

Reproducción asexual de tacaco (*Sechium tacaco*): efecto del lugar de procedencia del esqueje
Asexual reproduction of tacaco (*Sechium tacaco*): effect of the place of origin of the cutting

José Eladio Monge-Pérez¹

Karen María Muñoz-López²

Michelle Loría-Coto³

Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Fecha de recibido: 11-03-2024 **Fecha de aceptación:** 27-06-2024

Resumen

El estudio, realizado en el poblado de Ujarrás en la provincia de Cartago, Costa Rica, evaluó el efecto del lugar de procedencia del esqueje sobre la reproducción asexual de tacaco (*Sechium tacaco*). Se utilizaron esquejes de brotes secundarios, procedentes de tres lugares distintos de la provincia de Cartago, Costa Rica. Los esquejes fueron tratados con 10,000 ppm de AIB, y se mantuvieron bajo condiciones de invernadero durante 41 días; luego fueron trasplantados a bolsas plásticas, y se mantuvieron bajo casa sombra por 27 días, para evaluar: cambio de grosor de tallo, cambio de número de brotes, cambio de número de nudos, cambio de altura, peso seco de parte aérea, y peso seco de raíz. No se encontraron diferencias significativas entre las procedencias del esqueje para ninguna de las variables evaluadas. Se concluye que el lugar de procedencia del esqueje no causó un efecto significativo sobre la propagación vegetativa de tacaco. Este ensayo constituye el primer informe sobre el efecto de la procedencia del esqueje sobre la reproducción de esta especie por medio de esquejes.

Palabras clave: Hortaliza, Centroamérica, enraizamiento, clon, Cucurbitaceae.

Abstract

A study conducted in Ujarrás, Cartago Province, Costa Rica, evaluated the effect of cutting origin on the asexual reproduction of tacaco (*Sechium tacaco*). Secondary shoot cuttings from three different locations within Cartago Province were treated with 10,000 ppm IBA and maintained under greenhouse conditions for 41 days. The cuttings were then transplanted to plastic bags and kept under shade for 27 days to assess changes in stem thickness, number of shoots, number of nodes, height, dry aerial weight, and dry root weight. No significant differences were found among the cutting origins for any of the variables assessed. It was concluded that cutting origin does not significantly affect the vegetative propagation of tacaco. This trial represents the first report on the effect of cutting origin on this species' reproduction through cuttings.

Keywords: Vegetable, Central America, rooting, clone, Cucurbitaceae.

-
1. Máster en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, investigador, Finca Experimental Interdisciplinaria de Modelos Agroecológicos. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5384-507X>; email: jose.mongeperez@ucr.ac.cr
 2. Licenciada en Ingeniería Agronómica con énfasis en Fitotecnia, investigadora, Finca Experimental Interdisciplinaria de Modelos Agroecológicos. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0353-0213>; email: kaymunoz@gmail.com
 3. Máster en Administración Educativa, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0456-2230>; email: michelle_loria@yahoo.com

1. Introducción

El tacaco (*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey) pertenece a la familia de las cucurbitáceas, y sus frutos se consumen como hortaliza o postre (Brenes, 1992; Monge-Pérez & Loría-Coto, 2017), y poseen gran potencial nutricional (Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, 2007). Además, Ramírez-Wong (1996) encontró, mediante técnicas cromatográficas y de espectroscopía de resonancia magnética nuclear en *S. tacaco*, *S. talamancense* y *S. pittieri*, siete tipos de saponinas, llamadas tacacósidos; que presentan actividad inhibitoria del crecimiento microbiano (Herrera-Martínez *et al.*, 2012), y propiedades inhibitorias de células cancerosas (Castro *et al.*, 1997).

A partir del año 2012, se han realizado varios estudios sobre el cultivo del tacaco en Costa Rica. Cerdas & Castro (2017) estudiaron la importancia de la cantidad de espinas en el fruto sobre su manejo y comercialización, y relacionaron la presencia o ausencia de espinas con otras características del fruto. Seguidamente, Monge-Pérez & Loría-Coto (2017) caracterizaron los frutos de cinco genotipos de tacaco de alta calidad en Costa Rica a nivel cualitativo y cuantitativo. Luego, Monge-Pérez & Loría-Coto (2018b) demostraron la variabilidad morfológica de frutos a través del tiempo, de manera que se evidenció la magnitud del flujo de genes en esta especie, y se expuso la necesidad de generar técnicas de propagación asexual que permitan el mejo-

ramiento genético del cultivo para conservar características deseables en el fruto. Asimismo, se ha informado recientemente de novedades a nivel morfológico en esta especie (Monge-Pérez & Loría-Coto, 2022a; 2022b; 2023a; 2023b).

La reproducción de tacaco se realiza generalmente por medio de la semilla sexual. 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 proveniente de otras poblaciones cercanas, que impediría obtener la misma calidad de frutos que la planta madre (Monge-Pérez & Loría-Coto, 2018a).

La reproducción 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 evitación de períodos juveniles prolongados, así como la conservación de clones. 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 cuya capacidad de enraizamiento se debe a que tienen suficiente tejido no diferenciado; lo que permite la diferenciación de los primordios de las raíces y, además, presentan yemas ya formadas. En esta técnica, 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. Asimismo, en el caso de chayote (*Sechium edule*) es recomendable suprimir las flores y frutos de la planta (Castillo-Martínez *et al.*, 2013). En el proceso de propagación mediante esquejes, luego de la etapa de enraizamiento, se requiere una etapa de aclimatación de las plántulas (López-Corona *et al.*, 2019).

Existen pocas investigaciones sobre técnicas de propagación asexual en tacaco. Recientemente, Murillo-Quesada (2019) estudió la reproducción in vitro de tacaco, donde logró generar un protocolo mediante microestacas y ápices; exponiendo algunas limitantes significativas como contaminación de los explantes y detalles sobre el uso de reguladores de crecimiento. Asimismo, se describió una experiencia mediante el uso de la técnica del acodo aéreo, con resultados poco satisfactorios (Monge-Pérez & Loría-Coto, 2024).

Actualmente no existen estudios publicados sobre la técnica de propagación por esquejes en tacaco. En el caso de la especie *Sechium 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; utilizaron estacas tipo I (segmentos terminales de tallo que contienen la zona apical y tres nudos, donde reportaron 2.7% de enraizamiento) y tipo II (segmentos de tallo adyacente a los segmentos terminales de las estacas tipo I con dos nudos,

y reportaron un 44,0% de enraizamiento). Los valores promedio observados para las dosis de 0, 100 y 200 ppm de AIB fueron 16.0%, 23.0% y 31.0%, respectivamente.

En Costa Rica se han realizado trabajos en propagación por esquejes en chayote (*Sechium edule*), en el Valle de Ujarrás, en Cartago. La información técnica fue desarrollada por el Instituto Tecnológico de Costa Rica en programas de apoyo a los productores de chayote de la zona de Cartago, donde se presentó el procedimiento obtenido después de varios años de experimentación en el enraizamiento de esquejes a partir de brotes secundarios (Gamboa, 2005; Brenes *et al.*, 2010; Abdelnour *et al.*, 2015).

En cuanto a la etapa fenológica del cultivo, al momento de recolectar los esquejes, algunos autores reportan que es imprescindible hacerlo en la etapa de fructificación para poder seleccionar los materiales según la calidad del fruto (Gamboa, 2005; Brenes *et al.*, 2010); sin embargo, otros autores señalan que, para especies con dificultad de enraizamiento de estacas, se obtiene una mejor respuesta al hacerlo durante la etapa vegetativa juvenil (Hartmann & Kester, 2014).

El lugar de procedencia del esqueje tiene una influencia importante sobre el estado fisiológico de las plantas a partir de las cuales se toman los esquejes; esto puede deberse a las características físicas, químicas o microbiológicas

gicas del suelo, o también a las condiciones climáticas de cada sitio particular (como temperatura, radiación, lluvia, humedad relativa, viento, entre otros) (Jarma *et al.*, 2012). El estado fisiológico y bioquímico de la planta madre afecta la capacidad posterior de enraizamiento del esqueje; luego de que el esqueje es separado de la planta madre, el aporte de nutrientes se detiene, y, por lo tanto, la supervivencia de la planta depende de la disponibilidad de nutrientes en el esqueje hasta que se restablezca la absorción de nutrientes (luego del enraizamiento) (Bannoud & Bellini, 2021). El contenido inicial de nutrientes está determinado por el estado nutricional de la planta madre; los carbohidratos son la principal fuente de energía durante la formación de raíces adventicias en el esqueje, y el contenido de nitrógeno también es un elemento importante para el enraizamiento. El contenido de carbohidratos está relacionado con el tamaño del esqueje y la localización del esqueje en

la planta madre (Bannoud & Bellini, 2021).

El objetivo del ensayo fue determinar el efecto del lugar de procedencia del esqueje sobre la reproducción asexual de tacaco en condiciones de casa sombra.

2. Materiales y Métodos

El experimento se desarrolló en la finca de 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, en un invernadero diseñado para la propagación de esquejes de chayote.

Los esquejes se tomaron de plantas madre de tacaco (*Sechium tacaco*) procedentes de tres lugares diferentes, ubicados en los cantones de Alvarado y Paraíso de la provincia de Cartago, Costa Rica (Tabla 1). La investigación se llevó a cabo entre julio y setiembre del año 2022.

Tabla 1

Datos geográficos de los lugares de procedencia de los esquejes de tacaco utilizados

Número de muestra	Coordenadas geográficas	Altitud (msnm)	Localidad de procedencia
1	83° 48' 31.80" W 9° 52' 43.52" N	1,305	Cervantes, Alvarado, Cartago
2	83° 49' 58.00" W 9° 52' 41.90" N	1,567	Lapunte, Alvarado, Cartago
3	83° 47' 14.41" W 9° 53' 12.38" N	1,227	Santiago, Paraíso, Cartago

Se utilizó un tipo de esqueje tomado a partir del brote secundario del tallo principal, con al menos tres nudos, junto con una hoja, una yema y un zarcillo del eje principal (Figura 1); provenientes de plantas madre vigorosas, sanas, y en etapa de fructificación (Gamboia, 2005; Brenes *et al.*, 2010; Abdelnour *et al.*, 2015).

Figura 1

Esqueje de brote secundario de tacaco y sus partes



Al momento de realizar el corte de los esquejes, se utilizaron hojas de navajilla nuevas para reducir al máximo el daño a la planta madre; y se cambió la hoja al pasar de una planta a otra para evitar la transmisión de enfermedades.

Se realizó un corte limpio y recto sobre el eje principal, poco profundo para evitar afectar la continuidad del eje principal, similar al corte que se realiza para obtener yemas para injertos en frutales (Figura 2).

Figura 2

Muestra de corte recto realizado en la base del esqueje de tacaco



La recolección de los esquejes se hizo entre las 6 a.m. y las 2 p.m. Luego de realizar el corte, se aplicó con bomba de aspersión en la zona del corte de cada esqueje y de la planta madre; una solución desinfectante a base de sulfato de cobre pentahidratado (Mastercoop 6.6 SL), a una dosis de 2.5 ml por litro de agua para evitar el ingreso de patógenos. Los esquejes se colocaron dentro de una caja plástica, cubriéndolos en forma de capas con papel periódico humedecido para evitar la deshidratación, y de esta forma realizar el trasla-

do al invernadero; además, se evitó siempre la exposición directa de los esquejes al sol. Se aplicó agua destilada sobre los esquejes a cada hora para reducir la deshidratación de los tejidos.

Se retiró cualquier fruto que estuviera presente en el esqueje, así como las flores y zarcillos. Como fuente de ácido indol butírico (AIB); se usó el producto Hormolin 2 DP; la concentración de AIB utilizada fue de 10,000 ppm.

Durante el proceso fue importante asegurar que se impregnara por completo una fina capa de enraizador en la parte basal de cada esqueje (Figura 3); y verificar que, al momento de introducir el esqueje al sustrato, no se removiera el producto contra las paredes del agujero en el sustrato.

Figura 3

Esqueje de tacaco impregnado con ácido indol butírico (AIB)



Una vez tratados con el enraizador, cada esqueje se sembró a una profundidad de 5 cm, en macetas plásticas de 1 L de capacidad, rellenas de sustrato 100% turba, humedecida a capacidad de campo. En cada maceta se colocó un solo esqueje. A lo largo del experimento se mantuvo riego por microaspersión en el invernadero por periodos cortos, pero continuos. La frecuencia y duración del riego dependió de las condiciones climáticas que se presentaron en cada momento.

El experimento se estableció del 30 de agosto al 26 de setiembre de 2022, por 27 días bajo condiciones de casa sombra, con esquejes que se habían sembrado en invernadero para enraizamiento en julio de 2022; y que luego de 41 días después de la siembra habían obtenido un enraizamiento adecuado. La casa sombra utilizada contaba con malla tipo sarán color negro al 30% de sombra, colocada a una altura de 2 m. Se procedió a trasplantar cada esqueje en bolsas plásticas negras perforadas, de 38 x 94 cm, las cuales se rellenan con sustrato de suelo de la finca junto con abono orgánico elaborado en la finca, en una proporción 1:1. Se aseguró que, previo al trasplante, hubiera una humedad de sustrato a capacidad de campo, y se fertilizó con la fórmula química 10-30-10, a una dosis de 5 g por planta, a los tres días después del trasplante (ddt). Las plantas permanecieron en casa sombra hasta los 27 ddt.

Las variables evaluadas fueron:

- a. **Cambio de grosor de tallo (en cm):** Se midió el grosor de tallo a los 27 ddt, y se restó el grosor de tallo a los 0 ddt. La medición se realizó en la base del tallo, contiguo al primer nudo, con ayuda de un calibrador marca Mitutoyo, modelo N° 60125117, con una capacidad de 150 mm.
- b. **Cambio de número de brotes del esqueje:** Se registró el número de brotes a los 27 ddt, y se restó el número de brotes a los 0 ddt. Se tomaron en cuenta todos los brotes nuevos presentes en la totalidad de la planta.
- c. **Cambio de número de nudos del esqueje:** Se obtuvo el número de nudos a los 27 ddt, y se restó el número de nudos a los 0 ddt. Se consideró únicamente los nudos sobre el eje principal de la planta.
- d. **Cambio de altura del esqueje (en cm):** Se realizaron las mediciones de altura de esqueje, desde la base hasta el extremo del brote terminal; se obtuvo la altura del esqueje a los 27 ddt, y se le restó la altura a los 0 ddt.
- e. **Peso seco de parte aérea:** En miligramos por esqueje (mg/esqueje).
- f. **Peso seco de raíz:** En miligramos por esqueje (en mg/esqueje).

Para las mediciones de peso seco, se tomó la parte aérea y el sistema radical (por aparte) de

cada esqueje. Estos se lavaron, se escurrieron y fueron colocados en bolsas de papel debidamente identificadas. Luego se colocaron en una estufa por cinco días, a una temperatura constante de 60 °C, para finalmente ser pesados en una balanza analítica del Laboratorio de Suelos de la Sede del Atlántico, Universidad de Costa Rica.

La unidad experimental estuvo constituida por un esqueje (uno por bolsa), con una distancia entre esquejes de 33 cm. El diseño fue irrestricto completamente al azar, con tres lugares de procedencia del esqueje, con doce repeticiones por tratamiento y un esqueje 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 un ANDEVA de los datos. Para cada variable se realizó un ANDEVA, 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).

3. Resultados y Discusión

En la Tabla 2 se muestran los estimadores estadísticos de las variables evaluadas en este ensayo. Se presentó una alta variabilidad de los datos en todas las variables, en especial en el cambio en el grosor de tallo y en el peso seco de raíz.

Tabla 2*Estimadores estadísticos de las variables evaluadas en esquejes de tacaco*

Variable	Promedio	Valor mínimo	Valor máximo	Mediana	Desviación estándar	Porcentaje de coeficiente de variación
Cambio de grosor de tallo (cm)	0.19	0	1.1	0	0.29	154.3%
Cambio de número de brotes	8.65	0	29	8.5	7.47	86.41%
Cambio de número de nudos	10.73	0	23	12.5	7.56	70.45%
Cambio de altura (cm)	96.57	0	223	118.5	73.36	75.96%
Peso seco de parte aérea (mg/esqueje)	3,520.03	0	12,526.5	2,888.65	3,053.26	86.74%
Peso seco de raíz (mg/esqueje)	1,138.39	0	6,054.1	568.95	1,391.04	122.19%

En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos para todas las variables. No se hallaron diferencias significativas entre los lugares de procedencia del esqueje, para ninguna de las variables evaluadas. Esto significa que la variabilidad mostrada entre los datos se debe a otros factores, pero no al lugar de procedencia del esqueje.

En relación con el cambio en el número de brotes, no se hallaron referencias en la literatura de casos en que diferentes procedencias

esquejes provenientes de siete sitios diferentes de Marruecos para esta variable (Aithida *et al.*, 2022).

Con respecto al cambio en altura, tampoco se encontraron informes en la literatura sobre casos en los que diferentes procedencias del esqueje no hayan mostrado efectos significativos sobre esta variable, al igual que los resultados de este trabajo en tacaco. De manera contraria, en la especie *Polylepis* spp. sí se encontraron diferencias significativas entre

Tabla 3

Valores obtenidos para las variables estudiadas según el lugar de procedencia del esqueje de tacaco

Variables	Lugar de procedencia del esqueje			Probabilidad
	Cervantes, Alvarado - Cartago	Lapuente, Alvarado-Cartago	Santiago, Parí-so-Cartago	
Cambio de grosor de tallo (cm)	0.14	0.22	0.25	0.5129
Cambio de número de brotes	9.46	6.33	9.33	0.4736
Cambio de número de nudos	10.67	9.25	12.33	0.6159
Cambio de altura (cm)	97.00	89.58	102.71	0.9113
Peso seco de parte aérea (mg/esqueje)	3,847.83	3,203.01	3,181.46	0.7660
Peso seco de raíz (mg/esqueje)	1,258.95	1,484.13	551.55	0.2202

de los esquejes no hayan provocado efecto sobre esta variable, tal y como sucedió en este estudio con tacaco. Sin embargo, en forma contraria, en la especie *Polylepis* spp., con esquejes provenientes de cuatro zonas de Perú, sí se hallaron diferencias significativas entre sitios para el número de brotes (Lizana, 2019). Asimismo, en la especie *Rosa damascena*, se hallaron diferencias significativas entre los

cuatro sitios de procedencia de los esquejes para esta variable (Lizana, 2019).

No se encontró ningún estudio en la literatura sobre propagación con esquejes, en que se hayan evaluado las variables: cambio en el número de nudos, cambio en el grosor de tallo, peso seco de la parte aérea, ni tampoco peso seco de raíz.

En cuanto a la evaluación de diversas procedencias de los esquejes, sí se localizaron otros estudios en que se evaluaron otras variables. Por ejemplo, en México, para la especie *Pinus hartwegii*, no se obtuvieron diferencias significativas entre esquejes procedentes de tres sitios diferentes para las variables porcentaje de supervivencia (valores entre 83,3-91,7%) y porcentaje de enraizamiento (valores entre 66,9-80,7%) (Rivera *et al.*, 2021). De manera contraria, otros investigadores sí encontraron diferencias significativas en el porcentaje de enraizamiento en la especie *Santalum austrocaledonicum*, al comparar dos lugares de procedencia de esquejes (Tate & Page, 2018); y lo mismo sucedió con la especie *Pistacia lentiscus* var. *Chia* al comparar 18 sitios de procedencia del esqueje (Kostas *et al.*, 2021). Asimismo, en otro estudio con yerba mate (*Ilex paraguariensis*) se encontraron diferencias significativas para el porcentaje de enraizamiento y para el porcentaje de supervivencia, entre esquejes provenientes de dos sitios en Brasil (Nascimento *et al.*, 2022). Estos estudios evidencian que el lugar de procedencia del esqueje es un factor que, en algunos casos, puede afectar la propagación vegetativa mediante esquejes. Sin embargo, en otros casos no se registran diferencias en este proceso de propagación debido a los diferentes sitios de procedencia del esqueje, tal y como sucedió en el presente trabajo.

En la propagación mediante esquejes, la formación de raíces adventicias se puede ver

afectada por varios factores, tales como 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 juegan un papel nutricional importante en el desarrollo de raíces adventicias en estacas (Hartmann & Kester, 2014; López-Corona *et al.*, 2019).

Prácticamente no existen investigaciones sobre la relación entre variables climáticas y la respuesta fisiológica de la planta de tacaco. Otros investigadores estimaron la distribución potencial del tacaco en Costa Rica (Barrera-Guzmán *et al.*, 2021), infiriendo que los sitios en que crece el tacaco tienen predominantemente una temperatura media entre 17.65 y 21.30 °C, así como suelos tipo andisol; con alta capacidad de intercambio catiónico y probablemente con un alto contenido de materia orgánica.

El lugar de procedencia del esqueje puede ejercer un importante efecto sobre el estado fisiológico de las plantas de tacaco, debido al tipo de suelo o a las condiciones climáticas de cada sitio, tales como temperatura, luz, lluvia, humedad relativa, viento, entre otros (Jarma *et al.*, 2012). Estos factores pueden afectar el estado nutricional de la planta madre, lo que puede modificar el nivel de carbohidratos que constituyen la principal fuente de energía durante la formación de raíces adventicias en el

esqueje; así como el contenido de nitrógeno del esqueje (Bannoud & Bellini, 2021). Sin embargo, en este estudio, las diversas procedencias de los esquejes de tacaco, que correspondieron a tres altitudes distintas, así como a diferencias en el tipo de suelo, pendiente del terreno, manejo agronómico del cultivo, condiciones climáticas, entre otros, que podrían haber afectado el contenido de carbohidratos y nutrientes del esqueje, no tuvieron una influencia suficientemente importante como para ejercer un efecto significativo sobre las variables evaluadas.

Como comentario adicional, eventualmente el lugar de procedencia también podría implicar un diferente material genético de tacaco; sin embargo, en otro trabajo se concluyó que el

factor genético no influyó sobre el porcentaje de supervivencia, ni el porcentaje de enraizamiento, ni el peso seco de raíces, en la propagación de tacaco mediante esquejes (Monge-Pérez *et al.*, 2024).

4. Conclusiones

Se concluye que el lugar de procedencia del esqueje no causó un efecto significativo sobre la propagación vegetativa de tacaco.

Este ensayo constituye el primer informe sobre el efecto de la procedencia del esqueje sobre la reproducción de esta especie por medio de esquejes.

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

5. Referencias

- Abdelnour, A.; Brenes, J. & Alvarenga, S. (2015). *Establecimiento de un programa de abastecimiento de semilla certificada de chayote en Ujarrás*. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6402>
- Aithida, A.; Tahiri, A.; Azlay, L.; Hassani, L. A. & Mokhtari, M. (2022). Effects of cutting origin and exogenous auxin treatment on the rooting of *Rosa damascena* (Mill) cuttings from the M'goun-Dades valleys in Morocco. *Arabian Journal of Medical & Aromatic Plants*, 8(1), 134-154. <https://revues.imist.ma/index.php/AJMAP/article/view/30674>
- Bannoud, F. & Bellini, C. (2021). Adventitious rooting in *Populus* species: update and perspectives. *Frontiers in Plant Science*, 12(668837), 1-22. <https://www.frontiersin.org/journals/plantscience/articles/10.3389/fpls.2021.668837/full>
- Barrera-Guzmán, L. A.; Cadena-Iñiguez, J.; Legaria-Solano, J. P.; Ramírez-Ojeda, G.; Sahagún-Castellanos, J. & Arévalo-Galarza, M. L. (2021). Potential distribution models of *Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey in Costa Rica. *Agro Productividad*, 14, 1-9. <https://revistaagroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/2006/1654>

- 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. & Abdelnour, A. (2010). Enraizamiento de estacas de chayote (*Sechium edule* Jacq. Sw). *Alcances Tecnológicos*, 8(1), 63-72.
- Castillo-Martínez, C. R.; Cisneros-Solano, V. M.; Hernández-Marini, R.; Cadena-Íñiguez, J. & Avendaño-Arrazate, C. H. (2013). *Conservación y multiplicación de una colección de Sechium spp.* Montecillo, Texcoco, Estado de México, México: Colegio de Postgraduados.
- Castro, V.; Ramírez, E.; Mora, G.; Iwase, Y.; Nagao, T.; Okabe, H.; Matsunaga, H.; Katano, M. & Mori, M. (1997). Structures and antiproliferative activity of saponins from *Sechium pittieri* and *S. talamancense*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 45, 349-358. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9118449/>
- Cerdas, M. & Castro, J. (2017). Caracterización postcosecha de frutos de tacaco (*Sechium tacaco* (Pittier) en Cartago, Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 141-148. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/22039>
- Di-Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; González, L.; Tablada, M. & Robledo, C. W. (2008). *Infostat, versión 2008*. Córdoba, Argentina: Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.
- Gamboa, W. (2005). *Producción agroecológica: una opción para el desarrollo del cultivo del chayote (Sechium edule (Jacq.) Sw.)*. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica.
- Hartmann, H. & Kester, D. (2014). *Hartmann and Kester's Plant Propagation: Principles and practices*. Pearson New International.
- Herrera-Martínez, M.; Ramírez-Mares, M. V.; Burgueño-Tapia, E.; Cepillo-Portugal, E.; Mirón-Enríquez, C. & Hernández-Carlos, B. (2012). Screening of antitopoisomerase, antioxidant, and antimicrobial activities of selected triterpenes and saponins. *Revista Latinoamericana de Química*, 40(3), 165-177. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-59432012000300007
- 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. <https://mail.scialert.net/abstract/?doi=ajpp.2012.1.16>

- Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP). (2007). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica*. Guatemala: INCAP.
- Jarma, A.; Cardona, C. & Araméndiz, H. (2012). Efecto del cambio climático sobre la fisiología de las plantas cultivadas: una revisión. *Revista U.D.C.A. Actualidad y Divulgación Científica*, 15(1), 63-76. <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/803/893>
- Kostas, S.; Hatzilazarou, S.; Pipinis, E.; Vasileiadis, A.; Magklaras, P.; Smyrnioudis, I.; Vasiliakis, T.; Chazakis, M.; Anastasiadi, V.; Ziogou, F.; Kotoula, A.; Afendra, A.; Hatziloukas, E. & 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. <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/2/205>
- 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*. Lima, Perú: Universidad Científica del Sur. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USUR_6a67023e509ee2cd20cc493d21b10d66
- López-Corona, B. E.; Mondaca-Fernández, I.; Gortares-Moroyoqui, P.; Holguín, J.; Meza-Montenegro, M. M.; Balderas-Cortés, J. D.; Vargas-López, J. M. & Rueda-Puente, E. O. (2019). Técnica de esquejes en agricultura: una alternativa a la vanguardia. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22(2), 505-517. <https://investigadores.unison.mx/es/publications/revisi%C3%B3n-review-t%C3%A9cnica-de-esquejes-en-agricultura-una-alternativ>
- Monge-Pérez, J. E. & 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. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/3274
- Monge-Pérez, J. E. & Loría-Coto, M. (2018a). Cuantificación de la variabilidad entre progenies de tacaco (*Sechium tacaco*). *Revista Pensamiento Actual*, 18(30), 67-77. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/33813>
- Monge-Pérez, J. E. & Loría-Coto, M. (2018b). Variabilidad morfológica en frutos de una población de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey] a través del tiempo. *Tecnología en Marcha*, 31(4), 15-24. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/3956?articlesBySameAuthorPage=2
- Monge-Pérez, J. E. & Loría-Coto, M. (2022a). Novedad: Presencia de cuatro y ocho suturas longitudinales completas en frutos de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey]. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 26, 42-46. <https://revistasacademicas.uco.mx/index.php/agropecuaria/article/view/232>

- Monge-Pérez, J. E. & Loría-Coto, M. (2022b). Primer informe sobre la presencia de dos protofilas por nudo en plántulas de tacaco (*Sechium tacaco*), en Costa Rica. *Centro Agrícola*, 49(4), 78-81. https://www.researchgate.net/publication/378071045_Primer_informe_sobre_la_presencia_de_dos_protofilas_por_nudo_en_plantulas_de_tacaco_Sechium_tacaco_en_Costa_Rica
- Monge-Pérez, J. E. & Loría-Coto, M. (2023a). Primer informe sobre heteroblastia en protofilas de tacaco (*Sechium tacaco*). *Tecnología en Marcha*, 36(1), 33-41. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/5899
- Monge-Pérez, J. E. & Loría-Coto, M. (2023b). Primer informe sobre presencia de yemas cotiledonares en plántulas de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey]. *Tecnología en Marcha*, 36(2), 32-36. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/5999
- Monge-Pérez, J. E. & 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. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/3884>
- Monge-Pérez, J. E.; Muñoz-López, K. M. & Loría-Coto, M. (2024). Propagación de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey] mediante esquejes: efecto del factor genético. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 28, 106-117. <http://ww.ucoi.mx/reviaia/pdf/2024/enero/9.pdf>
- Murillo-Quesada, M. E. (2019). *Establecimiento in vitro de tacaco Sechium tacaco (Pittier) C. Jeffrey syn. Frantzia tacaco*. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica: Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica. <https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/items/ad02c8de-7d01-4e91-9be7-2a6bafffdbb3/full>
- Nascimento, B.; Sá, A. C.; Bittencourt, L.; Silva, D. T.; Navroski, M. C. & Mantovani, A. (2022). Rooting potential of *Ilex paraguariensis* cuttings of two populations of southern Brazil in two rooting environments. *Floresta*, 52(2), 367-376. https://www.researchgate.net/publication/359982727_ROOTING_POTENTIAL_OF_ILEX_PARAGUARIENSIS_CUTTINGS_OF_TWO_POPULATIONS_OF_SOUTHERN_BRAZIL_IN_TWO_ROOTING_ENVIRONMENTS
- Ramírez-Wong, J. (1996). *Estudio fitoquímico preliminar de varias especies del género Sechium, endémicas de Costa Rica*. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica: Escuela de Química, Universidad de Costa Rica.

- Rivera, F.; Jiménez, M.; Ramírez, C. & 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. <http://revistas.uach.cl/index.php/bosque/article/view/6496>
- Saborío, J. C.; Brenes, A. & Vega, M. (1999). Propagación vegetativa de *Sechium talamancense* (Wunderlin) C. Jeffrey. XI Congreso Agronómico Nacional y de Recursos Naturales (pág. 356). San José, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Tate, H. T. & 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. <https://researchonline.jcu.edu.au/58483/>