

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN

Reporte de Informe del Proyecto

23/01/2024 - 3:06 pm

Informe de Proyecto

C1137 PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE TACACO

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN 2023

INVESTIGADORES

IDENTIFICACIÓN	NOMBRE	GRADO	TIPO DE PARTICIPACIÓN	VIGENCIA INICIO	VIGENCIA FINAL	HORAS
204120299	JOSE MONGE PEREZ	MAG.	PRINCIPAL	01/01/2021	14/02/2021	S. C.
204120299	JOSE MONGE PEREZ	MAG.	PRINCIPAL	01/01/2022	31/12/2023	1/8 T
204120299	JOSE MONGE PEREZ	MAG.	PRINCIPAL	15/02/2021	31/12/2021	1/8 T
113130255	ESTER VARGAS RAMIREZ	MAG.	ASOCIADO	01/01/2021	31/12/2023	S. C.
105200568	WERNER RODRIGUEZ MONTERO	DR.	ASOCIADO	01/01/2021	31/12/2023	S. C.
107410090	VICTOR JIMENEZ GARCIA	DR.	ASOCIADO	01/01/2021	31/12/2023	S. C.

TESIARIOS

IDENTIFICACIÓN	NOMBRE	TIPO DE PARTICIPACIÓN	GÉNERO	VIGENCIA INICIO	VIGENCIA FINAL
0503420986	KAREN MARIA MUÑOZ LOPEZ	ESTUDIANTE PREGRADO	F	01/05/2022	15/12/2023

ANTECEDENTES

El tacaco es una planta trepadora que pertenece a la familia de las cucurbitáceas, y que es de interés alimenticio. Su nombre científico actual es *Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey, aunque inicialmente se le nombró como *Polakowskia tacaco* por Pittier en 1910, y luego fue cambiado a *Frantzia tacaco* por Wunderlin en 1976 (Lira-Saade, 1995). El tacaco es una especie herbácea, anual, trepadora, y monoica (Brenes, 1992).

El centro de origen del tacaco es Costa Rica, pues además de que es en este país donde crece su pariente silvestre más cercano, *S. talamancensis*, es también el único país en donde se sabe que la especie es y ha sido cultivada; es decir, que la distribución geográfica del tacaco se circunscribe únicamente al territorio costarricense (Lira-Saade, 1995; León, 1987). El tacaco es una de las dos únicas especies endémicas de Costa Rica, junto con la cabuya, *Furcraea cabuya* (INBIO, 2004).

Recientemente, la Organización de Naciones Unidas alertó sobre el grave riesgo de extinción que corren miles de especies en el planeta, debido al efecto de ser humano sobre la ecología (contaminación, destrucción de hábitats, etc.). El tacaco es una de estas especies, y como Patrimonio Natural de la Humanidad que es, nos corresponde a los costarricenses velar porque esta especie no se extinga.

El cultivo del tacaco se practica preferentemente en zonas con altitudes entre 1000 y 1700 msnm, y es posible realizarlo prácticamente en cualquier época del año (Lira-Saade, 1995). Sin embargo, también se han observado plantas de tacaco con excelentes producciones en Alajuela centro (914 msnm) y Puente de Piedra de Grecia (800 msnm, aproximadamente) (Monge-Pérez y Loría-Coto, 2017).

En 1992 se tenía información sobre la presencia de tacaco en el Valle Central (Oriental y Occidental) y en la región Brunca (Pérez Zeledón y Coto Brus) de Costa Rica (Brenes, 1992). Más recientemente, se ha informado sobre su presencia en la zona alta de la Cordillera de Tilarán, en Cedral de Montes de Oro, a unos 800-1000 msnm, y en la zona montañosa de la Península de Nicoya, en Quebrada Grande de Nandayure, Guanacaste, aproximadamente a unos 500 msnm (Monge-Pérez y Loría-Coto, 2017).

Existen varias especies silvestres muy similares al tacaco, pero que no se consumen, tales como *S. talamancensis*, *S. pittieri*, *S. villosum*, *S. panamense* y *S. venosum*. Estas especies silvestres se conocen vulgarmente como "tacaco de monte", "tacaco cimarrón", o "tacaquillo" (Lira-Saade, 1995).

El tacaco es un cultivo que tiene arraigo entre los costarricenses. En un estudio se encontró que una alta proporción de los campesinos indicaron que el sabor y la calidad de sus frutos son comparables a los del chayote y pudieran en algún momento sustituirlo, lo cual es un indicador del aprecio que se les tiene (Lira-Saade, 1995).

Los frutos de tacaco se consumen ya sea como verdura cocida en sopas, en picadillo, en encurtidos y en miel, simplemente hervidos como bocadillo y principalmente son muy apreciados como parte fundamental del guiso tradicional costarricense llamado "olla de carne". Su contenido nutricional fue estudiado por Alfaro (1941), quien reportó contenidos de humedad en la pulpa entre 81,1 - 85,3 %, grasas de tipo semisólido (0,2 - 0,3 %), proteínas (1,9 - 2,1 %), fibras crudas (1,9 - 3,6 %) y almidón (2,9 - 3,7 %), describiendo a este último como de color muy blanco, formado por gránulos esféricos de 3-5 micras de diámetro y, según sus propias palabras, "tan fino que aún en la lengua es casi impalpable". El pequeño diámetro de los gránulos de almidón ha sido reconocido como apropiado en el género *Colocasia*, por su alta digestibilidad (González-Soto et al., 2011) y bajo índice glicémico (Simsek y Nehir, 2015), para personas que sufren diabetes tipo II.

Wu Leung (1961), citado por Brenes (1992), informó que la pulpa de tacaco posee un contenido de proteína de 1,9 %, así como 53 mg de fósforo, 9 mg de calcio, 0,9 mg de hierro, 20 microgramos de vitamina A, 23 microgramos de ácido ascórbico, 0,13 microgramos de riboflavina, y 0,03 microgramos de tiamina, por cada 100 gramos.

Recientemente, se ha determinado que los frutos de *S. tacaco* poseen alta cantidad de proteína, fósforo, calcio, niacina y vitamina C, mayor a la de otras cucurbitáceas como chayote, pepino, zucchini, melón y sandía. También aporta hierro, riboflavina y tiamina en cantidades importantes (INCAP, 2007; Brenes, 1992; Chízmar et al., 2009).

Además, se han encontrado compuestos con actividad inhibidora de crecimiento de células cancerosas, en *S. tacaco*, *S. talamancense* y *S. pittieri*; estos compuestos son saponinas, denominadas "tacacosidos" (Ramírez Wong, 1996). Estas saponinas también tienen actividad inhibitoria del crecimiento microbiano (Herrera-Martínez, et al., 2012). Un productor también mencionó la utilización de las semillas de tacaco en el tratamiento de infecciones de la piel (Brenes, 1992).

Las hojas de tacaco se usan en la elaboración de albóndigas y tortas a base de carne molida. Del fruto tierno se consumen todas las partes, incluyendo la cáscara y la semilla, mientras que del fruto maduro estas últimas son removidas.

Al igual que el chayote, el tacaco es un cultivo de huerto, solar o traspatio, de tal forma que sus plantaciones son pequeñas y la producción está destinada principalmente al autoconsumo y sólo en algunos casos en los que se logran generar ciertos excedentes, estos son comercializados en los mercados (Lira-Saade, 1995).

La época de mayor producción de tacaco en Costa Rica comprende desde agosto hasta diciembre, aunque se puede prolongar hasta marzo (Lira-Saade, 1995).

Características del fruto

En los frutos maduros o sazones, el epicarpo (cáscara) es duro, y se remueve después del proceso de cocción. El mesocarpo está constituido de tejido parenquimatoso, cargado de almidón, y presenta en algunos tipos una red de fibras muy desarrolladas (estopa), que reduce su calidad culinaria. Las semillas maduras presentan sabor amargo, por lo que debe evitarse su consumo (Brenes, 1992).

Según Morales (1994), el mesocarpo presenta gránulos de almidón, y también fibras que acompañan a los elementos vasculares, y que lo atraviesan en distintas direcciones.

El tamaño del fruto varía entre 4,0 y 7,25 cm de largo, entre 3 y 4,5 cm de ancho, y entre 1,5 y 3,06 cm de grosor. El tamaño de la semilla varía entre 2 y 4 cm de largo, entre 1,89 y 2,5 cm de ancho, y entre 0,20 y 0,73 cm de grosor (Brenes, 1992; Monge y Loría, 2017; Monge y Loría, 2018a; Monge y Loría, 2018b; Morales, 1994; Saborío, Brenes y Munguía, 1999b). El peso de los frutos varía entre 22,7 y 42,2 gramos; el peso de las semillas varía entre 1,95 y 3,95 gramos; en los genotipos con espinas, la cantidad de espinas por fruto varía entre 15 y 26 (Brenes, 1992; Monge y Loría, 2017; Monge y Loría, 2018a; Monge y Loría, 2018b; Saborío, Brenes y Munguía, 1999a; Saborío, Brenes y Munguía, 1999b; Morales, 1991).

Reproducción

En buena medida, el cultivo del tacaco es similar al del chayote, e incluso es practicado como una actividad complementaria por algunos campesinos dedicados al chayote. La siembra de las semillas del tacaco es una práctica común, pero poco eficiente, pues la espera para su germinación es muy prolongada (2-6 meses), y la viabilidad de la semilla muy breve. Considerando lo anterior, los campesinos costarricenses han optado por usar la técnica de trasplantar las nuevas plantas que brotan de los frutos caídos al suelo de la planta madre.

Brenes y Campos (1992) y Ramírez (1993) estudiaron la forma de hacer más eficiente este proceso, obteniendo buenos resultados con la metodología de tomar frutos maduros ("sazones"), dejarlos deshidratarse a la sombra por siete días, extraer la semilla del fruto, dejarla deshidratarse a la sombra por otros siete días, y luego remover la testa de la semilla (escarificación), y colocar el embrión en una cama de germinación, ya sea en posición horizontal cubierta con sustrato, en posición lateral, o en posición lateral pero con el cuidado de poner el extremo distal hacia abajo.

La germinación de la semilla de tacaco varía a lo largo del ciclo productivo de la planta. La germinación fue máxima (46-48 %) durante la semana 5 y 6 del período de cosecha, observándose luego una tendencia decreciente a lo largo del tiempo. El valor más bajo (5 %) se obtuvo en las semanas 12 y 13 del período de cosecha, aunque en la última semana (14), el porcentaje de germinación subió al 20 % (Saborío y Brenes, 1999c).

Aunque hoy se conoce un poco más sobre la tecnología de germinación de semillas sexuales (Brenes y Campos, 1993; Ramírez, 1993), existen aún grandes lagunas de conocimiento en el campo de la propagación vegetativa (Brenes, 1998). El tacaco presenta, en general, una tendencia a crecer espontáneamente en paredones y sitios cercanos a fuentes de agua, con una buena cantidad de sombra y utilizando como soporte preferencial árboles de diversa índole (*Erythrina* sp., *Psidium* sp., etc.). En la medida en que se modifican estas condiciones silvestres y se provean otras más cercanas a las de un cultivo comercial, comienzan a presentarse problemas de adaptación (Brenes, 1998).

Es inquietante el hecho de la escasa supervivencia de las plántulas provenientes de semillas. Se ha observado una alta mortalidad de plántulas en el campo, aún cuando se les provean de estructuras rústicas de sombreo y protección durante la etapa inmediata y posterior al trasplante (Brenes, 1998).

En los últimos años, la Universidad de Costa Rica ha estado desarrollando un proyecto de reproducción del tacaco por medio de cultivo *in vitro*, el cual ya ha mostrado avances importantes con el uso de meristemos y microestacas (Murillo, 2019).

Asimismo, en 2018 se realizó una prueba de reproducción vegetativa de tacaco por medio de acodos aéreos, en la cual se probaron 4 tratamientos de dosis de AIB (0, 200, 600, y 1800 ppm de AIB); sin embargo, los resultados no fueron exitosos, dado que en ningún caso se logró la producción de raíces (J. Monge-Pérez, datos sin publicar).

La literatura indica que otros factores involucrados con la promoción de raíces adventicias en esquejes son ácido naftaleno acético (NAA), citoquininas, edad fisiológica del tejido, nivel de etiolación del esqueje, retardantes del crecimiento y poliaminas (Hartmann et al., 2002). El uso de las poliaminas ha sido revisado por Couée et al. (2004). La complejidad del desarrollo de una técnica de propagación vegetativa a partir de esquejes de difícil enraizamiento es consecuencia de la participación conjunta y, a veces contraria, de varios factores y dosis.

Fenología y fisiología

Se considera que la semilla de tacaco tarda 21 días en germinación; la germinación es epigea. Luego se pasa la plántula a

aclimatación en un sombreadero por 18 días, y a los 39 días después de la siembra (dds) se realiza el trasplante. Hay una primera etapa de crecimiento vegetativo lento, hasta los 130 dds; las primeras hojas verdaderas y zarcillos aparecen hacia el día 25 dds, y las ramificaciones secundarias aparecen al día 36 dds. A partir de esa etapa, sigue un período de crecimiento vegetativo rápido, en el cual la biomasa crece considerablemente, hasta alcanzar un valor máximo de índice de crecimiento relativo hacia los 221 dds, lo cual indica una eficiencia máxima para producir nueva biomasa, en relación con la biomasa preexistente; se presenta una proliferación de ramificaciones secundarias, terciarias y cuaternarias (Saborío y Brenes, 1999a; Saborío y Brenes, 1999b).

Se nota una tendencia de reducción en la longitud, ancho, grosor y peso de los frutos conforme transcurren las semanas de producción. Por su parte, la cantidad de espinas es menor al inicio de la cosecha, y tiende al aumento hasta la semana 8, después de la cual decrece ligeramente. El tamaño y peso de las semillas siguen una tendencia decreciente en el tiempo, al igual que sucede con los frutos (Saborío, Brenes y Munguía, 1999b).

A partir de los 175 dds, aparecen las primeras flores masculinas abiertas, y las primeras flores femeninas abiertas aparecen a los 180 dds. El pico de floración masculina se da a los 190 dds, y el pico de floración femenina se presenta a los 199 dds. La fructificación y cosecha inicia a partir de los 215 dds, alcanzando el pico de cosecha a los 234 dds. A partir de los 306 dds, aparece un proceso gradual de muerte de tejido foliar en las plantas, lo que indica la senescencia de la planta. El ciclo de vida de la planta de tacaco es anual, y la cosecha es escalonada, prolongándose hasta por 14 semanas (Saborío y Brenes, 1999b).

El tacaco es una planta de carácter semisilvestre. Esta especie se cultiva generalmente como un componente de los huertos mixtos, existiendo poca investigación sobre su manejo agronómico con fines comerciales. En una parcela experimental de tacaco, se estableció un marco de plantación de 6 m x 6 m, con tres plantas por punto de siembra, para una densidad total de 833 plantas por hectárea. El período de cosecha fue de 14 semanas, al final de las cuales la producción promedio fue de 345,5 frutos por planta. El máximo rendimiento en peso se observó a la semana 9, y la máxima producción de frutos se observó a la semana 11, y a partir de esa fecha se redujo el número de frutos producidos. El rendimiento estimado fue de 8,5 toneladas por hectárea. El peso promedio del fruto disminuye conforme avanza el período de cosecha (Saborío, Brenes y Munguía, 1999a).

Problemas fitosanitarios

En pequeños campos de producción comercial de tacaco, comienzan a tener importancia algunos problemas fitosanitarios ocasionados por los siguientes agentes (Saborío, Rivera y Esquivel, 1999)

1. El insecto *Epilachna tredecimnotata*, que produce un corte o rasgado en la parte interna o externa de la hoja.
2. El insecto *Falconia intermedia*, que produce una decoloración blanquizca en el haz de las hojas, y pequeños puntos de color oscuro en el envés, producto de deposiciones del insecto.
3. El insecto *Leptoglossus zonatus*, que provoca perforación de frutos tiernos.
4. El insecto *Diaphania nitidalis*, que provoca perforación de frutos tiernos.
5. El nemátodo *Meloidogyne incognita*, que provoca agallas en el sistema radical.
6. El hongo *Ascochyta* sp., que produce manchas circulares en las hojas, de bordes poco definidos, y donde se encuentran picnidios oscuros organizados en forma concéntrica.
7. El hongo *Pseudoperonospora* sp., que produce pequeñas manchas angulares que se aprecian mejor en el envés de las hojas; inicialmente son amarillas y después café; cuando cubren la hoja entera, ésta se desprende de la planta.

Además, otros nemátodos fitoparásitos asociados a este cultivo son *Criconebella* spp., *Hemicycliophora* sp., *Helicotylenchus* sp., *Meloidogyne* sp., *Tylenchus* sp., y nemátodos de vida libre (Saborío y Esquivel, 1999).

A nivel de poscosecha de los frutos, dos de los principales problemas es el hongo *Fusarium* sp., y la deshidratación (Monge, datos sin publicar; Orlando Varela, Universidad Nacional, 2010, comunicación personal).

Variabilidad genética

No se conocen variedades comerciales de tacaco (Brenes, 1998). Según Morales (1994), algunas plantas tienden a producir frutos sin espinas, y éstos, a su vez, suelen estar asociados con un bajo contenido de fibra en el mesocarpo. Sin embargo, Alfaro (1941) informó que existen cuatro tipologías básicas del fruto con espinas y con muchas fibras en el mesocarpo ("estopa"), con espinas y sin estopa, sin espinas y con estopa, y sin espinas y sin estopa. Por lo tanto, vale la pena estudiar más a fondo la relación entre ambas características, pues es muy importante para los fitomejoradores, dado que la mayoría de consumidores prefieren comer tacacos con un bajo contenido de fibra en el mesocarpo. Según Morales (1994), la gran variación en el contenido de fibras entre frutos significa que existe un potencial de selección hacia ese carácter.

Morales (1994) menciona que el fruto presenta cinco suturas longitudinales. Sin embargo, se han visto frutos que presentan mayor cantidad de suturas, entre seis hasta ocho suturas longitudinales completas; en otros casos, algunas de estas suturas extra son incompletas (no llegan hasta alguno de los extremos del fruto) (Monge-Pérez y Loría-Coto, 2018a; Monge-Pérez y Loría-Coto, 2018b; Monge-Pérez y Loría-Coto, 2017).

Brenes y Campos (1992) lograron identificar la existencia de variación en aspectos tan importantes como la productividad, evidenciada por las diferencias encontradas entre colecciones en el número de días a floración (142-151), días a fructificación (155-168), semanas en producción (1-17), total de frutos producidos por planta (2-1131 en 1-4 semanas), peso total de los frutos cosechados (0,02 – 33,95 kg), y rendimiento observado y esperado (2,48 – 9,0 toneladas por hectárea), lo que hace pensar que es factible el mejoramiento en este cultivo (Lira-Saade, 1995; Saborío, 1998).

Brenes y Campos (1992) concluyeron que el mejoramiento del tacaco debe dirigirse hacia la búsqueda de plantas con periodos de producción más cortos, sin menoscabo de la productividad.

En términos amplios, podría considerarse que el tacaco presenta condiciones de planta semisilvestre (Brenes, 1998). Cualquier programa de mejora genética podría fijar como ideotipo de frutos aquellos de buen tamaño, sin espinas en la cáscara, pulpa de sabor agradable y sin estopa. Habría que establecer un ideotipo de plantas basado en características favorables de arquitectura, alta productividad, periodos de cosecha más cortos, y resistencia a enfermedades e insectos plaga durante las fases de cultivo y de manejo poscosecha (Brenes, 1998; Brenes, 1996; Brenes, 1997).

La especie silvestre *Sechium talamancense* potencialmente puede ser donador de genes de resistencia al frío, con posibilidades de ser insertados en el genoma del chayote o del tacaco. Con esta especie, se obtuvo hasta un 44 % de éxito en el enraizamiento de estacas a partir de tejido joven (esquejes) de esta especie; además, se encontró una respuesta positiva al enraizamiento con el uso de 200 ppm de AIB (Saborío, Brenes y Vega, 1999).

Se conoce la existencia de variabilidad en cuanto a caracteres del fruto, tales como tamaño, presencia y distribución de espinas, cantidad de estopa, y sabor (Brenes, 1992). Recientemente, se han descrito los frutos de cinco genotipos de tacaco (Monge-Pérez y Loría-Coto, 2017).

Erosión genética

El único aporte de Costa Rica a la cultura agrícola mundial, el tacaco, se consideraba desde 1991 que estaba a punto de desaparecer, ante la imposición de prácticas productivas que privilegian los cultivos exportables, y los cambios en los hábitos de consumo (Sibaja, 1991). Se consigue esporádicamente en los mercados locales, y su cultivo suele estar ligado a las áreas de pobreza, pues su cotización en los mismos es baja, y fuera del país es prácticamente desconocido. El tacaco, en Costa Rica, es una víctima de los cambios productivos que podría desaparecer como producto alimenticio disponible en el país centroamericano (Sibaja, 1991).

En 1992, ya se establecía la posibilidad de que se estuviera perdiendo variabilidad genética en tacaco, debido al efecto de algunos factores tales como el desconocimiento sobre la existencia de recursos vegetales originarios del país, la destrucción de bosques, el menosprecio a los cultivos autóctonos, y la falta de tecnología en el cultivo y utilización de esta planta (Brenes, 1992).

El tacaco está experimentando aparentemente un proceso importante de pérdida de sus recursos genéticos. En un estudio realizado en 1996 sobre el grado de desconocimiento del tacaco en el Valle Central de Costa Rica, se encontró que un 63,3 % de las personas en Alajuela, un 61 % de las personas en Cartago, un 55,6 % de las personas en San José, y un 20 % de las personas en Heredia, desconocían sobre esta planta (Brenes y Chaves, 1996). Por grupos de edad, desconocían sobre este cultivo el 34,7 % de las personas de 41 años y más, el 37,7 % de las personas entre 21 y 40 años, el 55,1 % de las personas entre 13 y 20 años, y el 83,8 % de los niños entre 7 y 12 años. Se concluyó que el grado de desconocimiento sobre el tacaco disminuye con la edad de las personas encuestadas, lo cual es indicativo de que este recurso está experimentando un proceso de erosión genética. Asimismo, la falta de oportunidad para que los niños conozcan y valoren el tacaco como alimento representa un fenómeno de erosión cultural. Además, en Heredia, este proceso de erosión cultural es menor en comparación con las otras provincias consideradas (Brenes y Chaves, 1996).

Perspectivas

En 1992, Brenes identificó los siguientes obstáculos existentes para la promoción del cultivo del tacaco: actitud cultural de menosprecio a los recursos autóctonos (cambio cultural); la dificultad en la propagación de esta especie; el desconocimiento sobre la existencia de variedades de reconocida calidad superior; y la falta de investigación en cuanto a aspectos agronómicos de la especie (Brenes, 1992).

Es importante explorar a futuro el potencial del tipo de almidón que tiene el tacaco, pues esta hortaliza podría posicionarse como una fuente de este nutriente para personas que sufren diabetes tipo II.

Otra importancia del tacaco es su función como alimento tradicional de los costarricenses, por lo que vale la pena rescatarlo y potenciarlo como cultivo.

Literatura citada

Alfaro, M. 1941. El tacaco. Tesis de Licenciatura en Farmacia. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 10 p.

Brenes, A. 1992. Situación actual y perspectiva del tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey] en Costa Rica. Boletín Agrario. 11(39)1-23.

Brenes, A. 1996. Conservación y utilización racional de germoplasma de *Sechium* en Costa Rica. Proyecto colaborativo entre diversas entidades. Revista Imágenes (Costa Rica). 3(6)71-78.

Brenes, A. 1997. Conservación y utilización racional de germoplasma de *Sechium* en Costa Rica. Revista Imágenes (Costa Rica). (6)71-78.

Brenes, A. 1998. Algunas apreciaciones sobre posibles estrategias de manejo y mejoramiento genético del tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey]. Revista Imágenes (Costa Rica). 5(8)77-80.

Brenes, A. y Campos, R. 1992. Efecto de la posición de la semilla de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey], sobre la germinación. Uniciencia. 9(1-2)13-18

Brenes, A. y Campos, R. 1993. Efecto de la posición de la semilla de tacaco (*Sechium tacaco*) sobre la germinación. En Resúmenes, IX Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. Volumen II-(1). San José, Costa Rica, 18-22 octubre. Colegio de Ingenieros Agrónomos. Resumen No. 37.

Brenes, A. y Chaves, S. 1996. El tacaco en Costa Rica erosión genética, erosión cultural. En Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales (10 8-12 julio, San José). Memoria. Eds Bertsch, F.; Badilla, W. y García, J. San José, Costa Rica, EUNED, EUNA. 440 p. Volumen 1, ¿Puede la agricultura sostenible ser competitiva? (p. 300).

Chízar, C., et al. 2009. Plantas comestibles de Centroamérica. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, INBIO. 360 p. (pp. 165-166)

Couée, I.; Hummel, I.; Sulmon, C.; Gouesbet, G.; El Amrani, A. 2004. Involvement of polyamines in root development. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 76 1-10.

González-Soto, et al. 2011. Preparation of spherical aggregates of taro starch granules. LWT-Food Science and Technology. 44(10) 2064-2069.

Hartmann, H. T.; Kester, D. E.; Davies, F. D.; Geneve, R. L. 2002. Hartmann & Kester's Plant propagation; principles and practices. 8 ed. Boston, Prentice Hall. 915 p.

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.

INBIO. 2004. (http://www.inbio.ac.cr/estrategia/Estudio_2004/Paginas/ecosistema03.html)

INCAP (Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá). 2007. Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. Eds. M. T. Menchú y H. Méndez. 2 ed. Guatemala, INCAP/OPS. 128 p.

León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica. IICA. 445 p.

Lira-Saade, R. 1995. Estudios taxonómicos y ecogeográficos de las Cucurbitaceae latinoamericanas de importancia económica. Serie Systematic and ecogeographic studies on crop gene pools. 9. Internacional Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Roma, Italia; Instituto de Biología, UNAM, México. 281 p.

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.

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.

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.

Morales, J. 1991. Morfología de *Sechium tacaco* (Pitt.) Jeffrey. Cucurbitaceae. Tesis posgrado en Biología, Magister Scientiae. Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca. 110 p.

Morales, J. 1994. Morfología general del tacaco, *Sechium tacaco* (Cucurbitaceae). *Revista de Biología Tropical*. 42(1-2)59-71

Murillo, M. E. 2019. Establecimiento in vitro de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey syn. *Frantzia tacaco*]. Tesis de Licenciatura. San José, Costa Rica. Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 78 p.

Ramírez, L. F. 1993. Efecto de la escarificación, la temperatura, el sustrato y el período de almacenamiento, sobre la germinación de semillas de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey]. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agronómica. Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 107 p.

Ramírez-Wong, J. E. 1996. Estudio fitoquímico preliminar de varias especies del género *Sechium*, endémicas de Costa Rica. Tesis de Licenciatura. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 62 p.

Saborío, J. C. 1998. Estudio fenológico del tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey], en Santa Lucía, Barva, Heredia. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agronómica. Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 122 p.

Saborío, J. C. y Brenes, A. 1999a. Estudio de algunos índices de crecimiento del tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey]. En Memoria, XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 19-23 julio. San José, Costa Rica, UNED, Colegio de Ingenieros Agrónomos. Volumen 2. 398 p. Resumen 272. p. 353.

Saborío, J. C. y Brenes, A. 1999b. Eventos fenológicos del tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey]. En Memoria, XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 19-23 julio. San José, Costa Rica, UNED, Colegio de Ingenieros Agrónomos. Volumen 2. 398 p. Resumen 273. p. 354.

Saborío, J. C. y Brenes, A. 1999c. Variación del porcentaje de germinación de la semilla de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey], a lo largo del ciclo productivo de la planta. En Memoria, XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 19-23 julio. San José, Costa Rica, UNED, Colegio de Ingenieros Agrónomos. Volumen 2. 398 p. Resumen 274. p. 355.

Saborío, J. C.; Brenes, A. y Munguía, S. 1999a. Comportamiento del rendimiento en una población experimental de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey], localizada en Barva, Heredia. En Memoria, XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 19-23 julio. San José, Costa Rica, UNED, Colegio de Ingenieros Agrónomos. Volumen 2. 398 p. Resumen 276. p. 357.

Saborío, J. C.; Brenes, A. y Munguía, S. 1999b. Variación de los caracteres morfométricos de frutos y semillas de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey], a lo largo del ciclo productivo de la planta. En Memoria, XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 19-23 julio. San José, Costa Rica, UNED, Colegio de Ingenieros Agrónomos. Volumen 2. 398 p. Resumen 271. p. 352.

Saborío, J. C.; Brenes, A. y Vega, M. 1999. Propagación vegetativa de *Sechium talamancense* (Wunderlin) C. Jeffrey. En Memoria, XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 19-23 julio. San José, Costa Rica, UNED, Colegio de Ingenieros Agrónomos. Volumen 2. 398 p. Resumen 275. p. 356.

Saborío, J. C. y Esquivel, A. 1999. Identificación de nemátodos asociados al cultivo de tacaco (*Sechium tacaco*) en Barva, Heredia. En Memoria, XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 19-23 julio. San José, Costa Rica, UNED, Colegio de Ingenieros Agrónomos. Volumen 2. 398 p. Resumen 82. p. 85.

Saborío, J. C.; Rivera, G. y Esquivel, A. 1999. Identificación de algunas plagas presentes en el cultivo de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey], en Santa Lucía, Barva, Heredia. En Memoria, XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 19-23 julio. San José, Costa Rica, UNED, Colegio de Ingenieros Agrónomos. Volumen 2. 398 p. Resumen 111. p. 125.

Sibaja, M. A. 1991. Puede desaparecer única especie agrícola autóctona Costa Rica. *Revista Germinar* (Costa Rica). (2) 3-4.

Simsek, S.; Nehir, E. S. 2015. In vitro starch digestibility, estimated glycemic index and antioxidant potential of taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) corm. *Food Chemistry*. 168 257-261.

Anotaciones:

Información no suministrada

JUSTIFICACIÓN

A pesar de que el tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey] es la única planta comestible que existe solamente en Costa Rica, no se está realizando actualmente mucha investigación sobre dicha especie en este momento en el país. Antes de 2012 no se había trabajado en reproducción asexual de tacaco en forma consistente en Costa Rica. Sin embargo, en los últimos años se han dado algunos avances gracias al trabajo realizado durante las dos etapas de un proyecto de mejoramiento genético en esta especie, en los cuales se trabajó con micropropagación in vitro y con la técnica del acodo aéreo. Es importante investigar en esta especie, pues constituye un patrimonio natural de Costa Rica, que además presenta un inminente peligro de extinción, debido al desuso cultural, sobretodo por parte de las nuevas generaciones de costarricenses, y a la erosión genética. Es importante dar a conocer sobre esta situación a la población del país, y concientizar sobre la importancia de conservar este recurso genético para el futuro. Este proyecto pretende colaborar con este objetivo mediante el desarrollo del protocolo de reproducción vegetativa mediante esquejes. Esto permitirá propagar genotipos de alta calidad de forma segura, lo que redundará en beneficios para los productores y consumidores de tacaco del país, al reducir la pérdida de calidad de los frutos que se presenta con la reproducción sexual, debido a la polinización cruzada de la especie.

Anotaciones:

A partir de los resultados del proyecto, se logró hallar y validar una metodología para la propagación vegetativa del tacaco, lo que permitirá a los productores de esta hortaliza reproducir los mejores materiales genéticos (mejor calidad de fruto, mayor productividad, mayor tolerancia a plagas y enfermedades, entre otros).

METODOLOGÍA

1. Evaluación de metodologías de propagación vegetativa mediante esquejes

Se evaluarán diversas metodologías para la propagación de tacaco mediante el uso de esquejes. Se utilizarán esquejes de varios tamaños (diferente cantidad de yemas 1, 2, 3, 4), a partir de diversas procedencias genéticas (genotipos o accesiones ya identificados en proyectos anteriores sobre tacaco, ubicados en la zona de La Flor y El Yas de Paraíso de Cartago, pero también de otras localidades del país). Los esquejes se colectarán en diversas fincas de producción de tacaco, se cubrirán con papel húmedo y se colocarán en una hielera, y se trasladarán al CIGRAS. Luego, se aplicará diferentes dosis de al menos dos reguladores de crecimiento (las auxinas AIB y ANA), en adición a un testigo sin reguladores de crecimiento, y los esquejes se colocarán en solución hidropónica, donde se evaluará el enraizamiento, así como el efecto de la aireación o no de dicha solución, sobre el enraizamiento. Para cada tratamiento se evaluarán al menos 10 esquejes (repeticiones). Se realizarán evaluaciones del sistema radical de cada estaca (morfología de las raíces) mediante el programa WinRHIZO, y se determinará la longitud máxima de raíz, y el área o volumen de raíz. Estas evaluaciones se realizarán durante varias semanas luego de la colocación de los esquejes en la solución hidropónica. Según la disponibilidad de recursos, se podría realizar una evaluación similar en FEIMA, a nivel de invernadero. Las plantas que desarrollen suficiente raíz, se pasarán luego al invernadero, en bolsas plásticas rellenas con sustrato, para su eventual siembra en el campo (Frajanes y/o FEIMA). Finalmente, se determinará la metodología más exitosa de propagación vegetativa, según los resultados de desarrollo y enraizamiento.

Con el propósito de explorar un mayor número de factores asociados con el enraizamiento de esquejes, también se llevarán a cabo experimentos combinando cinco factores a dos niveles cada uno (con y sin presencia del factor), confundiendo el efecto de las interacciones triples o superiores. Estos ensayos exploratorios con estructura factorial de 2 a la 5, considerarán en dos corridas los siguientes tratamientos de interés a) AIB; b) ANA; c) Zeatina; d) Retardantes; e) Poliaminas; f) Sombra/etiología y g) edad fisiológica del esqueje (joven o maduro). La primera corrida considerará los tratamientos a, b, c, d y e. La segunda corrida combinará factorialmente los tratamientos f y g con los tres factores más sobresalientes de la primera corrida. Los ensayos se llevarán a cabo en invernadero. La etapa exploratoria servirá de fundamento para llevar a cabo, en el segundo año del proyecto, ensayos con un menor número de factores, pero un mayor número de niveles (experimentos analíticos), utilizando enraizamiento de esquejes y acodos aéreos con los factores más relevantes identificados a partir de la fase exploratoria. Todos estos ensayos se realizarán en suelo esterilizado, y con fertirrigación, en el invernadero de FEIMA.

2. Evaluación desempeño productivo de plantas propagadas en forma vegetativa

Se evaluará el desempeño productivo de las plantas de tacaco propagadas mediante esquejes. Interesa mucho saber si estas plantas llegan a producir frutos en forma más temprana, que cuando se utiliza la reproducción sexual, además de la calidad de los frutos y el rendimiento. Se sembrarán 12 plantas de un mismo genotipo o accesión, 6 de ellas generadas a partir de reproducción sexual (mediante semilla sexual), y 6 generadas a partir de propagación vegetativa; esto se realizará en una barbacoa ubicada en la Finca Fraijanes de la Universidad de Costa Rica. Se realizarán evaluaciones quincenales de la etapa fenológica de las plantas (crecimiento vegetativo, floración, producción de frutos, senescencia); el estado fenológico se evaluará en cuatro brotes ("guías") por planta. También se realizarán evaluaciones de las variables morfológicas del fruto y del rendimiento; ambas se harán en forma semanal, a partir del inicio de la fructificación. Las variables a evaluar son rendimiento por planta (g/planta), rendimiento por área (kg/ha), peso promedio del fruto (g), número de frutos por planta, longitud del fruto (cm), ancho del fruto (cm), grosor del fruto (cm), número de espinas del fruto, número de suturas longitudinales del fruto. Se espera contar con un(a) estudiante que pueda realizar su trabajo final de graduación en este proyecto. Según la disponibilidad de recursos, se podría realizar una evaluación similar en FEIMA, ya sea a nivel de campo, casa de sombra o invernadero. Y también

se podría plantear eventualmente otra evaluación en la finca de un productor de tacaco, por ejemplo, en la zona de El Yas y La Flor, Paraíso, Cartago.

3. Recopilación de datos de clima

Se solicitará ante el Instituto Meteorológico Nacional, la serie de datos de variables climáticas para la Finca Fraijanes para el período de desarrollo del proyecto. Las variables a utilizar son temperatura (°C), humedad relativa (%), precipitación (mm), radiación (W/m²). A partir de estos datos, y de los datos fenológicos, se procederá a evaluar las tendencias a lo largo del tiempo, y su relación con el clima.

4. Análisis de los datos

Para la comparación de los datos de características morfológicas de las raíces y desarrollo de los esquejes, así como para la comparación de los datos de fenología y producción de las plantas sembradas en la Finca Fraijanes, se realizarán pruebas de t de Student, con una significancia del 5 %.

5. Actividades de divulgación

Se realizará al menos una actividad de divulgación (día de campo, charla, etc.), y la preparación de al menos un artículo científico, para dar a conocer los resultados obtenidos. Además, se aprovecharán los diferentes espacios de docencia universitaria para concientizar a la población estudiantil sobre la importancia de proteger el patrimonio natural que representa el tacaco a nivel mundial.

Anotaciones:

La metodología de propagación vegetativa mediante esquejes (punto 1) fue modificada, según la información que fue surgiendo durante el desarrollo del proyecto, y se ajustó finalmente según el proyecto de trabajo final de graduación de la estudiante Karen Muñoz (Anexo 1). Esta modificación se basó en el conocimiento generado por una persona extranjera, que hizo mucha investigación en el cultivo de tacaco y chayote hace muchos años, y cuya experiencia fue recogida por un trabajador de campo, quien actualmente trabaja en la empresa ByC Exportadores del Valle de Ujarrás S. A., empresa productora y exportadora de chayote, que colaboró en forma muy significativa con el desarrollo de este proyecto.

Durante el primer año, se llevaron a cabo pruebas de propagación vegetativa en el CIGRAS de la Universidad de Costa Rica, según la metodología descrita en el punto 1. Sin embargo, los resultados obtenidos fueron muy poco exitosos.

Esta situación cambió radicalmente con el inicio del trabajo final de graduación de Karen Muñoz, pues fue ella quien localizó a la empresa ByC Exportadores del Valle de Ujarrás, y quien se enteró de la metodología realizada en forma comercial en la reproducción vegetativa de chayote, y además fue ella quien consiguió que dicha empresa, y otras empresas privadas, apoyaran en forma decidida su trabajo de tesis. Por lo tanto, ella realizó unas pruebas preliminares con tacaco, usando la metodología utilizada en chayote, y encontró resultados prometedores, a partir de los cuales se planteó su trabajo final de graduación, el cual se realizó en el invernadero de la empresa ByC Exportadores del Valle de Ujarrás, S. A. Ante los malos resultados hallados con la metodología propuesta originalmente en este proyecto, y los mejores resultados preliminares obtenidos por Karen Muñoz, se decidió modificar la metodología del proyecto, lo cual resultó en resultados bastante exitosos, que impactarán de forma positiva a los productores de tacaco del país.

Uno de los factores que se cambiaron, que fue de mucha importancia, fue el uso de una formulación sólida del producto enraizante (AIB), en vez de una formulación líquida; probablemente la formulación sólida asegura un mayor tiempo de exposición del esqueje al AIB.

Otro cambio importante fue que los esquejes no se tuvieron que transportar muy lejos (desde Paraíso hasta San Pedro), sino que se tuvo que recorrer una distancia relativamente corta (desde Cervantes o Santiago, hasta Ujarrás), lo que probablemente ayudó a reducir la deshidratación de los esquejes, luego de su cosecha y hasta su siembra.

Otro factor importante que se modificó fue el tipo de brote utilizado. Durante el primer año, se usaron esquejes terminales o mediales, pero siempre obtenidos a partir del tallo principal. En la tesis de Karen, se usaron esquejes provenientes de brotes secundarios, con al menos tres nudos, en los cuales se conservaba parte del nudo del tallo principal, lo que aparentemente tiene una influencia muy positiva sobre el enraizamiento de los esquejes.

Las variables evaluadas fueron peso seco de raíz, porcentaje de enraizamiento, porcentaje de supervivencia, y cambio de altura del esqueje.

Las evaluaciones previstas en los puntos 2, 3 y 4, que se iban a desarrollar en la Finca Fraijanes de la UCR, no se llevaron a cabo, sino que el trabajo se concentró en los cantones de Paraíso y Alvarado, provincia de Cartago.

Se incluyó también en el proyecto, la evaluación del efecto del hongo *Trichoderma harzianum*, sobre el desarrollo de las plantas de tacaco reproducidas vegetativamente; se evaluó también el peso seco de la parte aérea, grosor de tallo, y cambio en el

número de nudos y brotes.

Como actividades de divulgación, se llevaron a cabo dos charlas, una en abril 2023 (Anexo 2) y otra en setiembre 2023 (Anexo 3), así como demostraciones en campo (a cada productor de tacaco en su finca) de la metodología de propagación de tacaco mediante esquejes, junto con la donación del producto enraizador (Anexo 4). Asimismo, ya se han publicado dos artículos, además de que se han enviado a publicación otros dos artículos, y se escribirán en los próximos meses otros tres artículos, para un total de siete publicaciones generadas a partir de este proyecto.

POBLACIÓN DE ESTUDIO

Agricultores en diferentes zonas del país, estudiantes, agrónomos, biólogos, población en general, empresas de agroturismo.

Anotaciones:

La principal población beneficiada del proyecto es los productores de tacaco de los cantones de Paraíso y Alvarado, provincia de Cartago. Sin embargo, las demás poblaciones enumeradas también se verán beneficiadas, en especial los productores de tacaco de otras zonas del país.

CONVENIOS EXTERNOS

NÚMERO DE CONVENIO	ENTIDAD COLABORADORA	TIPO DE COLABORACIÓN	NÚMERO DE CUENTA	MONTO	ENTE ADMINISTRADOR
--------------------	----------------------	----------------------	------------------	-------	--------------------

No hay datos disponibles

OBJETIVO GENERAL

ESTABLECER UN PROTOCOLO PARA LA PROPAGACIÓN EXITOSA DEL TACACO POR MEDIO DE ESQUEJES.

Anotaciones del objetivo general:

Se cumplió con el objetivo general. Con base en la información generada, se puede ofrecer a los productores de tacaco una metodología para la propagación vegetativa del tacaco, por medio del uso de esquejes a partir de brotes secundarios con al menos tres nudos, y la utilización de AIB como producto enraizante, a una dosis entre 0,15 y 0,30 mg de AIB por esqueje (entre 5000 y 10000 ppm de AIB).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivo: Evaluar el efecto de reguladores de crecimiento para la propagación de tacaco mediante esquejes.

Meta 1: Evaluar diferentes dosis de al menos dos reguladores de crecimiento para la propagación vegetativa mediante esquejes.

Actividades realizadas y resultados

Se evaluó el efecto de cuatro dosis de AIB (formulación en polvo) sobre la propagación de tacaco mediante esquejes, y se determinó que la dosis óptima está entre 0,15 y 0,30 mg por esqueje, lo que corresponde a 5000 y 10000 ppm de AIB. Las otras dosis evaluadas fueron 0 y 0,60 mg de AIB por esqueje (0 y 20000 ppm de AIB). Solamente se evaluó AIB como regulador del crecimiento, pues corresponde a la metodología utilizada comercialmente en el cultivo del chayote, por parte de la empresa ByC Exportadores del Valle de Ujarrás, S. A. En forma adicional, se incluyó la evaluación del efecto del hongo *Trichoderma harzianum*, sobre las plantas de tacaco propagadas en forma vegetativa.

Objetivo: Evaluar el desempeño productivo de plantas de tacaco propagadas mediante esquejes.

Meta 1: Al menos dos genotipos evaluados

Actividades realizadas y resultados

Este objetivo no se desarrolló, debido a cambios en la metodología realizados durante la ejecución del proyecto. Sin

embargo, si se pudo determinar que las plantas propagadas mediante la metodología ejecutada, lograron iniciar cosecha a los 75 días después del trasplante en campo, lo que representa un adelanto en el inicio de la producción de 2-3 meses, con respecto a plántulas provenientes de semilla sexual, aspecto muy recomendable a nivel económico por un menor período para el retorno de la inversión. Además, los productores consideraron que el nivel de productividad de dichas plantas fue muy satisfactorio, similar a plantas propagadas mediante semilla.

Objetivo: Difundir el conocimiento generado a la comunidad nacional e internacional

Meta 1: Al menos un artículo científico enviado a publicación

Meta 2: Realizar al menos una actividad de divulgación de resultados (charla, día de campo, etc.).

Actividades realizadas y resultados

Dos artículos publicados. Dos artículos enviados a publicación, y otros tres en preparación, para un total de siete publicaciones generadas a partir de este proyecto. Dos charlas realizadas, una en abril 2023 (Anexo 2), y otra en setiembre 2023 (Anexo 3). Demostraciones de la metodología de propagación de tacaco mediante esquejes, así como la donación del producto enraizador, a cada uno de los productores de tacaco de los cantones de Paraíso y Alvarado, provincia de Cartago (Anexo 4).

Nuevos objetivos propuestos

Objetivo: Establecer las prácticas de cultivo que realizan los productores de tacaco en la zona de El Yas y La Flor, Paraíso, Cartago.

Actividades realizadas y resultados

Se llevaron a cabo 15 entrevistas a productores de tacaco, sobre todas las prácticas de cultivo que se realizan en las fincas. La información recopilada será analizada con posterioridad, para ser publicada.

CRONOGRAMA

NÚMERO DE TAREA	NOMBRE	FECHA DE INICIO	FECHA FINAL
1	Recolección de material genético	01/01/2021	31/03/2023
2	Pruebas con reguladores	01/01/2021	31/07/2022
3	Acondicionamiento de módulos hidropónicos	01/01/2021	31/01/2023
4	Acondicionamiento de invernaderos	01/01/2021	31/01/2023
5	Evaluaciones sistema radical	01/04/2021	31/07/2022
6	Siembra de plántulas en bolsas	01/09/2021	31/12/2022
7	Determinación metodología más exitosa de propagación	01/08/2022	31/08/2023
8	Primera prueba de factores	01/01/2021	31/12/2021
9	Segunda prueba de factores	01/01/2022	31/12/2022
10	Análisis de datos de invernadero	01/09/2021	31/12/2022

11	Acondicionamiento de sitio de siembra	01/01/2021	31/07/2021
12	Establecimiento y mantenimiento de plantas (primera siembra)	01/08/2021	31/07/2022
13	Establecimiento y mantenimiento de plantas (segunda siembra)	01/08/2022	31/07/2023
14	Evaluaciones de campo	01/08/2021	31/07/2023
15	Análisis de datos de campo	01/08/2022	31/10/2023
16	Experimentos analíticos de los factores relevantes	01/01/2021	31/12/2021
17	Experimentos analíticos de los factores relevantes-2	01/01/2022	31/12/2022
18	Preparación de borrador de artículo científico	01/07/2023	31/10/2023
19	Envío de artículo a revista	01/11/2023	31/12/2023
20	Coordinación de actividad de divulgación de resultados	01/08/2023	31/10/2023
21	Realización de actividad de divulgación de resultados	01/11/2023	30/11/2023
22	Informe parcial 1	01/11/2021	31/12/2021
23	Informe parcial 2	01/11/2022	31/12/2022
24	Informe final	01/11/2023	31/12/2023

Anexos de Renovación/Ampliación

Algunas tareas y su período de ejecución, se modificaron, según los cambios en la metodología y objetivos.

Presupuesto: No

Ampliación: No

Documentos no disponibles.

TRANSFERENCIA DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Artículo en revista

Monge-Pérez, J. E.; Loría-Coto, M. 2023. Primer informe sobre presencia de yemas cotiledonares en plántulas de tacaco [Sechium tacaco (Pittier) C. Jeffrey]. Tecnología en Marcha. 36(2) 32-36.

Artículo en revista

Monge-Pérez, J. E.; Loría-Coto, M. 2023. Primer informe sobre heteroblastia en protofilas de tacaco (Sechium tacaco). Tecnología en Marcha. 36(1) 33-41.

Conferencia

Charla de presentación de los resultados del proyecto, realizada en abril 2023. (Anexo 2)

Conferencia

Charla de presentación de los resultados del proyecto, realizada en setiembre 2023. (Anexo 3)

Otro

Demostración de la metodología de propagación de tacaco mediante esquejes, así como la donación del producto enraizador, para cada uno de los productores de tacaco. (Anexo 4)

PUBLICACIONES



TÍTULO	TIPO	AUTOR	FECHA
Guía ilustrativa de propagación de tacaco (Sechium tacaco) mediante semillas	<ul style="list-style-type: none"> entregable de proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Monge Pérez, José Eladio 	2021

DIFICULTADES ENCONTRADAS

Anotaciones:

En realidad, el proyecto logró su objetivo principal, que era desarrollar una metodología para la propagación de tacaco mediante esquejes, por lo que se considera totalmente exitosa la experiencia. Las dificultades encontradas fueron de poca importancia, como eventos climáticos que afectaron los ensayos, pero que no evitaron la obtención de los resultados.

EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA

EQ	PARTIDA	ASIGNADO	AUMENTOS Y AMPLIACIONES	DISMINUCIONES Y DEDUCCIONES	EGRESOS	DISPONIBLE
0	No hay datos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

EJECUCIÓN HISTÓRICA PRESUPUESTARIA

PERIODO 2023				
PARTIDA	ASIGNADO	AMPLIACIONES	DISMINUCIONES	EGRESOS
1040100 - Servicios en ciencias de la salud	100.000,00	0,00	100.000,00	0,00
1050200 - Viáticos dentro del país	200.000,00	80.381,00	0,60	279.400,00
2019901 - Reactivos y útiles de laboratorio	200.000,00	0,00	350,00	199.650,00
2019902 - Abonos, insecticidas, herbicidas y otros	100.000,00	0,00	31,00	99.969,00
2020300 - Alimentos y bebidas	50.000,00	20.000,60	0,00	70.000,60
6020201 - Becas horas estudiante;	747.180,00	58.968,00	19.370,90	786.777,10
Total	1.397.180,00	159.349,60	119.752,50	1.435.796,70

EJECUCIÓN HISTÓRICA PRESUPUESTARIA

PERIODO 2022

PARTIDA	ASIGNADO	AMPLIACIONES	DISMINUCIONES	EGRESOS
1040100 - Servicios en ciencias de la salud	100.000,00	0,00	100.000,00	0,00
1050200 - Viáticos dentro del país	75.000,00	165.000,00	20.000,00	219.100,00
2019901 - Reactivos y útiles de laboratorio	200.000,00	0,00	200.000,00	0,00
2019902 - Abonos, insecticidas, herbicidas y otros	0,00	115.636,60	0,00	114.566,80
2030600 - Materiales y productos de plástico	50.000,00	90.000,00	50.636,60	89.363,40
6020201 - Becas horas estudiante;	602.805,00	10.656,28	28.522,82	584.938,46
Total	1.027.805,00	381.292,88	399.159,42	1.007.968,66

EJECUCIÓN HISTÓRICA PRESUPUESTARIA

PERIODO 2021				
PARTIDA	ASIGNADO	AMPLIACIONES	DISMINUCIONES	EGRESOS
1040100 - Servicios en ciencias de la salud	100.000,00	0,00	100.000,00	0,00
1050200 - Viáticos dentro del país	50.000,00	120.500,00	0,00	165.000,00
2019901 - Reactivos y útiles de laboratorio	200.000,00	19.500,00	122.600,00	96.900,00
2019902 - Abonos, insecticidas, herbicidas y otros	0,00	82.600,00	0,00	81.383,40
6020201 - Becas horas estudiante;	597.450,00	2.228,20	139.583,36	460.094,84
Total	947.450,00	224.828,20	362.183,36	803.378,24

¿Contó con financiamiento externo?

No

¿Contó con exoneración del fondo de desarrollo institucional (FDI)?

No

Indique los beneficios obtenidos del plan de inversión

CONCLUSIONES

Anotaciones:

El proyecto resultó exitoso, dado que logró su objetivo principal, al obtener una metodología para la propagación del tacaco mediante esquejes, la cual está disponible para los productores de esta hortaliza, con el fin de que puedan propagar las plantas individuales de mayor interés, y así reproducir y mantener características deseables, como calidad del fruto, productividad, tolerancia a plagas y enfermedades, entre otras.

Durante la ejecución del proyecto, fue muy importante el apoyo de los productores de tacaco de los cantones de Paraíso y

Alvarado, provincia de Cartago, así como de algunas empresas privadas, una de ellas exportadora de chayote, y otras, comercializadoras de agroquímicos.

El enraizamiento de esquejes es una técnica de propagación asexual rápida y económica para el productor costarricense, que permitiría obtener clones de *Sechium tacaco* con buenas cualidades comerciales, y a la vez ayudaría en la conservación de la especie. Actualmente no existe un protocolo de propagación de tacaco por esquejes. En el presente trabajo se propuso definir una metodología para la propagación asexual de tacaco (*Sechium tacaco*) por medio de esquejes.

Se establecieron dos experimentos. El experimento I buscó seleccionar la dosis óptima de ácido indol butírico (AIB) para obtener el máximo enraizamiento en la fase de establecimiento en vivero (a los 22 días después de siembra-dds). El experimento II pretendió determinar la dosis óptima de *Trichoderma harzianum* para obtener el mejor enraizamiento y crecimiento durante la fase de aclimatación en casa sombra (a los 27 días después de trasplante-ddt).

En ambos experimentos se utilizó un tipo de esqueje de brote secundario con al menos tres nudos, junto con una hoja, una yema y un zarcillo del eje principal, procedentes de fincas de productores de la zona de Santiago y Cervantes, Cartago, Costa Rica.

En el experimento I los esquejes fueron tratados con cuatro dosis de AIB: 0; 0,15; 0,30; y 0,60 mg por esqueje, luego los esquejes se mantuvieron bajo condiciones de vivero durante 22 días. Se encontraron diferencias significativas en las variables de peso seco de la raíz, porcentaje de enraizamiento, porcentaje de supervivencia y cambio de altura de la planta. Los tratamientos con 0,30 y 0,60 mg de AIB lograron valores de enraizamiento y peso seco de la raíz mayores al tratamiento sin AIB, mientras que la dosis más alta de AIB mostró el menor porcentaje de supervivencia con respecto a las demás dosis, sin mostrar diferencias significativas entre ellas. Se seleccionó la dosis de 0,30 mg de AIB por esqueje como la mejor, debido a que presentó valores más altos que la de 0,15 mg de AIB en las variables de peso seco de raíz, número de esquejes enraizados y porcentaje de supervivencia, que se relacionan mejor con el objetivo del experimento I, obteniendo un porcentaje de plantas enraizadas del 51%, un peso seco de raíz de 27,94 mg por esqueje, y un porcentaje de supervivencia del 84%; mientras que la dosis de 0,15 mg de AIB presentó un 29,3% de enraizamiento, 13,97 mg de peso seco de raíz por esqueje, y un 90% de supervivencia.

Para el experimento II, en la fase de establecimiento en vivero, se utilizó la dosis de enraizamiento que presentó los mejores resultados de enraizamiento en el experimento I (0,30 mg de AIB por esqueje). Luego de alcanzar el enraizamiento óptimo, se pasó a la fase de aclimatación en casa sombra, donde se aplicó vía "drench" a los 0, 7 y 15 ddt, dos tratamientos con *Trichoderma harzianum* (2,0 x 10⁷ unidades formadoras de colonias-ufc) /ml, a 5 y 10 ml del producto comercial Trichofos por litro de agua, y un tratamiento testigo con agua destilada. El testigo obtuvo el valor significativamente más alto de peso seco de la raíz (2523,06 mg por planta), con respecto a los tratamientos con 5 y 10 ml/l de Trichofos (704,12 y 1175,21 mg por planta, respectivamente). En cuanto a la concentración de *T. harzianum* en el sustrato, se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre el testigo y la dosis de 5 ml/l de Trichofos (82,5 y 1525 ufc/g de *T. harzianum*, respectivamente). En el resto de las variables no se hallaron diferencias significativas entre tratamientos. A pesar de ello, resulta importante mencionar que entre todos los tratamientos evaluados en el experimento II, el porcentaje de supervivencia de esquejes más bajo que se llegó a obtener fue de 83% para el tratamiento de 5 ml/l con *T. harzianum*, y el menor cambio de altura obtenido fue de 106,33 cm para ese mismo tratamiento, los cuales resultan valores positivos para la técnica agronómica de aclimatación de esquejes de tacaco.

Los resultados obtenidos brindan la información necesaria para crear un protocolo de propagación asexual por esquejes de tacaco a partir de brotes secundarios de plantas madre, al utilizar AIB como regulador del crecimiento para favorecer el enraizamiento.

Para la propagación vegetativa de tacaco mediante esquejes, se recomienda el uso de AIB en formulación sólida, a una dosis entre 0,15 y 0,30 mg de AIB por esqueje (entre 5000 y 10000 ppm de AIB), con el uso de esquejes a partir de brotes secundarios, con al menos tres nudos. Además, no se recomienda el uso del hongo *Trichoderma harzianum* en plantas de tacaco propagadas vegetativamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Monge-Pérez, J. E.; Loría-Coto, M. 2023. Primer informe sobre presencia de yemas cotiledonares en plántulas de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey]. Tecnología en Marcha. 36(2) 32-36.

Monge-Pérez, J. E.; Loría-Coto, M. 2023. Primer informe sobre heteroblastia en protofilas de tacaco (*Sechium tacaco*). Tecnología en Marcha. 36(1) 33-41.

ANEXOS Y APÉNDICES

Título: Anexo 1

Descripción: Tesis de Karen María Muñoz López

[Descargar adjunto](#)

Título: Anexo 2

Descripción: Lista de personas asistentes a la charla 1 (abril 2023)

[Descargar adjunto](#)

Título: Anexo 3

Descripción: Lista de personas asistentes a la charla 2 (setiembre 2023)

[Descargar adjunto](#)

Título: Anexo 4

Descripción: Demostración de la técnica de propagación vegetativa a productores de tacaco

[Descargar adjunto](#)

Ver más detalles del estado del informe en la siguiente bitácora:

REGISTRO DE ACCIONES RELACIONADAS CON ESTE INFORME

FECHA DE LA ACCIÓN	ACCIÓN	USUARIO	OBSERVACIONES
27/11/2023 18:30pm	Envío de informe para evaluación	JOSE MONGE PEREZ	
12/12/2023 15:45pm	Se solicitan enmiendas	FINCA EXPERIMENTAL INTERDISCIPLINARIA DE MODELOS AGROECOLÓGICOS	1. Renombrar los anexos con un número consecutivo inicial que permita su fácil citación dentro del texto del informe. 2. Ofrecer definiciones de términos que no son de conocimiento común de los colegas del CC ajenos a la agronomía. 3. Incluir una narrativa que conteste las inquietudes usuales de los miembros del CC como: ¿Cómo fue que se hizo? ¿Cuándo se hizo? ¿Qué correspondencia existe entre logros específicos y objetivos? 4. Redactar un Resumen Ejecutivo de toda la vida del proyecto que sea concisa e informativa.
23/01/2024 15:06pm	Envío de informe para evaluación	JOSE MONGE PEREZ	

*Esta bitácora incluye el registro de acciones relacionadas con este informe de proyecto, a partir del 19 de marzo del 2019.