

Efecto de ácido indol butírico sobre la propagación de tacaco (*Sechium tacaco*) mediante acodo aéreo

Effect of indole-butyric acid on the propagation of tacaco (*Sechium tacaco*) by air layering

José E. Monge-Pérez^{1*}, Michelle Loría-Coto²

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

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

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

RESUMEN. Objetivos: evaluar el efecto de diferentes dosis de ácido indol butírico sobre la propagación vegetativa de tacaco (*Sechium tacaco*) mediante acodos aéreos. Metodología: El ensayo se desarrolló en Fraijanes, Alajuela, en agosto-setiembre de 2017. Se evaluaron tres dosis de ácido indol butírico (200, 600 y 1,800ppm) y un testigo con agua destilada. Se realizaron 10 acodos aéreos por cada tratamiento. Se evaluó el porcentaje de acodos vivos, y la producción de callo y de raíces en cada acodo. Resultados: El porcentaje de acodos vivos osciló entre 80 y 90% para todos los tratamientos. El porcentaje de producción de callo varió entre 44 y 75%. No hubo producción de raíces en ningún tratamiento. Conclusiones: El uso de ácido indol butírico para la reproducción vegetativa del tacaco mediante acodos aéreos, no fue efectivo mediante la metodología ensayada en el presente trabajo.

Palabras clave. *Acodo aéreo, Cucurbitaceae, enraizamiento, propagación, Sechium tacaco*

ABSTRACT. Objectives: evaluate the effect of different doses of indole-butyric acid on the vegetative propagation of tacaco (*Sechium tacaco*) using air layering. Methodology: The trial was carried out in Fraijanes, Alajuela, in August-September 2017. Three doses of indole-butyric acid (200, 600 and 1,800ppm) and a control with distilled water were evaluated. 10 air layers were performed for each treatment. The percentage of live layers, and the production of callus and roots in each layer, were evaluated. Results: The percentage of live layers ranged between 80 and 90% for all treatments. The percentage of callus production varied between 44 and 75%. There was no root production in any treatment. Conclusions: The use of indole-butyric acid for the vegetative reproduction of tacaco through air layering was not effective using the methodology tested in this work.

Keywords. *Air layering, Cucurbitaceae, rooting, propagation, Sechium tacaco*

1. Introducción

El tacaco, *Sechium tacaco*, es una especie anual de la familia Cucurbitaceae, que presenta una planta herbácea, trepadora, y monoica, de interés alimenticio [1], [2].

Además de su utilización como alimento en la cocina costarricense, otro posible uso del tacaco es en la industria farmacéutica. Se han hallado moléculas con actividad inhibidora del crecimiento de células cancerosas, en *Sechium tacaco*, *S. talamancense* y *S. pittieri*; esos compuestos corresponden a saponinas, y se

les llama “tacacósidos” [3], los cuales también inhiben el crecimiento microbiano [4].

El tacaco es originario de Costa Rica, y su distribución geográfica corresponde únicamente a este país [2], [5], aunque se tienen indicios de que ya podría estar presente en la provincia de Chiriquí, Panamá [6]. El tacaco es, junto con la cabuya (*Furcraea cabuya*), una de las dos únicas especies endémicas de Costa Rica [7], por lo que se ha propuesto considerarla como patrimonio natural de Costa Rica [6]. En los últimos años se han

Citación: J.E. Monge-Pérez et al., “Efecto de ácido indol butírico sobre la propagación de tacaco (*Sechium tacaco*) mediante acodo aéreo”, *Revista de I+D Tecnológico*, vol. 20, no. 1, pp. (94-100), 2024.

Tipo de artículo: Original. **Recibido:** 13 de noviembre de 2023. **Recibido con correcciones:** 15 de diciembre de 2023. **Aceptado:** 15 de enero de 2024.

DOI: <https://doi.org/10.33412/idt.v20.1.3884>

Copyright: 2024 J.E. Monge-Pérez et al., This is an open access article under the CC BY-NC-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

informado de hallazgos sobre las características morfológicas de esta especie [8], [9], [10].

El cultivo del tacaco se realiza en zonas con altitudes entre 500 y 1,700msnm, y se puede cultivar en cualquier época del año [2], [6].

Las plantaciones de tacaco son pequeñas, y la producción está destinada principalmente al autoconsumo, aunque en la zona de La Flor y El Yas, del cantón de Paraíso, y Cervantes, del cantón de Alvarado, Cartago, Costa Rica, se generan ciertos excedentes, que son comercializados en los mercados [2], [6].

Existen otras especies silvestres relacionadas con el tacaco, pero que no se consumen, tales como *S. talamancensis*, *S. pittieri*, *S. villosum*, *S. panamense* y *S. venosum*, y estas especies se conocen con los nombres vulgares de “tacaco de monte”, “tacaco cimarrón”, o “tacaquillo” [2].

El tacaco se reproduce normalmente mediante la semilla sexual, en donde algunos frutos caen al suelo y se pudren, y su semilla germina luego de 2 a 6 meses, momento en que se trasplantan las plántulas [2]. La germinación es más eficiente si los frutos se dejan deshidratar a la sombra por varios días, luego se extrae la semilla, y después de algunos días se remueve la testa (escarificación), y se coloca el embrión en una cama de germinación [11].

La supervivencia de las plántulas provenientes de semilla sexual es escasa, y en campo se observa una alta mortalidad de ellas [12].

Existe variabilidad en los caracteres del fruto del tacaco, tales como: tamaño, presencia y distribución de espinas, cantidad de fibras en el mesocarpo, y sabor [1]. Esto se evidenció en una investigación anterior, en que se realizó la descripción de las características morfológicas de los frutos de cinco genotipos de tacaco [6].

Por lo tanto, conviene contar con un método de reproducción vegetativa (asexual) del tacaco, para conservar las características de un genotipo en particular que presente buena calidad y rendimiento, y así evitar la variabilidad que se ha informado entre progenies al reproducir el tacaco mediante semilla sexual [13], [14], dada su condición de planta alógama (polinización cruzada).

En los últimos años se han tenido algunos avances con la reproducción vegetativa *in vitro* de tacaco, con el uso de meristemos y de microestacas [15]. Otra opción de

propagación asexual de esta especie puede ser mediante el uso de acodos aéreos.

El acodo es una forma de propagación de plantas en el cual se provoca el desarrollo de raíces adventicias a un tallo que aún está adherido a la planta madre, y después se separa el tallo enraizado, que se convierte en una nueva planta que crece sobre sus propias raíces. Para la ejecución de este método, se elimina la luz de las partes en que se desea que se formen raíces. Generalmente, se recomienda el uso de sustancias estimuladoras del enraizamiento, como el ácido indol butírico (AIB), en el acodo, mediante su aplicación a los cortes del anillado, ya sea en lanolina, en polvo, o en una solución en alcohol de 50%. La formación de raíces en el acodo depende de factores como temperatura moderada, buena aireación, y provisión continua de humedad en la zona de enraizamiento [16].

En el caso de propagación mediante estacas en la especie silvestre *Sechium talamancense*, se informó de un 44% de éxito en el enraizamiento, a partir de tejido joven (esquejes), y una respuesta positiva al enraizamiento con el uso de 200ppm de AIB [17].

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de diferentes dosis de AIB sobre la propagación vegetativa del tacaco mediante la técnica del acodo aéreo.

2. Materiales y Métodos

El ensayo se desarrolló en Fraijanes de Alajuela, latitud Norte 10° 8' 19.05'' y longitud Oeste 84° 11' 33.97'', a una altitud de 1,782msnm, en una finca en la cual se ubicaba una planta de tacaco adulta y de gran tamaño que crecía sobre varios árboles frutales.

Se evaluaron cuatro tratamientos, correspondientes a tres dosis de AIB (200, 600, y 1,800ppm), y un testigo con agua destilada. Para la preparación de la solución de 1,800ppm AIB, se disolvieron 180mg de AIB en 100ml de KOH 0.1M, y luego se agregó HCl 6M hasta ajustar el pH de la solución a 5.79. A partir de esta solución, se hicieron las diluciones con agua destilada para obtener la solución de 600ppm (pH = 5.87) y la de 200ppm (pH = 5.68).

Se realizaron 10 acodos aéreos por cada tratamiento, el día 21 de agosto de 2017. Para realizar cada acodo se escogió una rama terminal que estuviera en crecimiento activo, y se realizó una incisión superficial en forma de media luna alrededor del tallo, debajo del nudo de la cuarta hoja desarrollada a partir del ápice de la rama; en ese nudo escogido se eliminó la hoja, las flores, el brote

vegetativo y el zarcillo. Se aplicó el tratamiento (agua destilada o solución de AIB) en la zona de la herida, mediante un pincel. Posteriormente, se cubrió todo el tallo alrededor de la zona de la herida con un trozo de papel aluminio de 20 x 30cm, el cual contenía 170ml de turba fina (“peat moss”) húmeda (a capacidad de campo), y se presionó el papel aluminio en los extremos contra el tallo, de tal forma que quedara firmemente unido al mismo, y que la turba quedara recubriendo la zona de la incisión, a lo largo de 30cm de tallo.

Treinta días después de realizado el acodo aéreo (20 de setiembre de 2017), se procedió a realizar un conteo del número de acodos vivos, y se obtuvo el porcentaje. También se abrió el papel aluminio y se contabilizó la presencia de callos y de raíces producidas en cada acodo vivo, y se determinó el porcentaje de acodos vivos con callos y con raíces. Se consideró como acodo vivo aquél que tenía las hojas y el tallo de color verde, y los meristemos con crecimiento activo; mientras que se consideró como acodo exitoso aquél que presentaba raíces en la zona de la herida.

3. Resultados y discusión

El porcentaje de acodos vivos (figura 1), luego de 30 días, fue del 90% en todos los tratamientos que recibieron AIB, y fue del 80% en el testigo.



Figura 1. Acodo aéreo de tacaco, cosechado a los 30 días después de su realización.

Por otra parte, en ninguno de los tratamientos se obtuvo la producción de raíces en los acodos aéreos, por lo que no hubo acodos exitosos. Sin embargo, sí se produjo callos en la mayoría de los acodos (tabla 1), tanto en los diferentes tratamientos con AIB, como también en el testigo (entre 44 y 75%).

Tabla 1. Producción de callo y raíces en acodos aéreos de tacaco, a los 30 días después de realizados.

Tratamiento	Porcentaje de acodos vivos (%)	Producción de callo (%)	Producción de raíces (%)
Testigo	80	75	0
200 ppm AIB	90	67	0
600 ppm AIB	90	44	0
1,800 ppm AIB	90	67	0

Los callos se manifestaron como protuberancias en el tallo, de diferentes tamaños, generalmente asociadas a la zona de la herida realizada debajo del nudo (figuras 2, 3, 4 y 5), aunque no exclusivamente ubicadas en esa región del tallo. En estas protuberancias se observó la ruptura de la epidermis del tallo, y la emergencia de tejido nuevo indiferenciado. Esta producción de callo indica que sí hubo una respuesta del tejido de la planta a la aplicación de la técnica del acodo aéreo, pero dicha respuesta no fue de una magnitud lo suficientemente necesaria para inducir la diferenciación y producción de raíces.



Figura 2. Callos (señalados con flechas) en acodos aéreos del tratamiento testigo.

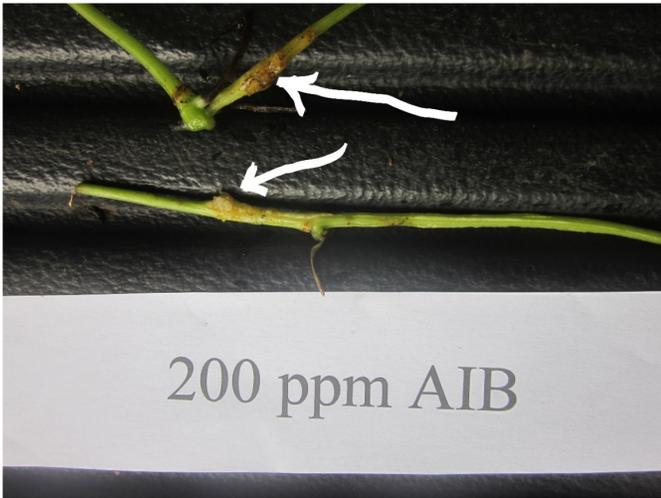


Figura 3. Callos (señalados con flechas) en acodos aéreos del tratamiento 200ppm AIB.

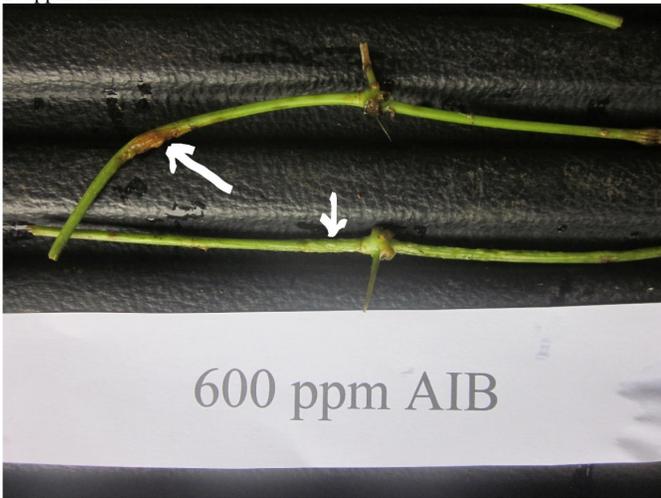


Figura 4. Callos (señalados con flechas) en acodos aéreos del tratamiento 600ppm AIB.

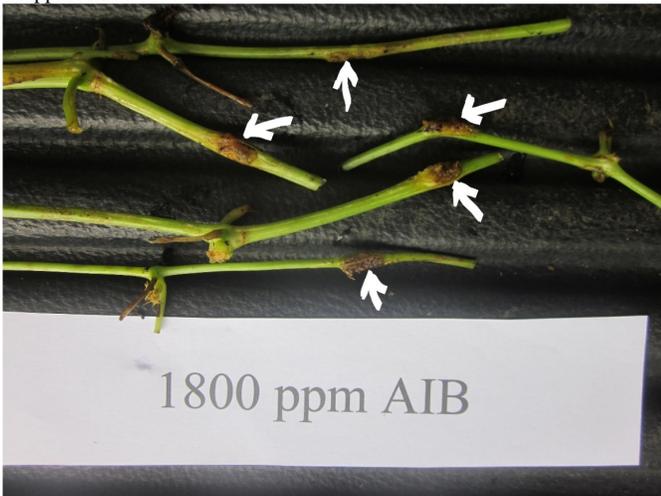


Figura 5. Callos (señalados con flechas) en acodos aéreos del tratamiento 1,800ppm AIB.

Una de las razones que podrían explicar por qué no se produjeron raíces en los acodos aéreos de tacaco es que quizás se usaron concentraciones de AIB muy bajas (200, 600 y 1,800ppm), a pesar de que en la especie *S. talamancense* sí se logró obtener la producción de raíces en estacas (esquejes) con tan solo 200ppm de AIB [17]. Sin embargo, en *Rubus rosifolius*, la técnica del acodo aéreo con el uso de 1,000; 2,000; 3,000 y 4,000ppm de AIB tampoco produjo resultados exitosos [20]. Asimismo, en *Eugenia involucrata* y *Myrcianthes pungens*, se obtuvo un porcentaje de enraizamiento máximo de apenas 10.56% y 3.50%, respectivamente, con el uso de 0; 1,000; 2,000 y 3,000ppm de AIB [28].

Con respecto a la concentración del regulador del crecimiento, en *Callistemon speciosus* se obtuvo un 43% de enraizamiento en acodos aéreos, con el uso de 6,000 y 8,000ppm de AIB [21]. En el caso del cacao (*Theobroma cacao*), el porcentaje de acodos vivos en el testigo fue de 80%, mientras que con la aplicación de 2,000; 4,000 y 6,000ppm de AIB fue de entre 53.3 y 93.3%, mientras que el porcentaje de enraizamiento fue de 16.7% en el testigo, y entre 7.7 y 21.4% en los tratamientos con AIB [23]. En la especie *Prosopis chilensis*, el porcentaje de enraizamiento varió entre 22.5 y 42.5%, y no hubo diferencias significativas entre el tratamiento con 10,000ppm de AIB y el testigo sin AIB [24]. En *Pinus leiophylla*, la mejor concentración de AIB para acodo aéreo fue de 10,000ppm, comparado con 0; 3,000 y 5,000ppm [25]. En acodo aéreo en marañón (*Anacardium occidentale*), no hubo diferencias significativas entre los tratamientos 0; 1,000; 3,000 y 5,000ppm de AIB, para la formación de callo y formación de raíces [26]. Por otra parte, en acodo aéreo de *Syzygium samarangense*, la concentración de 2,000ppm de AIB logró los mejores resultados de enraizamiento, comparado con 0; 1,000 y 1,500ppm [27]. En *Malpighia* spp., los mejores resultados de enraizamiento (88.6% y 87.5%) se hallaron con 4,000 y 6,000ppm de AIB, respectivamente [30]. En *Ficus benjamina* se usó una concentración de 8,000ppm de AIB y se obtuvo entre 16.46% y 30.89% de enraizamiento [32]. Como dato adicional, en acodos aéreos en cacao se ha usado una mezcla de ácido naftalenacético (ANA) junto con AIB, en iguales concentraciones [33].

Otra posibilidad es que tal vez la aplicación de la solución de AIB con un pincel haya resultado en un tiempo muy corto de exposición de los tejidos a dicha auxina, por lo que quizás se requiere de otra forma de aplicación del AIB, que favorezca un mayor tiempo de exposición, como por ejemplo mediante una aplicación

en lanolina, o en polvo. En cacao y en *Malpighia* spp., se ha usado una pasta a base de 100% de petrolato para la aplicación de la auxina en acodos aéreos [23], [30]; mientras que en marañón se ha usado una pasta a base de lanolina [26]; y en cacao se ha usado una formulación de AIB en polvo [33]. En este sentido, en la especie *Sechium edule* (chayote), se ha informado de un 99% de éxito en el enraizamiento de estacas terminales (20-45cm de longitud) en unos 22-32 días, luego de colocarlas por 30 segundos en una solución con auxinas (aunque no se indicó ni la fuente de auxinas, ni la concentración utilizada) [18], [19]. Sin embargo, en higo (*Ficus carica*), se utilizó la misma forma de aplicación del AIB, con un pincel, a una dosis de 1,000ppm, y se obtuvo una producción de callo entre 50 y 100%, y un enraizamiento entre 0 y 95%, entre varios cultivares [22]. En la especie *Prosopis chilensis*, para el acodo aéreo se aplicó con pincel una solución de 10,000ppm de AIB en mezcla con talco inerte [24]. En tamarindo (*Tamarindus indica*), se aplicó una solución de AIB (entre 500 y 1,250ppm), con el uso de un pincel [31].

Otra hipótesis es que los acodos aéreos de tacaco podrían haber requerido más de 30 días para llegar a producir raíces, luego de realizada la técnica. En las especies *Syzygium samarangense* y *Ficus benjamina*, los acodos aéreos se cortaron a los 45 días después de su realización [27], [32]; en *Malpighia* spp. se cosecharon a los 49 días [30]; en *Toona ciliata* y *Ficus carica*, se cortaron a los 60 días [22], [29]; y en las especies *Eugenia involucrata* y *Myrcianthes pungens*, se requirieron 180 días para obtener un enraizamiento de 10.56% y 3.50%, respectivamente [28].

Además, podría ser que la realización de solamente una herida en forma de media luna sobre el tallo haya resultado insuficiente, y que se requiera de una mayor cantidad de heridas en cada acodo.

Otra posible explicación es que la disolución del AIB en KOH no sea la mejor opción en el caso del tacaco, y que se requiera realizar la disolución de esta auxina en alcohol de 50%, por ejemplo. En este sentido, en acodo aéreo de *Syzygium samarangense*, se usó una disolución de AIB en alcohol etílico al 95% [27]; y en tamarindo y en *Ficus benjamina* se aplicó una solución de AIB disuelta en alcohol al 96% [31], [32].

Una hipótesis adicional sería que la humedad en el acodo aéreo no haya sido la adecuada (ya sea por déficit o por exceso), a lo largo de los 30 días. Sin embargo, durante ese período en que el acodo aéreo permaneció en el campo, el nivel de precipitaciones fue suficientemente normal como para asegurar un adecuado nivel de

humedad del sustrato del acodo, sin que se presentara un período de sequía o de exceso de lluvias; por lo tanto, esta no parece ser la razón por la que no se produjeron raíces en los acodos.

4. Conclusiones

El uso de AIB para la reproducción vegetativa del tacaco mediante acodos aéreos, no fue efectivo mediante la metodología ensayada en el presente trabajo, pues no se logró la producción de raíces en ninguno de los tratamientos, lo que resultó igual que el testigo con agua destilada. Solamente se logró la producción de callos en todos los tratamientos, tanto en los que recibieron AIB como en el testigo.

Para futuras investigaciones, se recomienda utilizar concentraciones más altas de AIB (por ejemplo, 4,000 o 10,000ppm). Otra opción es disolver el AIB en alcohol de 50%, en vez de KOH. Y otra posibilidad es variar la forma de aplicación del AIB, por ejemplo, usando lanolina, o mediante presentación en polvo. Asimismo, se puede ensayar con la realización de una mayor cantidad de heridas en cada acodo.

También se recomienda en futuras investigaciones incluir el tratamiento con diferentes concentraciones de ANA (ácido naftalenacético), como regulador del crecimiento, solo o en combinación con AIB, para intentar inducir la producción de raíces en los acodos aéreos del tacaco; así como incluir el uso de plástico (además del papel aluminio) para la cobertura del acodo aéreo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento recibido por parte de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, así como la colaboración de Patricia Oreamuno en el trabajo de campo.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener algún conflicto de interés.

CONTRIBUCIÓN Y APROBACIÓN DE LOS AUTORES

J.E.M.P. se encargó del trabajo de campo, recolección y análisis de datos, y redacción del documento.

M.L.C. se encargó del análisis de datos, y redacción del documento.

Todos los autores afirmamos que se leyó y aprobó la versión final de este artículo.

REFERENCIAS

- [1] A. Brenes, «Situación actual y perspectivas del tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey] en Costa Rica,» *Boletín Agrario*, vol. 11, n° 39, pp. 1-23, 1992.
- [2] R. Lira-Saade, Estudios taxonómicos y ecogeográficos de las Cucurbitaceae latinoamericanas de importancia económica, vol. 9. Serie Systematic and ecogeographic studies on crop genepools, Roma, Italia: International Plant Genetic Resources Institute, 1995, p. 281.
- [3] J. E. Ramírez, «Estudio fitoquímico preliminar de varias especies del género *Sechium*, endémicas de Costa Rica,» Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, 1996.
- [4] M. Herrera, M. V. Ramírez, E. Burgueño, E. Cepillo, C. Mirón y B. Hernández, «Screening of antitopoisomerase, antioxidant, and antimicrobial activities of selected triterpenes and saponins,» *Revista Latinoamericana de Química*, vol. 40, n° 3, pp. 165-177, 2012.
- [5] J. León, Botánica de los cultivos tropicales, San José, Costa Rica: IICA, 1987, p. 445.
- [6] J. E. Monge-Pérez y M. Loría-Coto, «Caracterización de frutos de cinco genotipos de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey] en Costa Rica,» *Tecnología en Marcha*, vol. 30, n° 3, pp. 71-84, 2017.
- [7] Instituto Nacional de Biodiversidad, «Los ecosistemas agrícolas. Estudio de país: Costa Rica; estudio nacional de biodiversidad; 3.6 Especies domesticadas o cultivadas,» 2004.
- [8] J. E. Monge-Pérez y M. Loría-Coto, «Primer informe sobre presencia de yemas cotiledonares en plántulas de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey],» *Tecnología en Marcha*, vol. 36, n° 2, pp. 32-36, 2023.
- [9] J. E. Monge-Pérez y M. Loría-Coto, «Primer informe sobre heteroblastia en protofilas de tacaco (*Sechium tacaco*),» *Tecnología en Marcha*, vol. 36, n° 1, pp. 33-41, 2023.
- [10] J. E. Monge-Pérez y M. Loría-Coto, «Novedad: Presencia de cuatro y ocho suturas longitudinales completas en frutos de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey],» *Avances en Investigación Agropecuaria*, vol. 26, pp. 42-46, 2022.
- [11] A. Brenes y R. Campos, «Efecto de la posición de la semilla de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey], sobre la germinación,» *Uniciencia*, vol. 9, n° 1-2, pp. 13-18, 1992.
- [12] A. Brenes, «Algunas apreciaciones sobre posibles estrategias de manejo y mejoramiento genético del tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey],» *Imágenes*, vol. 5, n° 8, pp. 77-80, 1998.
- [13] J. E. Monge-Pérez y M. Loría-Coto, «Cuantificación de la variabilidad entre progenies de tacaco (*Sechium tacaco*),» *Revista Pensamiento Actual*, vol. 18, n° 30, pp. 67-77, 2018.
- [14] J. E. Monge-Pérez y M. Loría-Coto, «Variabilidad morfológica en frutos de una población de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey] a través del tiempo,» *Tecnología en Marcha*, vol. 31, n° 4, pp. 15-24, 2018.
- [15] M. E. Murillo, «Establecimiento in vitro de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey syn. *Frantzia tacaco*],» Universidad de Costa Rica, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica, 2019.
- [16] H. T. Hartman y D. E. Kester, Propagación de plantas: principios y prácticas, México D. F.: CECSA, 1985, p. 814.
- [17] J. C. Saborío, A. Brenes y M. Vega, «Propagación vegetativa de *Sechium talamancense* (Wunderlin) C. Jeffrey,» de Memoria XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 19-23 julio, San José, Costa Rica, 1999.
- [18] J. Brenes, S. Alvarenga y A. Abdelnour, «Enraizamiento de estacas de chayote (*Sechium edule* Jacq. Sw.),» *Alcances Tecnológicos*, vol. 8, n° 1, pp. 61-69, 2010.
- [19] J. Cadena, L. Arévalo, C. H. Avendaño, M. Soto, L. d. M. Ruiz, E. Santiago, M. Acosta, V. M. Cisneros, J. F. Aguirre y D. Ochoa, «Production, genetics, postharvest management and pharmacological characteristics of *Sechium edule* (Jacq.) Sw.,» *Fresh Produce*, vol. 1, n° 1, pp. 41-53, 2007.
- [20] L. S. Patto, A. F. Ferreira, R. Pio, P. H. A. Moura, C. N. d. Assis y M. Pasqual, «Vegetative propagation of redberry using refrigeration. IBA and BAP,» *Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, vol. 56 n° Supl., pp. 140-144, 2013.
- [21] D. Pérez, N. Hernández, Y. Him, J. G. Díaz y Z. Rodríguez, «Efecto de auxinas sobre el estaquillado y acodado de Cepillo Rojo (*Callistemon speciosus*),» *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*, vol. 28, n° Supl. 1, pp. 311-321, 2011.
- [22] R. B. Bisi, G. Locatelli, C. M. d. A. Barbosa, R. Pio y R. V. Balbi, «Rooting of stem segments from fig tree cultivars,» *Acta Scientiarum*, vol. 38, n° 3, pp. 379-385, 2016.
- [23] G. M. Moreno, Z. M. Sánchez, E. A. Portillo, M. d. C. Ramírez y Á. Gómez, «Propagación asexual del Cacao Porcelana (*Theobroma cacao* L.) mediante la técnica de acodo aéreo,» *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*, vol. 37, n° Suple. 1, pp. 31-37, 2020.
- [24] C. G. Tarnowski, «Evaluación de dos técnicas de acodamiento para la propagación vegetativa del algarrobo *Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz,» *Revista FAVE – Ciencias Agrarias*, vol. 20, n° 1, pp. 305-315, 2021.
- [25] J. C. Cuevas, «Propagación vegetativa de *Pinus leiophylla* Schiede ex Schltdl. et Cham.,» Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México, 2014.
- [26] R. L. Lopes, I. H. L. Cavalcante, I. V. d. M. Oliveira y A. B. G. Martins, «Indol-butyric acid levels on cashew cloning by air-layering process,» *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 27, n° 3, pp. 517-518, 2005.
- [27] M. M. Khandaker, A. Saidi, N. A. Badaluddin, N. Yusoff, A. Majrashi, M. M. Alenazi, M. Saifuddin, M. A. Alam y K. S. Mohd, «Effects of indole-3-butyric acid (IBA) and rooting media on rooting

and survival of air layered wax apple (*Syzygium samarangense*) CV Jambu Madu.» *Brazilian Journal of Biology*, vol. 82, n° e256277, pp. 1-13, 2022.

[28] C. Hossel, A. W. Júnior, J. S. A. d. O. Hossel, K. C. Fabiane e I. Citadin, «'Cerejeira da mata' and 'guabijuzeiro' propagation by air layering.» *Comunicata Scientiae*, vol. 8, n° 4, pp. 581-586, 2017.

[29] C. Tarnowski, R. Vitoria y J. C. A. V. d. Souza, «Propagación vegetativa de *Toona ciliata* M. Roemer.» de Memoria VII Reunión GEMFO, 23-26 agosto, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina, 2016.

[30] M. d. C. Ramírez-Villalobos, A. S. Urdaneta-Fernández, V. C. Urdaneta-Ramírez y D. E. García-Marrero, «Efecto de tratamientos auxínicos en el enraizamiento de dos especies de *Malpighia* mediante la técnica de acodo aéreo.» *Pastos y Forrajes*, vol. 40, n° 2, pp. 96-101, 2017.

[31] A. F. A. Ferreira, A. C. Boliari, L. N. H. Monteiro, M. S. C. d. Silva, M. G. F. Rodrigues, G. A. Faria, L. B. Pigari, B. G. Lopes, L. M. Felizardo y A. P. B. Peixoto, «Substrates and indolebutyric acid (IBA) concentrations in air-layering rooting of Tamarind tree.» *African Journal of Agricultural Research*, vol. 12, n° 39, pp. 2926-2932, 2017.

[32] C. M. Arce, «Efecto comparativo de ácido indol butírico (AIB) y tipos de sustratos en el enraizamiento de ficus (*Ficus benjamina* L.) a través de acodo aéreo, en el distrito de Morales-San Martín.» Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Tarapoto, Perú, 2014.

[33] J. W. Macías, «Propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA y AIB.» Unidad de Estudios a Distancia, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador, 2013.