

Artículo original

Las podas de formación y su efecto en el rendimiento del sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en Oxapampa, Pasco, Perú

[Formation pruning and its effect on the yield of the sacha inchi
(*Plukenetia volubilis* L.) in Oxapampa, Pasco, Perú]

Luisa Madolyn Alvarez Benaute*¹, Sofonías Quino Tarazona¹, Liliana Vega Jara¹

1. Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco (UNHEVAL). Facultad de Ciencias Agrarias. Av. Universitaria N° 601-607. Cayhuayna, Huánuco, Perú. Correos electrónicos: lalvarez@unheval.edu.pe (L. Alvarez *Autora por correspondencia), squinotarazona@gmail.com (S. Quino), lvega@unheval.edu.pe (L. Vega).

Resumen

El sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) es una planta promisorio que requiere fortalecerse con prácticas agrícolas que garanticen una oferta futura de suficiente volumen en kilogramos por hectárea y calidad adecuada de semilla. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de las podas de formación sobre su rendimiento en el distrito Constitución, Provincia, Oxapampa, departamento de Pasco, Perú. Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con 3 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos fueron: (T1) poda con dos ramas, (T2) poda con tres ramas y (T0) control sin poda. Se utilizó el ecotipo Pinto recondo. Con un distanciamiento de 3 x 2 m y soporte de tutores. Las podas de formación se realizaron a los 60 días de la instalación en campo. Los resultados muestran que con el Tratamiento T2 se obtuvo 633,89 kg. ha⁻¹ en el primer año y 1901,67 kg. ha⁻¹ al segundo año, superando estadísticamente a los demás tratamientos. Las podas con tres ramas favorecen el desarrollo de la planta y el incremento del rendimiento en menor tiempo.

Palabras clave: Ecotipo Pinto recondo, Labores culturales de semileñosas, Maní del monte, Manejo de poda.

Abstract

Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) is a promising plant that requires strengthening with agricultural practices that guarantee a future supply of sufficient volume in kilograms per hectare and adequate quality of seed. The objective of the research was to evaluate the effect of systematic pruning on its performance in the district of Constitución, Province, Oxapampa, Pasco department, Peru. A completely randomized block design (DBCA) was applied, with 3 treatments and 3 repetitions. The treatments were: (T1) pruning with two branches, (T2) pruning with three branches and (T0) control without pruning. The Pinto recondo ecotype was used with a distance of 3 x 2 m and support of tutors. Pruning was carried out 60 days after installation in the field. The results show that with Treatment T2, 633,89 kg. ha⁻¹ in the first year and 1901,67 kg. ha⁻¹ to the second year, statistically surpassing the other treatments. The pruning technique (T2) with three branches favors the development of the plant and the increase of the yield in less time.

Keywords: Ecotype Pinto recondo, Semi-woody cultural labors, Mountain peanut, Pruning management.

INTRODUCCIÓN

El sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) es una planta de la familia Euphorbiaceae, originaria de la Amazonía, conocida también como maní del monte. Se encuentra distribuida desde las Antillas menores, Surinam y el sector noroeste de la cuenca amazónica en Venezuela, Colombia hasta Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil (Dostert et al., 2009). En el Perú se encuentra en estado silvestre en diversos lugares, como los departamentos de San Martín, Ucayali, Huánuco, Amazonas, Madre de Dios y Loreto (Triana et al., 2017; Carrillo et al., 2018; Bueno et al., 2018). Las semillas de sachá inchi están emergiendo como un alimento funcional debido a su rica composición de ácidos grasos poliinsaturados, tocoferol y esteroides. El aceite de semilla forma parte de las dietas tradicionales en Perú (Guillén et al., 2003). Se valora el aceite de sachá inchi disponible comercialmente por sus propiedades beneficiosas para la salud y perfiles sensoriales únicos (Garmendia y Ronceros, 2011). Estos compuestos han demostrado múltiples beneficios para la salud humana (Wang, et al., 2018). Actualmente se está desarrollando en otras partes del mundo (por ejemplo, el sudeste de Asia) por su gran potencial como cultivo económico (Chandrasekaran y Liu, 2015; Gutiérrez et al., 2017) para producir derivados como los productos cosméticos relacionados con el aceite de sachá inchi, exhibieron efectos antibacterianos, antiinflamatorios, tensores de la piel y anti-vejecimiento (González et al., 2015). Otro derivado importante en el aceite de sachá inchi, tiene aproximadamente el doble de cantidad de ácidos grasos omega 6 que el aceite de linaza (Guillén et al., 2003; Maurer et al., 2012).

En cuanto a su desarrollo es una planta trepadora, voluble, semileñosa, de crecimiento indeterminado, se puede cultivar desde los 50 hasta los 2100 metros de altitud (Granado, 2009). Se adapta a diferentes tipos de suelo de distinta textura: arcillosos, francos y franco-arenosos, con pH entre 5,5 a 7,8 (Manco, 2005) requieren de una disponibilidad permanente de agua, para tener un crecimiento sostenido con una precipitación óptima de 1000 a 1250 mm (Cai, 2011). Se desarrollan en un rango de tempe-

ratura que caracterizan a la Amazonía, mínima 10°C, máxima 36°C y media 26°C (Da Silva et al., 2016) a bajas intensidades de luz, la planta necesita mayor número de días para completar su ciclo vegetativo y si la sombra es intensa la floración disminuye y por lo tanto la producción es menor (Dostert et al., 2009).

Se deben sembrar dos semillas por golpe a una profundidad de 3 centímetros. El distanciamiento óptimo de siembra es de tres metros entre plantas y tres metros entre hileras (1,111 plantas. ha⁻¹). También puede sembrarse a 3 m x 2,5 m (1,333 plantas/ha) (Luna, 2008). El sachá inchi requiere la instalación de un sistema de espalderas vivas o muertas. Se usan postes de madera rolliza dura y alambre galvanizado de 2,5 metros de largo por 15 centímetros de diámetro. (Perúbiodiverso, 2009).

Respecto a la fertilización aplicar abono foliar a base de nitrógeno (1,0 - 1,5 l.ha⁻¹) y fósforo y potasio (1,0 - 2,0 kg. ha⁻¹) al inicio de floración e inicio de formación de fruto (Perúbiodiverso, 2009). Al suelo, aplicar humus de lombriz de tierra (15 - 30 t.ha⁻¹.año) y de acuerdo al análisis de suelo se puede aplicar fertilizantes a base de NPK (INIA, 2014). La aplicación de reguladores de crecimiento induce la formación de nuevas ramas y flores femeninas (Pezo et al., 2019).

Las podas son fundamentales y se realizan para obtener plantas bien conformadas, vigorosas y fuertes. Buscando obtener buenas cosechas. Mejoran la aeración y permiten un buen ingreso de los rayos solares a toda la planta (IIAP, 2009).

Las podas de formación, se realizan para eliminar guías y ramas no deseadas, aquellas que crezcan a una altura menor de 50 centímetros del suelo. Se deben dejar dos ramas para guiarlas sobre la espaldera o tutor vivo. Esta poda se realiza a 60 días en siembra directa (Perúbiodiverso, 2009).

Y para las podas de producción, se deben cortar las guías y ramas improductivas que no presenten frutos para impulsar el desarrollo de las ramas productivas. Se recomienda realizar esta

poda cuando la planta empieza a producir, cada 30 a 60 días luego de la cosecha. Se debe usar tijeras de podar de dos manos y eliminar el exceso de ramas y toda la superficie foliar que disminuyan la luminosidad sobre el cultivo de sachu inchi (INIA, 2014).

Los frutos son cápsulas de 3,5 a 4,5 centímetros de diámetro, con cuatro lóbulos aristados (Fu et al., 2014; Sathe et al., 2002). Dentro de la cápsula se encuentran cuatro semillas muy apreciadas por su alto contenido de proteínas, aminoácidos, ácidos grasos esenciales (omega 3, 6, y 9) y vitamina E (Cai, 2011; Cai et al., 2011; Chirinos et al., 2013; Fanali et al., 2011; Do Prado et al., 2011; Sathe et al., 2002).

El rendimiento promedio en semilla de sachu inchi es de 550 kg. ha⁻¹ en toda la región San Martín (Dostert, 2009). Sin embargo, con un manejo adecuado de las labores culturales como las podas de formación y el sistema de tutoraje se incrementa la producción en menor tiempo, logrando una productividad de semillas mayor de 2 000 kg. ha⁻¹ en el tercer año de producción (IIAP, 2009). La producción constante de semillas requiere la aplicación de altas concentraciones de fertilizantes (Balta-Crisólogo et al., 2015; Yang et al., 2014). El almacenamiento de azúcares solubles y nitrógeno están relacionadas con la formación efectiva de flores y desarrollo de frutos (Geng et al., 2017). La semilla debe almacenarse por un periodo no mayor de 60 días, ya que, si transcurre más tiempo, esta pierde sus cualidades alimenticias y disminuye la cantidad de omega 3, 6 y 9 (Perúbiodiverso, 2009). Posee un gran potencial agroindustrial que se puede posicionar en diversos segmentos del mercado como son los suplementos dietéticos, los alimentos funcionales, los productos cosméticos y de cuidado personal; de acuerdo a lo expuesto, buscando identificar una alternativa para incrementar la producción, la presente investigación se formuló el siguiente objetivo: evaluar el efecto de las podas de formación en el rendimiento del cultivo de sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en condiciones edafoclimáticas del distrito de Constitución en Oxapampa, Perú.

MATERIALES Y MÉTODO

Área de estudio

El trabajo de investigación, se ejecutó en el distrito Constitución, provincia Oxapampa, departamento Pasco, Perú. Cuyas coordenadas geográficas son: S 9°52'46" y O 75°01'09" (Figura 1). Se encuentra a una altitud de 240 m, el clima de la ciudad de constitución es tropical con temperatura promedio de 26,1 °C y con precipitaciones anuales de 2036 mm (Köppen y Geiger, 1936, mayor información en la Tabla 1. La investigación se llevó a cabo en los meses de enero a diciembre del 2019 desde la siembra hasta la cosecha del primer año y enero a setiembre del 2020 para la cosecha del segundo año. El ecotipo usado fue "pinto recondo", adquirido de la Universidad Nacional Agraria la Selva (UNAS). El tipo de suelo del área de la investigación fue franco arcilloso, pH 7,38 y una pendiente moderada de 12°.

Diseño estadístico

El diseño fue Experimental, en la forma de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 3 tratamientos y 3 repeticiones, haciendo un total de 9 unidades experimentales, la variable independiente fue las podas de formación del cultivo de sachu inchi: poda con 2 ramas (T1), poda con 3 ramas (T2) y control sin poda (T0), las variables dependientes fueron el rendimiento de semillas en kg/hectárea, el número de frutos por planta, número de semillas por fruto, diámetro y longitud de semilla en centímetros.

Labores culturales aplicados: Siembra en almacigo y traslado a campo definitivo abonamiento, tutoraje, riego y control de plagas

Se acondicionó una cama almaciguera usando arena, compost y tierra agrícola a razón de 1:2:2, colocando las semillas en líneas de 10 cm y a una profundidad de 3 cm, con riegos frecuentes, transcurrido los 25 días se realizó el traslado a las bolsas de 10 cm de ancho por 18 cm de alto, por 25 días más, bajo un sistema de tinglado con malla rashell, hasta la aparición de la primera guía, para luego ser llevado a campo

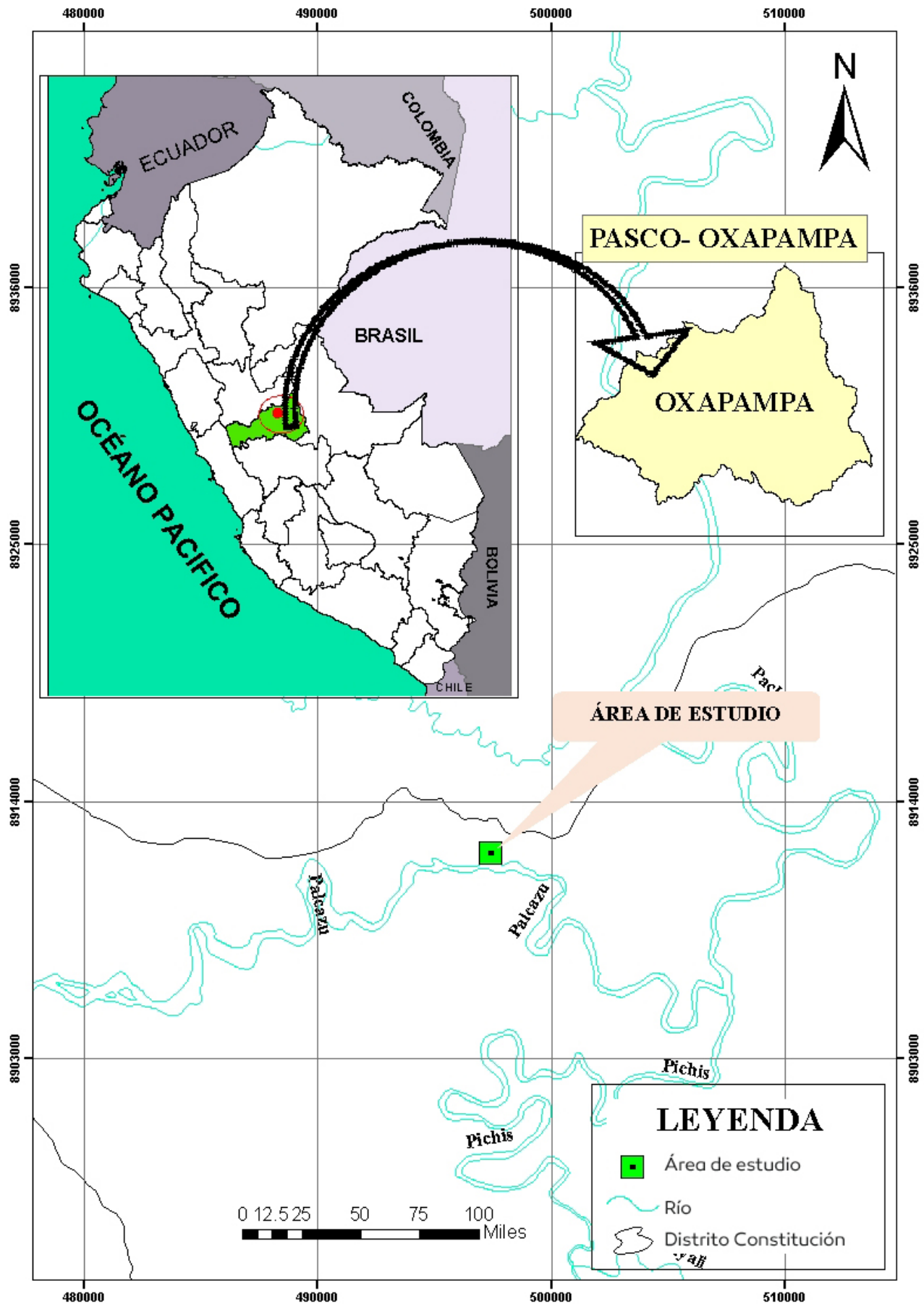


Figura 1. Mapa de ubicación del área de investigación, distrito Constitución, Oxapampa, Perú.

definitivo a los 50 días desde la siembra. El área total del campo experimental fue de 1064 m² (38m x 28m), el tamaño de las parcelas fue de 12m x 8m. En cada unidad experimental (parcela) con 4 surcos por parcela y 4 plantas por surco a un distanciamiento de (3 m entre plantas y 2 m entre hileras). Se realizó los hoyos de 30 x 30 x 30 cm, en cada hoyo se añadió 30 g úrea, 45g superfosfato triple y 30 g de cloruro de potasio (Manco, 2005), los tutores se colocaron a 1,5 m de cada planta acopladas con dos líneas de alambre y de forma perpendicular se usaron hilos de algodón para el sostén de las guías de la planta. El desmalezado fue de forma manual cada 15 días. Los riegos fueron constantes en la etapa de vivero y en campo definitivo las precipitaciones ayudaron a mantener el suelo en capacidad de campo. El control de plagas fue de forma manual con el recojo de larvas de lepidópteros, traslado de nidos de hormigas fuera de la parcela y desmalezados oportunos (Figura 2).

Podas de formación

Se realizó con la finalidad de conseguir plantas bien formadas, vigorosas y fuertes. Las podas del cultivo de sachá inchi se realizaron a los 60 días después de la instalación en campo definitivo. Que consistió en eliminar las ramas más delgadas y que se encuentran por debajo de los 50 cm a nivel del suelo, en donde comparó las podas dejando plantas con dos ramas en el tratamiento T1, plantas con tres ramas en el tratamiento T2 y sin podas en el tratamiento control o testigo T1.

Cosecha, descapsulado y secado

Esta labor se realizó transcurrido los 205 días después del trasplante, cuando los frutos llegaron a la madurez de cosecha, luego de los 6 meses de realizado la plantación en el terreno definitivo, para ello se usó sacos o saquillos previamente enumerados de acuerdo al tratamiento o unidad experimental (T1, T2, T0).

La cosecha de los frutos dispuestos en capsulas fue de forma manual, recogiendo aquellos que se encontraban secos y de un color marrón oscuro. La frecuencia de las cosechas fue cada 20 días, logrando realizar un acumulado de 6 cosechas en el primer año. Para el segundo año la frecuencia de las cosechas fue cada 10 días y se logró acumular 15 cosechas en total.

El descapsulado o trilla se realizó de forma manual y estuvo en función de las cosechas quincenales al primer año y cada diez días al segundo año. Luego se ventilaron en bandejas, eliminando así las cáscaras y otros residuos.

El secado se realizó de forma natural a través de la acción directa de los rayos del sol, durante 48 horas, para este proceso se utilizó mantas donde se extendieron las semillas. Para luego ser guardadas en bolsas de polietileno por un tiempo no mayor a 60 días para evitar que disminuya la cantidad de omega 3, 6 y 9.

Tabla 1. Datos climatológicos de la ciudad Constitución, Oxapampa, Perú.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio \bar{x}
Temperatura media (°C)	26,3	26,3	26,1	26,4	26	25,6	25,2	25,6	26,2	26,6	26,5	26,3	26,1
Temperatura min. (°C)	21,1	21,3	20,9	21	20,4	19,7	19,1	19,2	20,9	20,8	21	20,8	20,5
Temperatura max. (°C)	31,5	31,3	31,4	31,8	31,7	31,5	31,3	32,1	32,6	32,4	32	31,8	31,8
Precipitación (mm)	224	217	208	179	115	93	83	67	108	202	293	247	169,7

Evaluación de peso, diámetro y longitud del fruto

Se registró el peso total de las semillas en kg por cada cosecha para ello se utilizó una balanza digital hasta con tres decimales. Se midió el diámetro y longitud de semilla en centímetros usando un vernier digital VOGEL, con dos decimales de precisión. El valor promedio de esta medida cuantitativa fue de 50 semillas.

Análisis estadístico

Se utilizó la técnica estadística del análisis de varianza para medir la significación entre tratamientos y repeticiones a un margen de error del 5%. Para la comparación de promedios de los tratamientos se utilizó la prueba de Duncan a un margen de error del 5 %. Usando el programa Infostat de formato libre estudiantil (InfoStat, 2008).

RESULTADOS

Características cuantitativas del fruto

Las podas de formación aplicadas, muestran diferencias significativas según la prueba de comparación de medias (Duncan, al 5%) en los tratamientos en estudio. Superando estadísticamente el tratamiento poda con tres ramas (T2), al tratamiento podas con dos ramas (T1) y al tratamiento control sin podas (T0), en las variables número de frutos por planta, número de semillas por fruto, diámetro de semilla (cm), longitud de semilla (cm) y rendimiento (kg. ha⁻¹) al primer y segundo año (Tabla 2).

Número de frutos por planta y número de semillas por fruto

Al analizar los resultados del número de frutos por planta en la cosecha se observa que el tratamiento poda con tres ramas (T2) obtuvo 70,33 frutos/planta, superando a los tratamientos poda con dos ramas (T1) y sin podas (T0) quienes obtuvieron 42,6 y 57,9 frutos /planta.

Para el número de semillas por fruto se observó que el tratamiento (T2) poda con tres ramas obtuvo 5,5 semillas/fruto, superando al tratamiento sin podas (T0) quien obtuvo 4,1 semillas/fruto (Figura 3).

Diámetro y longitud de semilla

Para el diámetro de semilla, el tratamiento poda con tres ramas (T2) obtuvo 1,90 cm superando al tratamiento poda con dos ramas (T1) que obtuvo 1,75 cm y el tratamiento control sin podas (T0) con 1,40 cm.

Para la longitud de semilla, el tratamiento poda con tres ramas (T2) obtuvo 1,50 cm superando al tratamiento poda con dos ramas (T1) quien obtuvo 1,45 cm y al tratamiento control sin podas (T0) obtuvo 1,13 cm (Figura 4).

Rendimiento

Con respecto al rendimiento en kg por hectárea, los resultados indican que el tratamiento poda con tres ramas (T2) al primer año obtuvo 633,89 kg. ha⁻¹ y al segundo año con 1901,67 kg. ha⁻¹, superando estadísticamente al tratamiento poda con dos ramas (T1) donde se obtuvo 501,25 kg. ha⁻¹ al primer año y 1503,75 kg. ha⁻¹ al segundo año y al tratamiento control sin podas (T0) con 419,72 kg. ha⁻¹ al primer año y 1259,17 kg. ha⁻¹ al segundo año (Figura 5).

DISCUSIÓN

Para la variable número de frutos/planta y número de semillas/fruto en la investigación se evidencia que el tratamiento poda con tres ramas (T2) tuvo mayor efecto significativo según la prueba de Duncan al 5% con 70,33 frutos/planta y 5,5 semillas/fruto estos resultados son superiores a lo reportado por Mora (2013), quien realizó un trabajo en el rendimiento de sachá inchi a través de una fertilización orgánica el cual obtuvo un promedio general de 49.7 frutos /planta. Lo cual puede estar influenciado por diferentes factores como las condiciones agroecológicas y sistema de tutores (Dostert, 2009), el ecotipo usado "pinto recondo". También se evidencia que con una correcta poda de formación permiten el mejor desarrollo de la planta (Wang, 2018).

Para la variable diámetro y longitud de semilla fluctúan 1,3 cm y 2,1 cm (INIA, 2014). En la investigación el tratamiento poda con tres ramas (T2) obtuvo 1,90 cm y 1,50 cm respectivamen-



Figura 2. Establecimiento del sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en el distrito Constitución, Oxapampa, Perú.

Tabla 2. Podas de formación y el rendimiento de las semillas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en kilogramos por hectárea en Oxapampa, Perú.

Clave	Tratamientos (Podas de formación)	Número de frutos/planta	Duncan	Número de semillas / fruto	Duncan	Diámetro de semilla (cm)	Duncan	Longitud de semilla (cm)	Duncan	Rendimiento primer año kg. ha ⁻¹	Duncan	Rendimiento segundo año kg. ha ⁻¹	Duncan
T1	Con 2 ramas	42,6	b	5,4	a	1,8	a	1,5	a	501,25	b	1503,75	b
T2	Con 3 ramas	70,3	a	5,5	a	1,9	a	1,5	a	633,89	a	1901,67	a
T0	Sin podas	57,9	ab	4,1	b	1,4	b	1,2	b	419,72	b	1259,17	b

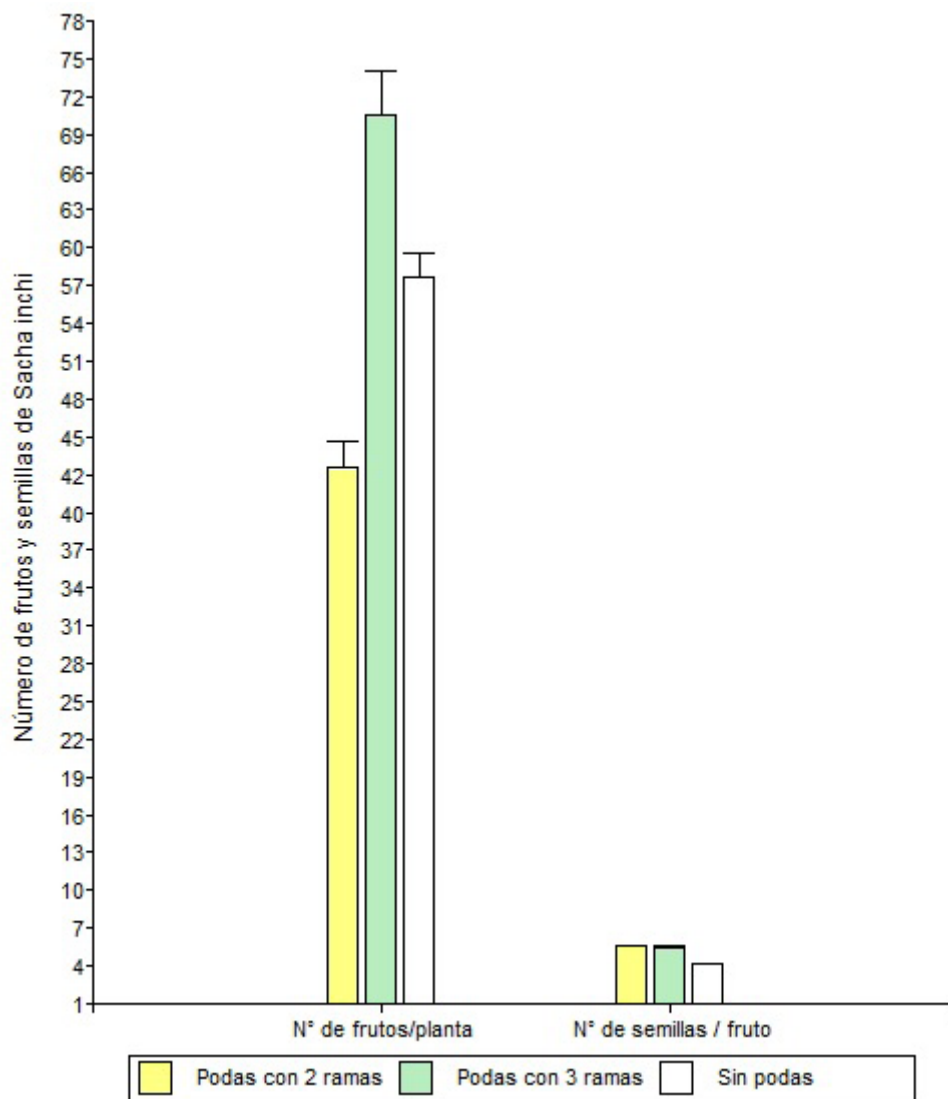


Figura 3. Número de frutos por planta y número de semillas por fruto de *Plukenetia volubilis* L. en el distrito Constitución, Oxapampa, Perú.

te. Presentando una forma lenticular, reticulada - venosa, de color marrón oscuro (Gutiérrez, 2017).

Los resultados en el primer año para la variable rendimiento en kg por hectárea muestran en el tratamiento poda con tres ramas (T2) un promedio de 633,89 kg. ha⁻¹, para la poda con dos ramas (T1) un promedio de 501,25 kg. ha⁻¹ y para la sin poda (T0), un promedio de 419,72 kg. ha⁻¹. Para el segundo año se pudo observar que el rendimiento tuvo un incremento significativo en relación al primer año, manteniéndose la superioridad del tratamiento poda con tres ramas (T2) que llegó a alcanzar 1901,67 kg su-

perando ampliamente al tratamiento control sin poda (T0). De acuerdo a otros investigadores se encontró rendimientos con sistema de tutoraje para el primer año 500 - 600 kg. ha⁻¹ y para el segundo año un promedio de 1500 - 1700 kg. ha⁻¹ (Arévalo, 1990). Estos resultados confirman la eficiencia de realizar la poda de formación dejando tres ramas en el cultivo de sachu inchi ecotipo "pinto recondo" ya que fomentan mayor producción de flores y frutos, se eliminan las ramas improductivas y se incrementa la producción (INIA, 2014).

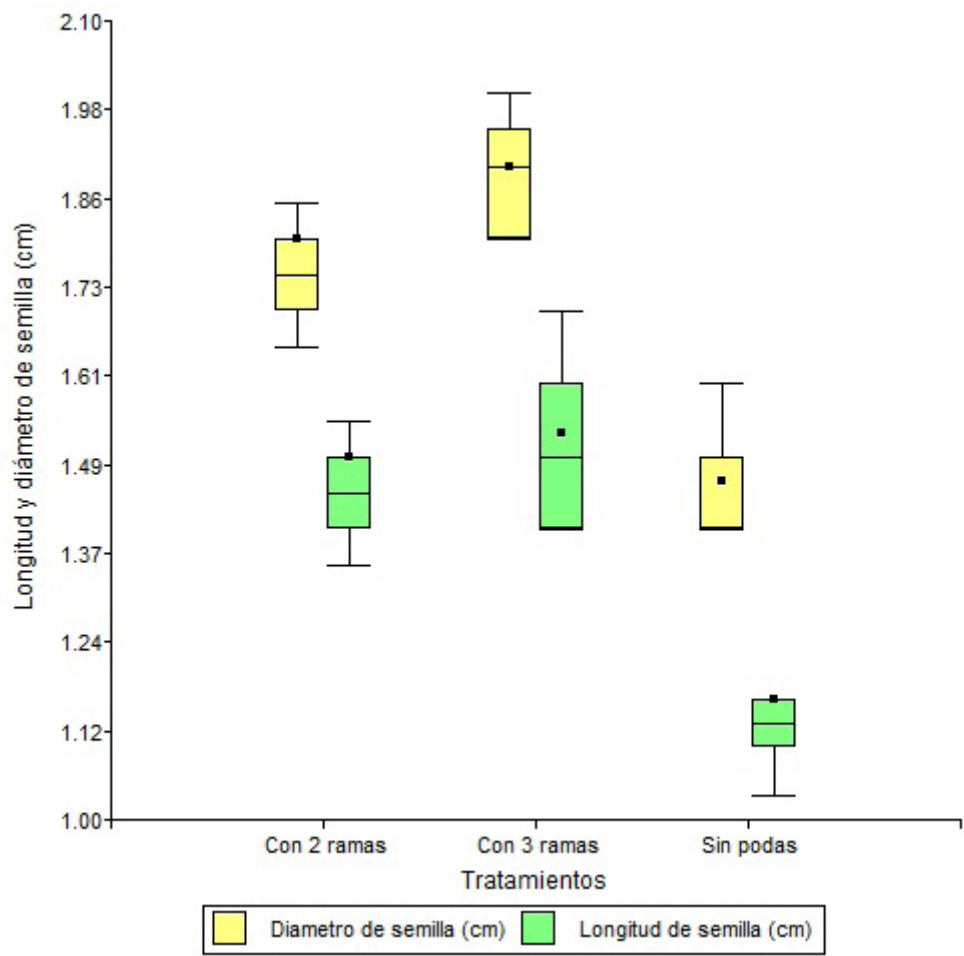


Figura 4. Diámetro y longitud de semilla de *Plukenetia volubilis* L. en el distrito Constitución, Oxapampa, Perú.

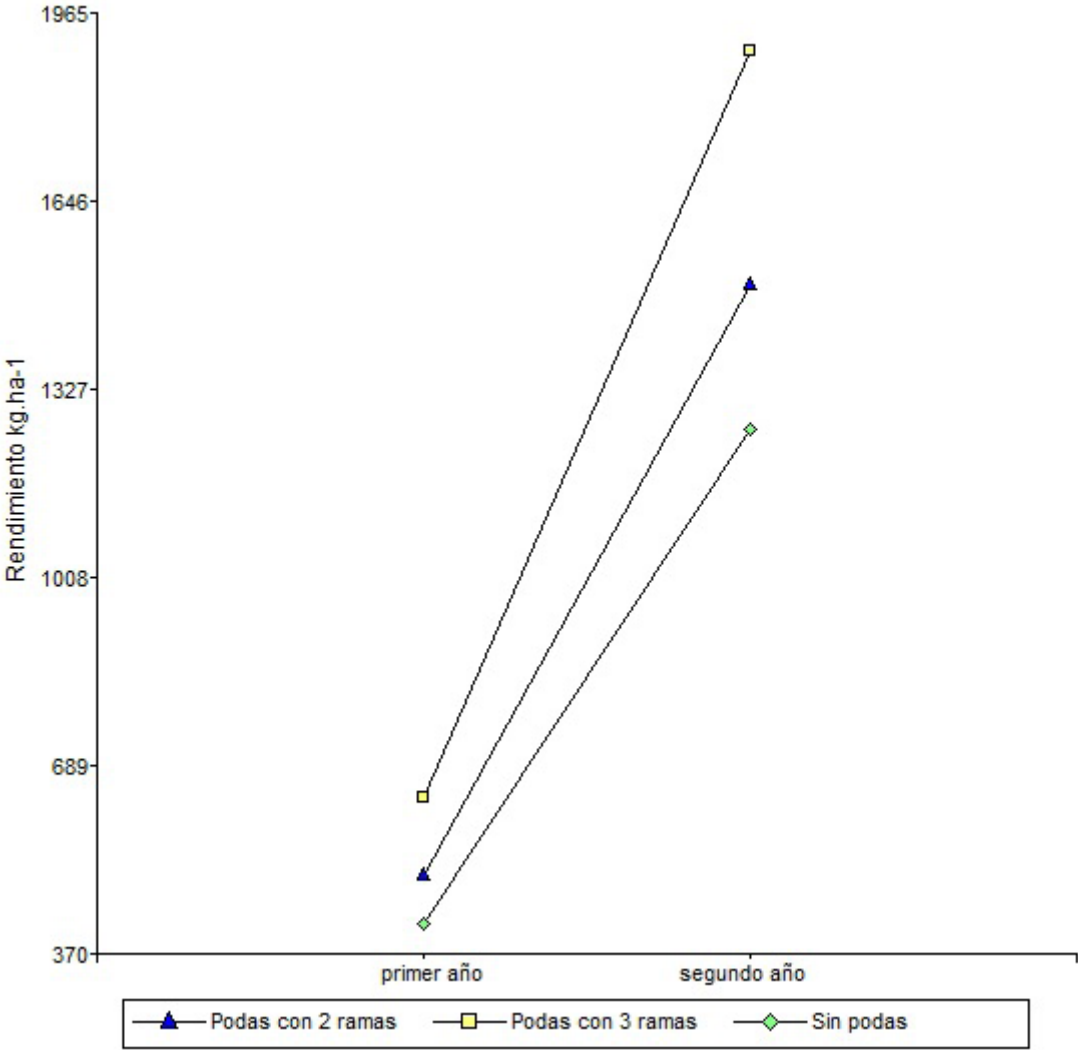


Figura 5. Rendimiento de *Plukenetia volubilis* L. para el primer y segundo año, según las podas de formación, en el distrito Constitución, Oxapampa, Perú.

CONCLUSIONES

El mejor rendimiento en kg por hectárea de las semillas de sachá inchi, ecotipo "pinto recondo", fue obtenido por el tratamiento aplicado mediante poda con tres ramas (T2), superando ampliamente a los tratamientos poda con dos ramas (T1) y sin podas (T0).

Las podas favorecen el desarrollo de la planta y se evidencian incrementos en el rendimiento en kg por hectárea en el primer y segundo año infiriendo que en el tercer año la producción de semillas de sachá inchi, ecotipo Pinto recondo, será mayor a lo reportado en los dos años anteriores.

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la facultad de ciencias agrarias por su colaboración y monitoreo de la investigación. A los pobladores de lugar Constitución-Oxapampa por su apoyo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arévalo, G. (1990). *Colección, caracterización y mantenimiento de germoplasma de oleaginosas nativas*. Estación Experimental Agraria El Porvenir-Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Informes Anuales, 1995. https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/944/1/ArévaloEl_cultivo_de_Sachá_Inchi_en_la_Amazonia.pdf
- Balta-Crisólogo, R., Rodríguez-Del Castillo, A., Guerrero-Abad, R., Cachique, D., Alva-Plasencia, E., Arévalo-López, L., Loli, O. (2015) Absorción y concentración de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en suelos ácidos, San Martín, Perú. *Folia Amazónica* 24(2): 123-130. <https://doi.org/10.24841/fa.v24i2.68>. Doi.org/10.24841/fa.v24i2.68
- Bueno, B., Sartim, M., Gil, C., Sampaio, S., Rodrigues, P., Regitano-d'Arce, M. (2018) Sachá inchi seeds from sub-tropical cultivation: effects of roasting on antinutrients, antioxidant capacity and oxidative stability. *Journal of Food Science and Technology*, 55: 4159-4166. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3345-1>
- Cai, Z. (2011) Shade delayed flowering and decreased photosynthesis, growth and yield of Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis*) plants. *Industrial Crops and Products*, 34: 1235–1237. doi:10.1016/j.indcrop.2011.03.021
- Cai, Z., Yang, Q., Tang, S., Dao, X. (2011) Nutritional evaluation in seeds of woody oil crop *Plukenetia volubilis* Linneo. *Acta Nutrimenta Sinica*, 33, 193–195.
- Carrillo, W., Quinteros, M. F., Carpio, C., Morales, D., Vásquez, G., Álvarez, M., Silva, M. (2018) Identification of fatty acids in Sachá inchi oil (*Plukenetia volubilis* L.) from Ecuador. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 11(2): 379-381.
- Chandrasekaran, U., Liu, A. (2015) Stage-specific metabolism of triacylglycerols during seed germination of Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *J Sci Food Agric*. 2015 Jun; 95(8):1764-6. doi: 10.1002/jsfa.6855. Epub 2014 Sep 4. PMID: 25123400.
- Chirinos, R., Zuloeta, G., Pedreschi, R., Migonlet, E., Larondelle, Y., Campos, D. (2013). Sachá inchi (*Plukenetia volubilis*): A seed source of polyunsaturated fatty acids, tocopherols, phytosterols, phenolic compounds and antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 141: 1732–1739. doi:10.1016/j.foodchem.2013.04.078
- Da Silva, G., Vieira, V., Boneti, J., Melo, L., Martins, C. (2016) Temperature and substrate on *Plukenetia volubilis* L. seed germination. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental - Agriambi*, 20: 1031–1035. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n11p1031-1035>.
- Do Prado, I., Giufrida, W., Alvarez, V., Cabral, V., Quispe-Condori, S., Saldaña, M., Cardozo-Filho, L. (2011). Phase Equilibrium Measurements of Sachá Inchi Oil (*Plukenetia volubilis*) and CO₂ at High Pressures. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 88:1263–1269. doi:10.1007/s11746-011-1786-z

- Dostert, N., Roque, J., Brokamp, G., Cano, A., La Torre, M., Weigend, M. (2009) Factsheet: *Botanical data of Sacha Inchi- Plukenetia volubilis* L. http://repositorio.promperu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/1338/Factsheet_botanical_data_sacha_inchi_2009_keyword_principal.pdf?sequence=1
- Fanali, C., Dugo, L., Cacciola, F., Beccaria, M., Grasso, S., et al. (2011) Chemical characterisation of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59: 13043–13049
- Fu, Q., Niu, L., Zhang, Q., Pan, B., He, H., Xu, Z. (2014) Benzyladenine treatment promotes floral feminization and fruiting in a promising oilseed crop *Plukenetia volubilis*. *Industrial Crops & Products*, 59, 295–298.
- Garmendia, F., Pando, R., Ronceros, G. (2011) Effect of Sacha Inchi oil (*Plukenetia volubilis* L.) on the lipid profile of patients with hyperlipoproteinemia. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 28: 628–632
- Geng, Y., Chen, L., Yang, C., Jiao, D., Zhang, Y., Cai, Z. (2017) Dry-season deficit irrigation increases agricultural water use efficiency at the expense of yield and agronomic nutrient use efficiency of Sacha Inchi plants in a tropical humid monsoon area. *Industrial Crops and Products*, 109:570-578. doi:10.1016/j.indcrop.2017.09.022
- Gonzalez-Aspajo, G., Belkhef, H., Had-dioui-Hbabi, L., Bourdy, G., Deharo, E. (2015) Sacha Inchi oil (*Plukenetia volubilis* L.) effect on adherence of *Staphylococcus aureus* to human skin explant and keratinocytes in vitro. *Journal of Ethnopharmacology*, 171 :330–334.
- Granados, J. (2009) "Sacha Inchi - manejo del cultivo". Huánuco – Perú. Consultado 17 ago. 2019. Disponible en el enlace: <http://proyectosachainchi.galeon.com/>
- Guillén, M., Ruiz, A., Cabo, N., Chirinos, R., Pascual, G. (2003) Characterization of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil by FTIR spectroscopy and ¹H NMR. Comparison with linseed oil. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 80: 755–762.
- Gutiérrez, L., Segura, Y., Sanchez-Reinoso, Z., Díaz, D., Abril, J. (2017) Physicochemical properties of oils extracted from γ-irradiated Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds. *Food Chemistry*, 237: 581–587.
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). (2009) *Estudio de viabilidad económica del cultivo de Plukenetia volubilis Linneo, Sacha inchi, en el Departamento de San Martín*. Avances económicos N°3 Iquitos, Perú. ISBN:978-9972-667-6 <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL817.pdf>
- InfoStat (2008). *InfoStat, versión 2008*. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina. <https://www.infostat.com.ar/index.php?mod=pag&id=37>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria- INIA (2014) *Manejo del cultivo de sachá inchi (Plukenetia volubilis* L.). Boletín Subdirección de Recursos Genéticos y Biotecnología Estación Experimental Agraria El Porvenir. <http://www.inia.gob.pe>
- Köppen, W., Geiger. (1936) Das Geographische System der Klimate in handbuch der Klimatologie, dir y R Geiger. *Berlin, Borntraeger, t .I fast. C*, 44p
- Luna, S. (2008) "Comparativo de tres densidades de siembra en Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) bajo el sistema de espalderas en condiciones de suelos ácidos 81 Región San Martín" (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín Tarapoto – Perú. <http://hdl.handle.net/11458/1154>
- Manco, C., Emma I. (2005) *Situación y Avances del cultivo de sachá inchi en el Perú* (INIEA – SUDIRGEB - EEA. —El Porvenir), Proceso (en línea), consultado 01-06-2017, disponible en: <http://www.inia.gob.pe/SIT/consPR/adjuntos/1418.pdf>.
- Maurer, N., Hatta-Sakoda, B., Pascual-Chagman, G., Rodriguez-Saona, L. (2012) Characterization and authentication of a novel vegetable source of omega-3 fatty acids,

- Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil. *Food Chemistry*, 134: 1173–1180. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.143>
- Mora, G. (2013). *Determinar el rendimiento del cultivo del sachá inchi (Plukenetia volubilis L.), a través de fertilización orgánica en la finca del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Francisco de Orellana, provincia de Orellana* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja, Ecuador
- Perúbiodiverso. (2009) *Manual de producción de sachá inchi con el marco conceptual operativo del Biocomercio y la agroforestería sostenible*. Perúbiodiverso. Lima, Perú. <https://cooperacionalemana.pe/GD/280/manualproducciondesachainchi.pdf>
- Pezo, M., Márquez, K., Solís, R. (2019). El ácido giberélico incrementa el rendimiento de plantas adultas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*). *Scientia Agropecuaria*, 10(4): 455-460. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.01>
- Sathe, S., Hamaker, B., Sze-Tao, K., Venkatachalam, M. (2002) Isolation, purification, and biochemical characterization of a novel water soluble protein from Inca peanut (*Plukenetia volubilis* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50:4906–4908. <https://doi.org/10.1021/jf020126>
- Triana-Maldonado, D., Torijano-Gutiérrez, S., Giraldo-Estrada, C. (2017) Supercritical CO₂ extraction of oil and omega-3 concentrate from Sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) from Antioquia, Colombia. *Grasas y Aceites*, 68, e172. <https://doi.org/10.3989/gya.0786161>
- Wang, S., Zhu, F., Kakuda, Y. (2018) Sachá 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>
- Yang, C., Jiao, D., Geng, Y., Cai, C., Cai, Z. (2014). Planting density and fertilisation independently affect seed and oil yields in *Plukenetia volubilis* L. plants, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 89:2, 201-207, <https://doi.org/10.1080/14620316.2014.11513069>

Conflicto de Interés

Los autores declaramos no tener ningún conflicto de interés.

