

EL CULTIVO DE SACHA INCHI (*Plukenetia Volubilis L.*), UN CULTIVO PROMISORIO EN BOYACÁ, CON GRANDES BENEFICIOS PARA LA SALUD

Manuel Torres Torres Ing. Agrónomo,
Especialista en Ingeniería Ambiental.
Profesor de la Universidad Pedagógica y
Tecnológica de Colombia. UPTC.
Colaborador en el Grupo de investigación
GIBNA. Profesor de la Universidad
Nacional Abierta y a Distancia UNAD.
Grupo de Investigación GIGAS -
Semillero de Investigación Germinando
una e-idea.

RESUMEN

El cultivo de sacha inchi (*Plukenetia Volubilis L.*), o maní inca, o maní de monte, es uno de los cultivos promisorios que pueden generar desarrollo económico y social en las zonas cálidas de Boyacá. El aceite tiene alto contenido en ácidos grasos omega 3 (más de 48%), omega 6 (36%) y omega 9 (8%). Su digestibilidad es muy alta (más de 96%). Contiene antioxidantes vitamina A y tocoferol vitamina E. Más del 60% de la almendra desgrasada es proteína completa de alta calidad (99% digestible). Muy rica en aminoácidos esenciales y no esenciales, en cantidades suficientes para la salud; el consumo habitual genera beneficios como reforzamiento del sistema inmunológico, contribuye a la regulación de la presión arterial, puede retardar la llegada de glucosa a la sangre cuando se consume como fuente de carbohidratos. En Boyacá, el Sacha inchi (*Plukenetia Volubilis L.*) Se está cultivando en los municipios de Miraflores y Moniquirá, como modelo para agrupar al campesinado.

ABSTRACT

The cultivation of sacha inchi or mani peanuts is one of the promising crops that can generate economic and social development in the warm areas of Boyacá. The oil has a high content of omega 3 fatty acids (more than 48%), omega 6 (36%) and omega 9 (8%). Its digestibility is very high (more than 96%). It contains antioxidants vitamin A and alpha-tocopherol vitamin E. More than 60% of the defatted almond is high quality complete protein (99% digestible). Very rich in essential and non-essential amino acids, in sufficient amounts for health, habitual consumption generates benefits such as strengthening of the immune system, contributes to the regulation of blood pressure, can delay the arrival of glucose into the blood when consumed as a source Of carbohydrates.

In Boyacá the Sacha inchi (*Plukenetia Volubilis L.*) Is being cultivated in the municipalities of Miraflores and Monoquira, as a model to group the peasantry.

Key words: omega 3 linolenic fatty acids, omega 6 linoleic acid, alpha-tocopherol vitamin E.

INTRODUCCIÓN

Unas de las alternativas de producción para los municipios de Boyacá de clima medio y cálido, es el cultivo de Sacha inchi (*Plukenetia Volubilis L.*). Conocido también como maní del inka o mani de monte., es una oleaginosa que pertenece a la familia Euphorbiaceae, y el Origen del Cultivo es descrita por primera vez como especie en el año 1753 por el naturalista Linneo, de ahí su nombre científico (*Plukenetia volubilis.L.*). Conocida por los nativos, la planta de sacha inchi es utilizada tradicionalmente por las poblaciones amazónicas (indígena y mestiza), quienes aprovechan los frutos, hojas, tallo y raíces como alimento, combustible, restaurador de piel, insecticida, desparasitador, vigorizante y contra el reumatismo. El potencial de este cultivo se sustenta, no solo en su valor alimenticio, sino también en la presencia de compuestos activos para la salud. Se encuentra distribuida desde América Central hasta Bolivia. Según Hamaker et al. (1992), el contenido de proteína de las semillas de sacha inchi es similar al de otras semillas oleaginosas

como la soya (alrededor de 27%), pero su perfil de aminoácidos es mejor. Además de esto, el aceite de sacha inchi es muy rico en ácidos grasos: linolénico (omega 3) y linoléico (omega 6), que tienen efectos en la prevención de enfermedades del corazón (García et al, 2009). Las tendencias mundiales de incremento en la demanda de aceites de origen vegetal menos perjudiciales para la salud que las grasas de origen animal, y la preocupación por el consumo de alimentos más saludables o con propiedades nutracéuticas, hacen que el sacha inchi sea un producto con gran potencial en los mercados internacionales. Perú, a diferencia de Colombia, es pionero en la agroindustrialización de la semilla de sacha inchi y ha incursionando en mercados internacionales posicionando los productos a base de esta semilla (Álvarez y Ríos, 2009). En Colombia se está cultivando en los departamentos de Antioquia y Huila. La empresa colombiana Vita Inchi, con sede en el municipio de La Estrella (Antioquia), viene desarrollando una oportunidad alternativa para el agro con un fruto que se llama sacha inchi, del

cual produce unas semillas de donde se extrae aceite vegetal y proteína vegetal. Por otro lado, se estima que pueden haber más de 200 Ha sembradas con sacha inchi en todo el departamento del Putumayo; sin embargo, el conocimiento agronómico de la especie es muy limitado, se desconocen aspectos como el manejo apropiado de plagas y enfermedades, además no se cuenta con una fuente de semilla certificada en Colombia, por lo que los rendimientos de producción y el contenido de aceite de la semilla no son uniformes. En Boyacá se cultiva en los municipios de Miraflorres y Moniquira.

I. CULTIVO DE SACHA INCHI

Los estudios científicos actuales señalan el Sacha Inchi como la mejor Oleaginosa por su composición y alta calidad nutricional: El aceite tiene alto contenido en ácidos grasos omega 3 (más de 48%), omega 6 (36%) y omega 9 (8%). Su digestibilidad es muy alta (más de 96%). Contiene antioxidantes vitamina A y alfa-tocoferol vitamina E. Más del 60% de la almendra desgrasada es proteína completa de alta calidad (99% digestible). Muy rica en aminoácidos esenciales y no esenciales, en cantidades suficientes para la salud.

1.1. CLASIFICACIÓN

TAXONÓMICA

Reino : PLANTAE

División: ANGIOSPERMAE

Clase: DYCOTILEDONEA

Orden: GERANIALES (Gruinales)

Familia: EUPHORBIACEAE

Género: *Plukenetia* Especie : *Volubilis*
Linneo

Nombre científico: *Plukenetia volubilis* L.

Nombre común: Sacha inchi, maní del monte, maní del inca, duce.

1.2. MORFOLOGÍA

Planta: Trepadora, voluble, semileñosa, de crecimiento indeterminado

Hojas: Alternas, de color verde oscuro. El ápice es puntiagudo y la base es plana y semiariñonada. Flores: Las masculinas son pequeñas, blanquecinas, dispuestas en racimo. Las femeninas se encuentran en la base del racimo y se ubican lateralmente de una a dos flores.

Frutos: Son cápsulas de 3,5 a 4,5 centímetros de diámetro, con cuatro lóbulos aristados (tetralobados). Dentro de la cápsula se encuentran cuatro semillas. Algunas plantas presentan cápsulas con cinco a nueve lóbulos.

Semilla: En la mayoría de los ecotipos, es ovalada, de color marrón oscuro, ligeramente abultada en el centro y aplastada hacia el borde. Su diámetro fluctúa entre 1,3 y 2,1 centímetros.

1.3. LABORES AGRONÓMICAS

Dentro de las labores agronómicas, la primera es la Selección de semillas. Es necesario seleccionar semillas de frutos maduros de las mejores plantas que tengan alta producción y no presenten problemas de plagas ni enfermedades. Las plantas seleccionadas para la cosecha deben tener al menos seis meses en producción. Los granos que se van a usar como semillas deben provenir de frutos cosechados y no ser recogidos del suelo

Preparación del terreno; No se recomienda hacer quemas, pues de esta manera se degradan los suelos. Es preferible cortar bien la maleza, ya que sirve de abono orgánico y protege el suelo

Siembra del sacha inchi. Dependiendo de la topografía del terreno y de la fertilidad de los suelos, los distanciamientos recomendados van de 3 metros x 3 metros a 3 metros x 2,5 metros, con 1.111 plantas a 1.333 plantas por hectárea.

Hay dos formas de sembrar el sacha inchi:

Siembre Directa: Consiste en la utilización de semillas para la siembra en el terreno preparado. Se recomienda sembrar semillas frescas sin necesidad de realizar tratamientos pregerminativos. En el caso de semillas que tienen más de 60 días, es necesario hacer una escarificación manual para promover la germinación en las semillas con testa gruesa. Para una hectárea, se necesitan 2 kilogramos de semillas usando un distanciamiento entre

hileras de 3 metros x 3 metros y 2,5 kilogramos de semilla con un distanciamiento de 3 metros x 2,5 metros. Se deben sembrar dos semillas por golpe a una profundidad de 3 centímetros. Luego de 15 días de sembradas las semillas, se debe seleccionar la planta más vigorosa y repicar en otras áreas las sobrantes. Una vez sembrada la semilla, es importante controlar eficazmente, con productos orgánicos, la presencia de insectos como la hormiga y el grillo. Para evitar pérdidas excesivas, se deben eliminar los nidos de hormigas y aplicar quincenalmente productos para el control del grillo.

Siembra indirecta: La siembra indirecta, con plantones provenientes de viveros, consiste en pregerminar la semilla en almácigos y repicar a bolsas negras de 0,5 kilogramos para lograr plantones de calidad en 60 días. La ventaja de utilizar plantones producidos en vivero es que se pueden seleccionar los de mejor calidad para enviarlos a campo definitivo luego de un proceso de aclimatación, lo que genera menor mortandad y pérdidas por plagas.

Pregerminado. Se realiza en camas almacigueras de arena lavada o aserrín colocando las semillas en hileras cada 10 centímetros a una profundidad de 2 centímetros. La germinación dura entre 8 y 14 días. Se requieren 2 metros cuadrados de área en la cama almaciguera para la producción de plantones de sacha inchi que serán instalados en una hectárea.

En esta etapa se debe mantener una luminosidad menor de 50% y el sustrato debe estar siempre húmedo, pero sin encharcamiento de agua. Es importante una buena ventilación y aplicar fungicidas orgánicos a la semilla, para evitar ataques de hongos.

II. AGROECOLOGIA

La especie *P. volubilis* se desarrolla en áreas de vegetación alterada o márgenes de bosques tropicales húmedos o de tierras bajas, hasta una elevación de 900 m. La especie es una liana de crecimiento rápido. La colecta en poblaciones naturales debería estar muy restringida debido al bajo número de poblaciones y a su distribución muy dispersa.

Crece y tiene buen comportamiento a diversas temperaturas (mín. 10°C y máx. 36°C). Las temperaturas muy altas son desfavorables y ocasionan la caída de flores y frutos pequeños, principalmente los recién formados.

Respecto a la altitud, el sacha inchi crece desde los 100 hasta los 1500 m. s. n.m.

A bajas intensidades de luz, la planta necesita de mayor número de días para completar su ciclo vegetativo; cuando la sombra es muy intensa la floración disminuye y por lo tanto la producción es menor.

En cuanto al agua, es una planta que requiere de disponibilidad permanente de la misma, para tener un crecimiento sostenido; es mejor si las lluvias se distribuyen en forma uniforme durante los 12 meses (850 a 1 000 mm).

Repique y/o almacigado en bolsas: Es importante mencionar que también se puede realizar la siembra directa sobre las bolsas utilizando dos semillas por golpe y repicando las plántulas sobrantes luego de 15 días. Los plantones deben ser repicados a las bolsas con sustrato antes de la aparición de la guía. Para el sustrato, se recomienda utilizar 50% de tierra negra más 20% de arena lavada y 30% de humus de lombriz. Se deben desinfectar los sustratos con agua hervida o por solarización envolviéndolos totalmente en bolsas transparentes y exponiéndolos al sol por 48 horas. Las plantas tendrán un período en vivero de 45 a 60 días antes de ser trasplantadas a campo definitivo. Se recomienda enviar las plantas al campo antes de que generen guías, para evitar la competencia entre ellas, que se enreden y sufran daños. En el cuadro 1 se presenta la cantidad de semillas que deben aplicarse de forma preventiva en los cultivos dependiendo de la incidencia y gravedad de plagas y enfermedades.

2.1. Riego

Se recomienda realizar la instalación en la época de lluvias. En el caso de zonas muy

secas, se deben utilizar riegos complementarios. Estos deben realizarse en la época de sequía y en la de floración y fructificación de la planta. Se debe asegurar un buen drenaje para evitar el encharcamiento del agua y la proliferación de enfermedades radiculares que afecten el cultivo.

2.2. Podas

Las podas se realizan para obtener plantas bien conformadas, vigorosas y fuertes. Distribuyendo las ramas en el tutor, se obtendrán buenas cosechas. Mejoran la aeración y permiten un buen ingreso de los rayos solares a toda la planta. La materia orgánica —ramas y hojas— obtenida como producto de las podas, debe acomodarse sobre las calles como colchón o «mulch» para abonar el suelo e impedir la proliferación de malezas. Cualquier rama podada que presente síntomas de enfermedades, debe ser eliminada del campo. Para las podas, se deben utilizar buenas herramientas, debidamente desinfectadas y limpias, a fin de evitar la transmisión de enfermedades; se recomienda el uso de tijeras de podar de mano. La desinfección de las herramientas se puede realizar con soluciones de sulfato de cobre al 5% diluido en agua. Asimismo, el uso de ceniza en el ámbito rural logra muy buenos resultados en la desinfección. Se usan 100 gramos de ceniza por litro de

agua.

La primera poda es la de formación. Para esto, se eliminan las ramas o guías 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. Es importante mencionar que se deben tener 2 metros de largo y 10 a 15 centímetros de diámetro, lo cual garantizará la estabilidad de la planta de sacha inchi.

2.3. Poda de producción

Para la poda de producción, se eliminan las ramas secas, enfermas e improductivas para facilitar el crecimiento de ramas de buena 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. Esta poda se debe realizar principalmente con tijeras podadoras de mano. Hay que evitar que las ramas lleguen al suelo; se debe dejar libre una altura despejada mínima de 20 centímetros entre el suelo y la rama. Asimismo, conviene evitar el crecimiento de guías que se enlacen entre filas.

2.4. Abonamiento Fertilización del hoyo.

Fertilizaciones complementarias del suelo. Fertilizaciones foliares. A pesar de que el sacha inchi crece en diferentes

condiciones de suelo, como todo cultivo, requiere nutrientes para incrementar las cosechas. Es importante tomar en consideración la fertilidad del suelo para la frecuencia y cantidad de abonamiento. Con este fin, se deben realizar análisis de caracterización de suelos. Se recomienda utilizar productos basados en materia orgánica: humus de lombriz o compost. En el caso de suelos fuertemente ácidos, se recomienda roca fosfórica. Para el crecimiento de la planta, se sugieren bioles y otros productos aprobados para agricultura orgánica; las aplicaciones se realizarán de acuerdo con la etapa en la que esta se encuentre. El uso de materia orgánica y de productos minerales orgánicos contribuye a proteger el ecosistema, disminuye el uso de productos tóxicos y constituye una buena práctica del biocomercio. La dosis de aplicación debe de ser de 1 kilogramo de humus de lombriz o compost y 100 gramos de roca fosfórica por planta si es que los suelos presentan pH menor de 4,5 y alta saturación de aluminio. Estas dosis pueden variar según los resultados de los análisis de suelos. Se deben aplicar dosis de 0,5 kilogramos de humus de lombriz o compost por planta dos veces al año, al inicio y al final de la época de lluvias. De presentarse suelos fuertemente ácidos, se recomienda al menos una aplicación de 100 gramos de roca fosfórica por planta. Estas dosis pueden variar según los resultados de los

análisis de suelos. Se recomienda utilizar productos foliares como bioles, extracto de algas marinas, bioestimulantes, desestresantes, ácidos húmicos, entre otros, al menos cada 90 días como complemento de las fertilizaciones del suelo, para incrementar las cosechas y disminuir las enfermedades y las plagas. Es importante tener en cuenta que esta dosis puede variar según los resultados de los análisis de suelos. Cada vez que se apliquen plaguicidas aprobados para la agricultura orgánica, se deben complementar con abono foliar para evitar el estrés de la planta de sacha inchi. Los plaguicidas según distanciamientos y sistemas de siembra.

Sistema de siembra	Distanciamiento	Número de plantas por h	Número de semillas requeridas para 1 ha	Número de semillas por kilo	Cantidad de semillas requeridas para 1 ha (kg)
Directa	3 x 3 m 3 x 2,5 m	1.111	2.444	1.200	2
		1.333	2.935	1.200	2,5
Indirecta	3 x 3 m 3 x 2,5 m	1.111	1.344	1.200	1
		1.333	1.614	1.200	1,5

Fuente: Reforesta, sobre la base del muestreo de semilla proveniente de Lamas.

2.5. Tutores vivos

Este sistema de tutoraje es de menor costo. Las especies recomendadas como tutores vivos son la Eritrina y el matarratón o Gliricidia, por ser especies de rápido enraizamiento y crecimiento. Sus hojas pueden ser utilizadas como alimento de cuyes y conejos, y en algunos casos, mejoran la fertilidad del suelo. Los tutores

vivos deben instalarse dos meses antes del trasplante de los plantones en el caso de siembra indirecta. En el caso de siembra directa, deben instalarse simultáneamente con la siembra de semillas. Se recomienda utilizar un tutor vivo por planta de sacha inchi; es decir, si sembramos a 3 x 3 metros, necesitaremos 1.111 tutores vivos, y si sembramos a 3 x 2,5 metros, requeriremos 1.333 tutores vivos por hectárea. Deben sembrarse a una profundidad de 50 centímetros y a 15 centímetros de la planta de sacha inchi. Otro sistema utilizado por los productores de sacha inchi es el de tutores vivos con espalderas, combinándolos con tutores muertos. Este método representa menor costo para el agricultor en comparación con sistemas de tutores muertos con espalderas. El sistema de tutores vivos con espalderas implica utilizar un distanciamiento entre filas de 3 metros y entre tutores de 3 a 2,5 metros. El sistema de espalderas se puede implementar utilizando alambre galvanizado o diferentes cuerdas o rafias que se encuentran en el mercado. Este sistema se puede combinar con tutores muertos rollizos, intercalando un tutor vivo y uno muerto en la línea del cultivo. Los tutores vivos se debe formar una horqueta con solo dos ramas que se guían sobre la espaldera o tutor vivo.

III. FITOSANIDAD

3.1. Hongos. Pudrición de raíces

La pudrición de raíces es ocasionada por un hongo llamado *Fusarium sp.*, que se encuentra en el suelo e ingresa a la planta por las heridas formadas en las raíces, ocasionadas generalmente por nemátodos. Este hongo afecta los tejidos internos de las raíces generando una coloración oscura en su interior (síntoma principal), por lo que la circulación de agua y nutrientes no se realiza. Así, se marchita la parte aérea de la planta (síntoma secundario) y se produce su posterior muerte. La presencia de esta plaga se ve favorecida por un mal drenaje del suelo, que produce una alta humedad, además de la falta de aeración. Las altas temperaturas también favorecen su presencia. Para prevenir la enfermedad, es necesario instalar plantaciones en lugares con suelos de buen drenaje, en los que no existan poblaciones de nematodos o estas se encuentren en niveles muy bajos. Si la enfermedad ya está presente, su control es muy difícil, pero las adecuadas prácticas agrícolas —como el abonamiento y el manejo de drenaje del suelo— contribuyen a que la planta tenga mayor capacidad de tolerar la enfermedad. La pudrición de raíces se previene utilizando un terreno con buen drenaje y realizando prácticas agrícolas adecuadas como la buena

preparación del terreno y los abonamientos, y evitando encharcamientos o deficiencia extrema de agua. También se puede aplicar, en el cuello y el tallo de la planta, una mezcla de sulfato de cobre y cal apagada (caldo bordelés).

3.2. Colas Agallas del tallo

Las agallas del tallo son causadas por el hongo *Cronartium sp.* Las agallas o tumores se forman en los tallos principales, las ramas y las nervaduras de las hojas. Las ramas o tallos afectados a partir de esta tumoración mueren. En el campo se observan plantas parcialmente secas; de presentarse en el tallo principal, toda la planta muere. El manejo de esta enfermedad consiste en la detección temprana de las agallas o tumores y su eliminación inmediata mediante una poda de la rama afectada. La agalla debe ser quemada o enterrada inmediatamente, a fin de evitar el aumento de la enfermedad. No se debe desplazar material de propagación afectado (estacas y semillas) hacia campos libres de la enfermedad.

3.3. Manchas foliares y del fruto

Entre los principales agentes que causan manchas foliares, tenemos los hongos *Cercospora sp.* y *Rhizoctonia sp.* Estos pueden llegar a ser importantes siempre y

cuando cubran gran parte del área foliar, lo que disminuye la fotosíntesis de la planta. El manchado del fruto, también llamado antracnosis, es causado por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*. Esta enfermedad produce la baja de la calidad del fruto y la pérdida en la producción de la semilla. Para evitar el incremento de estas enfermedades, es necesario realizar podas y eliminación de maleza, con la finalidad de controlar el exceso de humedad en el campo y disminuir la fuente de hongos.

3.4. Nematodos

Los nematodos que afectan a las plantas son organismos microscópicos (muy pequeños, no visibles a simple vista). Para el caso del sacha inchi, se ha detectado la presencia de *Meloidogyne incognita*, que vive en el suelo y se alimenta del contenido celular de las raíces de las plantas. Para alimentarse, este nematodo perfora las raicillas, causando heridas mediante un órgano especial llamado estilete; ello ocasiona la formación de nódulos. A través de estas heridas ingresa el hongo *Fusarium sp.*, lo que ocasiona la muerte de la planta.

3.5. Medidas de control

Se ha determinado que el sacha inchi es susceptible al *Meloidogyne incognita*, es

decir, no tiene capacidad de defenderse contra su ataque, por lo que es necesario evitar siembras en suelos infestados por la plaga. Para disminuir las poblaciones del nematodo en el suelo, se recomienda la aplicación de materia orgánica (guano) y el uso de plantas trampa entre surcos como la *Crotalaria sp.*, así como de productos biológicos que se encuentran en el mercado. También existen productos denominados bionematicidas, formulados a base de hongos nematófagos que parasitan los huevos y las hembras, reduciendo la multiplicación del nematodo. En el mercado se cuenta con productos biológicos comerciales como Biostat (*Paecelomyces lilacinus*), que se utiliza en dosis de 200 gramos/hectárea.

IV. PRODUCCIÓN

El sacha inchi tiene un rendimiento promedio en semilla de 2.000 kilogramos/hectárea en el segundo año de producción. La producción en el cultivo de sacha inchi se estabiliza a partir del tercer año. Se estima que seleccionando adecuadamente el sitio, manejando correctamente el cultivo y utilizando semillas de calidad, se pueden obtener producciones como las que se muestran en el siguiente cuadro:

Producción promedio según sistema de tutoraje y densidad de siembra

Sistema de tutoraje	Distanciamiento	Producción (kg/ha/año)		
		Año 1 (4 meses de producción)	Año 2	Año 3
Tutores muertos con espalderas	3 x 3 m	500	1.500	1.800
	3 x 2,5 m	600	1.700	2.000
Tutores vivos con espalderas	3 x 3 m	400	1.300	1.600
	3 x 2,5 m	500	1.400	1.800
Tutores vivos	3 x 3 m	250	1.000	1.200
	3 x 2,5 m	300	1.200	1.300

Fuente: Elaboración propia. Rendimientos promedio basados en entrevistas a productores, empresarios y técnicos, así como revisión bibliográfica.

4.1. Secado y almacenamiento

Una vez que se han cosechado las cápsulas, hay que dejarlas secar al natural bajo el sol por un lapso de 24 a 48 horas, dependiendo de la temperatura ambiental. El piso debe ser preferentemente de cemento y tiene que estar muy limpio. La otra opción es utilizar mantas muy limpias para evitar la contaminación de las semillas. Para zonas lluviosas, se recomienda utilizar secadores solares similares a los del café, que consisten en mantas negras que absorben mayor cantidad de calor. Lograr un buen secado de la semilla y realizar un adecuado almacenamiento evitará que productos como el aceite y los snacks pierdan calidad. La semilla debe ser bien seleccionada para su almacenaje. Se deben buscar semillas de grano sano; no conviene aceptar granos con cáscara rota y la almendra expuesta. La semilla debe almacenarse por un período no mayor de

que se ha visto en la otra parte de la isla, pero que no se ha visto en la otra parte de la isla. También ha visto que el agua es más salada en la parte norte, pero que no es más salada en la parte sur. La otra parte de la isla (parte sur) es más seca que la otra parte.

— ¿Por qué? — preguntó el profesor. — Porque la parte norte es más seca que la otra parte. Y porque la otra parte es más seca que la parte norte. Porque la otra parte es más seca que la otra parte.

— ¿Por qué? — preguntó el profesor.

— Porque la otra parte es más seca que la otra parte. Y porque la otra parte es más seca que la otra parte. Y porque la otra parte es más seca que la otra parte.

— ¿Por qué? — preguntó el profesor. — Porque la otra parte es más seca que la otra parte. Y porque la otra parte es más seca que la otra parte.

— ¿Por qué? — preguntó el profesor. — Porque la otra parte es más seca que la otra parte. Y porque la otra parte es más seca que la otra parte.

— ¿Por qué? — preguntó el profesor. — Porque la otra parte es más seca que la otra parte. Y porque la otra parte es más seca que la otra parte.

— ¿Por qué? — preguntó el profesor. — Porque la otra parte es más seca que la otra parte. Y porque la otra parte es más seca que la otra parte.

— ¿Por qué? — preguntó el profesor. — Porque la otra parte es más seca que la otra parte. Y porque la otra parte es más seca que la otra parte.

— ¿Por qué? — preguntó el profesor. — Porque la otra parte es más seca que la otra parte. Y porque la otra parte es más seca que la otra parte.

pueden suceder caídas de frutos al suelo generando como resultado pérdidas. Durante cada jornada de cosecha, para evitar estas pérdidas, es recomendable revisar la superficie del suelo bajo la planta y así recolectar algunos frutos maduros que hayan podido caer. Se recomienda cosechar aquellos frutos más próximos a alcanzar su madurez completa, pues si se dejan para la siguiente jornada, podrían perderse (Gómez, 2004; Paitan, 2006). Una de las desventajas en cuanto al comportamiento de la cosecha de este cultivo, es que no hay una época definida de cosecha que permita programar esta labor de manera convencional. Hay que mencionar que el momento ideal para realizar la cosecha es el momento soleado o que no haya niveles de precipitación para así cosechar la semilla con la menor humedad posible.

V. USOS Y PROPIEDADES DEL CULTIVO DE SACHA INCHI

Usos: tiene muchos usos, como: reductor del colesterol, aceite de mesa, de cocina, en la industria para enriquecer con omega 3 los alimentos producidos industrialmente, en la producción de cosméticos, nutracéuticos y medicina. Los aceites omega 3 son muy escasos en la naturaleza y son indispensables para la vida y la salud, por lo que siempre deben estar presentes en la dieta, sobre todo el omega 3 alfa linolénico, debido a que el

organismo no puede sintetizarlo a partir de los alimentos que ingiere; se le denomina ácido graso esencial linolénico. Es de suma importancia el consumo de aceite omega 3 en la salud y alimentación debido a que previene y mantiene la salud, controla y reduce el colesterol, fundamental en la formación del tejido ocular, esencial en la formación de la estructura de las membranas celulares, más de la mitad del cerebro contiene omega 3; favorece el incremento y la agilización de las diferentes funciones cerebrales que se encuentran estrechamente ligadas a la memoria, la inteligencia y el razonamiento. Transporta los nutrientes en el torrente sanguíneo, favorece el mejor funcionamiento del sistema digestivo y fortifica los huesos y el sistema óseo en general, contribuye a mantener el equilibrio del metabolismo, potencia las funciones motoras del cuerpo y favorece los regímenes alimenticios para bajar de peso (Sihuayro, 2013).

El sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) se caracteriza principalmente por su alto contenido de proteína ya que este nivel oscila entre 25 y 27%, siendo los aminoácidos esenciales más representativos la isoleucina (50 mg/g), leucina (79 mg/g), lisina (72mg/g), tirosina (58 mg/g), treonina (57 mg/g), valina (62 mg/g), metionina mas cisteína (57 mg/g) y finalanina más tirosina (67 mg/g) (Gutiérrez

et al., 2011; Sathe et al., 2002; citado por Ramos, 2014). La calidad del aceite se debe a su alto nivel ácidos grasos insaturados ya que puede llegar hasta el 93,6% entre los cuales el promedio de estos ácidos grasos se divide en alfa linoleico (omega 3) con un 48,60 %, el linoleico (omega 6) con un 36,80% y el oleico (omega 9), 8,28%.

En Colombia actualmente la semilla de sacha inchi producida en el Putumayo se destina principalmente a la comercialización en fresco y a la extracción de aceite por el método de prensado (Betancourth, 2013).

COSTOS DE ESTABLECIMIENTO, COSECHA Y POSCOSECHA POR HECTAREA CULTIVO SACHA INCHI

ADECUACION TERRENO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1.Adecuación del terreno	Jornales	14	25.000	\$350.000
Trazado	Jornales	4	25.000	\$100.000
Ahoyado	Jornales	10	25.000	\$250.000
Instalación de tutorado	Jornales	12	25.000	\$300.000
Siembra	Jornales	8	25.000	\$200.000
Resiembra y raleo	Jornales	2	25.000	\$50.000
Control de maleza	Jornales	12	25.000	\$300.000
Control fitosanitario	Jornales	8	25.000	\$200.000
Fertilización	Jornales	4	25.000	\$100.000
Poda y acomoda de ramos	Jornales	16	25.000	\$400.000
Cosecha	Jornales	26	25.000	\$650.000
Sacado y descascarado	Jornales	8	25.000	\$200.000
TOTAL MANO DE OBRA				\$3.100.000
MATERIALES				
Fertilizante	Kilo	148		\$480.000
Enmienda	Kilo	800		\$800.000
Fungicidas e insecticidas	Global	1	450.000	\$350.000
Herbicidas	Galón	3	56.000	\$168.000
Postes de madera	Unidad	264	5000	\$1.320.000
Puntilla y grapas	Global	1		\$50.000
alambres		1		\$540.000
Empaques	Global	50		\$100.000
TOTAL INSUMO				\$3.808.000

Fuente: Autor. Los costos son ajustados para el Departamento de Boyacá

I. CONCLUSIONES

El sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L), es una especie promisoria que puede aportar desarrollo económico y social en las áreas de clima medio y cálido donde se cultiven especies con grandes propiedades que generan beneficios a las personas que la consumen habitualmente. Actualmente la mayor problemática que se presenta en Boyacá es el desconocimiento del cultivo, por ende se debe proponer propuestas investigativas sobre el cultivo de Sacha inchi, para estudiarlo y darle soluciones a los futuros problemas fitosanitario, de poscosecha que se le presente al cultivo.

BIBLIOGRAFIA.

- ALVAREZ, G.F.L.; RIOS, T.R.S. 2007. Estudio de viabilidad económica del cultivo de *Plukenetia volubilis* Linneo "sacha inchi" – departamento de San Martín. Programa de ordenamiento ambiental – POA evaluación económica opciones productivas amazonia peruana. Iquitos, Perú.
- ANDRADE, L.; CALDERÓN, A. 2009. Manual de producción de sacha inchi para el biocomercio y la agroforestería sostenible. Proyecto Perúbiodiverso – PB. Pág. 5-51.
- BETANCOURTH, F. 2013 Aprovechamiento de la torta residual de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) mediante extracción por solventes de su aceite. Editorial Universidad de Manizales. Manizales
- CACHIQUE, D.; RUIZ, H.; HIDALGO, L.; GARCÍA, M.; GUERRERO, J.; SOLÍS, R.; MESÉN, F. Congreso Peruano de Mejoramiento Genético y Biotecnología Agrícola (1). Lima, Perú. 2010. Propagación vegetativa del sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Mediante injerto, bajo condiciones controladas en San Martín, Perú. Memoria. Eds. Lima, Perú. UNAL/EPG. Pág. 74-75.
- CALRAM S.A.C. (2007) Análisis y Recomendaciones de la Cadena de Valor de Sacha Inchi en la Región San Martín. Perubiodiverso.. Lima, Perú.
- COLBIO. 2013. Sa cha inchi (*Plukenetia Volubilis* L.). Centro de Investigación Colombiana de Biocombustibles COLBIO. Antioquia, Colombia. CONAND, 2009. Estado de situación de la cadena de oleaginosas. Comunidad andina. Vigésimo cuarta reunión del comité andino agropecuario. Documento de trabajo.
- ESPINAL, G.F.C.; MARTINEZ, C.J.H.; SOLER, S.M.2005. La cadena de las oleaginosas en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 62(1).
- FOLLEGATTI-ROMERO LA, P. C. 2009. Supercritical CO₂ extraction of omega -3 rich oil from Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds. J. Supercrit. Fluid., 49, 323-329.
- FOLLEGATTI-ROMERO LA, PIANTINO CR, GRIMALDI R, CABRAL FA. 2009. Supercritical CO₂ extraction of omega -3 rich oil from Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds. Journal of Supercritical Fluids 49: 323–329.
- García, H. (1992). Resumen de investigaciones apoyadas por Fundeagro 1988 - 1992. Tomo I. Proyecto de transformación de la tecnología agropecuaria. TTA. Lima

- GARMENDIA, F.; PANDO, R.; RONCEROS, G. 2011. Efecto del aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L) sobre el perfil lipídico en pacientes con hiperlipoproteinemia. Rev Peru Med Exp Salud Pública. 28(4):628-32.
- GÓMEZ, M.E.J. 2004. Monografía y cultivo de sacha inchi, oleaginosas promisoria para la diversificación productiva en el trópico. Corporación Colombiana de Investigación agropecuaria CORPOICA. Primera edición. GRACIA, B.C.B.;
- GUTIÉRREZ L. F., R. L. 2011. Chemical composition of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and characteristics of their lipid fraction. Grasas y aceites, 62 (1), 76-83.
- GUTIÉRREZ, L.F.; ROSADA, L.M.; JIMENÉZ, A. 2011. Chemical composition of sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Seed and characteristics of their lipid fraction. Grasas y aceite 62(1): 76-83.
- Hamaker, B., Valles, C., Gilman, R., Hardmeier, R., Clark, D., García, H., Gonzales, A., Kohlstad, I., Castro, M., Valdivia, R., Rodríguez, T., Lescano, M. (1992). Amino acid and fatty acid profiles of the Inca Peanut (*Plukenetia Volubilis*). Cereal Chem.
- 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. Iquitos, Perú. JIMÉNEZ, R.L.;
- KARISMA. 2015. Una propuesta para cultivar y procesar Sacha Inchi en la Zona Cafetera Colombiana. Disponible desde internet en: <https://karisma.org.co/2008-2014/?p=4451> [Con acceso el 10/03/2015].
- PEREZ C, A.L. 2014. Evaluación de la adaptación de *Plukenetia volubilis* L. (Sacha inchi), bajo las condiciones orgánicas en el Sinú medio, Departamento de Córdoba (Colombia). Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Básicas, programa de biología, Montería, Colombia.
- SIHUAYRO, L.D.B. 2013. Evaluación del rendimiento en la extracción del aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) del ecotipo predominante en el valle del río apurímac (ayacucho) y su caracterización físico -química y sensorial". Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann Tacna, Perú.