

COMUNICACIÓN BREVE

Efecto de la longitud del esqueje sobre la propagación asexual de tacaco (*Sechium tacaco*; Cucurbitaceae)

José Eladio Monge-Pérez¹ , Karen María Muñoz-López¹  & Michelle Loría-Coto² 

1. Universidad de Costa Rica, Finca Experimental Interdisciplinaria de Modelos Agroecológicos, Turrialba, Cartago, Costa Rica; jose.mongeperez@ucr.ac.cr; kaymunoz@gmail.com
2. Universidad Estatal a Distancia, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Sabanilla, San José, Costa Rica; michelle_loria@yahoo.com

Recibido 02-IV-2024 • Corregido 23-V-2024 • Aceptado 14-VI-2024
<https://doi.org/10.22458/urj.v16i1.5238>

ABSTRACT. “Effect of cutting length on the asexual propagation of tacaco (*Sechium tacaco*; Cucurbitaceae)”. **Introduction:** There is few information on the vegetative propagation of tacaco (*Sechium tacaco*). **Objective:** To evaluate the effect of cutting length on the asexual propagation of tacaco. **Methods:** We carried out the test in Ujarrás, Cartago, Costa Rica. We use 36 cuttings from secondary shoots, of three different lengths (long, medium and short; 12 cuttings of each length). We treated the cuttings with 10 000ppm IBA, and kept them under greenhouse conditions for 41 days. Then we transplanted them into plastic bags, and kept them under a shade house for 27 days. We evaluated the following variables: root dry weight, aerial part dry weight, aerial part dry weight/root dry weight ratio, change in height, change in number of nodes, change in number of shoots, and change in stem thickness. **Results:** We did not find significant differences between treatments for any of the evaluated variables. **Conclusion:** The length of the cutting did not significantly influence the vegetative propagation of tacaco.

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

RESUMEN. Introducción: Existe poca información sobre la propagación vegetativa de tacaco (*Sechium tacaco*). **Objetivo:** Evaluar el efecto de la longitud del esqueje sobre la propagación asexual de tacaco. **Métodos:** El ensayo lo realizamos en Ujarrás, Cartago, Costa Rica. Utilizamos 36 esquejes de brotes secundarios, de tres longitudes diferentes (larga, mediana y corta; 12 esquejes de cada longitud). Tratamos los esquejes con 10 000ppm de AIB, y los mantuvimos bajo condiciones de invernadero durante 41 días. Luego los trasplantamos a bolsas plásticas, y los mantuvimos bajo casa sombra por 27 días. Evaluamos las siguientes variables: peso seco de raíz, peso seco de parte aérea, relación peso seco de parte aérea/peso seco de raíz, cambio de altura, cambio de número de nudos, cambio de número de brotes, y cambio de grosor de tallo. **Resultados:** No hallamos diferencias significativas entre tratamientos para ninguna de las variables evaluadas. **Conclusión:** La longitud del esqueje no influyó significativamente sobre la propagación vegetativa de tacaco.

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

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), además de que poseen gran potencial nutricional (Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá [ICAP], 2007). También, Ramírez-Wong (1996) determinó en *S. tacaco*, *S. talamancense* y *S. pittieri*, siete tipos de saponinas, llamadas tacacósidos que, de acuerdo con Castro et al. (1997), presentan propiedades inhibitoras de células cancerosas, y que también presentan actividad inhibitoria del crecimiento microbiano (Herrera-Martínez et al., 2012).

En el tacaco, la reproducción generalmente se hace 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, 2018). A partir de esta situación, se desprende la importancia de investigar sobre el uso de técnicas de propagación asexual en esta especie, que garantice la obtención de plantas con las mismas características de la planta madre.

La propagación asexual permite obtener una planta completa, a partir de tejido o de un órgano de la misma planta, lo que hace factible la conservación de clones, así como la evitación de períodos juveniles prolongados. En la reproducción por estacas, se corta una parte del tallo de la planta madre, se coloca en condiciones ambientales favorables (alta humedad relativa), y se induce a que forme raíces y tallos; asimismo, se recomienda suprimir las flores y yemas florales de la planta (Castillo-Martínez et al., 2013).

Entre los estudios sobre metodologías de propagación asexual en tacaco, se encuentra el uso de la propagación *in vitro* mediante ápices y microestacas (Murillo-Quesada, 2019), y experiencias poco exitosas mediante la técnica del acodo aéreo (Monge-Pérez & Loría-Coto, 2024).

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

En el caso del chayote (*Sechium edule*), existe un protocolo de propagación por esquejes a partir de brotes secundarios, desarrollado en Costa Rica (Abdelnour et al., 2015; Brenes et al., 2010; Gamboa, 2005).

En relación con la etapa fenológica óptima de la planta madre al momento de recolectar los esquejes, algunos autores indican que es imprescindible hacerlo en la etapa de fructificación, con el fin de asegurar la calidad del fruto del material a propagar (Brenes et al., 2010; Gamboa, 2005). Sin embargo, otros investigadores aconsejan hacerlo en la etapa vegetativa (Hartmann & Kester, 2014).

El objetivo de nuestro ensayo fue evaluar el efecto de la longitud del esqueje sobre la propagación asexual de tacaco.

Realizamos el experimento en una empresa productora de chayote, ubicada en Ujarrás, Paraíso, Cartago, Costa Rica, en un invernadero diseñado para propagación de esquejes de chayote.

Tomamos los esquejes a partir de plantas madre de tacaco (*Sechium tacaco*) ubicadas en los cantones de Alvarado y Paraíso, de la provincia de Cartago, Costa Rica. Usamos esquejes seleccionados a partir de brotes secundarios del tallo principal, con al menos tres nudos, y de plantas madre sanas, vigorosas, en etapa reproductiva (Abdelnour et al., 2015; Brenes et al., 2010; Gamboa, 2005).

Recolectamos los esquejes en horas de la mañana, y los llevamos al invernadero, donde eliminamos los zarcillos, flores y frutos, pero le dejamos todas las hojas. En la base del esqueje aplicamos una formulación en polvo de ácido indol butírico (AIB), a una concentración de 10 000ppm.

Sembramos los esquejes a una profundidad de 5cm, en macetas plásticas con capacidad de 1L, rellenas de sustrato 100% turba, humedecida a capacidad de campo; sembramos un esqueje por maceta. A lo largo del experimento mantuvimos riego por microaspersión en el invernadero, por períodos cortos pero continuos. La frecuencia y duración del riego dependió de las condiciones climáticas que se presentaron en cada momento del ensayo.

Evaluamos tres longitudes de esqueje: corta (15-20cm), mediana (25-30cm), y larga (35-40cm); estas longitudes se determinaron al considerar que los esquejes con al menos tres nudos presentaban una longitud mínima de 15cm y una máxima de 40cm, dependiendo de la longitud del entrenudo; para la medición de la longitud de los esquejes se utilizó una cinta métrica marca Assist 32G-8025, con una capacidad de $800,0 \pm 0,1$ cm.

Establecimos el experimento del 30 de agosto al 26 de setiembre de 2022, por 27 días, bajo condiciones de casa sombra, a partir de esquejes que habíamos sembrado en invernadero para enraizamiento en julio de 2022, y que luego de 41 días habían obtenido un enraizamiento adecuado. La casa sombra utilizada contaba con malla plástica tipo sarán, color negro, al 30% de sombra, colocada a 2m de altura. Procedimos a trasplantar cada esqueje en bolsas plásticas negras perforadas, de 38 x 94cm, las cuales rellenamos con sustrato que consistió en una mezcla de suelo y abono orgánico, en una proporción 1:1. Nos aseguramos que, previo al trasplante, el sustrato tuviera un nivel de humedad a capacidad de campo, y fertilizamos con la fórmula química 10-30-10, a una dosis de 5g por planta, a los 3 días después del trasplante. Mantuvimos las plantas en casa sombra hasta los 27 días después del trasplante.

Evaluamos las siguientes variables:

1. Peso seco de raíz (en mg/esqueje).
2. Peso seco de parte aérea (en mg/esqueje).
3. Relación peso seco de parte aérea/peso seco de raíz: se obtuvo al obtener el cociente de estas variables.
4. Cambio de altura (en cm): realizamos las mediciones de altura de esqueje, desde la base hasta el extremo del brote terminal; obtuvimos la altura del esqueje a los 27 días después del trasplante, y le restamos la altura al día del trasplante.
5. Cambio de número de nudos: obtuvimos el número de nudos a los 27 días después del trasplante, y le restamos el número de nudos al día del trasplante. Consideramos únicamente los nudos sobre el eje principal de la planta.
6. Cambio de número de brotes: registramos el número de brotes a los 27 días después del trasplante, y le restamos el número de brotes al día del trasplante. Tomamos en cuenta todos los brotes nuevos presentes en la totalidad de la planta.
7. Cambio de grosor de tallo (en mm): medimos el grosor del tallo a los 27 días después del trasplante, y le restamos el grosor del tallo al día del trasplante. Hicimos la medición en la base del tallo, contiguo al primer nudo, con ayuda de un calibrador marca Mitutoyo, modelo N° 60125117, con una capacidad de 150mm.

Para las mediciones de peso seco, tomamos la parte aérea y el sistema radical (por aparte) de cada esqueje. Estos los lavamos, los escurrimos, y los colocamos en bolsas de papel debidamente identificadas. Luego pusimos las bolsas en una estufa por 5 días, a una temperatura constante de 60°C, y finalmente tomamos los valores de peso seco en una balanza analítica del Laboratorio de Suelos de la Sede del Atlántico, Universidad de Costa Rica.

Nuestra unidad experimental estuvo constituida por un esqueje, con una distancia entre esquejes de 33cm. Nuestro diseño experimental fue irrestricto completamente al azar, con tres longitudes del esqueje (tratamientos), con doce repeticiones por tratamiento.

Constatamos los supuestos para el análisis de varianza (ANDEVA) antes de realizar el análisis estadístico pertinente. Para la normalidad usamos la prueba Shapiro Wilks modificada, mientras que para la homogeneidad de varianzas utilizamos la prueba de Levene. Para cada variable realizamos un ANDEVA, con un nivel de significancia igual a 0,05. Dado el alto coeficiente de variación para todas las variables, se realizó la transformación de los datos mediante la raíz cuadrada de $(x + 0,5)$, antes de llevar a cabo el ANDEVA. Para todos los análisis de datos utilizamos el paquete estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2008).

Las variables que presentaron la mayor variabilidad de los datos fueron el cambio en el

grosor del tallo y el peso seco de raíz (Tabla 1).

TABLA 1

Estimadores estadísticos de las variables evaluadas en esquejes de tacaco

Variable	Promedio	Valor mínimo	Valor máximo	Mediana	Desviación estándar	Coefficiente de variación (%)
Peso seco de raíz (mg/esqueje)	1 467,46	0	6 054,1	1 261,1	1 462,77	99,68
Peso seco de parte aérea (mg/esqueje)	4 493,24	0	12 526,5	4 509,3	2 917,69	64,94
Relación peso seco de parte aérea/peso seco de raíz	4,83	1,15	11,58	4,18	2,81	58,24
Cambio de altura (cm)	126,71	0	223	136,5	58,08	45,84
Cambio en el número de nudos	13,83	0	23	15	5,7	41,20
Cambio en el número de brotes	11,28	0	29	10,5	6,66	59,03
Cambio en el grosor de tallo (mm)	2,2	0	11	0,5	3,1	138,24

No obtuvimos diferencias significativas entre tratamientos para ninguna de las variables evaluadas (Tabla 2).

TABLA 2

Valores obtenidos para las variables estudiadas, según longitud del esqueje de tacaco

Variables	Longitud del esqueje			p
	Corta	Mediana	Larga	
Peso seco de raíz (mg/esqueje)	1 096,64	1 740,49	1 565,25	0,7018
Peso seco de parte aérea (mg/esqueje)	3 062,98	4 824,70	5 592,06	0,4428
Relación peso seco de parte aérea/peso seco de raíz	2,79	2,77	3,57	0,7312
Cambio de altura (cm)	117,33	147,13	115,67	0,5625
Cambio en el número de nudos	14,42	16,00	11,08	0,1859
Cambio en el número de brotes	8,33	13,67	11,83	0,2593
Cambio en el grosor de tallo (mm)	2,0	3,1	1,6	0,3821

Nota: Longitud: corta (15-20cm), mediana (25-30cm), larga (35-40cm). Las medias corresponden a los datos sin transformar. La probabilidad corresponde al ANDEVA de los datos transformados mediante la raíz cuadrada de $(x + 0,5)$. p = probabilidad.

Al igual que los resultados hallados en nuestro ensayo con respecto al peso seco de la raíz, en las especies *Hylocereus undatus* y *Selenicereus megalanthus*, la longitud del esqueje no afectó significativamente esta variable (Vélez & Zambrano, 2022); y un resultado similar se obtuvo en la especie *Khaya senegalensis* (Ky-Dembele et al., 2011).

De manera contraria, en otros estudios la longitud del esqueje sí afectó en forma significativa el peso seco de la raíz. Por ejemplo, en *Jatropha curcas*, otros investigadores hallaron que los esquejes más largos (40cm) alcanzaron valores significativamente más altos para esta variable, en comparación con los esquejes más cortos (20 y 30cm) (Kathiravan et al., 2009). En otro ensayo con esquejes de *Jatropha curcas*, el peso seco de la raíz fue significativamente mayor en las estacas de 20 y 30cm, en comparación con las de 25, 35 y 40cm (Enciso & Castillo, 2010). En yuca, *Manihot esculenta*, se presentaron diferencias significativas para esta variable entre esquejes de

diferente longitud; los de 15cm obtuvieron un menor valor, en comparación con los de 30cm (Prasitsarn et al., 2017). En *Moringa oleifera*, los esquejes de 25cm presentaron un menor peso seco de raíz, en comparación con los esquejes más largos (Santoso & Parwata, 2020).

No hallamos registros en la literatura en que se informara que la longitud del esqueje no afectó el peso seco de la parte aérea, tal y como sucedió en nuestro ensayo.

Sin embargo, contrariamente, sí encontramos informes sobre el efecto significativo de la longitud del esqueje sobre dicha variable. En esquejes de *Jatropha curcas*, el peso seco de la parte aérea fue significativamente superior para las estacas de 25 y 30cm, en comparación con las de 20, 35 y 40cm (Enciso & Castillo, 2010). En piña, *Ananas comosus*, también se halló que los esquejes más largos (8cm) lograron valores estadísticamente superiores, con respecto a los esquejes más cortos (2, 4 y 6cm), para esta variable (Ranawana & Eeswara, 2008). Asimismo, en yuca, *Manihot esculenta*, se presentaron diferencias significativas entre esquejes de diferente longitud; los de 15cm obtuvieron un mayor peso seco de la parte aérea, en comparación con los de 30cm (Prasitsarn et al., 2017). En *Moringa oleifera*, los esquejes de 25cm presentaron un menor valor para esta variable, en comparación con los esquejes más largos (Santoso & Parwata, 2020).

En relación con el cambio en la altura del esqueje, en la especie *Selenicereus megalanthus*, la longitud del esqueje no afectó significativamente la longitud del brote (Vélez & Zambrano, 2022); este es un resultado similar al hallado en nuestra investigación.

En forma contraria, en la especie *Milicia excelsa* se halló que los esquejes más largos (9cm) lograron resultados significativamente superiores, en relación con los esquejes más cortos (3 y 6cm), para esta variable (Nyiramvuyekure et al., 2023). En la especie *Hylocereus undatus*, la longitud del esqueje también afectó significativamente la longitud del brote (fue mayor con 80cm, que con 50cm) (Vélez & Zambrano, 2022), y lo mismo se halló en el cultivo de rosa (*Rosa* spp.) (Quimbiamba, 2019). En *Moringa oleifera*, se obtuvo una longitud de tallo significativamente superior con los esquejes de 75cm, en comparación con los esquejes más cortos (Santoso & Parwata, 2020). En *Duranta repens*, se halló que los esquejes de 20cm obtuvieron una mayor longitud del tallo, en comparación con los esquejes de 10cm (Okunlola, 2013).

Con respecto al cambio en el número de nudos, no encontramos referencias en la literatura sobre reproducción mediante esquejes en la que se evaluara esta variable.

En cuanto al cambio en el número de brotes, la longitud del esqueje no afectó significativamente esta variable en la especie *Selenicereus megalanthus* (Vélez & Zambrano, 2022), ni tampoco en el cultivo de rosa (*Rosa* spp.) (Quimbiamba, 2019); estos resultados son similares a lo encontrado en nuestro estudio.

De manera contraria, en *Jatropha curcas*, los esquejes de 20cm de longitud presentaron una cantidad significativamente mayor de brotes, en comparación con los de 25cm (Enciso & Castillo, 2010). Asimismo, en la especie *Milicia excelsa* se halló que los esquejes más largos (9cm) lograron resultados significativamente superiores, en relación con los esquejes más cortos (3 y 6cm), para esta variable (Nyiramvuyekure et al., 2023). En piña, *Ananas comosus*, también se halló que los esquejes más largos (8cm) lograron valores estadísticamente superiores, con respecto a los esquejes más cortos (2, 4 y 6cm), para esta variable (Ranawana & Eeswara, 2008). En la especie *Hylocereus undatus*, la longitud del esqueje afectó significativamente el número de brotes (fue mayor con 80cm, que con 50cm) (Vélez & Zambrano, 2022). En *Moringa oleifera*, se obtuvo un número de tallos significativamente superior con los esquejes de 75cm, en comparación con los esquejes más cortos (Santoso & Parwata, 2020). En *Duranta repens*, se halló que los esquejes de 20cm obtuvieron un mayor número de brotes, en comparación con los esquejes de 10cm (Okunlola, 2013).

Con relación al cambio en el grosor de tallo, no hallamos informes en la literatura en los que se indicara que la longitud del esqueje no afectó esta variable, tal y como lo obtuvimos en nuestro estudio en tacaco.

En contraste, en *Moringa oleifera*, los esquejes de 25cm presentaron un diámetro de tallo significativamente inferior, en comparación con los esquejes más largos (Santoso & Parwata, 2020).

En la propagación por esquejes, la formación de raíces adventicias se ve afectada, entre otros, 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). Otros autores también han indicado que los carbohidratos juegan un papel nutricional importante en el desarrollo de raíces adventicias en estacas (Hartmann & Kester, 2014; López-Corona et al., 2019).

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, 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). 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).

En el cultivo de avellana híbrida (*Corylus americana x Corylus avellana*), se ha identificado una mayor formación de raíces en los esquejes más largos, concluyendo que se debe a la existencia de una mayor cantidad de carbohidratos, que son esenciales para proveer la energía para formar los esqueletos de carbono necesarios para la producción de los tejidos de la raíz; sin embargo, otro factor importante en la formación de raíces es el AIA endógeno, producido por las yemas del esqueje (Braun & Wyse, 2019).

Sin embargo, según nuestros resultados, parece que las disparidades en el contenido de carbohidratos debido a las distintas longitudes de los esquejes de tacaco no fueron lo suficientemente significativas como para influir de manera notable en las variables evaluadas. Una posible explicación es que exista un nivel mínimo de carbohidratos requerido para lograr el enraizamiento en tacaco, y que las tres longitudes de esqueje evaluadas hayan cumplido con dicho nivel. Otra posibilidad es que, a pesar de que los esquejes de mayor longitud pudieran haber tenido un mayor nivel de carbohidratos, quizás su efecto potencial sobre el enraizamiento se vio perjudicado debido a un mayor grado de transpiración de los esquejes largos luego del trasplante, dada su mayor área foliar. En todo caso, para investigaciones futuras es importante considerar que el tamaño del esqueje no es un factor determinante en la capacidad de enraizamiento en tacaco. Por lo tanto, se concluye que la longitud del esqueje de tacaco no influyó significativamente sobre la propagación vegetativa de tacaco mediante esquejes. Esta investigación representa el primer estudio que aborda el impacto de la longitud del esqueje en la reproducción de esta especie mediante este método de propagación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el financiamiento brindado por parte de la Universidad de Costa Rica, para la ejecución de esta investigación.

ÉTICA, CONFLICTO DE INTERESES Y DECLARACIÓN DE FINANCIAMIENTO

Declaramos haber cumplido con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la preparación de este documento; que no hay conflictos de interés de ningún tipo, y que todas las fuentes financieras se detallan plena y claramente en la sección de agradecimientos. Asimismo, estamos de acuerdo con la versión editada final de esta publicación. El respectivo documento legal firmado se encuentra en los archivos de la revista.

La declaración de contribución de cada autor es la siguiente: J.E.M.P. y K.M.M.L.: Diseño del estudio, recolección y análisis de datos. M.L.C.: Análisis de datos. Todos los coautores: preparación y aprobación final del manuscrito.

REFERENCIAS

- Abdelnour, A., Brenes, J., & Alvarenga, S. (2015). *Establecimiento de un programa de abastecimiento de semilla certificada de chayote en Ujarrás*. <https://tinyurl.com/2h7gd3yv>
- Bannoud, F., & Bellini, C. (2021). Adventitious rooting in *Populus* species: update and perspectives. *Frontiers in Plant Science*, 12(668837), 1-22.
- Braun, L., & 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., & 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.* <https://tinyurl.com/2mfgc8js>
- 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(2), 349-358.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2008). *Infostat, versión 2008*. Grupo Infostat, Universidad Nacional de Córdoba.
- Enciso, C. R., & Castillo, F. M. (2010). Propagación vegetativa de *Jatropha curcas* L. por estacas. *Investigación Agraria*, 12(2), 69-73.
- Gamboa, W. (2005). *Producción agroecológica: una opción para el desarrollo del cultivo del chayote (Sechium edule (Jacq.) Sw.)*. 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.
- 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*. <https://tinyurl.com/2r2wrfqn>
- Kathiravan, M., Ponnuswamy, A. S., & Vanitha, C. (2009). Determination of suitable cutting size for vegetative propagation and comparison of propagules to evaluate the seed quality attributes in *Jatropha curcas* Linn. *Natural Product Radiance*, 8(2), 162-166.
- Ky-Dembele, C., Tigabu, M., Bayala, J., Savadogo, P., Boussim, I. J., & Odén, P. C. (2011). Clonal propagation of *Khaya senegalensis*: the effects of stem length, leaf area, auxins, smoke solution, and stockplant age. *International Journal of Forestry Research*, 2011(281269), 1-10.
- 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.
- 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.
- Monge-Pérez, J. E., & 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., & 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] Universidad de Costa Rica.
- Nyiramvuyekure, V., Inoti, S. K., & Obwoyere, G. O. (2023). Stem cutting size influence on sprouting and survival of stem cuttings of African teak (*Milicia excelsa* (Welw.) in Kenya. *Journal of Horticulture and Forestry*, 15(2), 20-26.
- Okunlola, A. I. (2013). The effects of cutting types and length on rooting of *Duranta repens* in the nursery. *Global Journal of Human Social Science*, 13(3), 1-4.
- Prasitsarn, M., Polthanee, A., Trelo-ges, V., & 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.
- Quimbiamba, C. O. (2019). *Evaluación de la propagación de rosa (Rosa spp.) por estacas mediante el uso de ácido naftalenacético en el cantón Pedro Moncayo - Pichincha*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Técnica del Norte]. <https://tinyurl.com/2nvt33eh>
- Ramírez-Wong, J. (1996). *Estudio fitoquímico preliminar de varias especies del género Sechium, endémicas de Costa Rica*. [Tesis de Licenciatura] Universidad de Costa Rica.
- Ranawana, S. R., & Eeswara, J. P. (2008). Effects of type and size of stem cutting and propagation media for rapid multiplication of pineapple (*Ananas comosus*). *Tropical Agricultural Research*, 20, 388-394.
- 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.
- Santoso, B. B., & Parwata, A. (2020). The growth of *Moringa* seedling originated from various sizes of stem cutting. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 519, 012010.
- Vélez, L. J., & Zambrano, G. M. (2022). *Propagación asexual en pitahaya roja (Hylocereus undatus) y amarilla (Selenicereus megalanthus) en el valle del río Carrizal*. [Tesis de Licenciatura, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <https://tinyurl.com/2mdt8ol3>

