

**Principales aspectos productivos y agronómicos del cultivo de Sacha Inchi *Plukenetia volubilis L.*, como alternativa productiva para el municipio de Popayán**



**Ana Milena Caicedo Díaz**

**Anggy Katherine Certuche Córdoba**

**Fundación Universitaria de Popayán**

**Facultad de ciencias administrativas, económicas y contables**

**Administración de empresas agropecuarias**

**Popayán - Cauca**

**2019**

**Principales aspectos productivos y agronómicos del cultivo de Sacha Inchi *Plukenetia volubilis L.*, como alternativa productiva para el municipio de Popayán**



**Ana Milena Caicedo Díaz**

**Anggy Katherine Certuche Córdoba**

Trabajo de grado modalidad monografía, presentado como requisito parcial para optar al título  
de Administradoras de empresas agropecuarias

**Director**

**Ing. Hernán Darío Anacona**

**Fundación Universitaria de Popayán**

**Facultad de ciencias administrativas, económicas y contables**

**Administración de empresas agropecuarias**

**Popayán - Cauca**

**2019**

## **Nota de aceptación**

Hacemos constar que el presente trabajo de grado  
ha sido aceptado por la Fundación Universitaria  
de Popayán, como requisito para optar por  
el título de Administradoras de Empresas  
Agropecuarias

---

Ing. Hernán Darío Anacona

Director

---

Ing. Sandra Lorena López

Jurado

---

Ing. Fabio Alonso Prado

Jurado

Popayán, abril de 2019

### **Dedicatoria**

A Dios por haberme permitido cumplir esta meta, por darme la bendición de contar con salud y siempre iluminarme en los momentos que sentía que ya no podía más.

A mis padres, por apoyarme de todas las maneras, ya que sin ellos nada de esto hubiera sido posible, porque nunca dudaron de mis capacidades para salir adelante, por su entrega y amor incondicional.

A todas las personas que de una u otra manera me ayudaron para lograr este sueño.

Ana Milena Caicedo

A la memoria de mi abuelita Ligia, quien en vida siempre me recalcó lo orgullosa que estaba de mí; por ser tu primera nieta en estudiar una carrera universitaria y soñar con el día en que recibiera mi título profesional; aunque perdiste la batalla contra el cáncer, sé que desde el cielo celebras conmigo este logro tan importante para mi vida, por eso este trabajo es para ti, por todo tu apoyo y cariño.

Anggy Katherine Certuche Córdoba

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por ayudarme a cumplir mi sueño de estudiar una carrera profesional y terminarla satisfactoriamente.

A mi familia, en especial a mis padres, por la confianza depositada, por haberme apoyado de manera constante y siempre alentarme a cumplir todos mis sueños y metas.

A Cristian Camilo Grueso por su amor incondicional, compañía, paciencia y principalmente su apoyo en todo momento, dándome ánimo a seguir adelante y no desfallecer.

A mi compañera y amiga de trabajo de grado Anggy Certuche por su paciencia, compañía y apoyo para culminar con éxito nuestra carrera.

A todos los docentes de la carrera de administración de empresas agropecuarias por aportarme sus valiosos conocimientos. Al Ing. Hernán Anacona por el acompañamiento en todo el transcurso de la construcción del trabajo de grado y por su valiosa asesoría para la culminación de este trabajo.

A los jurados, la Ing. Sandra López y el Ing. Fabio Prado por el aporte de sus conocimientos y colaborarnos en todo lo que les fue posible.

Agradezco a mis compañeros y amigos de Manos a la paz, en especial a Angie Álvarez y Danny Angarita por haber hecho de mi pasantía una de las mejores experiencias de mi vida, llena de aprendizaje y muchas alegrías.

A Leonardo Pérez, Adonái Rincón, Gustavo Noreña por sus consejos y apoyo mientras realicé mi pasantía en el municipio de Rio blanco, Tolima.

Y a todas esas personas que estuvieron involucradas en mi proceso de formación ayudándome y apoyándome.

Ana Milena Caicedo

Agradezco infinitamente a Dios, por prestarme la vida y acompañarme en todos los momentos difíciles.

A mi familia, en especial a mi abuelo Oscar y a mi madre, por todo el apoyo, buen ejemplo y consejos para ser quien soy el día de hoy, a mi prima Carolina por ser mi ejemplo a seguir y por todo el apoyo y cariño que me ha brindado, a mis hermanas por su cariño y a mi sobrina María Paula, por ser mi persona favorita en el mundo.

A la Familia Magé, porque desde el momento en que inicié con este sueño, fueron mi apoyo tanto moral como económico, en especial a Elizabeth, Teresa y Fabián, gracias infinitas por convertirse en mi segunda familia.

A todos y cada uno de los maestros que, durante toda mi vida, me fueron formando tanto personal como profesionalmente, en especial a mis maestros de la carrera de Administración de Empresas Agropecuarias, por compartir sus conocimientos.

A mi director el Ing. Hernán Darío Anacona, por su valiosa asesoría, a los jurados Ing. Sandra López e Ing. Fabio Prado, por su colaboración y apoyo en este proceso.

A Luis Fredy Escobar y Adriana Riascos, por depositar toda su confianza en mí y ayudarme a cumplir esta meta tan importante para mi vida.

A mis amigos, en especial a mi compañera de tesis y amiga Ana Milena Caicedo, por su amistad, sus consejos y contagiarme de su buena actitud ante la vida; y gracias también a todos aquellos que, de alguna u otra forma, permitieron que me convirtiera en una persona fuerte ante las adversidades de la vida.

Anggy Katherine Certuche Córdoba

## Contenido

Resumen .....	11
Introducción .....	12
1. Objetivos .....	13
1.1 Objetivo general .....	13
1.2 Objetivos específicos .....	13
2. Metodología .....	14
3. Marco teórico .....	15
3.1 Origen del Sacha Inchi .....	15
3.2 Distribución .....	16
3.3 Producción de sachá inchi en el mundo .....	16
3.4 Producción en Colombia .....	16
3.5 Aspectos agronómicos del cultivo de sachá inchi .....	18
3.6 Taxonomía.....	18
3.7 Morfología.....	19
Fuente: autoría propia, 2019. ....	21
3.8 Fenología: .....	21
3.9 Características del cultivo.....	23
3.9.1 Suelo .....	23
3.9.2 Temperatura .....	23
3.9.3 Precipitación .....	24
3.9.4 Luminosidad .....	24
3.10 Siembra.....	25
3.10.1 Principales fases de la siembra de sachá inchi .....	28
3.11 Plagas.....	32
3.11.1 Nematodos .....	32
3.11.2 Cortadura de tallos .....	33
3.11.3 Raspadura de hojas, frutos y tallos .....	33
3.11.4 Picadores- minadores .....	34
3.12 Enfermedades .....	34
3.12.1 Agallas del tallo .....	34

3.12.2 Manchas foliares .....	35
3.12.3 La mancha del fruto .....	35
3.12.4 Pudrición de raíces.....	35
3.13 Nutrición del cultivo de sachá inchi .....	36
3.13.1 Fertilización .....	36
3.13.2 Propiedades de los abonos orgánicos.....	37
3.13.4 Propiedades químicas .....	38
3.13.5 Biología del suelo .....	38
3.13.6 Tipos de abonos orgánicos.....	38
3.14 Aspectos productivos del cultivo de sachá inchi .....	41
3.14.1 Cosecha.....	42
3.14.2 Rendimiento del cultivo.....	42
3.14.3 Post-cosecha.....	42
3.14.4 Fases de extracción de aceite .....	43
3.14.5 Tipos de aceite .....	44
3.14.6 Perecibilidad, productividad y complejidad tecnológica.....	45
3.14.7 Trazabilidad y certificación orgánica: .....	46
3.14.8 Productos de exportación.....	47
3.14.9 Cadena productiva del sachá inchi.....	47
3.15 Condiciones edafoclimáticas de la Meseta de Popayán .....	48
4. Análisis del tema .....	50
5. Conclusiones .....	54
6. Recomendaciones.....	55
Bibliografía .....	56



## Lista de figuras

Figura 1. Área cosechada de producción de sacha inchi en Colombia .....	17
Figura 2. Etapas del fruto de sacha inchi .....	22
Figura 3. Proceso de extracción del aceite de sacha inchi. ....	43

## Lista de tablas

Tabla 1. Metodología .....	14
Tabla 2. Participación departamental en la producción y en el área cosechada de Sacha Inchi para el año 2016 .....	17
Tabla 3. Taxonomía de sachá inchi .....	19
Tabla 4. Morfología de sachá inchi .....	20
Tabla 5. Fenología sachá inchi .....	22
Tabla 6. Aportes a la nutrición de algunas plantas .....	41
Tabla 7. Rendimiento de aceite .....	45

## **Resumen**

En esta monografía, se analizaron aspectos agronómicos y productivos de sachá inchi, ya que, de esta oleaginosa se extrae el aceite de mejor calidad nutricional que existe en el mercado, tanto a nivel nacional como internacional; para ello se compararon las condiciones edafoclimáticas de la meseta de Popayán, que requiere el cultivo de sachá inchi, con el propósito de conocer si cumple con las condiciones necesarias, para hacer de sachá inchi, una alternativa productiva.

## **Abstract**

In this monograph, agronomic and productive aspects of sachá inchi were analyzed, due to the fact that the best nutritional quality that exists in the market is extracted from this oilseed, both nationally and internationally; for this, the edaphoclimatic conditions of the Popayán plateau were compared with those required for the cultivation of sachá inchi, with the purpose of knowing if it meets the necessary conditions to make sachá inchi a productive alternative.

## **Introducción**

“Sacha inchi, es una planta oleaginosa, perenne, de tipo enredadera, originaria de la selva amazónica de Perú, tiene un uso histórico y tradicional, dentro de las comunidades indígenas amazónica” (Flóres, 2010). En América, se encuentra presente en Perú, Bolivia, Surinam, Venezuela, Colombia, Ecuador y Brasil, debido a que estos países cumplen con las condiciones óptimas de crecimiento. Entre sus principales beneficios, se encuentra el hecho de que es un cultivo de fácil adaptación y fácil propagación, además su aceite es considerado como el de mejor calidad nutricional, debido a sus altos contenidos de omega 3,6,9 que lo hace apetecido tanto en el mercado nacional, como internacional.

A pesar de sus múltiples calidades, sacha inchi, es un cultivo comercialmente nuevo, razón por la cual existe poca información sobre manejo agronómico y productivo del mismo, y cuando se habla de antecedentes de producción, con las condiciones edafoclimáticas de la Meseta de Popayán, la información es inexistente.

Por ello, en este trabajo se pueden encontrar temas como: origen y distribución, morfología, fenología, características del cultivo, siembra, aspectos agronómicos, plagas y enfermedades, aspectos productivos, cadena productiva y fases de la extracción de aceite; información que se compiló de trabajos de investigación y artículos científicos, con el fin de determinar, si este cultivo se adapta a las condiciones edafoclimáticas de la Meseta de Popayán.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo general**

Identificar los principales aspectos productivos y agronómicos del cultivo de sachá inchi, como alternativa productiva para la Meseta de Popayán.

### **1.2 Objetivos específicos**

Mencionar los principales aspectos agronómicos y productivos del cultivo de sachá inchi *Plukenetia volubilis* L.

Analizar la información recolectada sobre sachá inchi, para conocer si se adaptaría a las condiciones edafoclimáticas del municipio de Popayán.

## 2. Metodología

La siguiente tabla, muestra los procedimientos y resultados que se llevaron a cabo, para cumplir con los objetivos específicos del trabajo.

Tabla 1. *Metodología*

	<b>Cómo se hizo</b>	<b>Resultado</b>
<b>Objetivo 1</b>	Se compiló información de artículos científicos y trabajos de grado, obtenidos de repositorios universitarios y buscadores académicos	Se sintetizó y comparó la información de diferentes autores
<b>Objetivo 2</b>	Se realizó la búsqueda de las condiciones edafoclimáticas del municipio de Popayán, a través de páginas gubernamentales POT, Alcaldía de Popayán, UMATA y CRC	La comparación entre las características del cultivo, y las condiciones edafoclimáticas del municipio de Popayán

Fuente: autoría propia, 2019.

### 3. Marco teórico

De acuerdo con Alayón (2016), en América la presencia de sacha inchi, se da principalmente en Perú, Bolivia, Antillas Menores, Surinam, Venezuela, Ecuador y Perú, debido a que estos países cumplen con las condiciones óptimas de crecimiento (incluyen una altitud entre 30 y 2.000 m.s.n.m) debido a que cuentan con climas tropical y subtropical, con temperaturas comprendidas entre 10 y 26°C, y humedad relativa del 78%.

#### 3.1 Origen del Sacha Inchi

Sacha Inchi *Plukenetia volubilis* L, es una planta nativa de la Amazonía Peruana, se pueden encontrar registros de su origen en Perú, en las culturas pre-incas nororientales, mediante representaciones del fruto en huacos Chimús y Mochicas; algunos huacos representan a esta enredadera con sus frutos en forma de una estrella. “El Inca Garcilaso de la Vega, fue uno de los primeros en describir esta especie, pues en sus escritos se encuentra una alusión al Inchi, nombre dado al maní” (Flóres, 2010). En el año 1753 fue descrita como especie, por el naturalista Linneo, de ahí su nombre científico *Plukenetia volubilis* Linneo, planta que pertenece al orden Euphorbiceae, el cual se encuentra distribuido en todo el mundo, abarcando 280 géneros, alrededor de 8.000 especies (Mora, 2013).

De acuerdo con Flores (2010),

En 1980 fue redescubierta por un grupo de investigadores de la Universidad de Cornell, quienes demostraron que sus semillas tenían un alto contenido de proteínas (33%) y aceite (49%). Despertando así el interés de investigadores y científicos, que en adelante se encargaron de darla a conocer al mundo.

### **3.2 Distribución**

El género *Plukenetia* está compuesto por 19 especies, donde el género tiene una distribución pantropical, de las cuales, 12 especies se encuentran en Sudamérica y Centroamérica y las otras 7 en el viejo mundo; en Colombia también se encuentra esta planta en estado silvestre en diversos lugares de la Orino-Amazonía (Ayala, 2016).

### **3.3 Producción de sacha inchi en el mundo**

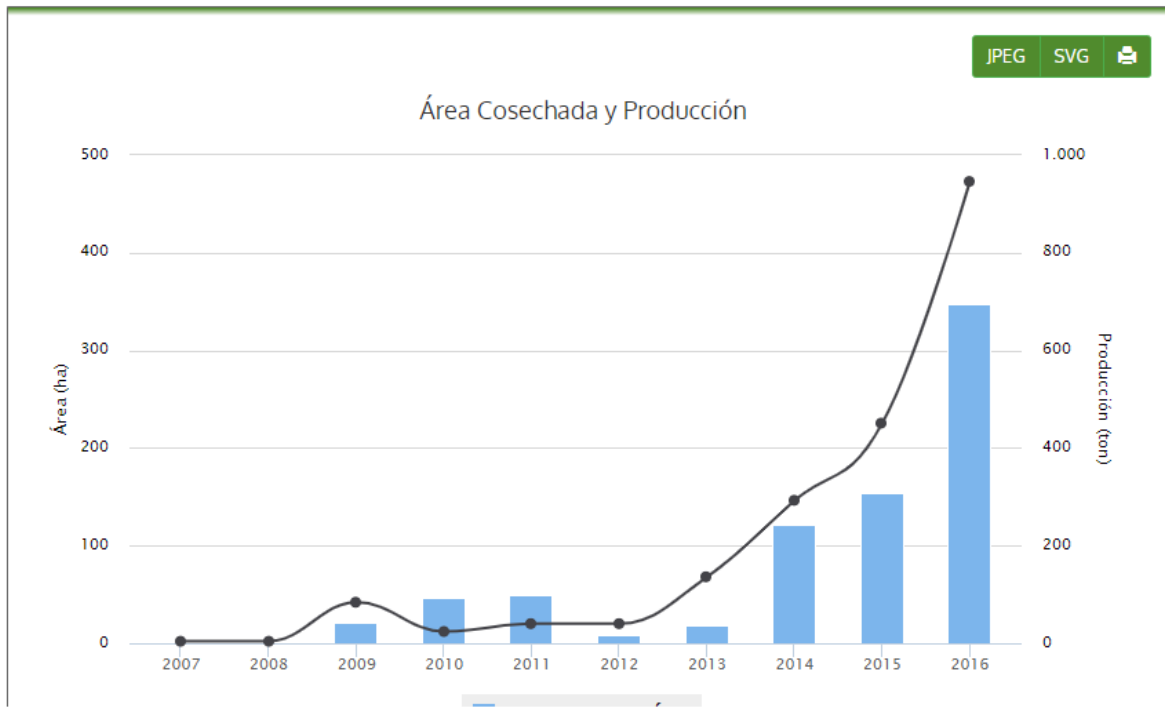
Perú es el mayor productor de sacha inchi en el mundo, seguido de Brasil, Ecuador, Islas de Barlovento y Colombia.

### **3.4 Producción en Colombia**

El sacha inchi, se encuentra como cultivo establecido en diferentes departamentos del país, donde la producción ha aumentado significativamente, a partir del año 2014, evidenciándose un aumento de 200 ton a 650 ton para el año 2016 (Agronet, 2018)



Figura 1. Área cosechada de producción de sacha inchi en Colombia



Fuente: Agronet (2018). *Área cosechada y producción*. Recuperado de <https://www.agronet.gov.co/Paginas/inicio.aspx>

La mayor producción de Sacha Inchi del año 2016 se encuentra concentrada en los departamentos de Putumayo, Valle del Cauca y Antioquia, seguidos de los departamentos de Amazonas, Vichada, Caquetá, Cauca y otros, como lo demuestra la *tabla 2*.

*Tabla 2. Participación departamental en la producción y en el área cosechada de Sacha Inchi para el año 2016*

Departamento	Área Cos. (Ha)	Producción (ton)
Amazonas	60,00	60,00
Antioquia	58,00	109,40
Caquetá	40,00	16,00
Cauca	8,00	9,00
Otros depart.	18,00	33,00
Putumayo	184,00	274,00
Valle del Cauca	87,00	159,50
Vichada	18,00	33,00

Fuente: adaptada de Agronet, 2018.

### 3.5 Aspectos agronómicos del cultivo de sachá inchi

De acuerdo con Álvarez y Ríos (2017),

El nombre común de *Plukenetia volubilis* L, es sachá inchi, pero también existen otros nombres con los que es conocida esta oleaginosa que son: maní del monte, maní del inca, sachá maní, maní jibaro, maní de estrella, sachá inchik, amui, sachá yunchi, sachá yunchiqui, sampannanki, suwa, inca peanuts.

### 3.6 Taxonomía

Sachá inchi es una planta trepadora, semileñosa y con hábito de crecimiento indeterminado.

Tabla 3. *Taxonomía de sachá inchi*

<b>Taxonomía</b>	
<b>Orden</b>	Euphorbiales
<b>Familia</b>	Euphorbiaceae
<b>Subfamilia</b>	Plukenetiae
<b>Género</b>	Plukenetia
<b>Tribu</b>	Plukenetiae
<b>Subtribu</b>	Plukenetiinae
<b>Especie</b>	<i>Plukenetia volubilis</i>
<b>Nombre científico</b>	<i>Plukenetia volubilis</i>

Fuente: adaptada de Manco, 2006.

### 3.7 Morfología

Según Mora (2013), el sachá inchi “es una planta trepadora, semileñosa, con hábito de crecimiento indeterminado, razón por la cual, puede alcanzar la altura del tutor que la soporta, pero se recomienda que los tutores no sobrepasen los 2 metros de altura”.

Tabla 4. *Morfología de sachá inchi.*

---

**Las hojas**

Son alternas, de color verde oscuro, forma acorazonada y pueden llegar a medir de 9 a 16 cm de largo y 6 a 10 cm de ancho, elípticos, aserrados y con pecíolos de 2 a 6 cm de largo, su ápice es puntiagudo y la base es plana o semi-arriñonada, las nervaduras nacen en la base de la nervadura central, con orientación al ápice (Ayala, 2016).



---

**Las flores**

El cultivo presenta un alto porcentaje de polinización cruzada, lo cual indica que se trata de una especie alógama, tiene 2 tipos de flores:

Masculinas: Son pequeñas, de color blanquecino y están dispuestas en racimos.

Femeninas: se encuentran en la base del racimo y ubicadas lateralmente de una a dos flores (Mora, 2013).



---

**Fruto**

Tiene forma de estrella, es una cápsula de 3,5 a 4,5 cm de diámetro, comprendido en 4 lóbulos aristados, dentro de los cuales se encuentran 4 semillas, aunque algunos ecotipos, presentan cápsulas con 5 a 7 lóbulos; cuando el fruto se encuentra maduro, éste se divide, endureciendo sus paredes, cuando ocurre este proceso dentro de él, se encuentran las semillas (Mora, 2013).

**Semilla**

“Son de color marrón oscuro, con características corrugadas y venadas, de forma lenticular y con 1,5 a 2 cm de diámetro” (Ayala, 2016).



---

**Fuente:** autoría propia, 2019.

**3.8 Fenología:**

Se divide en dos etapas que son después del almacigo y después del trasplante, como se puede apreciar en la *tabla 5*.

Tabla 5. *Fenología sachá inchi.*

<b>Tabla de fenología del cultivo de sachá inchi</b>	<b>Días en el almacigo</b>
Días de germinación	11 a 14 días
Días de emergencia de hojas verdaderas	
Primer par	Entre 16 y 20 días
Segundo par	Entre 28 y 42 días
Tercer par	Entre 45 y 59 días
Después del trasplante	Días después del trasplante
Inicio de emisión de guía	Entre 20 y 41 días
Inicio de floración	Entre 86 y 39 días
Inicio de fructificación	Entre 119 y 182 días
Inicio de cosecha	Entre 202 a 249 días

Fuente: Manco, 2016.

La siguiente imagen refleja las etapas por las que pasa el fruto de sachá inchi, desde su inicio, hasta su maduración.

Figura 2. *Etapas del fruto de sachá inchi*



Fuente: Sterling, 2016.

## **3.9 Características del cultivo**

### **3.9.1 Suelo**

Ayala (2016), afirma que sachá inchi se adapta, a diferentes tipos de suelos, tales como arcillosos, francos o aluviales; Mora (2013), coincide con Ayala, pero incluye en el rango de adaptación de suelos, para sachá inchi, los suelos franco arenosos.

Aunque para Mora, el Ph en el que se desarrolla este cultivo, está en el rango de 4,5 a 6,5; Ayala difiere, aseverando que el rango de Ph está comprendido entre 5,5 y 7,5; a pesar de estas diferencias, ambos autores mencionan que el Ph ideal para el cultivo de sachá inchi está entre 5 y 6.

Para Ayala, una de las ventajas que tiene el cultivo con respecto al suelo, es que tiene tolerancia a suelos ácidos, mientras que, para Mora, la ventaja es que no requiere labranza mecanizada del suelo, sino un mínimo de labores manuales, en siembra y deshierbe.

### **3.9.2 Temperatura**

“La temperatura para el Sachá Inchi varía entre los 10 y 36 grados centígrados, siendo la óptima, la comprendida entre los 22°C y los 32°C” (Vásquez, 2016). Si las temperaturas son superiores a las descritas por una fracción de tiempo prolongado, puede generar caída de flores y frutos pequeños, principalmente aquellos recién formados (Ayala, 2016). Así mismo, Santillán (2018) explica que la temperatura en la que mejor se desarrolla el cultivo de sachá inchi es 26°C, debido a que a esa temperatura, las plantas crecen libres de enfermedades.

### **3.9.3 Precipitación**

Para Manco (2006),

Sacha inchi es una planta que “requiere disponibilidad permanente de agua, para tener un crecimiento sostenido, principalmente cuando las lluvias se distribuyen uniformemente durante los 12 meses del año, debido a que en los períodos relativamente prolongados de sequía o de baja temperatura, causan un crecimiento lento y dificultoso, por otro lado el exceso de agua, ocasiona daño a las plantas e incrementa los daños por enfermedades, es por eso que la precipitación óptima para la planta de Sacha Inchi es desde 850 a 1000 mm.

Gómez (2018), difiere con el autor al decir que el requerimiento de agua para el cultivo de sachá inchi es de 1000 a 1250 mm.

### **3.9.4 Luminosidad**

La luz es otro factor ecológico importante para la planta del Sacha Inchi, pues entre más luz reciba la planta, mayor es la población de brotes, flores y frutos; si la intensidad de luz es baja, la planta va a requerir mayor número de días para completar sus fases de crecimiento y desarrollo, por lo tanto, si la sombra se prolonga y la luz disminuye, la floración va a disminuir y la producción va a ser menor (Ayala, 2016).

### **3.9.5 Altitud**

Manco (2006) afirma que sachá inchi, crece en suelos cuya altitud varía de 80 msnm en selva baja y en selva alta a 1700 msnm, sin embargo, Alayón (2016) aumenta el rango, mencionando que la altura en la que se desarrolla la planta está entre los 30 y los 2000 msnm.



### **3.10 Siembra**

Sacha inchi, se siembra de dos formas diferentes, de acuerdo a las características de la semilla y la zona, entre ellas se encuentra la siembra directa y la siembra indirecta.

*Siembra directa:* Su propagación se realiza por semilla, con una cantidad de 1,0 a 1,5 Kg/Ha, la distancia entre hileras, es de 2.5 a 3.0 m, la distancia entre plantas, es de 3,00 m, número de plantas por golpe 1, profundidad de siembra 2 a 3 cm (Manco, 2006). El Ministerio de comercio exterior y turismo de Perú y la Secretaría de estado de economía de Suiza (2012), explica que la siembra directa consiste en la utilización de semillas para terrenos ya preparados y que es recomendable utilizar semillas frescas sin la necesidad de realizar tratamientos pregerminativos, pero en caso de uso de semillas de más de 60 días, es necesario realizar una escarificación manual para promover la germinación en las semillas con testa gruesa. Por otro lado, Manco (2006), afirma que para sembrar una hectárea de terreno, se necesitan 2 kilogramos de semilla, usando un distanciamiento entre hileras de 3 metros por 3 metros y 2,5 kilogramos de semilla con un distanciamiento de 3,0 metros x 2,5 metros. La siembra debe realizarse de 2 semillas por golpe a una profundidad de 3 centímetros, y pasados 15 días de la siembra, se debe seleccionar la planta más vigorosa y replicar en las otras áreas sobrantes.

*Siembra indirecta:* el Ministerio de comercio exterior y turismo de Perú y la Secretaría de estado de economía Suiza (2012), menciona que la siembra indirecta, consiste en el uso de plantones provenientes de viveros, los cuales consisten en pregerminar la semilla en almácigos y replicar a bolsas negras de 0,5 kg, para de esa forma lograr plantones de calidad en 60 días. También afirma que la ventaja de la siembra indirecta, consiste en que se pueden seleccionar los

plantones de mejor calidad para enviarlos a campo definitivo, luego de un proceso de aclimatación, hecho que genera menos mortandad y pérdidas por plagas.

Para el pregerminado se deben utilizar camas almacigueras de arena lavada en aserrín, colocando las semillas en hileras cada una de 10 centímetros, a una profundidad de 2 centímetros. La germinación dura entre 8 y 14 días. Para este proceso se requieren 2 metros cuadrados de área en la cama del almácigo, los cuales serán instalados en una hectárea. Y durante este tiempo se debe mantener una luminosidad menos al 50% y el sustrato debe estar siempre húmedo, evitando el encharcamiento de agua, también es muy importante en este proceso tener una buena ventilación y aplicar fungicidas orgánicos a la semilla, para evitar el ataque de hongos (Ministerio de comercio exterior y turismo de Perú y Secretaría de estado de economía de Suiza, 2012).

Mora (2013), afirma que la siembra indirecta consiste en sembrar previamente en almácigos, distribuyendo las semillas en línea, a una profundidad de 3 cm y a una distancia de 10 cm entre sí, y cuando la planta tenga sus 2 hojas verdaderas, se procede a hacer el repique o traslado de las más vigorosas a bolsas de plástico de 10 x 20 cm. La planta debe permanecer allí por un mes, para luego ser llevadas a campo definitivo para su trasplante, antes de que este empiece a trepar (45 días desde el almácigo hasta el trasplante).

Un estudio realizado en Brasil por Jeromini, Barbosa, Da Silva y Martins (2018), titulado *Sustrato y posición de siembra en la producción de Plukenetia volubilis*, tuvo como objeto de estudio, identificar el sustrato y la posición de la semilla más favorable para la producción de sachá inchi, para ello sembraron la semilla en 4 posiciones diferentes, los sustratos que utilizaron en la investigación fueron arena, vermiculita y sustrato comercial, como resultado de la

investigación se conoció que la producción de las plantas de sachá inchi, no es afectada por el sustrato o la posición de la semilla en la siembra.

Otro estudio realizado en Manaus, Brasil por Da Silva, Vieira, Boneti, Melo y Martín (2016), quiso evaluar el efecto de la temperatura y el sustrato sobre la germinación, para ello se hicieron 2 investigaciones: la primera consistía en condiciones de siembra en papel toalla enrollada a temperaturas de 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 45°C, el segundo estudio consistió en la siembra de *Plukenetia volubilis* en los sustratos, toalla de papel, Bioplant, micras superfina, fina, mediana y gruesa vermiculita. Como resultado de la investigación se obtuvo que la temperatura ideal para la germinación de sachá inchi, oscila entre los 25 y los 30 °C, teniendo en cuenta que 20°C es la temperatura mínima para la germinación y las temperaturas por encima de los 35°C, son letales para la semilla, en este caso el sustrato con el que tuvieron mayor resultado para la germinación de la semilla fue micras o vermiculita fina.

Luego de esta etapa, sigue la etapa de trasplante, en la cual se deben hacer en el terreno hoyos de 30x30x30 cm, en los cuales se deben colocar las plantas, posterior a ello, se debe retirar la bolsa de plástico que la envuelve, previniendo que se desmorone el sustrato que rodea la raíz. Después de esto, se debe poner la planta en el hoyo, de forma tal que el cuello de la planta, quede al ras del suelo, colocando tierra superficial en el fondo, hasta que se consiga la altura ideal de aproximadamente 30 cm, y agregando abono o fertilizante a la planta, luego de esto se debe hacer presión sobre el suelo, para evitar espacios vacíos, también se debe dejar un montículo de tierra alrededor de la planta, para evitar el exceso de agua, durante las precipitaciones (Ministerio de comercio exterior y turismo de Perú y Secretaría de estado de economía de Suiza, 2012).

### 3.10.1 Principales fases de la siembra de sachá inchi

Tanto para siembra directa como para siembra indirecta se deben tener en cuenta s siguientes prácticas culturales.

*Preparación del terreno:* Se debe cortar toda la maleza media y baja, no se recomienda hacer quemas ya que de esta manera se degradan los suelos; se recomienda dejar los residuos de las malezas porque sirven como abono orgánico, evita la erosión y protección del suelo (Andrade, 2009).

Mora (2013), concuerda con Andrade (2009) y complementa la información aseverando que antes de realizar la siembra, se debe efectuar el trazo del sistema de drenaje y los caminos a fin de facilitar los desplazamientos dentro de la plantación, el ingreso de insumos, la atención de las labores culturales y salida de la cosecha.

*Sistemas de tutoraje:* Se emplean dos sistemas de tutores vivos y tutores muertos o espalderas; De acuerdo con Andrade (2009), entre los tutores vivos, el más adecuado es el mataratón *Gliricidia sepium* por ser de rápido crecimiento; el Ministerio de comercio exterior y turismo de Perú y la Secretaría de estado de economía de Suiza (2012), también recomiendan el mataratón, pero además incluye la Amasisa, ya que considera que son especies de rápido enraizamiento y crecimiento, para ello recomienda que deben instalarse dos meses antes del trasplante de los plántones en el caso de siembra indirecta, y en caso de siembra directa, deben ser instalados simultáneamente con la siembra de las semillas. Por ende es recomendable utilizar un tutor vivo por planta de sachá inchi, estos deben ser sembrados a una profundidad de 50 cm y

a 15 cm de la planta de sachá inchi; como tutores muertos o espalderas, deben utilizarse para suelos planos ya que estos son los apropiados para este tipo de suelo, a razón de que las ramas se acomodan a los alambres templados entre los tutores, para esto, se requiere la utilización de postes de 3m, a 3.50 m. de longitud las cuales son enterrados de 60 cm. a 70 cm. de profundidad, en hileras y en forma vertical, colocando también en los extremos otros postes llamados templadores (fijos al suelo con alambre galvanizado), posteriormente se realiza el templado de dos hileras de alambre a 120 cm y 80 cm. del suelo, y finalmente se realiza la siembra del sachá Inchi (Santillán, 2018).

A diferencia de Santillán, el Ministerio de comercio exterior y turismo de Perú y la Secretaría de estado de economía de Suiza (2012), afirman que, para la instalación de un sistema de espalderas con tutores muertos, se requieren postes de madera rolliza dura y alambre galvanizado, recomendando colocar los postes de madera de 2,5 m de largo por 15 cm de diámetro. Estos deben ser instalados a una profundidad de 50 cm para asegurar que estén sólidos a un distanciamiento de 3x3 m o 4x3m, dependiendo de la resistencia del alambre.

Para dar buen soporte a los postes, es necesario colocar templadores, que son postes que se instalan inclinados en ambos extremos sujetos al suelo, por ello es recomendable temprar 2 filas de alambre: la primera a 1,2 m del suelo y la segunda a 2 m. Se sugiere también utilizar entre líneas 3 m de la calle y 4 m entre postes en la línea, para lo cual se necesitarán 834 postes por Ha. Con ello se asegura un mejor manejo y acomodo de las ramas en los alambres, hecho que facilita las podas y cosechas e incrementa la producción en comparación con los sistemas tradicionales sin tutoraje o con tutores vivos (Ministerio de comercio exterior y turismo de Perú y Secretaría de estado de economía de Suiza, 2012).

*Guiamiento del sachá inchi:* Cuando se trabaja con tutores vivos, es recomendable amarrar las guías con una cuerda a las ramas del tutor vivo, para que éstas se distribuyan de manera homogénea y faciliten las podas y la cosecha, en caso de trabajar con tutores vivos, se acomodan las ramas sobre el tutor vivo y las espalderas para lograr buena distribución de las guías de sachá inchi y al igual que en el sistema de tutores muertos con espalderas, se recomienda sembrar la planta en el centro; en estos sistemas, es recomendable utilizar hilos, cuerdas y/o varas, para lograr generar una horqueta con 3 a 4 ramas en los primeros 50 cm del tallo, lo que permitirá distribuir de forma adecuada, la planta a la espaldera. Un adecuado guiamiento de sachá inchi determinará un mejor y más fácil manejo, sanidad y mayor producción (Ministerio de comercio exterior y turismo de Perú y Secretaría de estado de economía de Suiza, 2012).

*Riego:* En el caso de zonas muy secas, se deben utilizar riegos complementarios. Los riegos deben realizarse en la época de sequía y en la época 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 (Torres, 2018).

*Cultivos de cobertura:* Pueden ser cualquier especie vegetal que cubra el suelo o incremente su fertilidad. Es relativamente fácil incorporar los cultivos de cobertura en el cultivo de sachá inchi. Lo principal es la selección de la especie apropiada, que debe adaptarse al ambiente y al cultivo. Pueden ser leguminosas comestibles como los frijoles comunes o leguminosas usadas para forraje.

De acuerdo con Andrade (2009), entre los beneficios de los cultivos de cobertura se pueden mencionar los siguientes.

- La reducción de la erosión.
- El incremento en la fertilidad del suelo
- La reducción de malezas y los costos de los deshierbes.
- El incremento en la disponibilidad de agua para el cultivo.
- La reducción de plagas y enfermedades.

*Poda:* Los tipos de poda son poda de formación y poda de producción; en la poda de formación 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 debe formar una horqueta con solo dos ramas que se guían sobre la espaldera o tutor vivo. (Torres, 2018), y en 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 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, evitando que las ramas lleguen al suelo y se debe dejar libre una altura despejada mínima de 20 centímetros entre el suelo y la rama. (Torres, 2018).

*Cultivos intercalados:* Es recomendable para la diversificación del cultivo, intercalarlo con otros cultivos como maíz, frijol, maní, ají, entre otras hortalizas, granos y legumbres, además el sachá inchi también se puede asociar con cultivos de plátano, papaya y yuca en los linderos de la finca, para de esa forma evitar que hagan sombra. No es recomendable asociar sachá inchi con

solanáceas (papa, tomate) debido a que este tipo de cultivos es susceptible a enfermedades como los nematodos (Andrade, 2009).

*Arboles forestales:* Estos deben ser incluidos en la finca, en los linderos y áreas donde no hay cultivos de sacha inchi por las altas pendientes y la pobreza de los suelos, es recomendable usar especies forestales de valor comercial como: bolaina blanca, caoba, cedro, pino etc. (Andrade, 2009).

### **3.11 Plagas**

Según la FAO una plaga es “cualquier especie, raza o biotipo animal, vegetal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales”.

#### **3.11.1 Nematodos**

Cuando la planta está infectada, se puede observar un desarrollo deficiente y una menor cantidad y menor tamaño de hojas, color verde pálido o clorosis. Las inflorescencias o frutos no se forman o se atrofian y son de baja calidad. Forman quistes que se desprenden fácilmente de las raíces. Cada uno contiene y provee hasta 600 huevos, cada huevo está protegido además por su propia cáscara, y pueden vivir hasta por 20 años o más; los huevos emergen cuando son estimulados por los exudados de las raíces (Santillán, 2018).

Los nematodos, son organismos microscópicos que afectan a las plantas, para el caso de sacha inchi, se ha detectado la presencia de *Meloidogyne incognita*, la cual 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; esto ocasiona la formación de nódulos. Y a través de estas heridas ingresa el hongo *Fusarium sp.*, lo que ocasiona la muerte de las plantas. Como medidas de control para esta plaga se tiene que una vez el sacha inchi es atacado por este nematodo es muy susceptible y no tiene la capacidad de defenderse contra su ataque, por ello para disminuir las poblaciones del nematodo en el suelo, se recomienda la aplicación de materia orgánica y el uso de plantas trampa entre surcos como la *Crotalaria sp.*, así como el uso de productos biológicos que se encuentren en el mercado. También existen los productos denominados bionematicidas, formulados a base de hongos nematófagos, los cuales parasitan los huevos y las hembras, reduciendo la multiplicación del nematodo (Ministerio de comercio exterior y turismo de Perú y Secretaría de estado de economía de Suiza, 2012).

### **3.11.2 Cortadura de tallos**

Los grillos topo y las hormigas, actúan principalmente por las noches, atacan el cuello de la planta cortándola, con lo cual pueden destruirla parcial o totalmente. La forma de controlar esta plaga, consiste en aplicar en las hojas y tallos tutores, los caminos y los nidos o casas de las hormigas, algún extracto de plantas repelentes (Ministerio de comercio exterior y turismo de Perú y Secretaría de estado de economía de Suiza, 2012).

### **3.11.3 Raspadura de hojas, frutos y tallos**

Este tipo de problemas son provocados por hormigas, larvas lepidópteras (mariposas), moscas minadoras y arañas rojas, las cuales se alimentan de los bordes de la hoja y ocasionan agujeros

en la cápsula del fruto, produciendo su destrucción parcial o total (Ministerio de comercio exterior y turismo de Perú y Secretaría de estado de economía de Suiza, 2012).

#### **3.11.4 Picadores- minadores**

Es ocasionado por chinches y queresas, los cuales pican y chupan el contenido líquido de las hojas, tallos y ramas, en especial de los que están en formación. Cuando la infestación es alta la planta se seca. La forma de controlarlo es aplicar 180 ml de aceite agrícola en 15 litros de agua y aplicar esta solución sobre los tallos y ramas, semanalmente hasta que el problema disminuya.

### **3.12 Enfermedades**

Según la FAO es una “alteración de las funciones básicas de la planta debido a la acción de un agente patógeno o factor ambiental adverso”.

#### **3.12.1 Agallas del tallo**

Esta enfermedad es causada por el hongo *Cronartium sp.* el cual provoca agallas o tumores en los tallos principales, las ramas y las nervaduras de las hojas y en el caso de presentarse en el tallo principal, puede causar la muerte de la planta; para manejar esta enfermedad lo más importante es la detección temprana de las agallas o tumores y su correcta eliminación 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 (Andrade, 2009).

### **3.12.2 Manchas foliares**

Esta enfermedad ocasionada por el hongo *Cercospora sp* y *Rhizoctonia sp*, produce en la planta, manchas redondas en las hojas, más o menos regulares, de coloración pardo oscuro brillante, el borde se presenta de coloración café rojizo, y el centro presenta coloración grisácea, a medida que pasa el tiempo, estas manchas pueden volverse ligeramente angulares, y aumentar su tamaño un poco más (Ayala, 2016), lo cual, según Andrade (2009), afecta el proceso de fotosíntesis de la planta.

### **3.12.3 La mancha del fruto**

Andrade (2009), el Ministerio de comercio exterior y turismo de Perú y la Secretaría de estado de economía de Suiza (2012), coinciden en que la antracnosis, es ocasionada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, esta enfermedad ocasiona baja calidad del fruto y baja producción, debido a la pérdida en la producción de la semilla, por esta razón se recomienda realizar podas y eliminación de maleza para evitar el exceso de humedad y propagación de hongo.

### **3.12.4 Pudrición de raíces**

Esta enfermedad es ocasionada por un hongo llamado *Fusarium sp.*, que está incorporada en el suelo e infecta a la planta por las heridas formadas en las raíces ocasionadas por mal manejo de la herramienta. Este hongo afecta los tejidos internos de las raíces; su principal síntoma es una coloración oscura en su interior, por lo que la circulación de agua y nutrientes no se realiza, y se evidencia también marchites de la parte aérea de la planta y se produce su posterior muerte. La presencia de esta plaga es ocasionada por un mal drenaje del suelo, que produce una alta

humedad, además de la falta de aeración; las altas temperaturas también ocasionan 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 éstas 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. También se puede aplicar, en el cuello y el tallo de la planta, una mezcla de sulfato de cobre y cal apagada (caldo bordelés) (Ministerio de comercio exterior y turismo de Perú y Secretaría de estado de economía de Suiza, 2012).

### **3.13 Nutrición del cultivo de sachá inchi**

Según Balta, Rodríguez, Guerrero, Loli y Cachique (2015), la nutrición de la planta es muy importante, debido a que el rendimiento y la calidad de un cultivo dependen de factores internos (genotipo), pero también de factores externos como clima, agua, suelo; por ende la nutrición de la planta debe ser aplicada de acuerdo a las exigencias, cantidades y épocas adecuadas.

#### **3.13.1 Fertilización**

Se realiza en vivero mediante 2 a 3 aplicaciones de 32-10-10 (3 Kg/Ha), en campo definitivo, se debe aplicar abono foliar a base de nitrógeno (1,0 – 1,5 L/Ha), y también se deben complementar con aplicaciones de 10-55- 10 (2-4 Kg/Ha), al inicio de la floración e inicio de la formación del fruto, se deben realizar aplicaciones de NPK (30 g de urea + 45 g de superfosfato triple + 30 g de cloruro de potasio) (Manco, 2006).

### **3.13.2 Propiedades de los abonos orgánicos**

En el Perú, Díaz, Tello y Arevalo (2014), evaluaron el uso de tutores y la aplicación de tratamientos biofertilizantes a base de estiércol vacuno, rumen de ganado, ceniza, huevo molido, fermento de maíz, entre otros componentes orgánicos, en el crecimiento y desarrollo de un cultivo de Sacha Inchi. Se utilizaron bloques completos al azar, (Tutor vivo-Tutor de espaldera) en las cuales se trasplantaron las plantas de Sacha Inchi, y se les aplicaron los biofertilizantes. Se evaluaron la altura de la planta, el número de flores, y el número de frutos. Comprobándose que las plantas biofertilizadas tuvieron mejor crecimiento y desarrollo, pues los biofertilizantes son una fuente rica en nutrientes que permite promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas. Los tutores y los diferentes tratamientos dieron resultados positivos. En el caso de los tratamientos dependiendo de sus componentes, en algunos casos incrementaron el número de flores y frutos, en otros redijeron los días de la fructificación, mientras que otros mejoraron la productividad de la planta.

A pesar de que el sachu 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 debe realizar análisis de suelos. Se recomienda utilizar productos basados en materia orgánica: humus de lombriz o composta. En el caso de suelos fuertemente ácidos, se recomienda roca fosfórica. Las aplicaciones se realizarán de acuerdo con la etapa en la que se encuentre el cultivo (Andrade, 2009).

Los abonos orgánicos, tienen propiedades que ejercen unos determinados efectos sobre el suelo, los cuales hacen aumentar la fertilidad de este, debido a que actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades (Velíz, 2014).

### **3.13.3 Propiedades físicas**

De acuerdo con Velíz (2014), por su color oscuro, el abono orgánico, absorbe más las radiaciones solares, razón por la cual el suelo adquiere más temperatura y se puede absorber con mayor facilidad los nutrientes.

Además, también afirma que el abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos. También disminuye la erosión del suelo, tanto de agua como de viento y aumenta la retención de agua en el suelo, debido a que absorbe más el agua cuando llueve o se riega, haciendo que se retenga el agua durante mucho tiempo en época de verano.

### **3.13.4 Propiedades químicas**

Los abonos orgánicos aumentan la capacidad de intercambio catiónico del suelo, aumentando la fertilidad (Velíz, 2014).

### **3.13.5 Biología del suelo**

Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, razón por la cual hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios. Por otro lado, estos también constituyen una fuente de energía para los microorganismos, hecho que hace que se multipliquen rápidamente (Velíz, 2014).

### **3.13.6 Tipos de abonos orgánicos**

*Extracto de algas:* Es un producto compuesto de carbohidratos promotores del crecimiento vegetal, aminoácidos. Este producto es un bioactivador que actúa favoreciendo la recuperación

de suelos, frente a situaciones de estrés, haciendo que se incremente el crecimiento vegetativo, floración, fecundación, cuajado y rendimiento de los frutos (Velíz, 2014).

*Bocashi*: Es un excelente bioestimulante y enraizante vegetal, debido a su contenido de auxinas de origen natural, vitaminas, citoquininas, microelementos y otras sustancias que favorecen el crecimiento y desarrollo de toda la planta (Velíz, 2014). Por otro lado, Ríos (2015), evaluó un abono tipo bocashi en el crecimiento del sachá inchi. El trabajo se realizó en una finca de provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, Perú, con la finalidad de evaluar el efecto de los niveles de abono fermentado tipo bocashi en el crecimiento de la altura, y porcentaje de mortandad del sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*) y así mismo estimar el efecto del abono fermentado tipo bocashi en la fertilidad del suelo degradado por acidez. Se usó un diseño de bloques completamente al azar, con 4 tratamientos, aplicando diferentes niveles de bocashi (T = 0g, T1 = 200g, T2 = 300g y T3 = 400g), con ello se estableció que el tratamiento T3 (400g) fue el de mejor resultado debido a que no registró mortandad y mejoró sustancialmente las condiciones del suelo.

*Lombricompost*: Es un activador del desarrollo vegetativo, mejorando el calibre y coloración de los frutos y otros, el aporte de aminoácidos libres, facilita que la planta ahorre energía en sintetizarlos, a la vez que facilita la producción de hormonas, proteínas y enzimas (Velíz, 2014).

Existen 2 formas de aplicación de este abono que son: fertilización del Hoyo, el cual consiste en la aplicación de 1 kilogramo de humus de lombriz o compost por planta 2 veces por año, al inicio y al final de la época de lluvias. Cuando se presentan suelos fuertemente ácidos, es recomendable una aplicación de 100 gramos de roca fosfórica por planta si el Ph de los suelos es

menor a 4,5 y además tiene alta saturación de aluminio, estas dosis pueden variar según el análisis de suelo y fertilizantes complementarios de suelo, que se trata de aplicar una dosis de 0,5 kilogramos de humus de lombriz o compost por planta 2 veces por año que deben ser al inicio y al final de las lluvias (Andrade, 2009).

*Abonos a base de estiércol:* Poseen gran cantidad de materia orgánica, por lo que favorecen la fertilidad del suelo, incrementando la actividad microbiana de este, y facilitando el transporte de nutrientes a la planta a través de las raíces, pero en menor cantidad al Bocashi y el Lombricompost (Velíz, 2014).

*Abonos foliares:* Son líquidos, se diluyen para su aplicación en una proporción de 4 al 10%, se obtiene mediante la biofermentación en un líquido de estiércoles de animales, principalmente vacunos, hojas de plantas y frutas con estimulantes como: leche, suero, melaza, jugo de caña, jugo de frutas o levaduras, y teniendo en cuenta el tipo de biofermento a elaborar, cenizas entre otros. Este tipo de abonos pueden ser aeróbicos (presencia de aire) o anaeróbicos (sin presencia de aire) y su aplicación puede hacerse directamente a los suelos o sobre las plantas (Mora, 2013). Otros abonos aprobados para la agricultura orgánica son roca fosfórica, ulexita, dolomita, sulfato de potasio y sulfato de magnesio, violes, microorganismos eficientes, bioestimulantes (Andrade, 2009).

*Abonos verdes:* consiste en el cultivo de plantas, especialmente de leguminosas como: arveja, trébol, frijol, alfalfa u otros, gramíneas como avena, cebada, rey grass etc., para luego ser incorporados al suelo en estado verde, por lo general cuando está iniciando la floración. Con esa



práctica se mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, además que mejora la fertilidad (Mora, 2013).

Tabla 6. *Aportes a la nutrición de algunas plantas*

<b>Nutrimientos de algunas plantas</b>	
<b>Calcio</b>	Diente de león, árnica, raíz de apio.
<b>Magnesio</b>	Diente de león.
<b>Hierro</b>	Diente de león, menta, anís, rábano, espinacas.
<b>Silicio</b>	Cola de caballo, ortiga, llantén, bagazo de caña de azúcar, cascarilla de arroz.
<b>Potasio</b>	Manzanilla, raíz de helecho, salvia, plátano, banano y cuadrado
<b>Nitrógeno</b>	las hojas de leguminosas, como el frijol, gandul
<b>Fosforo</b>	Granos, como maíz y arroz

Fuente: adaptada de Mora, 2013.

### 3.14 Aspectos productivos del cultivo de sachá inchi

Entre los principales aspectos productivos del sachá inchi se encuentran,

### **3.14.1 Cosecha**

Las primeras cosechas se realizan después del octavo mes, esto puede variar dependiendo del manejo que se le dé al cultivo. De acuerdo con Andrade (2009), la cosecha se realiza cada 10 o 15 días, reportando mayor producción en presencia de lluvias; por el contrario Manco (2006), reporta que la cosecha puede iniciar a los 6.5 u 8.0 meses después del trasplante, cuando los frutos están secos, recogiendo las cápsulas manualmente cada 15 – 30 días. Por otra parte, Mora (2013), asevera que los frutos llegan a la maduración aproximadamente de 3 a 4 meses después de iniciada la fructificación, es decir a los 5 o 6 meses de realizada la plantación en el terreno definitivo.

### **3.14.2 Rendimiento del cultivo**

Para el primer año, según Manco (2006), se pueden obtener rendimientos de 0,7 – 2.0 Ton/Ha, pero Gómez (2018), difiere al mencionar que se pueden obtener rendimientos tan solo 0,4 a 0,6 Ton/Ha.

Segundo año: 0,8 a 1,0 Ton/Ha

Tercer año: 2,0 a 3.0 Ton/Ha

Cuarto año: 4,0 a 5,0 Ton/Ha

### **3.14.3 Post-cosecha**

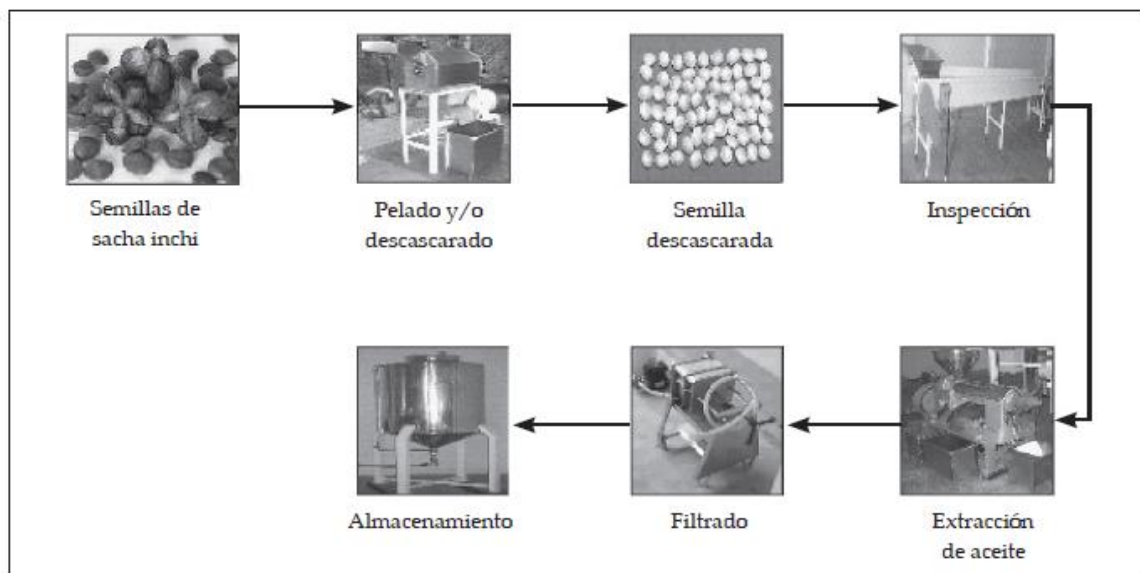
Se realiza un secado, que puede ser de forma natural exponiendo las capsulas a la luz del sol o de manera artificial con secadores que funcionan a base de energía solar, petróleo u otra fuente de energía. La semilla de queda con un 15% de humedad en la que luego se realiza la extracción de la semilla la cual se puede realizar de forma manual o con maquinaria, cuando la semilla ya

ha sido extraída se almacena en costales en una ambiente fresco y seco para garantizar la calidad (Rangel, 2012).

### 3.14.4 Fases de extracción de aceite

En el siguiente cuadro, se encuentran las principales fases para la extracción de aceite,

Figura 3. *Proceso de extracción del aceite de sachá inchi.*



Fuente: Chirinos, Adachi, Calderón, Díaz, Larrea, Mucha, et al., 2009.

**Molienda:** La extracción del aceite se realiza con mayor eficiencia cuando la semilla es sometida a una trituración previa o a una laminación, para lo cual existen molinos diseñados para producir la rotura de la semilla. El diámetro de los cilindros de un molino de rodillos, varía de 200 a 400 milímetros y su longitud es de 1000 milímetros (Chirinos et al., 2009).

**Calentamiento:** Favorece el proceso siguiente a la extracción. Debido a que las gotas de aceite repartidas en la masa de la semilla se unen entre ellas para dar origen a gotas más grandes, las

cuales salen más fácil de la masa de la semilla, por efecto de la elevación de la temperatura. Algo importante de mencionar es que el calentamiento de las semillas se debe realizar con equipos adecuados para no producir alteraciones fisicoquímicas u organolépticas en el aceite (Chirinos et al., 2009).

*Filtrado:* Después del proceso de obtención del aceite se realiza un filtrado del aceite para eliminar restos de la semilla o de cualquier otra impureza que afecte la calidad del aceite y altere el producto final (Sterling, 2016).

*Envasado y etiquetado del aceite:* Después del filtrado se procede a envasar y etiquetar el aceite de sacha inchi, generalmente en botellas de 250 centímetros cúbicos (un cuarto de litro) de vidrio verde, las cuales buscan proteger al producto de las radiaciones UV para no afectar su calidad (Sterling, 2016).

### **3.14.5 Tipos de aceite**

*Aceite extra virgen:* es el producto del primer prensado en frío, con una acidez inferior al 1 % (Sterling, 2016).

*Aceite virgen:* este se adquiere a partir del segundo prensado, y presenta una acidez inferior al 2 % (Sterling, 2016).

*Aceite puro:* este se obtiene por extracción con solvente, con acidez inferior al 2 % (Sterling, 2016).

*Aceite insaturado:* este se obtiene cuando se han eliminado los ácidos grasos saturados y ofrece mayor concentración y contenido de ácidos grasos insaturado (Sterling, 2016).

*Aceite polinsaturado*: este se obtiene cuando se han eliminado los ácidos grasos saturados y mono insaturados, ofrece mayor concentración y contenido de ácidos grasos polinsaturados (Sterling, 2016).

### 3.14.6 Perecibilidad, productividad y complejidad tecnológica

El tiempo de vida del aceite de sachá inchi está estimado en 18 meses en condiciones óptimas de almacenamiento (lugar seco, fresco y por debajo de los 30°C).

La productividad en general se obtiene 12% de aceite por cada kilogramo de semilla, sin embargo, el porcentaje puede variar en función del método de extracción aplicado.

Tabla 7. *Rendimiento de aceite*

<b>Descripción</b>	<b>Extracción mecánica</b>	<b>Extracción por solvente</b>
Nivel de inversión	Reducido	Alto
Tamaño	Flexible	Alto
Control del proceso	Sencillo	Complejo
Riesgo de seguridad del proceso	Simple	Complejo
Calificación de la mano de obra	Media	Especializada
Extracción de aceite	Incompleta	Completa
Consumo de energía eléctrica	Alto	Medio
Costos de mantenimiento	Medio	Medio
Pureza del aceite	Alto	Medio

Fuente: adaptada de Chirinos et al., 2009.

### **3.14.7 Trazabilidad y certificación orgánica:**

Según Chirinos et al. (2009), debido a las altas exigencias de los mercados internacionales y la orientación del producto, es necesaria la obtención de certificados tanto para su comercialización orgánica, como para los procesos de la cadena productiva. Para ello la certificación orgánica se basa en la producción acreditada por los organismos destinados con este fin como lo son el Ministerio de Agricultura de Estados Unidos, la Comunidad Económica Europea y el JAS en el caso de Japón.

El más alto potencial del Sacha inchi, se encuentra en su uso como ingrediente de suplementos dietéticos que sean fuente de sustancias esenciales y benéficas como ácidos grasos, omega 3, debido a que son utilizados para reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, por lo cual la demanda del aceite de sachá inchi se ha incrementado considerablemente en Estados Unidos con una tendencia a seguir aumentando (Chirinos et al., 2009).

En el caso de las certificaciones de los procesos de la cadena productiva, estas garantizan la calidad y dan seguridad al consumidor del control de los procesos desde la materia prima hasta su distribución final. En el proceso de elaboración de aceite de sachá inchi, puede ser certificado en sus diferentes etapas con la certificación HACCP, la cual garantiza las buenas prácticas de manufactura e inocuidad del producto durante el proceso de transformación, lo cual otorga garantías a los consumidores de productos orgánicos. La certificación orgánica, garantiza que la materia prima del aceite es orgánica, por lo cual la diferenciación de otros productos similares se lograra como consecuencia de haber obtenido estas certificaciones (Chirinos et al., 2009).

### **3.14.8 Productos de exportación**

Según Andrade (2009), los mayores productos de aceptación en el mercado internacional son el aceite de sachá inchi o a granel, el aceite embotellado y los snacks, los cuales tienen un mercado creciente.

El consumo de sachá inchi está en aumento y se relaciona con la comida saludable y las dietas medicinales, debido a sus bondades nutricionales con el omega 3, es por ello que la estrategia comercial está enfocada principalmente en el mercado orgánico, a través de la elaboración de los productos orgánicos y las prácticas de manufactura de calidad, exigiendo para ello la certificación orgánica y de comercio justo.

### **3.14.9 Cadena productiva del sachá inchi**

La cadena productiva del sachá inchi se divide en

*Planta entera:* sirve de alimento para animales (henificación): vacunos, pavos, etc. (Sterling, 2016).

*Fruto:* se puede consumir en, cápsula o cáscara: los desechos de la producción son utilizados como cama para vacunos, ovinos, porcinos, aves de corral, fermentación industrial (obtención de alcohol y acetona.), combustible, o como almendra o semilla: en forma de snack salado o dulce.

*Harina:* panificación en general, galletas, alimentos dietéticos, alimentos para niños y ancianos, base de diversos platos típicos (guisos, sopas, salsas, bebidas proteicas, etc.) (Sterling, 2016).

### **3.15 Condiciones edafoclimáticas de la Meseta de Popayán**

Popayán es la capital del Departamento del Cauca, en la República de Colombia; se encuentra a una altitud de 1.738 msnm, tiene una temperatura media de 19°C, precipitación media anual de 1.941 mm, y se localiza a los 2°27' norte y 76°37'18" de longitud oeste del meridiano de Greenwich (Alcaldía de Popayán, 2019).

Los suelos de la Meseta de Popayán, presentan terrazas de clima medio húmedo, con piso bioclimático sub-andino y zona de vida de bosque muy húmedo, son suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas por lo cual el Ph va de 5.3 a 5.8; la profundidad efectiva es variable, de superficial a moderadamente profunda, limitada en la mayoría de los casos por la presencia de capas de gravilla, cascajo y piedra, estos suelos poseen una buena capacidad de drenaje; geomorfológicamente corresponden a suelos con formas planas a ligeramente onduladas y de pendientes de 0,3 hasta 7%; estos suelos se caracterizan por presentar colores muy oscuros debido a las cenizas y pardo amarillentos a razón de los materiales aluviales, las texturas predominantes son las franco arcillo-arenosas, con poca gravilla (Gómez y Pavón, 2008), cuenta con piso térmico, templado.

El sector rural de la ciudad de Popayán se encuentra conformado por las veredas La Rejoja, Alto Puelenje, Puelenje Centro, El Túnel, Julumito, La Tetilla, La Yunga, La Mota, Alto Pesares, Figueroa, Bajo Gualimbío, Los Dos Brazos-Samanga, Santa Bárbara, El Charco, Las Mercedes, Bajo Charco, Cajete, Clarete, La Cabuyera, El Canelo, El Sendero, El Tablón, Río Blanco, La Calera, La Meseta, Las Guacas, Los Cerrillos, Los Llanos, Los Tendidos, Pisojé Alto, La Playa, vereda de Torres, San Antonio, San Bernardino, San Ignacio, San Rafael, Santa Rosa, Villanueva, Samanga, Las Chozas, Pisojé Bajo, Santa Elena, Calibío, Siloé. Resguardo Indígena



Poblazón; las principales fuentes de ingreso del sector agropecuario de la Meseta de Popayán, son los cultivos permanentes y semipermanentes como el café, el maíz, caña panelera, plátano, espárrago, fique, rastrojos, pastos (ganadería especializada, ganadería tradicional, ganadería de lidia) y bosques plantados (Consejo Municipal de Popayán, 2004).

#### 4. Análisis del tema

Sacha inchi es un cultivo promisorio para el futuro, ya que se espera que aporte muchos beneficios a la medicina, la ciencia y la industria, esto debido a las excepcionales propiedades nutritivas de sus semillas y su aceite, a razón de que sus principales componentes son proteínas, aminoácidos, ácidos grasos esenciales como omega 3,6 y 9 y vitamina E, hecho que lo convierte en la mejor oleaginosa a comparación de otras semillas (girasol, maní, palma, soya, maíz, colsa), razón por la cual, es apetecida en el mercado internacional, donde los países de Canadá, Estados Unidos, Japón, España y Francia, son los mayores comparadores de este producto.

El mayor productor de sachá inchi en el mundo es Perú, en Colombia se puede encontrar sachá inchi en forma silvestre en los Departamentos de Putumayo y Amazonas y se viene incursionando en el mercado de sachá inchi como cultivo establecido, a partir del año 2012, siendo el Departamento de Putumayo el primer productor, expandiendo su producción al Departamento del Choco para el año 2013, para el año 2015 tuvo una expansión de producción en los Departamentos de Amazonas, Putumayo, Valle del Cauca, Vichada y Quindío, y para el año 2016, el Departamento del Cauca, empezó a incursionar en este mercado, con una participación de 9 Toneladas.

Teniendo en cuenta los requerimientos agronómicos y productivos que necesita el cultivo de sachá inchi para su instalación, según la teoría encontrada, se podría decir que el Municipio de Popayán cumple con la mayoría de exigencias del cultivo, a razón de que,

La altura promedio en la que se desarrolla el cultivo, está comprendida entre los 30 a los 2.000 msnm, y la altura del municipio de Popayán se encuentra dentro de ese rango al estar a los 1.738 msnm.; la temperatura promedio para el cultivo de sachá inchi comprende de 10 a 36°C, y

Popayán, tiene una temperatura promedio de 19°C, aunque esta temperatura no se acerca a la ideal para el desarrollo del cultivo que es 26 °C a razón de que a esta temperatura el cultivo crece libre de enfermedades, esta temperatura, se encuentra dentro de ese rango; la precipitación óptima para esta planta es de 1.000 a 1.250 mm ya que según la teoría, precipitaciones mayores a esta, incrementan el riesgo de daños provocados por enfermedades, la precipitación anual de Popayán es de 1.941 mm, pero teniendo en cuenta que los suelos de Popayán, son considerados suelos de buen drenaje, por poseer unas texturas franco arcillo-arenosas y además de que las lluvias se distribuyen uniformemente durante los 12 meses del año, este cultivo se puede adaptar a estas condiciones; el Ph ideal para sachá inchi va de los 5 a 7,5 , siendo el ideal el comprendido entre 5 y 6, a razón de que este cultivo tiene tolerancia a suelos ácidos, es por ello que el Ph de este municipio, se puede adaptar a los requerimientos de sachá inchi, debido a que el Ph está comprendido entre 5,3 a 5,8.

Popayán es un municipio de clima templado, y por lo tanto, es recomendable utilizar tutores muertos o espaldaderas para la siembra de sachá inchi, esto debido, a que la especie vegetal que se necesita para este sistema, es el mataratón *Gliricidia sepium*, y este árbol al ser de clima cálido, no se adapta a las condiciones climáticas de Popayán, se considera recomendable la siembra indirecta para el cultivo de sachá inchi, debido a que este proceso permite realizar una mejor selección de plantas.

En la preparación del terreno, resulta beneficioso dejar el material vegetativo que queda como resultado del deshierbe, debido a que este favorece el proceso de abonamiento orgánico, además, no se recomienda realizar quemados, debido a que acaba con todos los microorganismos del suelo; para guiamiento de sachá inchi, es recomendable utilizar pitas de algodón, debido a que estas se descomponen fácilmente en el ambiente y no ocasionan daños a la planta; a razón de que el

municipio de Popayán, cuenta con una alta precipitación, no se considera necesario implementar sistemas de riego, sino que en épocas prolongadas de sequía se deben realizar riegos; cuando se realizan podas en el cultivo, se debe hacer buen uso de las herramientas, debido a que el mal manejo, puede causar heridas, que pueden favorecer la entrada de enfermedades a la planta, por ello la mejor forma de control de enfermedades y de plagas es la prevención, mediante la aplicación de buenas prácticas agrícolas, como la desinfección de herramientas, intercalo de cultivos y aporque.

El mercado internacional, requiere productos orgánicos para su consumo, y teniendo en cuenta que el mercado de sacha inchi, se encuentra principalmente en el exterior, se hace necesario incursionar en la producción a base de abonos orgánicos.

En clima cálido, la producción de sacha inchi puede alcanzarse a los 6,5 meses después de trasplante, teniendo en cuenta que Popayán, cuenta con clima templado, la producción puede variar de 6,5 a 8 meses, sin afectar la calidad o el rendimiento del mismo;

Referente al género, *Plukenetia* es el más utilizado, debido a que de éste, se tienen identificadas 19 especies, en Colombia Ayala (2016), realizó un estudio de investigación con tres variedades de sacha inchi, utilizando las variedades inca-1, catio-2 y nukat-3, obteniendo como resultado que la variedad nukat, demostró los mejores resultados en los índices de crecimiento; si se comparan las condiciones edafoclimáticas de la Meseta de Popayán, con las condiciones de Tena, Cundinamarca, se puede observar que la diferencia entre las 2 es grande, siendo el ejemplo más relevante la altura, ya que la Meseta, se encuentra 1.738 m.s.n.m, mientras que Tena, se encuentra a 1.032 m.s.n.m, es por esta razón que resulta difícil identificar si esa variedad ofrece los mismos resultados para la Meseta de Popayán, debido a que la información es nula.

Con respecto a la calidad del aceite por influencia de factores ambientales, no se encontraron estudios relacionados, razón por la cual no podemos adentrar en el tema.

Comparando los procesos de extracción del aceite, según la teoría, a extracción mecánica del aceite de sacha inchi, es la alternativa más sencilla de realizar, debido a que el nivel de inversión es reducido, la mano de obra no debe ser especializada, y el proceso de extracción es simple, además de que su principal ventaja es que el nivel de pureza del aceite es alto.

El principal mercado de sacha inchi en el mercado internacional, se encuentra en su aceite y en su semilla, debido a que estos, son la materia prima para los diferentes subproductos para las cadenas industrial, farmacéutica, cosmetológica y alimenticia.

## **5. Conclusiones**

Según la revisión literaria, se podría considerar que el municipio de Popayán, cumple con la mayoría de las condiciones edafoclimáticas, requeridas para el cultivo de sachá inchi, razón por la cual, con la información obtenida, se podría realizar un estudio en campo, para conocer si realmente se adapta a las condiciones edafoclimáticas de Popayán.

Existen muchos vacíos de información en los temas como, variedades, tutores vivos en climas frío y templado, factores que afectan la calidad del aceite, rendimiento del cultivo, razón por la cual surge la necesidad de realizar trabajos en campo sobre estos temas.

El mercado potencial de Sachá inchi, se encuentra en la producción orgánica, a razón de que los principales consumidores, son países de primer mundo como Estados Unidos, Canadá, Francia, Alemania, Japón entre otros, los cuales buscan trazabilidad orgánica del producto, por esta razón el agricultor colombiano debe enfocarse en este tipo de producción para poder competir en el mercado internacional.

## **6. Recomendaciones**

Se recomienda seguir investigando sobre los temas agronómicos del sachá inchi, tales como, variedades, tutores vivos en climas frío y templado, factores que afectan la calidad del aceite, rendimiento del cultivo

Se sugiere a la Fundación Universitaria de Popayán, desarrollar un modelo de producción del cultivo de sachá inchi, en la finca Los Robles, para de esa forma obtener información de primera mano, que les permita a productores de la zona conocer las ventajas competitivas de este cultivo.

## **Bibliografía**

- Agronet. (2018). *Red de información y comunicación del sector agropecuario*. Recuperado el 18 de 09 de 2018, de <https://www.agronet.gov.co/Paginas/inicio2.aspx>
- Alayón, A. N. (06 de 2016). *Sacha inchi (Plukenetia Volubilis Linneo): ¿Una experiencia ancestral desaprovechada? Evidencias clínicas asociadas a su consumo*. Santiago: Revista Chilena de Nutrición. Recuperado el 08 de 02 de 2019, de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182016000200009](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182016000200009)
- Alcaldía de Popayán. (06 de 04 de 2019). *Alcaldia de Popayán*. Recuperado el 7 de 04 de 2019, de <http://www.popayan.gov.co/ciudadanos/popayan/nuestra-geografia>
- Alvarez, L., & Rios, S. (Abril de 2007). *Estudio de viabilidad económica del cultivo de Plukenetia Volubilis Linneo, Sacha inchi, en el Departamento de San Martin*. Recuperado el 8 de 02 de 2019, de <http://repositorio.iiap.org.pe>: [http://repositorio.iiap.org.pe/bitstream/IIAP/193/2/Alvarez\\_documentotecnico\\_3\\_2009.pdf](http://repositorio.iiap.org.pe/bitstream/IIAP/193/2/Alvarez_documentotecnico_3_2009.pdf)
- Andrade, L. (2009). *manual productivo de sachá inchi para el biocomercio y la agroforestería sostenible*. Perú Biodiverso. lima: Cooperación Alemana al Desarrollo – GTZ. Recuperado el 15 de 11 de 2018, de <https://docplayer.es/19805218-Manual-de-produccion-de-para-el-biocomercio-y-la-agroforesteria-sostenible.html>
- Aranda, J. (2010). *Monografía Sacha Inchi*. TRABAJO DE INVESTIGACIÓN, Perú biodiverso, Lima. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de [http://repositorio.promperu.gob.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1370/Monografia\\_sacha\\_inchi\\_2010\\_keyword\\_principal.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.promperu.gob.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1370/Monografia_sacha_inchi_2010_keyword_principal.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



- Ayala, G. A. (2016). *Análisis de crecimiento y producción de 3 variedades de sachá inchi (Plukenetia volubilis L), en el Municipio de Tena, Cundinamarca*. Investigativo, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales , Cundinamarca, Bogotá, D.C. Recuperado el 30 de 10 de 2018, de <http://repository.udca.edu.co:8080/jspui/bitstream/11158/487/1/TESIS%20SACHA%20INCHI.pdf?fbclid=IwAR0n16bYyY3rvIGIQPedszBFKQFQFxFxL0LTIs7ufvRfAhg0sZwII Sww4odRM>
- Balta, R., Rodriguez, A., Guerrero, R., Loli, O., & Cachique, D. (2015). *Absorción y concentración de nitrógeno, fósforo y potasio en sachá inchi*. INVESTIGACIÓN, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA, LIMA. Recuperado el 09 de 09 de 2018, de <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/PUBL1446.pdf>
- Chavez, M. (2007). *Niveles de Magnecal aplicado en suelo ácido sobre los rendimientos del biotipo Shanao de sachá inchi (Plukenetia volúbilis L.), en el sector Maronilla distrito Morales*. Trabajo de investigación, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto. Recuperado el 21 de 09 de 2018, de <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/UNSM/1608/ITEM%4011458-759.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chirinos, O., Adachi, L., Calderón, F., Díaz, R., Larrea, L., Mucha, G., & Roque, L. (2009). *Exportación de Sachá inchi al mercado de Estados Unidos*. ESAN. Lima: GERENCIA GLOBAL 16. Recuperado el 24 de 01 de 2019, de <https://www.esan.edu.pe/publicaciones/serie-gerencia-global/2009/exportacion-de-aceite-de-sacha-inchi-al-mercado-de-estados-unidos/>

Consejo municipal de Popayán. (2004). *Plan de Desarrollo corregido MPIO-Popayán 2004-2008*.

Alcaldía de Popayán, Popayán. Recuperado el 06 de 04 de 2019, de [http://cdim.esap.edu.co/bancomedios/documentos%20pdf/pd\\_plan\\_de\\_desarrollo\\_popayana\\_cauca\\_\(66\\_p%C3%A1g\\_192\\_kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/bancomedios/documentos%20pdf/pd_plan_de_desarrollo_popayana_cauca_(66_p%C3%A1g_192_kb).pdf)

Da Silva, G., Vieira, V., Boneti, J., Melo, L., & Martin, C. (2016). *Temperature and substrate on*

*Plukenetia volubilis L. seed germination*. Agriambi. Campina Grande: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Recuperado el 08 de 02 de 2019, de <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v20n11/1415-4366-rbeaa-20-11-1031.pdf>

Diaz, P., Tello, C., & Arevalo, L. (2014). *EFFECTO DEL USO DE TUTORES Y APLICACIÓN DE*

*BIOFERTILIZANTES EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE Plukenetia volubilis L. "sacha inchi"*. LIMA: FOLIA AMAZÓNICA. Recuperado el 7 de 02 de 2019, de [https://www.researchgate.net/publication/316702292\\_EFECTO\\_DEL\\_USO\\_DE\\_TUTORES\\_Y\\_APLICACION\\_DE\\_BIOFERTILIZANTES\\_EN\\_EL\\_CRECIMIENTO\\_Y\\_DESARROLLO\\_DE\\_Plukenetia\\_volubilis\\_L\\_SACHA\\_INCHI](https://www.researchgate.net/publication/316702292_EFECTO_DEL_USO_DE_TUTORES_Y_APLICACION_DE_BIOFERTILIZANTES_EN_EL_CRECIMIENTO_Y_DESARROLLO_DE_Plukenetia_volubilis_L_SACHA_INCHI)

Flores, D. (31 de 08 de 2010). Recuperado el 13 de 09 de 2018, de

[http://repositorio.promperu.gob.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1371/Uso\\_historico\\_sacha\\_inchi\\_2010\\_keyword\\_principal.pdf?sequence=1](http://repositorio.promperu.gob.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1371/Uso_historico_sacha_inchi_2010_keyword_principal.pdf?sequence=1)

Gomez, D., & Pavón, A. (2008). *Evaluación agronómica de 6 accesiones de guandúl (Cajanus*

*Cajan) en la Meseta de Popayán*. Trabajo de investigación, Universidad del Cauca, Popayán. Recuperado el 06 de 04 de 2019, de <https://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Frepositorio.unicauca.edu.co%3A8080%2Fbitstream%2Fhandle%2F123456789%2F713%2FEVALUACION%2520AGRONO>

MICA%2520DE%2520SEIS%2520ACCESIONES%2520DE%2520GUANDUL%2520  
%2528Cajanus%2520cajan%2529%2520EN%2520LA%2520MESETA%25

Gomez, N. (2018). *Estudio de prefactibilidad del cultivo de sacha inchi en el corregimiento de Potrerito en el departamento del Valle del Cauca, Colombia*. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de occidente. Recuperado el 24 de 01 de 2019, de <http://red.uao.edu.co/handle/10614/10228>

Jeromini, T., Barbosa, A., Da Silva, G., & Martins, C. (2018). *Substrate and seed sowing position on the production of Plukenetia volubilis L. seedlings*. Campina Grande: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Recuperado el 09 de 02 de 2019, de <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v22n6/1415-4366-rbeaa-22-06-0396.pdf>

Manco, E. (2006). *Situación y avances del cultivo de Sacha inchi en el Perú*. investigativo, Instituto Nacional de Investigación y extensión agraria, San Martín. Recuperado el 30 de 10 de 2018, de <http://www.incainchi.es/pdf/1358.pdf>

Martinez, H. (2005). *La cadena de las oleaginosas en Colombia, una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005*. Trabajo de investigación, Ministerio de Agricultura y desarrollo rural, observatorio agrocadenas Colombia, Bogotá. Recuperado el 19 de 02 de 2019, de [http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6324/2/2005112162648\\_caracterizacion\\_oleaginosas.pdf](http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6324/2/2005112162648_caracterizacion_oleaginosas.pdf)

Ministerio de comercio exterior y turismo de Perú, Secretaría de estado de economía Suiza. (2012). *Biocomercioandino.org*. Recuperado el 13 de 09 de 2018, de <http://biocomercioandino.org/wp-content/uploads/2014/10/8.ANALISIS-SECTORIAL-SACHA-INCHI.pdf>

- Mora, G. A. (2013). *Determinar el rendimiento del cultivo del sachá inchi (Plukenetia Volubilis L.) a través de la fertilización orgánica en la finca del gobierno autónomo descentralizado Municipal del Cantón Francisco de Orellana, provincia de Orellana*. Investigativo, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. Recuperado el 30 de 10 de 2018, de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/699/1/Tesis%20SACHA%20INCHI%20corregida%20TRIBUNAL.pdf>
- Perez, L., Oviedo, L., & Barrera José. (2017). *Efecto de la micorrización y el lombriabono sobre el crecimiento y desarrollo del Sachá inchi Plukenetia volubilis L.* Artículo de investigación, Córdoba. Recuperado el 09 de 09 de 2018, de <http://132.248.9.34/hevila/Temasagrarios/2018/vol23/no1/1.pdf>
- Rangel, c. (2012). *sachá inchi(plukenetia volubilis), posible alternativa productiva para piedemonte llanero ene le departamento del meta*. Recuperado el 2018 de noviembre de 2018, de <http://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/001/263/1/RUNILLANOS-AGR%200664%20EJ.1%20Sacha%20inchi%2c%20posible%20alternativa%20productiva%20para%20piedemonte%20llanero%20en%20el%20departame-Rangel%20Moreno%2c%20Cesar%20Augusto.pdf>
- Rios, W. (2015). *Efectos de aplicación del Bocashi en la fertilidad y en el crecimiento del Sachá Inchi (Plukenetia volubilis L.) en un suelo degradado del Caserío La Victoria*. Trabajo de investigación, UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, Tingo María. Recuperado el 18 de 09 de 2018, de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/399>
- Santillán, L. (2018). *Producción y rentabilidad del cultivo de Sachá Inchi (Plukenetia Volubilis L) en la región Piura*. investigación , Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Recuperado el 31 de 10 de 2018, de

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3242/santillan-garcia-luis-dario.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sterling, A. B. (2016). *Producción y comercialización del aceite de sachá inchi cultivado en Colombia con fines de exportación a Alemania*. Recuperado el 2018, de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4564/1/MolanoSterlingAnaBelly2016.pdf>

Torres, m. (15 de septiembre de 2018). *Evaluación de los procesos agronómicos de dos sistemas productivos del cultivo de Sacha inchi (Plukenetia volúbilis L.) como especies promisorias en clima medio y cálido*. Recuperado el 1 de noviembre de 2018, de <file:///C:/Users/acer%20V5/Downloads/ELCULTIVODESACHAINCHI-articulo.pdf>

Vásquez, D. C. (2016). *Aprovechamiento de subproductos de sachá inchi (Plukenetia volubilis L.): Desarrollo de un producto alimenticio, empleando harina proveniente de torta residual en la extracción de aceite*. Trabajo de investigación, Corporación Universitaria Lasallista, Caldas. Recuperado el 18 de 01 de 2019, de [http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1691/1/Aprovechamiento\\_subproductos\\_sacha\\_inchi.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1691/1/Aprovechamiento_subproductos_sacha_inchi.pdf)

Velíz, H. R. (2014). *Efecto de tres abonos orgánicos sobre el rendimiento y precocidad de la cosecha en el cultivo de sábila*. Investigación, Universidad Rafael Landívar, Zacapa. Recuperado el 2 de 11 de 2018, de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/09/Veliz-Hector.pdf>

