se da gracias a la formación de raíces y tallos adventicios. Los esquejes son tallos jóvenes, y su capacidad de enraizamiento está dada por tener suficiente tejido no diferenciado, lo que permite la diferenciación de los primordios de las raíces; además, presentan yemas ya formadas. En la reproducción

por estacas, se corta una porción de tallo de la planta madre, se coloca en condiciones ambientales favorables (alta humedad relativa), y se induce a que forme raíces y tallos; además, durante el proceso se recomienda eliminar las flores y yemas florales de la planta (Castillo-Martínez *et al.*, 2013).

Entre las investigaciones sobre técnicas de propagación asexual en tacaco se encuentra el uso de la propagación *in vitro* mediante microestacas y ápices (Murillo-Quesada, 2019), así como experiencias poco exitosas con el uso del acodo aéreo (Monge-Pérez y Loría-Coto, 2024).

En el caso de *S. talamancense*, Saborío *et al.* (1999) realizaron un estudio de macropropagación mediante el uso de dos tipos de estaca y tres dosis de un regulador de crecimiento (0, 100 y 200 ppm de AIB); el enraizamiento máximo obtenido fue de 44%.

En el cultivo de chayote (*Sechium edule*) en Costa Rica, se desarrolló una metodología de propagación mediante esquejes, a partir de brotes secundarios (Abdelnour *et al.*, 2015).

En cuanto a la etapa fenológica del cultivo de tacaco al momento de recolectar los esquejes, se reporta que es imprescindible tomar los esquejes en etapas de fructificación, para poder seleccionar los materiales según la calidad del fruto (Gamboa, 2005; Brenes *et al.*, 2010); sin embargo, otros investigadores indican que, durante la propagación asexual vegetativa en especies con dificultad de enraizamiento de estacas, se obtiene una mejor respuesta al utilizar estacas colectadas durante etapas vegetativas juveniles (Hartmann y Kester, 2014).

No existen investigaciones sobre el efecto del factor genético en la reproducción asexual del tacaco mediante esquejes. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del factor genético sobre la propagación de esquejes de tacaco en condiciones de invernadero.

Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en la empresa B&C Exportadores del Valle de Ujarrás S.A., ubicada en el distrito de Ujarrás, cantón de Paraíso, provincia de Cartago, Costa Rica. Se usó un invernadero tipo multicapilla, con techo plástico y paredes de malla antiáfidos, diseñado para la propagación de esquejes de chayote, de 15 x 20 m de dimensión, y 5 m de altura.

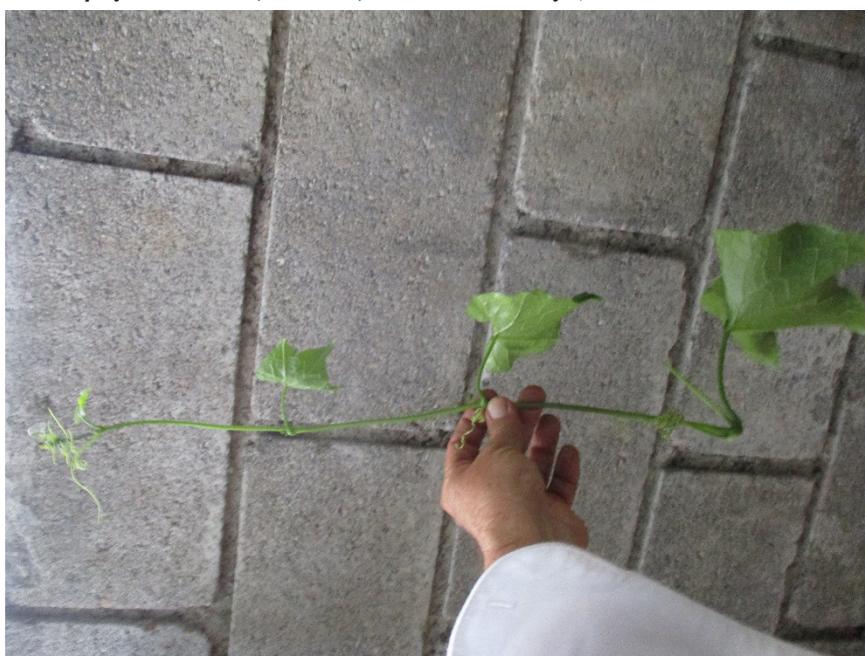
Los esquejes se tomaron de plantas madre de tacaco (*Sechium tacaco*), de 5-6 meses de edad, correspondientes a cuatro colectas (cuadro 1), provenientes de los cantones de Alvarado y Paraíso, ambos de la provincia de Cartago, Costa Rica. Las colectas presentaban diferencias entre sí en las características de sus frutos, tales como presencia o ausencia de espinas, sabor, tamaño, número de espinas y cantidad de fibras en el mesocarpo. El ensayo se desarrolló en los meses de mayo y junio de 2022, la temperatura promedio fue de 21.0 °C y la humedad relativa promedio de 85%.

El esqueje utilizado fue a partir del brote secundario del tallo principal, con al menos tres nudos y de plantas madre sanas, vigorosas y en etapa de fructificación (Abdelnour *et al.*, 2015); la longitud del esqueje osciló entre 30 y 40 cm (figura 1).

Cuadro 1
Colectas de tacaco (*Sechium tacaco*) usadas en el ensayo

Colecta	Coordenadas geográficas		Tipo de tacaco
	Latitud	Longitud	
1	9° 52' 43.52" N	83° 48' 31.80" W	Con espinas
2	9° 52' 41.90" N	83° 49' 58.00" W	Con espinas
3	9° 53' 12.38" N	83° 47' 14.41" W	Con espinas
4	9° 53' 12.38" N	83° 47' 14.41" W	Sin espinas

Figura 1
Esqueje de tacaco (*S. tacaco*) usado en el ensayo, antes de ser sembrado



Una vez recolectados, los esquejes fueron llevados al invernadero, donde se retiraron los frutos, flores y zarcillos, pero se dejaron todas las hojas. Se aplicó ácido indol butírico (AIB) en formulación en polvo como enraizante, a una concentración de 11 667 ppm, en la base del tallo; el producto comercial utilizado fue Hormolin 2 DP.

Los esquejes se sembraron en macetas plásticas con capacidad de 1 L, rellenas con sustrato conformado por turba al 100%, humedecida a capacidad de campo (figura 2). En cada maceta se colocó un solo esqueje, a una profundidad de siembra de 5 cm. Se usó el riego por microaspersión en el invernadero por periodos cortos pero continuos; durante la primera semana se usó una frecuencia de riego de tres segundos cada cuatro minutos, y luego la frecuencia y duración del riego dependió de las condiciones climáticas

que se presentaron a lo largo del experimento (se disminuyó el riego en días nublados y lluviosos). Para el control de plagas se realizaron monitoreos semanales; a los ocho días después de la siembra (dds) se aplicó vía foliar el producto comercial MEGA (fungicida-bactericida), y a los 14 dds se aplicó vía foliar el producto comercial Mastercoop 6.6 SL (fungicida-bactericida); además, cada semana se aplicó vía foliar los productos Prolife aminoácidos y Prolife ácidos húmicos.

Figura 2

Esquejes de tacaco (*S. tacaco*) recién sembrados (1 dds)



Las mediciones se realizaron a los 22 dds (figura 3) y las variables evaluadas fueron:

1. Porcentaje de enraizamiento (%): se determinó a partir de aquellos esquejes que mostraron la presencia de al menos una raíz con respecto al total.
2. Porcentaje de supervivencia (%): se consideró a partir del número de plantas que se observaban sanas, con buena hidratación y la típica tonalidad verde oscuro del esqueje, así como la presencia de puntos de crecimiento activos, indiferentemente de la presencia o ausencia de raíz, con respecto al total.
3. Peso seco de raíces (en mg por esqueje): se extrajo el sistema radical de cada esqueje, se lavaron las raíces con agua, se escurrieron y se depositaron en bolsas de papel debidamente identificadas. Luego, fueron colocadas en una estufa por cinco días a una temperatura constante de 60 °C, para finalmente ser pesadas en una balanza analítica marca Gram, modelo FV-220, fabricada por Balanzas y Básculas Gram Precisión, ubicada en el Laboratorio de Suelos de la Sede del Atlántico, Universidad de Costa Rica.

4. Cambio de altura del esqueje (en cm): se evaluó la altura del esqueje a 22 dds, y se restó la altura a 0 dds; la medición se realizó desde la base del esqueje hasta el extremo del brote terminal.

Figura 3

Esquejes de tacaco (*S. tacaco*) a los 22 dds



La unidad experimental estuvo constituida por 10 esquejes (un esqueje por maceta) colocados en una hilera de 130 cm de largo por 13 cm de ancho, con una distancia entre esquejes e hileras de 13 cm. El diseño experimental fue irrestricto completamente al azar, con cuatro colectas de tacaco (tratamientos), con ocho repeticiones por tratamiento y diez esquejes por repetición.

Los supuestos para el análisis de varianza (ANDEVA) fueron constatados antes de realizar el análisis estadístico pertinente. La normalidad se constató mediante la prueba Shapiro Wilks modificada, mientras que la homogeneidad de varianzas se comprobó con una prueba de Levene. Dado que los datos no mostraron una distribución normal, para su análisis se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, con un nivel de significancia igual a 0.05. Para todos los análisis de datos se utilizó el paquete estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2008).

Resultados

En el cuadro 2 se muestran los estimadores estadísticos de las variables evaluadas en este ensayo; la mayor variabilidad de los datos se halló en el peso seco de la raíz y en el cambio de altura del esqueje, mientras que la menor variación se encontró en el porcentaje de supervivencia.

Cuadro 2

Estimadores estadísticos de las variables evaluadas en esquejes de tacaco

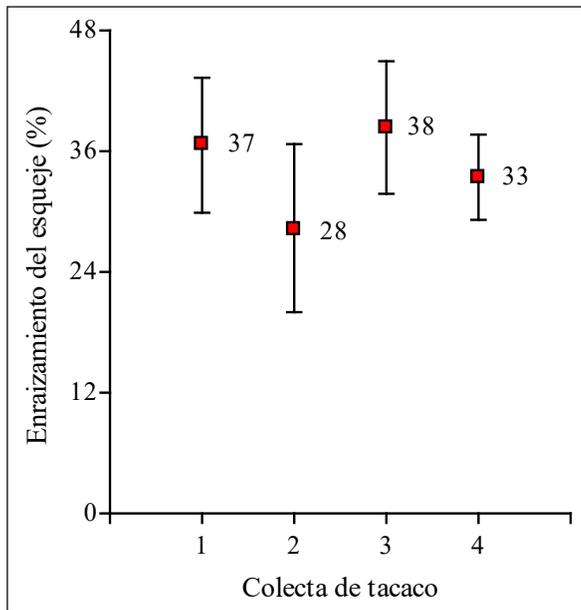
Variable	Promedio	Valor mínimo	Valor máximo	Mediana	DS	CV (%)
Cambio de altura (cm)	4.51	0.40	9.90	4.03	2.93	65.02
Supervivencia (%)	76.67	30.00	100.00	80.00	22.20	28.95
Enraizamiento (%)	34.17	10.00	60.00	35.00	15.58	45.60
Peso seco de raíz (mg/esqueje)	19.54	0.12	66.22	17.22	14.73	75.35

DS=Desviación estándar, CV=Coficiente de variación

No se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre las colectas de tacaco para el porcentaje de enraizamiento (figura 4), para el peso seco de la raíz (figura 5) ni tampoco para el porcentaje de supervivencia del esqueje (figura 6).

Figura 4

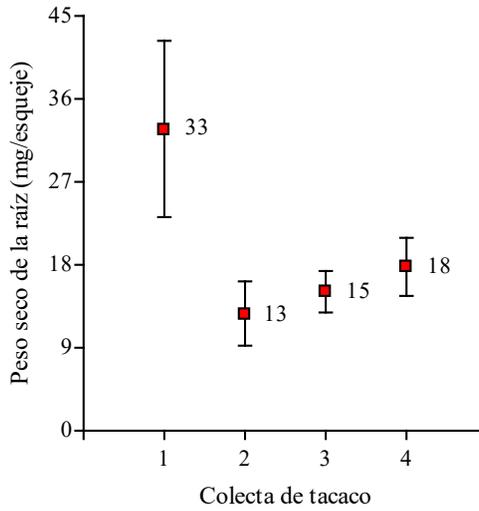
Porcentaje de enraizamiento de *S. tacaco*, en diferentes colectas, 22 días después de la siembra (dds)



P=0.7520. Las barras ilustran el error estándar

Figura 5

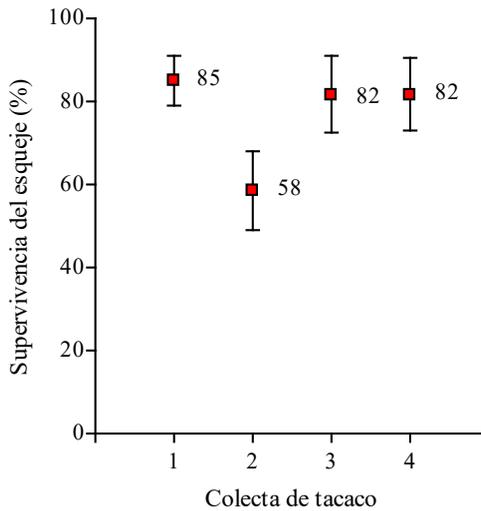
Peso seco de la raíz de esquejes de *S. tacaco*, en diferentes colectas, 22 días después de la siembra (dds)



P=0.1443. Las barras ilustran el error estándar.

Figura 6

Porcentaje de supervivencia del esqueje de *S. tacaco*, en diferentes colectas, a 22 días después de la siembra (dds)

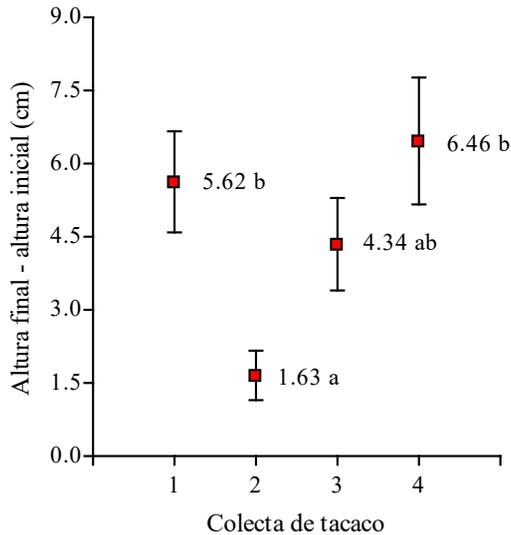


P=0.1776. Las barras ilustran el error estándar.

Para el cambio de altura del esqueje de tacaco entre los 0 y 22 dds, las colectas 1 y 4 obtuvieron valores significativamente superiores (5.62-6.46 cm), con respecto a la colecta 2 (1.63 cm) (figura 7).

Figura 7

Cambio de altura de esquejes de *S. tacaco*, en diferentes colectas, entre los 0 y 22 días después de la siembra (dds)



Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes, según prueba de Kruskal Wallis ($p \leq 0.05$). $p = 0.0133$. Las barras ilustran el error estándar.

Discusión

El factor genético no afectó significativamente el porcentaje de enraizamiento en esquejes de tacaco. Un resultado similar se obtuvo en *Pinus hartwegii* en México, donde no se hallaron diferencias significativas entre esquejes de tres genotipos diferentes para esta variable (Rivera *et al.*, 2021). Tampoco se encontraron diferencias para el porcentaje de enraizamiento en el cultivo de romero (*Rosmarinus officinalis*), al evaluar esquejes de dos cultivares (Bernal, 2014).

Sin embargo, en la especie *Polylepis* spp. se reportan diferencias significativas en el porcentaje de enraizamiento entre esquejes de cuatro genotipos (Lizana, 2019), al igual que en la especie *Pongamia pinnata*, al evaluar esquejes de 10 genotipos diferentes (Kesari *et al.*, 2010). De la misma forma, se registraron diferencias significativas para esta variable al evaluar esquejes de varios genotipos de yerba mate, *Ilex paraguariensis* (Nascimento *et al.*, 2022; Duarte *et al.*, 2023). También se hallaron diferencias significativas al evaluar esquejes de diferentes genotipos en las especies *Santalum austrocaledonicum* (Tate y Page, 2018), *Argania spinosa* (Benbya *et al.*, 2019), y *Pistacia lentiscus* var. Chia (Kostas *et*

al., 2021). En el cultivo de avellana híbrida (*Corylus americana* x *Corylus avellana*), igualmente se hallaron diferencias significativas en el porcentaje de enraizamiento, entre 22 genotipos (Braun y Wyse, 2019). En todos estos casos, el factor genético sí afectó la capacidad de enraizamiento de los esquejes.

Con respecto al peso seco de la raíz, en el presente estudio no se evidenció un efecto significativo del factor genético del esqueje de tacaco sobre esta variable. De la misma forma, otros investigadores evaluaron esquejes de dos cultivares de romero y no reportan diferencias significativas entre cultivares para esta variable (Bernal, 2014).

Sin embargo, en forma contraria, otros autores detectan diferencias significativas en el peso seco de raíces del esqueje, entre 95 genotipos del cultivo de rosa (*Rosa*) (Nguyen *et al.*, 2020). En una prueba con esquejes de tres variedades de yuca (*Manihot esculenta*) no se presentaron diferencias significativas entre ellas para esta variable, pero en una segunda prueba con otras tres variedades de yuca sí se hallaron diferencias (Prasitsarn *et al.*, 2017).

La formación de raíces adventicias se puede ver afectada por factores ambientales, genéticos y endógenos, lo que frecuentemente se relaciona con el contenido de carbohidratos solubles y almacenados, debido a que se considera un proceso de alta demanda energética (Husen, 2012); los carbohidratos tienen un papel nutricional importante en el desarrollo de raíces adventicias en estacas (Hartmann y Kester, 2014; López-Corona *et al.*, 2019). Una hipótesis es que no se hallaron diferencias en el presente estudio para el peso seco de la raíz entre colectas de tacaco, debido a que el contenido de carbohidratos presentes en los esquejes de cada colecta probablemente fue similar. Es decir, dado que el ambiente durante el ensayo fue el mismo para las cuatro colectas, entonces el factor genético y endógeno de las cuatro colectas ejerció un efecto similar en la formación de las raíces adventicias.

El factor genético tampoco afectó en forma significativa el porcentaje de supervivencia del esqueje en tacaco. Este mismo resultado se encontró en una investigación con esquejes de dos cultivares de romero (Bernal, 2014), y también en un estudio con *Pinus hartwegii*, en el cual no se hallaron diferencias significativas entre esquejes procedentes de tres genotipos diferentes, para esta variable (Rivera *et al.*, 2021).

De manera contraria, otros autores sí hallaron diferencias en el porcentaje de supervivencia en esquejes de tres variedades de *Coleus blumei* (Torrez, 2010), de cuatro genotipos de la especie *Polylepis* spp. (Lizana, 2019) y de 14 genotipos de yerba mate, *Ilex paraguariensis* (Nascimento *et al.*, 2022). En estos casos, el factor genético sí afectó la supervivencia del esqueje.

Se halló un efecto significativo del factor genético sobre el cambio de altura del esqueje de tacaco. Al respecto, no se hallaron datos en la literatura sobre el efecto de dicho factor sobre esta variable; sin embargo, para la variable altura del esqueje, otros autores sí hallaron diferencias entre genotipos en la especie *Polylepis* spp. (Lizana, 2019), al igual que en melocotón, *Prunus persica* (Oliveira *et al.*, 2020). Pero, de forma contraria, en otro estudio con esquejes de romero no se presentaron diferencias significativas entre cultivares para esta variable (Bernal, 2014).

Este trabajo constituye el primer informe sobre el efecto del factor genético sobre la reproducción de tacaco mediante esquejes.

Conclusiones

El factor genético solamente influyó de manera significativa en el proceso de propagación vegetativa de tacaco mediante esquejes en el cambio de altura, pero no sobre las otras variables evaluadas.

Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento recibido de parte de la Universidad de Costa Rica, para la realización de esta investigación.

Literatura citada

- Abdelnour, A.; Brenes, J. y Alvarenga, S. (2015). *Establecimiento de un programa de abastecimiento de semilla certificada de chayote en Ujarrás*. Informe final de proyecto de investigación. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica 43 p.
- Benbya, A.; Alaoui, M.M.; Gaboun, F.; Delporte, F.; Chlyah, O. y Cherkaoui, S. (2019). Vegetative propagation of *Argania spinosa* (L.) Skeels cuttings: Effects of auxins and genotype. *Advances in Horticultural Sciences*. 33(4): 519-528.
- Bernal, A.M. (2014). *Evaluación del enraizamiento de esquejes de dos cultivares de romero (Rosmarinus officinalis L.) Crespo e Israelí*. Tesis de licenciatura. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia.
- Braun, L. y Wyse, D. (2019). Optimizing IBA concentration and stem and segment size for rooting of hybrid hazelnuts from hardwood stem cuttings. *Journal of Environmental Horticulture*. 37(1): 1-8.
- Brenes, A. (1992). Situación actual y perspectivas del tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey] en Costa Rica. *Boletín Agrario*. 11(39): 1-23.
- Brenes, J.; Alvarenga, S. y Abdelnour, A. (2010). Enraizamiento de estacas de chayote (*Sechium edule* Jacq. Sw.). *Avances Tecnológicos*. 8(1): 63-72.
- Castillo-Martínez, C.R.; Cisneros-Solano, V.M.; Hernández-Marini, R.; Cadena-Íñiguez, J. y Avendaño-Arrazate, C.H. (2013). *Conservación y multiplicación de una colección de Sechium spp.* Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.
- Castro, V.; Ramírez, E.; Mora, G.; Iwase, Y.; Nagao, T.; Okabe, H.; Matsunaga, H.; Katano, M. y Mori, M. (1997). Structures and antiproliferative activity of saponins from *Sechium pittieri* and *S. talamancense*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. 45: 349-358.
- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; González, L.; Tablada, M. y Robledo, C.W. (2008). *Infostat, versión 2008*. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina. 334 p.
- Duarte, M.M.; Aguiar, N.S.; Gabira, M.M.; Tomasi, J.D.; Vieira, L.M.; Helm, C.V.; Nogueira, A.C. y Wendling, I. (2023). Seasonality and genotype influence on *Ilex paraguariensis* cuttings rooting and bioactive compounds. *Plant Genetic Resources*. 21(2): 174-181.
- Gamboa, W. (2005). *Producción agroecológica: una opción para el desarrollo del cultivo del chayote (Sechium edule Jacq.) Sw.*. Editorial Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. 252 p.
- Hartmann, H. y Kester, D. (2014). *Hartmann and Kester's Plant Propagation: Principles and practices*. 7ª ed. Pearson New International. New York. 814 p.
- Herrera-Martínez, M.; Ramírez-Mares, M.V.; Burgueño-Tapia, E.; Cepillo-Portugal, E.; Mirón-Enríquez, C. y Hernández-Carlos, B. (2012). Screening of antitopoisomerase, antioxidant, and antimicrobial activities of selected triterpenes and saponins. *Revista Latinoamericana de Química*. 40(3): 165-177.
- Husen, A. (2012). Changes of soluble sugars and enzymatic activities during adventitious rooting in cuttings of *Grewia optiva* as affected by age of donor plants and auxin treatments. *American Journal of Plant Physiology*. 7(1): 1-16.
- Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP). (2007). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica*. INCAP. Guatemala. 128 p.

- Kesari, V.; Das, A. y Rangan, L. (2010). Effect of genotype and auxin treatments on rooting response in stem cuttings of CPTs of *Pongamia pinnata*, a potential biodiesel legume crop. *Current Science*. 98(9): 1234-1237.
- Kostas, S.; Hatzilazarou, S.; Pipinis, E.; Vasileiadis, A.; Magklaras, P.; Smyrnioudis, I.; Vasilakis, T.; Chazakis, M.; Anastasiadi, V.; Ziogou, F.; Kotoula, A.; Afendra, A.; Hatziloukas, E. y Economou, A. (2021). Propagation of *Pistacia lentiscus* var. Chia genotypes and determination of their ornamental traits combined with a genetic analysis using ISSR markers. *Agronomy*. 11(205): 1-24.
- Lizana, S.B. (2019). *Enraizamiento de estacas de queñual (Polylepis spp.) de diferentes procedencias y concentraciones hormonales de AIB en cámara de sub-irrigación, Huancayo*. Tesis de licenciatura. Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.
- López-Corona, B.E.; Mondaca-Fernández, I.; Gortares-Moroyoqui, P.; Holguín, J.; Meza-Montenegro, M.M.; Balderas-Cortés, J.D.; Vargas-López, J.M. y Rueda-Puente, E.O. (2019). Técnica de esquejes en agricultura: una alternativa a la vanguardia. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 22(2): 505-517.
- Monge-Pérez, J.E. y Loría-Coto, M. (2017). Caracterización de frutos de cinco genotipos de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey] en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. 30(3): 71-84.
- Monge-Pérez, J.E. y Loría-Coto, M. (2018). Cuantificación de la variabilidad entre progenies de tacaco (*Sechium tacaco*). *Revista Pensamiento Actual*. 18(30): 67-77.
- Monge-Pérez, J.E. y Loría-Coto, M. (2024). Efecto de ácido indol butírico sobre la propagación de tacaco (*Sechium tacaco*) mediante acodo aéreo. *Revista de I+D Tecnológico*. 20(1): 94-100.
- Murillo-Quesada, M.E. (2019). *Establecimiento in vitro de tacaco Sechium tacaco (Pittier) C. Jeffrey syn. Frantzia tacaco*. Tesis de licenciatura. Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.
- Nascimento, B.; Sá, A.C.; Bittencourt, L.; Silva, D.T.; Navroski, M.C. y Mantovani, A. (2022). Rooting potential of *Ilex paraguariensis* cuttings of two populations of southern Brazil in two rooting environments. *Floresta*. 52(2): 367-376.
- Nguyen, T.H.; Tänzer, S.; Rudeck, J.; Winkelmann, T. y Debener, T. (2020). Genetic analysis of adventitious root formation *in vivo* and *in vitro* in a diversity panel of roses. *Scientia Horticulturae*. 266: 109277.
- Oliveira, J.A.; Silva, D.F.; Bruckner, C.H.; Gomes, F.R.; Ragagnin, A.L. y Assunção, H.F. (2020). Initial development of peach rootstock genotypes propagated by herbaceous cuttings. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 42(3): 1-5.
- Prasitsarn, M.; Polthanee, A.; Trelo-ges, V. y Simmons, R.W. (2017). Effects of bud management and stem cutting length on early growth of cassava grown under greenhouse condition. *Khon Kaen Agriculture Journal*. 45(3): 525-534.
- Ramírez-Wong, J. (1996). *Estudio fitoquímico preliminar de varias especies del género Sechium, endémicas de Costa Rica*. Tesis de licenciatura. Escuela de Química, Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.
- Rivera, F.; Jiménez, M.; Ramírez, C. y Martínez, A.Y. (2021). Enraizamiento de estacas de *Pinus hartwegii* de tres poblaciones naturales en ecosistemas de alta montaña del Estado de México y Veracruz. *Bosque*. 42(3): 323-331.
- Saborío, J.C.; Brenes, A. y Vega, M. (1999). *Propagación vegetativa de Sechium talamancense (Wunderlin) C. Jeffrey*. XI Congreso Agronómico Nacional y de Recursos Naturales. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. p. 356.
- Tate, H.T. y Page, T. (2018). Cutting propagation of *Santalum austrocaledonicum*: the effect of genotype, cutting source, cutting size, propagation medium, IBA and irradiance. *New Forests*. 49: 551-570.
- Torrez, H.B. (2010). *Efecto de la longitud de estaca herbácea en el enraizamiento de tres variedades de coleo (Coleus blumei), bajo ambiente atemperado*. Tesis de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.