




## Propagación *in vitro* de dos genotipos promisorios de *Plukenetia volubilis* L.

### *In vitro* propagation of two promising genotypes of *Plukenetia volubilis* L.

Franclín Alva Zabaleta<sup>1</sup> , Ernestina Rosario Vásquez Castro<sup>2</sup> ,  
Carlos Eduardo Millones Chanamé<sup>2</sup> 

Siembra 13 (1) (2026): e8021

DOI: [10.29166/siembra.v13i1.8021](https://doi.org/10.29166/siembra.v13i1.8021)

Recibido: 14/03/2025

Revisado: 27/06/2025 / 01/10/2025 / 09/12/2025

Aceptado: 26/05/2026



#### Resumen

La presente investigación se realizó para determinar el balance adecuado de las auxinas ácido 1-naftalenacético [ANA] y ácido indol-3-butírico [AIB] en la inducción de raíces adventicias de segmentos nodales de sachá inchi (*P. volubilis* L.). Embriones cigóticos de dos genotipos promisorios de sachá inchi “Pinto Recodo” y “Mushquiyacu” fueron colocados en medio de germinación, posteriormente a los 90 días de cultivo *in vitro* las plántulas obtenidas se seccionaron para la obtención de los segmentos nodales con 1 a 2 yemas axilares, las cuales fueron colocados en medios de enraizamiento con reguladores de crecimiento ANA y AIB. El mayor porcentaje de inducción de raíces adventicias se logró cuando se empleó solo AIB 1 mg L<sup>-1</sup>. La mayor longitud de raíces se registró cuando se empleó AIB en el medio 1,0 y 2,0 mg L<sup>-1</sup> en el genotipo “Mushquiyacu”, en el genotipo “Pinto Recodo” sólo cuando se empleó 1,0 mg L<sup>-1</sup> de AIB. La combinación de ANA y AIB no fue efectivo en los genotipos de sachá inchi. El empleo del sustrato comercial Premix para la aclimatación de las plántulas fue el adecuado en la supervivencia de los dos genotipos promisorios de sachá inchi en la etapa de vivero y campo definitivo.

**Palabras claves:** aclimatación, embrión cigótico, enraizamiento, germinación, *Plukenetia volubilis*.

#### Abstract

This study was conducted to determine the optimal balance of the auxins 1-naphthaleneacetic acid (NAA) and indole-3-butyric acid (IBA) for the induction of adventitious roots in nodal segments of sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Zygotic embryos from two promising sachá inchi genotypes, “Pinto Recodo” and “Mushquiyacu,” were cultured on a germination medium. Subsequently, after 90 days of *in vitro* culture, the resulting plantlets were sectioned to obtain nodal segments containing one to two axillary buds, which were then transferred to rooting media supplemented with the growth regulators NAA and IBA. The highest percentage of adventitious root induction was achieved when IBA alone at 1 mg L<sup>-1</sup> was used. The greatest root length was recorded when IBA at 1.0 and 2.0 mg L<sup>-1</sup> was applied in the medium for the “Mushquiyacu” genotype, whereas in the “Pinto Recodo” genotype, this response was observed only with 1.0 mg L<sup>-1</sup> IBA. The combination of NAA and IBA was not effective in either sachá inchi genotype. The use of the commercial substrate Premix during plantlet acclimatization proved to be suitable for the survival of both promising sachá inchi genotypes during the nursery stage and after transplantation to the field.

**Keywords:** acclimation, germination, *Plukenetia volubilis*, rooting, zygotic embryo.

<sup>1</sup> Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Escuela de Posgrado. 342 Higos Urco. Chachapoyas 01001, Amazonas, Perú.

<sup>2</sup> Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Laboratorio de Biología. 342 Higos Urco. Chachapoyas 01001, Amazonas, Perú.

Correspondencia: carlos.millones@untrm.edu.pe

SIEMBRA

<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA>

ISSN-e: 2477-8850

Periodicidad: semestral

vol. 13, núm 1, 2026

siembra.fag@uce.edu.ec



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución - NoComercial

© Los Autores 2026

## 1. Introducción

El sacha inchi (*P. volubilis* L.) es una especie perenne semileñosa de hábito trepador de la familia Euforbiaceae (Gillespie, 1993), distribuida en las regiones noroccidental y márgenes del Amazonas en Surinam, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil (Wang et al., 2018).

En el Perú el sacha inchi es cultivado en las regiones de Madre de Dios, Huánuco, Oxapampa, San Martín, Rodríguez de Mendoza, Ucayali, el Putumayo, Iquitos y Caballo Cocha. Esta especie desarrolla a partir de los 100 a los 1.500 m s.n.m., vegetando naturalmente en los bordes de los bosques secundarios (Purmas), en cañaverales, sobre cercos vivos, malezas en platanales y cultivos permanentes. En las zonas nororientales del país el sacha inchi desarrolla naturalmente en la región San Martín, específicamente en la cuenca del Huallaga hasta Yurimaguas, en el Alto y Bajo Mayo, en el Valle del Sisa y áreas de la cuenca de Lamas, Shanusi y Pongo de Caynarachi (Valles, 1990). En la región Amazonas el sacha inchi desarrolla naturalmente entre los 1.100 a 1.400 m s.n.m. en la provincia de Rodríguez de Mendoza (Millones y Vásquez, 2008). En los últimos años, ha existido un mayor interés en el sacha inchi por poseer semilla oleaginosa caracterizada por el alto contenido de ácidos grasos omega-3, omega-6 y omega-9, proteínas de alta calidad y compuestos bioactivos con beneficios nutricionales importantes para la salud (Kim y Joo, 2019; Istiandari y Faizal, 2025).

El sacha inchi se propaga principalmente por semilla sexual y asexualmente por métodos convencionales empleando estaquillas, pero su uso tiene limitantes como la transmisión de plagas, enfermedades y por la escasa inducción de raíces adventicias que no facilita la obtención de plántulas sanas y vigorosas para su uso en campo definitivo. En virtud de ello, para mejorar el enraizamiento de las estaquillas existen reportes del empleo de los reguladores de crecimiento, en particular la auxina ácido indol-3-butírico [AIB] en concentraciones de 2.000 ppm (Ruiz-Solsol y Mesén, 2010; Solis Leyva et al., 2019).

La biotecnología vegetal a través de la técnica de cultivo *in vitro* de tejidos vegetales contribuye como una herramienta importante en la micropropagación de muchas especies de importancia económica otorgando una solución viable para la producción de plántulas genéticamente uniformes, libres de plagas y enfermedades y con las características agronómicas de los genotipos seleccionados de interés agronómico (Kim y Joo, 2019). Esta técnica biotecnológica ha sido empleada en sacha inchi, existiendo reportes referentes a la germinación y multiplicación de segmentos

nodales *in vitro* (Millones y Vásquez, 2008; Henao Ramírez et al., 2021), organogénesis (Restrepo-Osorio et al., 2020) meristemos (Solis et al., 2018). El género *Plukenetia* se caracteriza porque varias de las especies que comprende se caracterizan por poseer un sistema reproductivo con polinización cruzada (alógamas) como los reportados en *P. conophora* (Agbo et al., 2015), *P. corniculata* (Feng et al., 2025) y *P. volubilis* (Valente et al., 2017). El empleo de estas técnicas biotecnológicas en sacha inchi es importante porque es una especie potencialmente alógama cuya semilla botánica propagada por semilla botánica tiene inconvenientes porque su descendencia es heterogénea, por lo cual, la propagación asexual es importante para conservar los caracteres de importancia agronómica y comercial. Además, la micropropagación es una buena alternativa para producir los clones en gran cantidad, en menor tiempo, libres de plagas y enfermedades y durante todo el año.

Tomando en consideración estos antecedentes, el presente trabajo determinó el balance adecuado de las auxinas ácido 1-naftalenacético [ANA] y AIB en la inducción de raíces adventicias en segmentos nodales de sacha inchi, teniendo la finalidad de obtener mayor supervivencia en la etapa de vivero y el establecimiento en campo.

## 2. Materiales y Métodos

El material biológico estuvo constituido por las semillas botánicas de genotipos promisorios de sacha inchi (*P. volubilis*) “Pinto Recodo” y “Mishquiyacu” colectados en la provincia de Lamas, los cuales fueron proporcionados por el banco de germoplasma de sacha inchi del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana [IIAP], IIAP-San Martín.

El establecimiento *in vitro* de embriones cigóticos de los genotipos de sacha inchi “Pinto Recodo” y “Mushquiyacu” se siguió la metodología descrita por Millones y Vásquez (2008). El medio de cultivo de germinación fue preparado empleando las sales basales y vitaminas MS (Murashige y Skoog, 1962), suplementado con 100 mg L<sup>-1</sup> de mio-inositol, 0,1 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico [AG<sub>3</sub>], 6-furfurilaminopurina 0,04 mg L<sup>-1</sup>, 25 g L<sup>-1</sup> de sacarosa 1,5 g L<sup>-1</sup> de phytigel, y el pH fue ajustado a 5,8. Las semillas botánicas de ambos genotipos fueron remojadas por 15 minutos en detergente y solución de lejía comercial 5% (clorox 3,5 p p<sup>-1</sup> de hipoclorito de sodio), luego las semillas fueron cepilladas por toda la periferia de la cáscara y enjuagadas en agua corriente. A las semillas lavadas se les retiró la cubierta y se llevaron a desinfección en cámara de flujo laminar (Figura 1a). Se colocó eta-

nol 70% por un minuto, enjuague con agua destilada estéril y se agregó solución de lejía comercial al 10% por 30 minutos, posteriormente se realizaron tres enjuagues con agua destilada estéril. Desinfectadas las semillas se procedió a extraer los embriones cigóticos con ayuda de una pinza y escalpelo (Figura 1b). Los embriones cigóticos extraídos fueron colocados en tubos de ensayo de 25 x 150 mm que contenía el medio de cultivo de germinación (Figura 1c).

El medio de cultivo de crecimiento y desarrollo de plántulas de sachá inchi fue preparado empleando las sales basales y vitaminas MS, 100 mg L<sup>-1</sup> de mio-inositol, 30 g L<sup>-1</sup> de sacarosa, 1,5 g L<sup>-1</sup> de phytagel, y el pH fue ajustado a 5,8. Las plántulas provenientes de los embriones cigóticos de ambos genotipos de sachá inchi cultivados aproximadamente 90 días *in vitro* (Figura 1d) fueron empleados para obtener los segmentos nodales con 1 a 2 yemas axilares a ser empleados en los ensayos de enraizamiento.

Los segmentos nodales fueron colocados en medios de cultivo de enraizamiento con similar composición al medio de cultivo de crecimiento, excepto que se adicionó carbón activado 3 g L<sup>-1</sup> y diferentes concentraciones de las auxinas ANA y AIB en los siguientes tratamientos: T1: 0,5 mg L<sup>-1</sup> AIB, T2: 1,0 mg L<sup>-1</sup> de AIB, T3: 2 mg L<sup>-1</sup> de AIB, T4: 0,5 mg L<sup>-1</sup> de ANA + 1 mg L<sup>-1</sup> de AIB. Las evaluaciones de porcentaje de enraizamiento, número de raíces, número de hojas y longitud de raíces, se realizaron a la sexta semana de cultivo *in vitro*.

Los embriones cigóticos y los segmentos nodales de sachá inchi fueron desarrollados en cámaras bajo condiciones ambientales de temperatura 25 ± 1 °C, irradiancia 60 μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>, fotoperiodo 16/8 horas (luz/oscuridad) empleando lámparas fluorescentes 36W tipo luz fría.

Las plántulas enraizadas de sachá inchi fueron aclimatadas en bandejas rígidas de 40 alveolos y se empleó sustrato comercial Premix #3. Las bandejas fueron colocadas en ambiente con humedad relativa 90% y fotoperiodo 16/8 horas luz/oscuridad, facilitado por lámparas fluorescentes con intensidad de 75 μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>, y fueron regadas con soluciones hidropónicas a capacidad de campo, luego a los 35 días fueron trasplantadas a bolsa de vivero con sustrato conformado por suelo franco arenoso y humus de lombriz (relación 2:1) (Figura 4a). A los 120 días los plantones fueron instalados en campo definitivo en el Anexo La Unión, Amazonas, Perú (coordenadas 6° 16'502" S, 78° 09'57,5" W) (Figura 4b) hasta la floración (Figura 4c) y fructificación (Figura 4d).

El procesamiento de los datos de la respuesta morfológica de las plántulas desarrolladas *in vitro* fue empleado un diseño completamente al azar en arreglo

factorial (Factor A: dos genotipos de sachá inchi, Factor B: cuatro niveles de reguladores de crecimiento) con tres repeticiones, y cada repetición con tres plántulas de sachá inchi. La significancia entre las medias fue calculada con la prueba Tukey a  $p \leq 0,05$ . El ANOVA de dos factores se realizó para analizar los efectos combinados de los factores. Las diferencias significativas fueron analizadas a  $p \leq 0,05$ . Los datos de porcentaje de enraizamiento y longitud de raíces fueron transformados mediante  $(x + 0,5)^{1/2}$ . El análisis estadístico de los datos se realizó con el software R versión 4.3.2.

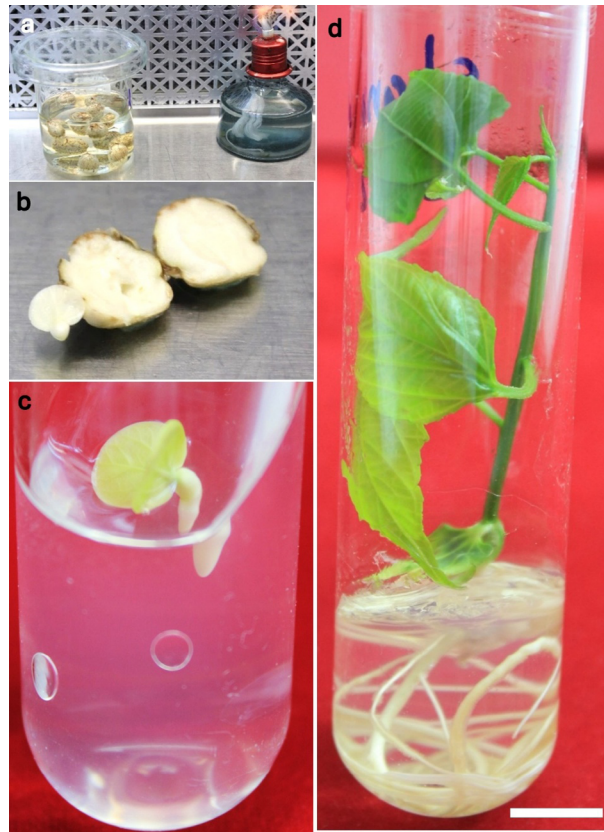
### 3. Resultados

Los embriones cigóticos de los genotipos de sachá inchi desarrollaron adecuadamente en el medio de crecimiento y desarrollo plántulas (Figura 1c y d), obteniendo plántulas de 8 cm de altura (Figuras 1d, 2a y b) a partir de las cuales se seccionaron los segmentos nodales (Figura 2c) donadoras de segmentos nodales para los ensayos de enraizamiento respectivos.

Los segmentos nodales indujeron raíces adventicias entre la quinta y sexta semana de cultivo *in vitro* (Figura 2c y d). La inducción de raíces mostró respuesta diferente en el porcentaje de enraizamiento y longitud de raíces. En tanto, en las variables número de raíces y número de hojas no mostraron diferencias significativas (datos no mostrados). El mayor porcentaje de enraizamiento fue registrado cuando se empleó 1 mg L<sup>-1</sup> de AIB, siendo esta respuesta similar en ambos genotipos de sachá inchi (Figura 3a). En tanto, la mayor longitud de raíces se registró cuando se empleó AIB en el medio 1,0 y 2,0 mg L<sup>-1</sup> en el genotipo "Mishquillacu", en tanto, en el genotipo "Pinto" sólo cuando se empleó 1,0 mg L<sup>-1</sup> de AIB. Cuando se empleó el AIB combinado con el ANA, se registró menor longitud de raíces. Siendo significativa la prueba (Figura 3b).

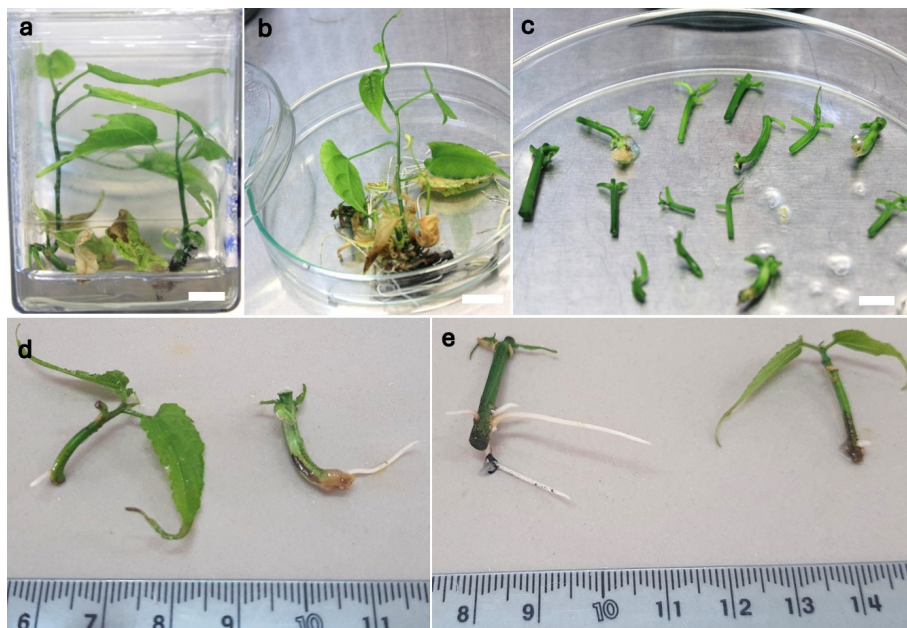
La etapa de aclimatación de las plántulas involucró la *ex vitro* que fue entre 4 a 5 semanas, y la etapa de establecimiento en vivero que fue de alrededor de 12 semanas. El sustrato comercial Premix empleado para la aclimatación *ex vitro* y el establecimiento de las plántulas de sachá inchi fue adecuado para el crecimiento y desarrollo de las plántulas de los dos genotipos de sachá inchi logrando alturas promedio de planta de 40 cm, hojas de color verde intenso y buen aspecto fitosanitario (Figura 4a)

En la etapa de campo, las plantas iniciaron la etapa de reproducción a los 4 meses de la instalación en campo y alcanzaron una altura promedio de 1,3 m, permitiendo obtener frutos vigorosos y de buen aspecto fitosanitario (Figura 4b-d).



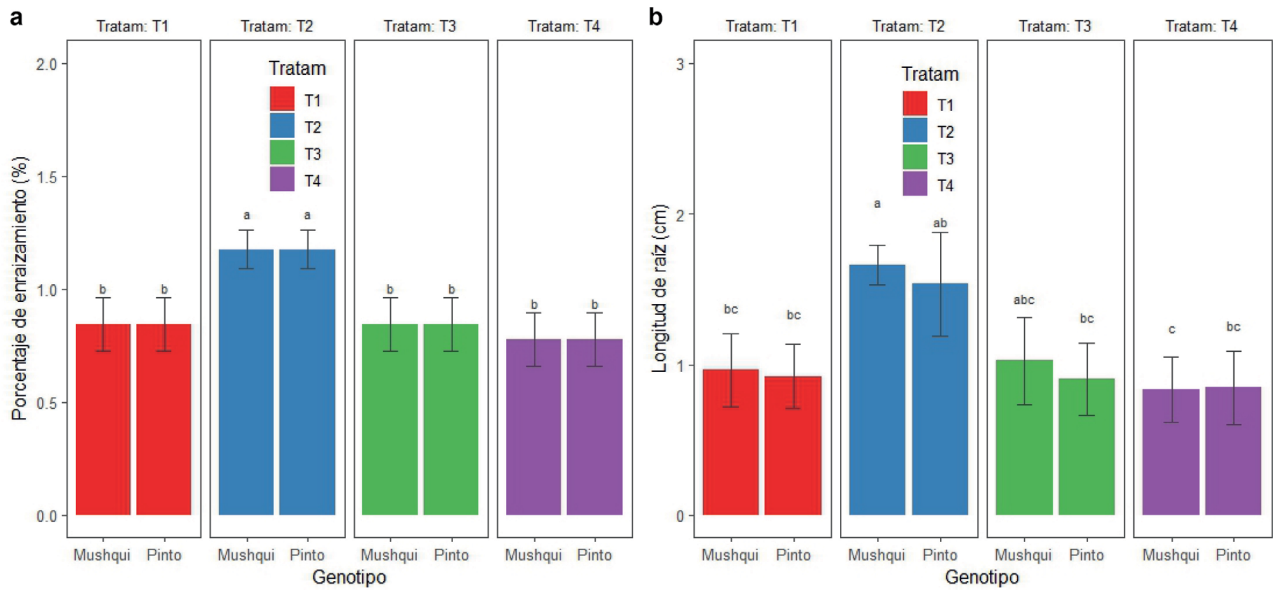
**Figura 1.** Establecimiento *in vitro* de embriones cigóticos de semillas botánicas de sachu inchi. a) desinfección de semillas sin epispermo, b) obtención de embrión cigótico para su cultivo *in vitro*, c) inicio de la germinación de embrión cigótico a los 14 días de cultivo *in vitro*, d) crecimiento y desarrollo de la plántula de sachu inchi a los 90 días de cultivo *in vitro*. Barra blanca = 1 cm.

**Figure 1.** *In vitro* establishment of zygotic embryos from botanical seeds of sachu inchi. (a) disinfection of seeds without the episperm; (b) excision of the zygotic embryo for *in vitro* culture; (c) onset of zygotic embryo germination after 14 days of *in vitro* culture; and (d) growth and development of the sachu inchi plantlet after 90 days of *in vitro* culture. White scale bar = 1 cm.



**Figura 2.** Enraizamiento *in vitro* de segmentos nodales de sachu inchi a la sexta semana de cultivo. a y b) plántulas donadoras de segmentos nodales, c) preparación de segmentos nodales para su colocación en medios de enraizamiento, d y e) segmentos nodales con raíces adventicias inducidas. Barra blanca = 1 cm.

**Figure 2.** *In vitro* rooting of sachu inchi nodal segments after six weeks of culture. (a, b) seedlings used as donor plants for nodal segment excision; (c) preparation of nodal segments prior to transfer to rooting media; and (d, e) nodal segments showing induced adventitious roots. White scale bar = 1 cm.



**Figura 3.** Respuesta morfológica de los segmentos nodales de sachá inchi colocados en diferentes concentraciones de reguladores de crecimiento. a) porcentaje de enraizamiento, b) longitud de raíces adventicias. Los datos son presentados con la media  $\pm$  desviación estándar y diferentes letras indican diferencias significativas en los parámetros evaluados para  $p \leq 0,05$  de acuerdo con la prueba Tukey. T1 0,5 mg L<sup>-1</sup> AIB, T2 1,0 mg L<sup>-1</sup> de AIB, T3 2 mg L<sup>-1</sup> de AIB, T4: 0,5 mg L<sup>-1</sup> de ANA + 1 mg L<sup>-1</sup> de AIB.

**Figure 3.** Morphogenic response of sachá inchi nodal segments placed in different concentrations of growth regulators. a) rooting percentage, b) adventitious root length. Data are presented as mean  $\pm$  standard deviation, and different letters indicate significant differences in the parameters tested at  $p \leq 0.05$  according to the Tukey test. T1: 0.5 mg L<sup>-1</sup> IBA, T2: 1.0 mg L<sup>-1</sup> IBA, T3: 2 mg L<sup>-1</sup> IBA, T4: 0.5 mg L<sup>-1</sup> NAA + 1 mg L<sup>-1</sup> IBA.



**Figura 4.** Aclimatación y establecimiento en campo de plántulas de *P. volubilis*. a) crecimiento de plantas en vivero, b) instalación en parcela experimental en el Anexo La Unión, Amazonas, Perú, c) plantones en la etapa de reproducción, d) plantas en fructificación.

**Figure 4.** Acclimatization and field establishment of *P. volubilis* seedlings. a) plant growth in a mesh-shade house, b) installation in an experimental plot at Anexo La Unión, Amazonas, Peru, c) seedlings at the reproductive stage, d) plants during fruit development.

## 4. Discusión

Los embriones cigóticos han sido empleados en el establecimiento *in vitro* debido que al ser desprovistos de las envolturas de la semilla que contienen inhibidores de la germinación propicia la germinación uniforme de las plántulas. El empleo de embriones cigóticos ha sido reportado en pitahaya amarilla (Millones y Vásquez, 2010; Mállap-Detquizán et al., 2021), cultivares de *Rubus* spp. (Millones y Vásquez, 2020), *Panax ginseng* (Lee et al., 2021), sachá inchi (Millones y Vásquez, 2008). En el presente estudio el establecimiento *in vitro* se efectuó a partir del cultivo de embriones cigóticos libres de endospermo en medio basal y vitaminas MS suplementado con ácido giberélico  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$  y 6-furfurilaminopurina  $0,04 \text{ mg L}^{-1}$  obteniendo hasta 95% de germinación en los dos genotipos de sachá inchi, similares altos porcentajes de germinación fueron obtenidos por Kodahl et al. (2018) en *P. volubilis* con embriones cigóticos con la mitad superior del endospermo eliminado. Esta técnica de cultivo de embriones cigóticos son importantes en los programas de mejoramiento porque permite la supervivencia total de los embriones cigóticos para la regeneración *in vitro* de las poblaciones segregantes (Niazian y Niedbala, 2020), asimismo, permite acelerar el proceso de germinación y multiplicación rápida de los cruces interespecíficos de *P. volubilis* (Kodahl et al., 2018).

La respuesta de la inducción de raíces adventicias fue debida principalmente a los reguladores de crecimiento, ensayos preliminares sin reguladores de crecimiento los explantes no llegaron a inducir raíces adventicias en los genotipos empleados en el presente estudio (datos no mostrados). El efecto de las auxinas en los dos genotipos de sachá inchi “Pinto Recodo” y “Mishquiayacu” mostraron similar respuesta frente a estos reguladores de crecimiento empleados. La inducción del 89,9 % de raíces adventicias fue obtenido cuando se empleó AIB  $1 \text{ mg L}^{-1}$ , en tanto, cuando se empleó AIB  $0,5 \text{ mg L}^{-1}$  o mayor concentración de AIB ( $2 \text{ mg L}^{-1}$ ) los valores de porcentaje de inducción disminuyeron (22,2%). Estos resultados son similares a los registrados por Restrepo-Osorio et al. (2020), quienes al emplear medio basal WPM y  $1 \text{ mg L}^{-1}$  de AIB registraron inducción de 91,1% de raíces adventicias. En tanto, diferentes resultados a los hallados en la presente investigación son los reportados por Bordignon et al. (2012) quienes registraron hasta 100% de inducción de raíces adventicias cuando emplearon  $0,5 \text{ mg L}^{-1}$  de AIB. Por otro lado, el empleo de la combinación de ANA  $0,5 \text{ mg L}^{-1}$  + AIB  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$  disminuyó el porcentaje de inducción de raíces adventicias (11,1%) que cuando se empleó de manera individual el AIB. Este

resultado difiere al registrado por Solis et al. (2018) quienes obtuvieron 40% de enraizamiento al emplear esta combinación de reguladores de crecimiento, en tanto, *P. huayllabamba* (Bussmann et al., 2009) especie trabajada por Millones y Vásquez (2008), cuando emplearon esta combinación reguladores de crecimiento, no registraron inducción de raíces adventicias. Las respuestas morfogénicas referidas a la inducción de raíces difieren con el genotipo de las plántulas, así tenemos, que pueden obtenerse diferentes resultados de inducción entre las especies de *P. volubilis* y *P. Huayllabamba*, e incluso puede haber diferencias de respuesta de inducción de las raíces entre los genotipos de la especie *P. volubilis*.

El empleo de sustrato conformado por suelo franco arenoso y humus de lombriz (relación 2:1) las plantas de los dos ecotipos de sachá inchi alcanzaron un buen crecimiento y desarrollo, llegando a obtener plantones de buen aspecto sanitario y vigorosidad. Al respecto, el empleo de suelo franco arenoso más humus de lombriz permite mayor retención de humedad, mejor aireación, siendo aprovechados estas condiciones por las plántulas para el mejor establecimiento del sistema radicular, y de esta manera se adapte propicie el adecuado crecimiento de las plántulas (Díaz et al., 2004).

Para los propósitos de mejoramiento genético y la conservación *ex situ*, los embriones cigóticos germinados *in vitro* pueden ser empleados para conservar la máxima variabilidad de la especie, que al ser una planta alógama se requiere un gran número de plantas parentales (Valente et al., 2017). Esto es importante, debido que otra de las dificultades de las plantas tropicales como el sachá inchi, la semilla pierde en poco tiempo la viabilidad de los embriones cigóticos, siendo una especie recalcitrante cuyas semillas pierden su viabilidad en menos de un año, Amadi et al. (2018) reportan que las semillas de *P. conophora* son recalcitrantes y sugieren que para prolongar la viabilidad de las semillas por seis a siete meses esta debe ser almacenada a  $7^\circ\text{C}$ . Asimismo, los segmentos nodales al no emplear reguladores de crecimiento no formaron callo, lo cual es propicio disminuir la probabilidad de inducir variación somaclonal, que es importante en la propagación *in vitro* para preservar la constitución genética de los explantes.

## 5. Conclusiones

El empleo de AIB de manera individual a una concentración de  $1 \text{ mg L}^{-1}$  propicia el mayor porcentaje de inducción de raíces adventicias en segmentos nodales de genotipos de sachá inchi a la sexta semana de cultivo *in vitro*. Los genotipos de sachá inchi no mostraron

diferencias significativas en la respuesta de inducción de raíces adventicias. El empleo del sustrato comercial Premix en la etapa de aclimatación fue el adecuado en

la supervivencia de los dos genotipos promisorios de sachá inchi en la etapa de vivero y campo definitivo.

### Agradecimientos

Los autores agradecen al Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza del Amazonas por las facilidades para la ejecución de esta investigación.

### Contribuciones de los autores

- Franklin Alva Zabaleta: conceptualización, metodología, validación, redacción – borrador original.
- Ernestina Rosario Vásquez Castro: metodología, validación, redacción – borrador original.
- Carlos Eduardo Millones Chanamé, metodología, supervisión, análisis formal, validación, redacción – revisión y edición.

### Disponibilidad de datos

Los datos estarán disponibles previa solicitud.

### Declaración de Uso de Inteligencia Artificial

Los autores declaran que no se ha utilizado Inteligencia Artificial en la elaboración del manuscrito.

### Implicaciones éticas

Los autores declaran que no existen implicaciones éticas.

### Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés financieros o no financieros que podrían haber influido en el trabajo presentado en este artículo.

### Referencias

- Agbo, E.A., Ugese, F.U., y Baiyeri, P.K. (2015). Vegetative propagation of African walnut (*Plukenetia conophora*) using pre-treated stem cuttings of varied physiological ages. *Agro-Science*, 13(1), 37-43. <https://doi.org/10.4314/as.v13i1.6>
- Amadi, J.O., Appah, O.R., Ibode, T.R., y Agbonavbare, O.R. (2018). Effect of temperature and duration of storage on viability of *Plukenetia Conophora* (Walnut) mull arg seeds using tetrazolium test. *International Journal of Research Agricultural Science*, 5(2), 104-107. <https://www.ijras.org/index.php/archive?view=publication&task=show&id=296>

- Bordignon, S. R., Ambrosano, G. M. B., y Rodrigues, P. H. V. (2012). Propagação *in vitro* de sachá inchi. *Ciência Rural*, 42(7), 1168–1172. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000049>
- Bussmann, R. W., Téllez, C., y Glenn, A. (2009). *Plukenetia huayllabambana* sp. nov. (Euphorbiaceae) from the upper Amazon of Peru. *Nordic Journal of Botany*, 27(4), 313–315. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2009.00460.x>
- Díaz, L. P., Medina, L. F., Latife, J., Digonzelli, P. A., y Sosa, S. B. (2004). Aclimatación de plantas micropropagadas de caña de azúcar utilizando el humus de lombriz. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 33(2), 115-128. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86433208>
- Feng, C., Zhu, Y., Su, Q., Zhou, X., Chen, W., Tao, Y.-B., Chen, M., He, H., Pan, B.-Z., Xu, Z.-F., y Fu, Q. (2025). Reproductive biology of *Plukenetia corniculata* Sm. (Euphorbiaceae), a traditional wild vegetable in Southeast Asia. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 72(1), 107–119. <https://doi.org/10.1007/s10722-024-01967-8>
- Gillespie, L. J. (1993). A synopsis of neotropical *Plukenetia* (Euphorbiaceae) including two new species. *Systematic Botany*, 18(1), 575–92. <https://doi.org/10.2307/2419535>
- Henoa Ramírez, A. M., Urrea Trujillo, A. I., y Atehortúa Garcés, L. (2021). *In vitro* germination and vegetative propagation through bud development of sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Acta Biológica Colombiana*, 27(1), 70-78. <https://doi.org/10.15446/abc.v27n1.88727>
- Istindari, P., y Faizal, A. (2025). Integrating *in vitro* cultivation and sustainable field practices of sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) for enhanced oil yield and quality: A Review. *Horticulturae*, 11(2), 194. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11020194>
- Kim, D.-S., y Joo, N. (2019). Nutritional composition of sachá inchi (*Plukenetia Volubilis* L.) as affected by different cooking methods. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 1235–1241. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1640247>
- Kodahl, N., García-Dávila, C. R., Cachique, D., Sørensen, M., y Lütken, H. (2018). An *in vitro* seed germination protocol for *Plukenetia volubilis* L. *Acta Horticulturae*, (1201), 549–554. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1201.73>
- Lee, J.-W., Do, G.-R., Jo, I.-H., Hong, C.-E., Bang, K.-H., Kim, J.-U., y Park, Y.-D. (2021). Zygotic embryo culture is an efficient way to optimize *in vitro* growth in *Panax ginseng*. *Industrial Crops and Products*, 167, 113497. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113497>
- Mállap-Detquizán, G., Vilca-Valqui, N. C., Meléndez-Mori, J. B., Huaman-Huaman, E., y Oliva, M. (2021). Multiplicación *in vitro* de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*) a partir de plántulas obtenidas *in vitro*. *Agronomía Mesoamericana*, 45472. <https://doi.org/10.15517/am.v33i1.45472>
- Millones, C.E., y Vásquez, E. R. (2008). Micropropagación de plantas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) provenientes de la provincia de Rodríguez de Mendoza, región

- Amazonas. *Investigaciones Amazonenses*, 2(1), 7-11.
- Millones, C. E., y Vásquez, E. R. (2010). Micropropagación de plantas derivadas de semillas botánicas de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Britton & Rose) provenientes de la provincia de Utcubamba, región Amazonas. *Investigaciones Amazonenses*, 4(1), 34-38.
- Millones, C.E. y Vásquez, E. R. (2020). Regeneración y enraizamiento de brotes adventicios etiolados de cultivares de zarzamora (*Rubus* sp.). *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(4), 330-342. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.195>
- Niazian, M., y Niedbała, G. (2020). Machine learning for plant breeding and Biotechnology. *Agriculture*, 10(10), 436. <https://doi.org/10.3390/agriculture10100436>
- Murashige, T., y Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473-497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- Restrepo-Osorio, C., Gil-Correal, A., Chamorro-Gutiérrez, L., Ramírez-Ríos, V., Álvarez, J. C., y Villanueva-Mejía, D. (2020). Efficient direct shoot organogenesis and genetic stability in micropropagated sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *BMC Research Notes*, 13(1), 414. <https://doi.org/10.1186/s13104-020-05257-1>
- Ruiz-Solsol, H., y Mesén, F. (2010). Efecto del ácido indolbutírico y tipo de estaquilla en el enraizamiento de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Agronomía Costarricense*, 34(2), 259-267. <https://doi.org/10.15517/rac.v34i2.3636>
- Solis, R., Cachique, D., Guerrero-Abad, J. C., Ruiz, M. E. y Tapia, L. (2018). *In vitro* propagation of sacha inchi through organogenesis. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 53(11), 1285-1288. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2018001100012>
- Solis Leyva, R., Gonzales Chanzapa, N., Pezo Najar, J. M., Arévalo López, L. A., y Vallejos Torres, G. (2019). Rooting of sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) juvenile cuttings in microtunnels. *Acta Agronómica*, 68(1), 35-40. <https://doi.org/10.15446/acag.v68n1.72101>
- Valente, M. S. F., Lopes, M. T. G., Chaves, F. C. M., Pantoja, M. C., Sousa, F. M. G., y Chagas, E. A. (2017). Molecular genetic diversity and mating system in sacha inchi progenies. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 47(4), 480-487. <https://doi.org/10.1590/1983-40632017v4749799>
- Valles, C. R. (1990). El "sacha inchi", planta nativa de importancia proteica y aceitera promisor para la selva alta. UNSM, Tarapoto. Separata.
- Wang, S., Zhu, F., y Kakuda, Y. (2018). Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.): Nutritional composition, biological activity, and uses. *Food Chemistry*, 265, 316-328. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.05.055>