

**Evaluación del comportamiento agronómico y económico del Cultivo de Sacha Inchi
Plukenetia Volubilis hasta la Fase de Precosecha, bajo las Condiciones Edafoclimáticas de
la Finca Los Robles de la Fundación Universitaria de Popayán**



Carmen Eugenia Bojorge Cifuentes

Yesika María Solarte Fernández

**Trabajo de grado 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 Económicas, Contables y Administrativas

Administración de Empresas Agropecuarias

Popayán

2019

Nota de aceptación

Ing. Hernán Darío Anacona
Director

Ing. Sandra Lorena López
Jurado

Admr. Diego Arley Arias
Jurado

Popayán, Noviembre de 2019

Dedicatoria

Dedicamos este logro a Dios, a nuestras madres y hermanos que han estado siempre presentes con apoyo incondicional, quienes con esfuerzo y dedicación han logrado de nosotros personas de bien, brindándonos su apoyo en todo momento .

Agradecimientos

Yesika María Solarte Fernández

Agradezco principalmente a Dios quien es el pilar principal

de mi vida, a mi madre por estar en todo momento y

apoyarme en cada paso que doy,

A Gabriel Dagua por siempre brindarme su apoyo

incondicional

A nuestro director y evaluadores quienes estuvieron

presentes durante el proceso y nos ayudaron a sacar esta

investigación adelante.

Carmen Eugenia Bojorge Cifuentes

Doy gracias a Dios por permitirme tener a mi madre con

vida quien ha sido la persona que siempre me apoyo en

todo y gracias a ella haber podido dar un paso más adelante

Contenido

	Pág.
Introducción	9
1. Objetivos	11
1.1 Objetivo general	11
1.2 Objetivos específicos	11
2. Marco teórico	12
2.1 Distribución geográfica.....	12
2.2 Taxonomía	13
2.3 Morfología	13
2.4 Periodo vegetativo	14
2.5 Condiciones edafoclimáticas	15
2.6 Sanidad.....	16
2.6.1 Enfermedades.....	16
3. Metodología	20
3.1 Localización.....	20
3.2 Material vegetal	20
3.3 Sistema de producción	21
3.3.1 Almacigo.....	21
3.3.2 Preparación del terreno.	22
3.3.3 Siembra.	22
3.4 Variables a Evaluar	24
3.4.1 Etapas de desarrollo..	24

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y ECONÓMICO DE SACHA INCHI

3.4.2 Sanidad.	24
3.4.3 Vigorosisad.....	25
3.4.4 Altura	25
3.5.4 Registros de actividades.	26
4. Discusión de resultados.....	27
4.1 Ciclo fenológico.....	27
4.4.1 Fase vegetativa.....	28
4.4.2 Fase reproductiva.	28
4.4.3 Vigorosisad.....	29
4.4.4 Plagas y enfermedades.....	31
4.4.5 Mes vs plagas y enfermedades.....	35
4.4.6 Fruto y desarrollo del fruto	37
4.4.7 Altura.	40
4.5 Costos de establecimiento y sostenimiento.....	42
4.5.1 Establecimiento.....	43
4.5.2 Sostenimiento.....	44
Conclusiones	45
Recomendaciones	47
Referencias.....	48
Anexos	56

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Clasificación Científica.....	13
Tabla 2. Periodo vegetativo	15
Tabla 3. Ciclo fenológico de la planta sachá inchi <i>Plukenetia volubilis</i> L.....	27

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Huacos fitomórficos de la cultura INCA.....	12
Figura 2. Localización	20
Figura 3. Llenado de bolsas y siembra de semilla de sachá inchi.....	21
Figura 4. Emparrado cultivo de sachá inchi.....	22
Figura 5. Distancia de siembra planta de sachá inchi	23
Figura 6. Medición de vigor.....	25
Figura 7. Medición de altura.....	26
Figura 8. Análisis distancia de siembra Vs Vigor.....	30
Figura 9. Mes Vs vigor	31
Figura 10. Distancias de siembra vs plagas.....	33
Figura 11. Distancias de siembra vs enfermedades	32
Figura 12. A. Larva de lepidóptero B. Daños causados por larva de lepidóptero	33
Figura 13. Coccinellidae.	35
Figura 14. Mes vs plagas.....	37
Figura 15. Mes vs enfermedades	36

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y ECONÓMICO DE SACHA INCHI

Figura 16. Hoja de Sacha inchi afectada por posible Antracnosis.....	37
Figura 17. Presencia de fruto en plantas de Sacha Inchi.....	37
Figura 18. Presencia de fruto	38
Figura 19. Desarrollo del fruto.....	40
Figura 20. Desarrollo del fruto por mes.....	39
Figura 21. a) Flores de Sacha Inchi b) Presencia de fruto de Sacha Inchi en.....	40
Figura 22. Altura vs distancia de siembra.....	41
Figura 23. Altura vs mes.....	42
Figura 24. Costos de establecimiento	43
Figura 25. Costos para la elaboración del almacigo.....	44
Figura 26. Costos de insumos en la	43
Figura 27. Costos para la etapa de sostenimiento	44
Figura 28. Insumo labores culturales	44

Lista de Anexos

Anexo 1. Estadísticas de grupo.....	56
Anexo 2. Prueba de muestras independientes.....	57
Anexo 3. Precipitación municipio de Timbio Cauca 2017	58
Anexo 4. Promedio altura en plantas	59
Anexo 5. Prueba de Kruskal-wallis altura vs mes	60
Anexo 6. Costos de establecimiento del cultivo de sachá Inchi	60
Anexo 7. Costos de sostenimiento del cultivo hasta el inicio de formación de frutos	62

Introducción

El Sacha Inchi es una planta oleaginosa de tipo enredadera, conocida como el maní de los incas y catalogada como la mejor oleaginosa por su composición y alta calidad nutricional (Gómez, 2017).

Esta semilla se origina principalmente en la zona amazónica, sobre países como Brasil, Colombia, Ecuador y Perú, siendo este último el principal productor a nivel mundial; en Colombia, la información disponible indica que la producción se encuentra concentrada en el departamento del Putumayo (Análisis sectorial, 2013) y para el año 2015 fue el principal productor de Sacha Inchi. Registrando un área de 124 ha en producción con 179,32 toneladas cosechadas; seguido por el Valle del Cauca con 51.40 ha en producción y 85.30 toneladas cosechadas, y por último el Quindío registrando 2Ha Cosechadas con 9.6 toneladas producidas; el departamento del Cauca, para el 2014, registra una participación del 28,93% (Agronet, 2016).

Según Agronet (2012) se reportan bajas áreas de siembra y de producción del cultivo de Sacha Inchi en Colombia, esto puede ser debido al poco conocimiento y la escasa información que se tiene sobre el manejo y el comportamiento agronómico del cultivo, la rentabilidad generada y los costos de producción por área determinada.

En estudios realizados, por Zapata, Acosta, Piedrahita, Alzate y Rojano, (2015) se conoce que la semilla de Sacha Inchi, tiene características nutritivas que se componen básicamente de proteína y lípidos. En la fracción lipídica, más del 48% corresponde a ácidos grasos Omega 3; Omega 6, y Omega 9; es decir, junto con el alto contenido de Omegas, el aceite tiene un contenido excepcionalmente bajo de ácidos grasos saturados (6%), lo que es de suma importancia desde el punto de vista nutracéutico. Entre los beneficios asociados al consumo de Omegas se hallan: la disminución de los niveles de triacilglicéridos, la disminución del riesgo a

sufrir arritmias, disminución de la placa arterioesclerótica, regulación de la tensión arterial, entre otros. A su vez, el aceite de Sacha Inchi, es rico en vitaminas liposolubles como la A y la E.

Según lo mencionado anteriormente se puede ver al Sacha Inchi como cultivo promisorio de acuerdo con sus beneficios. Sin embargo, a nivel departamental se desconocen estudios con relación a la evaluación agronómica y económica del establecimiento del cultivo, lo que hace necesario la formulación de proyectos de investigación que permitan conocer el desarrollo de la planta, de acuerdo con las condiciones de clima y suelo presentes en la región.

Mediante la investigación sobre la evaluación del comportamiento en la fase de establecimiento del cultivo del sachá inchi *Plukenetia volubilis* en las condiciones edafoclimáticas de la finca Los Robles, se obtuvieron resultados acerca de las etapas del ciclo fenológico de la planta, desde su germinación hasta el desarrollo del fruto; además permitió sacar los costos de establecimiento y sostenimiento del cultivo.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico y económico en la fase de sostenimiento del cultivo del Sacha Inchi *Plukenetia volubilis* L. hasta la Fase de Precosecha, bajo las condiciones edafoclimáticas de la finca Los Robles de la Fundación Universitaria de Popayán.

1.2 Objetivos específicos

- Identificar las etapas fenológicas del cultivo de Sacha inchi *Plukenetia volubilis* L. en las condiciones edafoclimáticas de la finca Los Robles.
- Analizar las variables de sanidad, vigor, altura, presencia y desarrollo del fruto en el cultivo de Sacha inchi respecto a las distancias de siembra.
- Estimar los costos de establecimiento y sostenimiento del cultivo de Sacha Inchi *Plukenetia volubilis* L.

2. Marco teórico

El Sacha Inchi *Plukenetia volubilis* Linneo o también conocida como sachá inchi, amui sachá yuchiqui, sampannanki, suwaa, mani del monte, sachá mani, mani del inca, mani jibaro o inca peanuts es una oleaginosa de la familia Euphorbiaceae, según Álvarez y Ríos (2009) se pueden encontrar registros de su origen en Perú en las culturas pre-incas nororientales, ya que existen evidencias que esta planta formaba parte de la dieta alimenticia y de la medicina de las culturas preinca e inca, al haberse encontrado huacos fitomórficos que representan al fruto y a la planta de sachá inchi.



Figura 1. Huacos fitomórficos de la cultura INCA

Fuente. Álvarez y Ríos (2007).

2.1 Distribución geográfica

La sachá inchi se encuentra distribuida desde América Central hasta Bolivia, con presencia en la Amazonía peruana, boliviana y en las Indias Occidentales (Álvarez & Ríos, 2009).

Según Ayala (2016) en Colombia el Sachá inchi se halla en estado silvestre, en diversos lugares desde Orino-Amazonia hasta el Pacífico y, como cultivo establecido, se ha reportado en el departamento de Chocó, Putumayo, Caquetá, Amazonas, Tolima y Cundinamarca.

2.2 Taxonomía

La especie *Plukenetia volubilis* L. es conocida de acuerdo con el idioma o lugar como Sacha inchi, Sacha inchic, maní, Maní del monte, Maní del inca e Inca peanut. Esta especie pertenece a la familia *Euphorbiaceae*, del genero *Plukenetia* (Bailey, 1949). (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación Científica

CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA	
Reino	Plantae
División	Angiospermae
Clase	Dicotyledonea
Orden	Geraniales (Gruinales)
Familia	Euphorbiaceae
Género	Plukenetia
Especie	Volubilis Linneo
Nombre científico	<i>Plukenetia volubilis</i> L.
Nombre común	Sacha inchi, maní del monte, maní del inca, duce.

Fuente: Bailey (1949).

2.3 Morfología

El Sacha Inchi es una planta hermafrodita, de crecimiento voluble, abundantes hojas, ramas semileñosas y perenne (Granados, 2008) de crecimiento indeterminado (Manco, 2006).

- **Hojas.** Son alternas, de color verde oscuro, oval - elípticas, aseruladas y pinnitinervias, de 09 – 16 cm de largo y 06 – 10 cm ancho, el ápice es puntiagudo y la base es plana o semi-arriñonada. (Manzaneda, 2016).

- **Flor.** Presenta un alto porcentaje de polinización cruzada, lo cual implica que se trata de una especie alogama, la floración aumenta a mayor presencia de luz, en la planta se encuentran

dos tipos de flores que son: Las masculinas son flores pequeñas, blanquecinas, dispuestas en racimos; las flores femeninas se encuentran en la base del racimo y ubicadas lateralmente de una a dos flores (Manzaneda, 2016).

Fruto. Sus frutos son cápsulas de 3 a 5 cm de diámetro, dehiscentes de color verde, que cuando maduran son de color marrón negruzco. Usualmente presentan cuatro lóbulos, pero algunos frutos presentan de cinco a siete lóbulos (Álvarez & Rios, 2009).

Semilla. Dentro de las cápsulas se encuentran las semillas de color marrón oscuro, con nervaduras notorias, ovales de 1,5 a 2 cm de diámetro, por 7 a 8 mm de espesor y de 0,8 a 1,4 g de peso, ligeramente abultadas en el centro y aplastadas hacia los bordes, con un hileum bien diferenciado. En las semillas se encuentran los cotiledones a manera de almendras, cubiertas de una fina película blanquecina que cubre a la almendra, que es la materia prima para la extracción del aceite (Álvarez & Rios, 2009).

2.4 Periodo vegetativo

Su germinación hasta el inicio de cosecha se da en un tiempo de 202 a 249 días después del trasplante (tabla 2). Estos resultados se obtuvieron en la Estación experimental de Tarapoto, en la región de San Martín con una altura de 330 msnm, precipitación de 1000- 1500 y temperatura de 17 a 35°C,

Tabla 2. Periodo vegetativo

Almacigo	
Etapas fenológica	Días después del almacigo
Días a germinación	Entre 11 a 14
Días a emergencia de hojas verdaderas:	Entre 16 y 20
1er. par:	Entre 28 y 42
2do. Par	Entre 45 y 59
3er. Par	
Trasplante	
Etapas fenológica	Días después del trasplante
- Inicio de emisión de guía:	Entre 20 y 41
- Inicio de floración:	Entre 86 y 139
-Inicio de fructificación:	Entre 119 y 182
-Inicio de cosecha:	Entre 202 a 249

Fuente: Manco (2006)

2.5 Condiciones edafoclimáticas

- **Altitud.** Se adapta desde los 100 a 2000 msnm; registrándose así mismo las mejores semillas (> 12mm) a plantaciones establecidas desde los 600 m.s.n.m. (Álvarez & Rios, 2009)

- **Temperatura.** Crece y se produce muy bien en climas entre cálidos y ligeramente templados, entre 12 °C y 36 °C. (Andrade, 2009) La temperatura incide entre siembra y cosecha, es más corto cuanto más alta es la temperatura al inicio del crecimiento; en la etapa de producción, cuando la temperatura es alta, ocasiona caída de flores y frutos pequeños (Álvarez & Rios, 2009).

- **Precipitación.** Es una planta que requiere de disponibilidad permanente de agua, para tener un crecimiento sostenido; siendo mejor si las lluvias se distribuyen en forma uniforme durante

los 12 meses (850 a 1 000 mm). El riego es indispensable en los meses secos. Períodos relativamente prolongados de sequía o de baja temperatura, causan un crecimiento lento y dificultoso. El exceso de agua ocasiona daño a las plantas e incrementa los daños por enfermedades (Manco, 2006).

- **Suelo:** Este cultivo prospera en suelos arcillosos (más de 50% de arcilla), franco arenoso (más de 60% de arena), indicando esto que es una planta versátil, que muy fácilmente se adapta a diferentes tipos de suelos, pudiendo establecerse hasta en colinas (Manco, 2006).

2.6 Sanidad

A continuación, se mencionan algunas de las enfermedades y plagas que se presentan en el cultivo de Sacha Inchi.

2.6.1 Enfermedades. Se mencionan las enfermedades que se presentaron en el cultivo de sachá inchi durante la etapa de desarrollo.

- **Pudrición de raíces:** Los síntomas principales se observan en los tejidos internos ya que se expresa en una coloración oscura en las raíces generando como resultado que no haya circulación de agua y no se dé una buena absorción de nutrientes, produciendo un marchitamiento en la parte aérea de la planta y que posteriormente genere la muerte Montoya (2009). Para prevenir la enfermedad, es esencial evitar el exceso de humedad y la falta de aireación utilizando un terreno con buen drenaje y realizando prácticas agrícolas adecuadas como la buena preparación del terreno con el objetivo de evitar encharcamientos o deficiencia extrema de agua (Miller y Burke, 1980).

- **Agallas del tallo:** Las ramas o tallos afectados a partir de esta tumoración mueren. En el campo se observan plantas parcialmente secas y 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 enterrar 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 (Miller y Burke, 1980).

- **Manchas foliares:** La sintomatología se observa en las hojas con manchas que redondas, más o menos regulares de coloración pardo oscuro brillantes. El borde se presenta de coloración café rojizo y el centro presenta coloración grisácea a plomizo, a medida que pasa el tiempo esto pueden volverse ligeramente angulares y aumentar su tamaño un poco más (Cazón y Anzoategui, 2012).

- **El manchado del fruto o antracnosis:** Esta enfermedad produce la baja de la calidad del fruto y la pérdida en la producción de la semilla. Esta enfermedad es común en muchos cultivos de importancia económica, principalmente en zonas tropicales, subtropicales (Martínez, *et al.*, 2007).

- **Nematodos:** Si la planta está infectada puede observarse un desarrollo deficiente y una menor cantidad y menor tamaño de hojas, color verde pálido o clorosis. Las inflorescencias y frutos no se forman o se atrofian y son de baja calidad (Franco, 1986). Forman quistes que se desprenden fácilmente de las raíces. Cada uno contiene y provee desde unos pocos hasta 600 huevos. Cada huevo está protegido, además, por su propia cascara, y alcanza a permanecer viable por 20 años o más. Los huevos emergen cuando son estimulados por los exudados de las raíces. Para evitar nematodos es necesario eliminar todo material infectado, fumigar el suelo o realizar el proceso de solarización del suelo. La rotación de cultivos es una práctica cultural usada con el

objetivo de evitar hospederos de este problema; implementar arado profundo, discado y desyerbe (Román y Acosta, 1984; Gauna, 2011).

Plagas. Se mencionan las plagas que se presentaron en el cultivo de sachá inchi durante la etapa de desarrollo.

- **Comedores de hojas:** hormigas del género *Acromyrmex* y *Atta* Son considerados una de las mayores plagas en los cultivos en áreas donde la actividad de sus nidos coincide con plantaciones agrícolas o de jardines. Pueden causar mucho daño en poco tiempo, consumiendo todas las plántulas de un semillero. Cuando prefieren una planta, arbusto o árbol, pueden dejarla sin hojas en una noche (Sánchez, 2005; Colbio, 2013).

- **Lepidóptero del género *Nessae N. hewitsoni*** los huevos son depositados en las hojas y allí se desarrolla su metamorfosis. Se han reportado en Colombia, específicamente en Caquetá cuya larva ataca al fruto verde en toda su fase de desarrollo, desde estadios tempranos hasta el final de su crecimiento. Esta larva se introduce dentro del fruto causando su pudrición parcial o total generando daño en la semilla. Aunque la plaga ataque los frutos una de las ventajas que presenta el sachá inchi es que no va a afectar el proceso de floración y fructificación y por lo tanto solo se pierde una pequeña parte de la cosecha (Gómez, 2004).

3. Metodología

3.1 Localización

El presente trabajo se realizó en la finca “Los Robles” de la Fundación Universitaria de Popayán ubicada en el municipio de Timbio, Vereda Los Robles, altura sobre el nivel del mar de 1853 mts y localizada a $2^{\circ} 23' 12''$ de latitud norte y $76^{\circ} 39' 15.7''$ de longitud oeste, al sur de la ciudad de Popayán (Florez & Chito, 2015). Presentándose una pendiente de 26% en el cultivo.

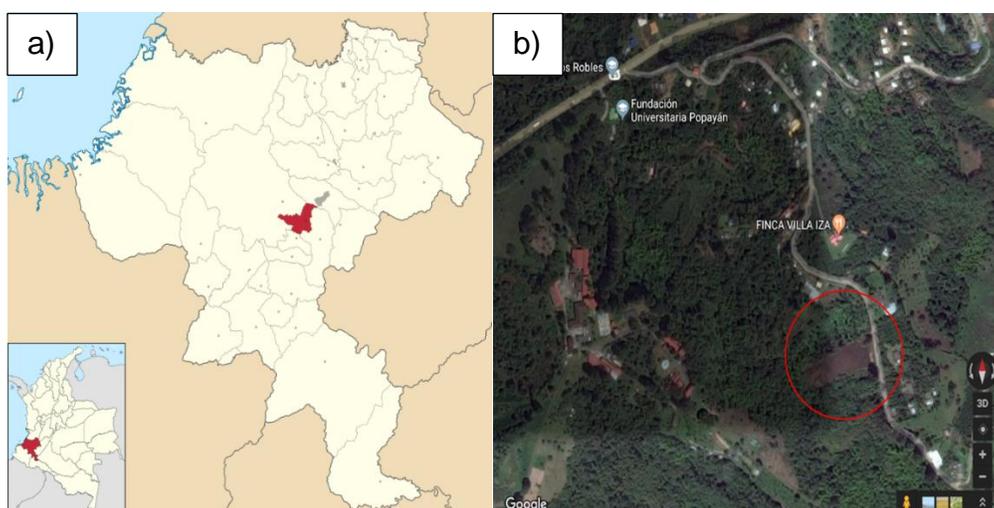


Figura 2. Localización

a) Mapa Departamento del Cauca, Municipio de Timbio

b) Localización de la finca Los Robles

Fuente. Wikipedia.org. Mapa de Timbio

Fuente. google.com/maps/popayán

3.2 Material vegetal

Se utilizó semilla sexual obtenida de una plantación ubicada en la vereda Carpintero del municipio de Morales Cauca, la cual se encuentra a una altura de 1676 msnm con precipitaciones promedio de 2.363 mm y temperaturas de $18,9^{\circ}\text{C}$ (Consejo Municipal de Gestión del Riesgo Morales Cauca, 2013)

Para la obtención de la semilla se realizó la cosecha directamente en el cultivo, seleccionando las semillas en estado de maduración las cuales se tornan de color café o marrón oscuro; después se procedió a disminuir la humedad colocándola bajo sombra con buena ventilación para facilitar la extracción de la almendra.

3.3 Sistema de producción

A continuación, se menciona las actividades relacionadas con manejo del almacigo, preparación del terreno y siembra de las plantas de Sacha Inchi.

3.3.1 Almacigo. Se emplearon bolsas de polipropileno con una medida de 17 *23cm. Se hizo necesario la siembra de 1000 plantas para la obtención del material vegetativo que posteriormente se llevó a campo.

- Como sustrato se utilizó tierra en donde se sembró 1 semilla por cada bolsa sin realizar ningún proceso de escarificado (Ver Figura 3).
- Se usó polisombra para proteger las plantas de altas temperaturas, lluvias y posibles caídas de granizo.



Figura 3. Llenado de bolsas y siembra de semilla de sachá inchi

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Preparación del terreno. El terreno en el que se realizó la siembra presenta una pendiente de 26%. Dentro de la preparación del terreno se tuvo en cuenta labores como:

- Limpieza con machete y guadaña
- Picado del terreno, implementando herramientas como la azada.
- Encalado del lote, se utilizaron 20 bultos de cal, sin embargo, se desconoce el ph que presentaba el suelo antes y después de la encalada ya que no se realizó un análisis o estudio de suelo
- Emparrado, se usaron guaduas con una dimensión de 2.60m la cual se enterró a una profundidad de 60 cm. y a un distanciamiento de 5.10 m de poste a poste y una distancia de 4m entre surco, se colocaron 2 hileras de alambre galvanizado; la 1ra. hilera de alambre se colocó a 1,80 m desde el suelo; la 2da. hilera de alambre a 1.35 m.



Figura 4. Emparrado cultivo de sachá inchi

Fuente. Elaboración propia

3.3.3 Siembra. Se realizó en dos sistemas de siembra, la primera a una distancia de 2.5m entre plantas, 4m entre surcos y la segunda la misma distancia entre surcos, 1.25 m entre plantas, para un total de 27 surcos, el ahoyado fue de 30cm x 30cm con una profundidad de 30cm, el cual

se preparó adicionando 50 gr de cal, donde se sembraron las plantas de sachá Inchi provenientes de almacigo.

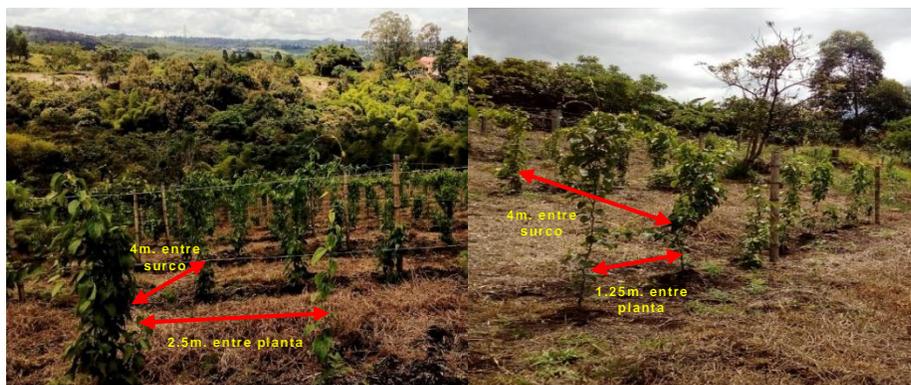


Figura 5. Distancia de siembra planta de sachá inchi

Fuente: Elaboración propia

- Antes de que la planta iniciara la formación de ejes, se llevó a campo para realizar el proceso de trasplante.
- A los 14 días de trasplante, se colocó una fibra amarrada del alambre al tallo de cada planta para que sirviera de soporte y guía para su desarrollo vegetativo.
- A los 20 días del trasplante a campo se aplicó 10 gramos de abono granulado a base de nitrógeno.
- Al iniciar la floración y formación de los frutos, se aplicó abono granular de NPK (10-30-10), en una cantidad de 15gr para la primera aplicación y 20gr para la segunda aplicación de fertilizante por planta, cada 60 días después del trasplante.
- Para el control de arvenses se hizo necesaria la limpieza con azadón para realizar el ploteo de la planta y guadaña para controlar las arvenses de las calles del lote, también se utilizó herbicida de amplio espectro para su debido control.

3.4 Variables a Evaluar

Para la realización de este proyecto se tomó una muestra representativa de 89 plantas, en con un margen de error del 8%, nivel de confianza de 90% para una población de 553 plantas. Para hallar el tamaño de muestra se utilizó la siguiente formula (Asesoría económica y marketing, 2009)

$$n = \frac{z^2(p \cdot q)}{e^2 + \frac{z^2(p \cdot q)}{N}}$$

En donde:

n= tamaño de la muestra

z= nivel de confianza deseada

p= proporción de la población con la característica deseada (éxito)

q= proporción de la población sin la característica deseada (fracaso)

e= nivel de error dispuesto a cometer

N= tamaño de la población

A las 89 plantas seleccionadas como muestra, se les determinarán las siguientes variables:

3.4.1 Etapas de desarrollo. Por medio de la observación y toma de datos, se tuvo en cuenta los días de germinación y crecimiento de las primeras hojas verdes en el semillero y en campo se tuvo en cuenta los días de inicio de la floración e inicio de formación de fruto.

3.4.2 Sanidad. Dentro de los parámetros a medir se tuvo en cuenta la planta en general como la unidad muestral, con el fin de determinar el porcentaje de incidencia de plagas y enfermedades encontradas en el lote. Para hallar el porcentaje de enfermedad se recorrió el

cultivo y por medio de la apreciación visual se estableció el porcentaje de afectación en las plantas.

Para el desarrollo del fruto se calificó de 0 a 5 donde: 0 no presenta fruto, 1 inicio de formación de fruto, 2 bajo desarrollo del fruto, 3 frutos en estado medio de desarrollado, 4 alto desarrollo del fruto, 5 fruto totalmente desarrollado.

3.4.3 Vigorosisad. El vigor se hizo por apreciación visual a las plantas seleccionadas del muestreo, en donde se tuvo en cuenta el desarrollo general y la sanidad de la planta. Se calificó de 1 a 5, siendo 1 sin vigor, 2 bajo, 3 regular, 4 bueno y 5 excelente. Toledo (1982)



Figura 6. Medición de vigor

Fuente. Elaboración propia

3.4.4 Altura. Se realizó seguimiento al crecimiento de las plantas para poder determinar la curva de altura a través del tiempo, se tomaron cinco mediciones durante los meses de junio, Julio, agosto, octubre y noviembre del año 2017.



Figura 7. Medición de altura

Fuente. Elaboración propia

3.5.4 Registros de actividades. Las variables se midieron durante los meses de junio, Julio, agosto, octubre y noviembre las cuales se organizaron en matrices de Excel y se analizaron con el programa estadístico SPSS versión 22; primero mediante análisis descriptivo para posteriormente aplicar las pruebas de chi-2 para las variables cualitativas y la prueba de kruskall-wallis para las variables cuantitativas en relación a los meses de muestreo y distancias, para la obtención de los resultados de costos de establecimiento y sostenimiento se realizó una matriz en Excel en la cual se sacaron costos de almacigo, insumos para la preparación del terreno y tutorado, sostenimiento e insumos para las labores culturales cada uno con los respectivos costos de mano de obra.

4. Discusión de resultados

4.1 Ciclo fenológico

Para el primer objetivo se determinaron las diferentes etapas de desarrollo (germinación de la semilla hasta la formación de frutos) que presenta el cultivo de Sacha inchi *Plukenetia volubilis* L. en la finca Los Robles.

Los resultados que se pueden evidenciar del tiempo transcurrido desde el trasplante de las plántulas a campo, hasta el inicio de desarrollo del fruto para la evaluación que se realizó en la Finca Los Robles fue de 121 días promedio (tabla 3); lo anterior es similar a lo descrito en una investigación desarrollada por el Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIA), en la estación experimental agraria “El Porvenir” Tarapoto, Perú , donde establecen por medio de una ficha técnica que el tiempo que transcurre desde el momento de la siembra de las semillas de sachá inchi hasta el inicio de fructificación es de 119 a 182 días después del trasplante.

					Tab	
Siembra de semilla	Germinación	Crecimiento primeras hojas verdes	Trasplante	Floración	Fruto	la
Día 0	14 a 20 días	27 a 36 días	45 días	75 a 102 días	121 a 159 días	3.
					FASE VEGETATIVA 	

ológico de la planta sachá inchi *Plukenetia volubilis* L

Fuente. Elaboración propia

En el desarrollo del cultivo se tuvo en cuenta parte del ciclo fenológico; el cual está dividido por dos fases, la vegetativa y la reproductiva:

4.4.1 Fase vegetativa. Corresponde a los fenómenos que transcurren desde la germinación y se extiende hasta la etapa de prefloración, incluyendo la formación de raíz, tallo y hojas (Ayala, 2016); según Manco, (2006) Investigadora de la Subdirección de Recursos Genéticos y Biotecnología del INIA en El Porvenir, la situación y avance del Cultivo de Sacha Inchi en el Perú, en el cual se establece que la fase vegetativa para este cultivo requiere un tiempo aproximado de 90 días. En los resultados obtenidos de la investigación que se realizó en la finca Los Robles, el desarrollo de la etapa vegetativa se dio en un tiempo promedio de 60 días, esto se puede deber a una mejor expresión de las plantas bajo las condiciones edafoclimáticas que se presentan en la finca, según Manco, (2006) el número de días para que la planta complete su ciclo vegetativo está directamente relacionada con la intensidad de luz, sumado a las labores de manejo implementadas en el inicio de desarrollo del cultivo, por esta razón la etapa vegetativa del cultivo de sachá Inchi establecido como objeto de estudio se presentó en un menor tiempo.

4.4.2 Fase reproductiva. Esta etapa comprende desde el inicio de la formación de las estructuras florales hasta el desarrollo y obtención de los frutos maduros (Ayala, 2016). En la presente investigación ésta etapa duró 159 días aproximadamente, contrario a lo encontrado en un cultivo ubicado en Tarapoto Perú por el INIA; donde este proceso tardó 120 días.

Se presume que la fase reproductiva del presente estudio se prolongó debido a las carencias nutricionales de las plantas, según Gomero & Vasquez, (1999) los biofertilizantes líquidos son una fuente orgánica de nutrientes que permite promover actividades fisiológicas de las plantas; esto concuerda con la investigación realizada por Diaz, Tello, y Arevalo (2014) en la cual se evaluó cinco tipos de biofertilizantes en el crecimiento y desarrollo de *Plukenetia*

volubilis L en un suelo de baja fertilidad, logrando reducir los 74, 77, 79 días para la fructificación, obtención de mayor número de frutos y mejora en la productividad de las plantas.

En las siguientes figuras se hace el análisis de las variables como vigor, plagas, enfermedades, presencia de fruto y desarrollo del fruto, también se realizó la comparación de las variables vs la distancia de siembra (1,25 m y 2,5 m entre plantas) y los meses de muestreo; con el fin de determinar si hay o no afectación.

Para la medición de vigor, la planta no presentó diferencia estadística significativa con relación a las distancias de siembra, a diferencia de las demás variables. En la evaluación de altura, plagas, enfermedades, fruto y desarrollo del fruto, se observó que existen diferencias estadísticas, presentando mejores resultados en plantas sembradas a una distancia de siembra de 1,25m (Anexo 1).

4.4.3 Vigorosis. El análisis estadístico mostró que no existen diferencias significativas en la variable vigor (Anexo 2), aunque los mejores resultados se dieron en las plantas sembradas a menor distancia (figura 9). Este resultado es contrario a lo expuesto por Castillo (2013), quien establece que la densidad de siembra está relacionada con los efectos negativos que se producen en la planta, debido a la competencia de otras plantas de su misma especie lo que provoca múltiples inconvenientes generados por la competencia en luz, espacio, agua o nutrientes; lo que interfieren en su óptimo desarrollo.

Se debe tener en cuenta que, en este estudio, la semilla que se utilizó no es certificada y se presume que en el cultivo existen tres variedades diferentes de Sacha Inchi; lo anterior puede estar relacionado con lo descrito por Mendoza, Cortez, Rivera, Rangel, Andri, y Cervantes (2011), quienes afirman que el vigor de la semilla es el factor más importante para una

germinación rápida y uniforme obteniendo plantas más vigorosas y competitivas, que se reflejan en el rendimiento de las plantas.

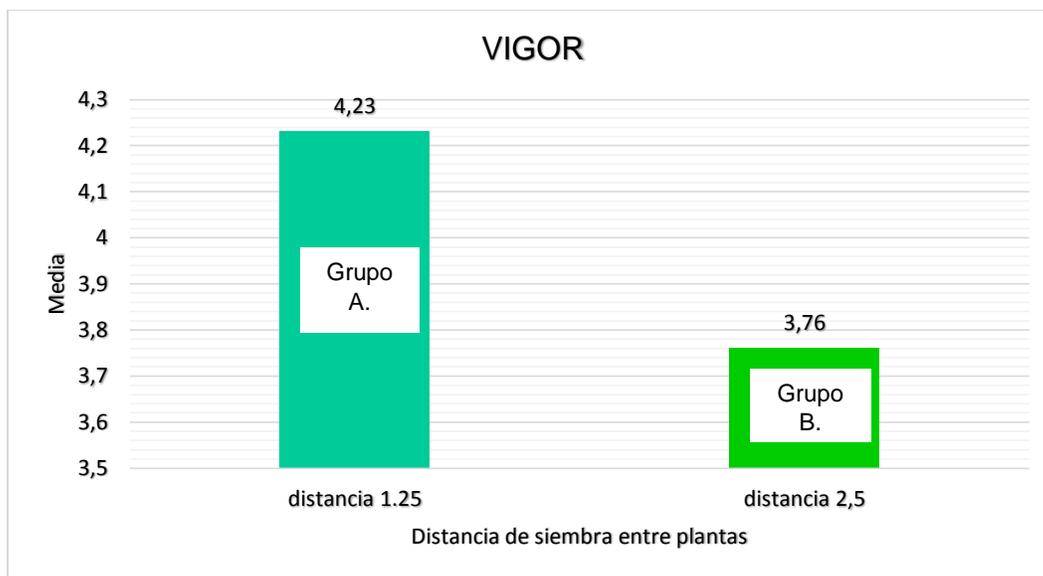


Figura 8. Análisis distancia de siembra Vs Vigor

Fuente. Elaboración propia

De igual forma se registraron diferencias entre los meses octubre y noviembre, (Anexo 2), se puede evidenciar que, dependiendo del mes, el vigor de la planta varía. Para el mes de octubre los porcentajes de vigor en estado excelente, regular y malo eran similares, mientras que, para el mes de noviembre, la mayoría de las plantas se encontraban entre bueno y excelente (figura 10). Esto se puede atribuir a la fertilización que se realizó en el mes de octubre con abono 10-30-10 en una cantidad de 30gr por planta. Este abono está compuesto por nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en donde el nitrógeno estimula el rápido crecimiento dando un color verde intenso a las hojas, aumenta el contenido de proteína, así como la producción de frutos y semillas; el fósforo estimula el crecimiento precoz de la raíz, el desarrollo rápido y vigoroso de las plantas, la estimulación de las flores y la maduración de los frutos; y el potasio, aporta a la

planta vigor, resistencia a las enfermedades, además ayuda a soportar las condiciones adversas como la falta de la humedad del suelo. (FAO, 2002).

Por consiguiente el incremento en la precipitación en el mes de octubre Anexo 3 sumado a la fertilización que se realizó, favoreció en los resultados del vigor en el cultivo para el mes de noviembre, ya que las plantas requieren que los nutrimentos estén disueltos en la solución del suelo para que puedan ser absorbidos y traslocados hasta los lugares donde van a ser metabolizados. (Arboleda, 2009)

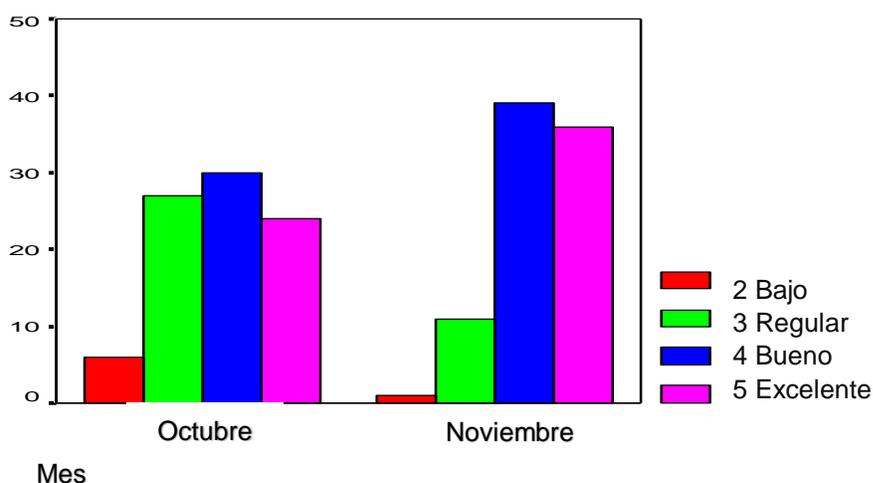


Figura 9. Mes Vs vigor

Fuente. Elaboración propia

4.4.4 Plagas y enfermedades. Aunque hubo presencia de posibles insectos plaga como trozador *Agrotis*, minador no especificado del genero *Liriomyza*; insectos benéficos como el mariquita *Coccinella* y afectación por posibles hongos causantes de enfermedades entre ellas la antracnosis *Colletotrichum* y muerte descendente causada por un hongo Fitopatógeno del genero *Phoma*, estos no causaron mayor afectación a las plantas, sin embargo, se realizó seguimiento y monitoreo constante con el fin de evitar posibles propagaciones dentro del cultivo.

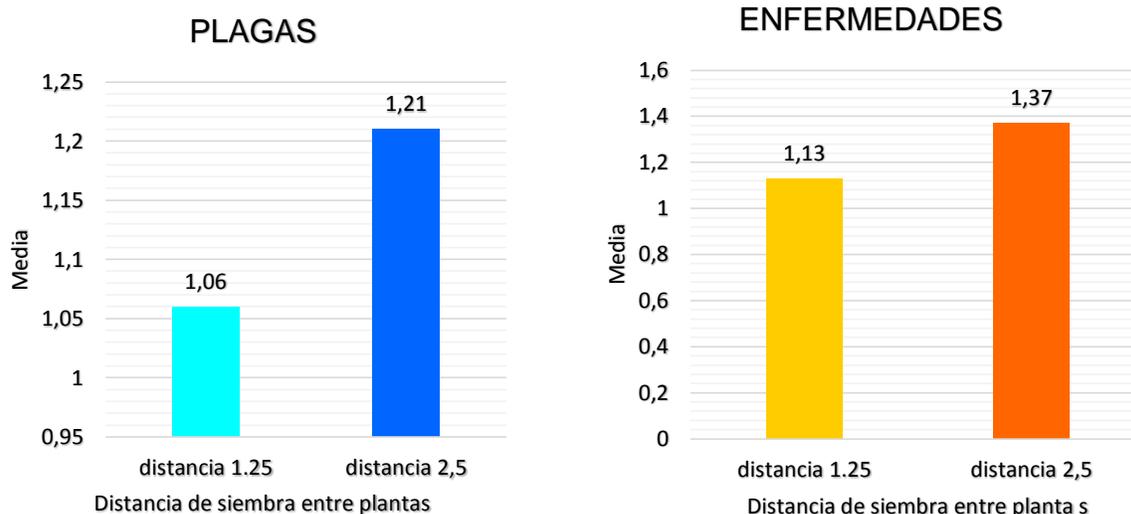


Figura 10. Distancias de siembra vs plagas *Figura 11.* Distancias de siembra vs enfermedades

Fuente. Elaboración propia

Según los resultados arrojados, la incidencia de plagas e infestación de enfermedades fue mínima dentro de todo el cultivo, aunque se presentó un porcentaje de 17% para plagas y 21% enfermedades, donde el programa estadístico demuestra que, si hay diferencia significativa en cuanto a la presencia de plagas y enfermedades de acuerdo a las distancias de siembra, (figura 11 y 12). (Anexo 2) Estos resultados son contrarios a lo expuesto por Hernandez, (2011) quien afirma que a medida que los individuos esten mas alejados se reducen la posibilidad de transmitir enfermedades de un individuo a otro, por otro lado, al haber alta densidad poblacional, la humedad ambiental permanece mas tiempo en el follaje y permite el desarrollo de las enfermedades con mayor severidad.

Posiblemente una baja presencia de las plagas a menor distancia de siembra, es debido a la adaptabilidad de las variedades a las condiciones de clima y suelo presentes en la zona. Ya que según la Federación Nacional de Semillas (2017) establece que la capacidad de una plaga para causar enfermedad o daño a una planta depende de las condiciones ambientales, las variedades

dentro de una misma especie pueden definir su capacidad para defenderse bajo diferentes condiciones tales como la edad de la planta, la presión de la plaga y el grado de virulencia o condiciones ambientales adversas, la interacción entre la misma variedad y la misma plaga pueden tener resultados distintos.

En el cultivo de Sacha Inchi hubo presencia de los siguientes insectos de hábito fitófago.

Larvas de lepidópteros: en los primeros días de desarrollo del cultivo se encontraron larvas en hojas y cogollos en las cuales se observó el daño ocasionado, presentándose de manera dispersa dentro del cultivo. Similar a lo encontrado en el estudio publicado por Biocomercio en el Perú (2011), en la provincia de Rodríguez en Mendoza, donde se refiere a la presencia de larvas con una incidencia del 0,24%, sin embargo, la mayoría de estas larvas fueron encontradas de manera aislada, sin causar daño significativo para las plantas.



Figura 12. A. Larva de lepidóptero



B. Daños causados por larva de lepidóptero

Fuente. Elaboración propia

Insecto Minador de hojas: dentro del cultivo se encontraron algunas hojas afectadas, sin embargo, la presencia de esta plaga en el cultivo no causo daño significativo, por lo cual no se hizo necesario el uso de plaguicidas. Según (CIED, 2007) el ataque de este insecto se observa en periodos de sequía, el adulto de esta plaga deposita sus huevos en las hojas y luego a pasar a

larvas se alimentan de la sabia, también se ha observado que en épocas de lluvias provocan el ahogamiento de las larvas, por lo que la plaga desaparece inmediatamente.

Biocomercio Perú,(s.f) pública en el estudio que se realizó en la provincia de Rodríguez en Mendoza, la presencia de un minador de hojas de la familia Gracillaridae, con un porcentaje de infestación de 5,42%, en donde la larva después de atravesar la epidermis de la hoja, se alimentaba del tejido vegetal originando minas lagunares las cuales en su último estadio, la larva abandona la mina para buscar un lugar donde empupar, en ese estudio se observó que generalmente lo hacen en la parte apical de las hojas y en pocos casos lo realizaron en el fruto.

Como lo muestra en la *figura 14* dentro del cultivo se encontró el insecto de la familia *Coccinellidae* o conocidos comúnmente como mariquitas, según (Estrada, 2008) este es el grupo más importante de controladores biológicos tanto de plagas exóticas como nativas. Estos depredadores ayudan a suprimir las plagas por medio de liberaciones, inoculaciones estacionales en otros cultivos y mediante la conservación en áreas alrededor de los cultivos. Adultos y larvas de coccinélidos se alimentan de ácaros y un gran número de insectos que incluyen, principalmente áfidos, pero también moscas blancas, escamas, trips y pseudococcidaes. Si sus presas son escasas, los adultos y las larvas se alimentan de huevos de polillas y escarabajos, ácaros, trips y larvas de otros insectos pequeños, así como de polen y néctar. Muchos cultivos se benefician de la presencia de las mariquitas, en especial todo cultivo atacado por áfidos. Varios científicos consideran los coccinélidos como uno de los enemigos naturales más beneficiosos en todo el mundo.



Figura 13. Coccinellidae.

Fuente. Elaboración propia

4.4.5 Mes vs plagas y enfermedades. Se puede observar en las figuras 15 y 16, que existe afectación de plagas y enfermedades con relación al mes evaluado, aunque el porcentaje de plantas afectadas es mínimo para los dos meses, se evidencia que en el mes de octubre los promedios de plantas afectadas por plagas y enfermedades son mayores comparados con el mes de noviembre. Para el mes de noviembre, la precipitación en el municipio de Timbio, presentó volúmenes mayores a 349 mm mientras que para el mes de octubre los volúmenes fluctuaron entre los 308 mm (Organización de Datos Climaticos, 2017)

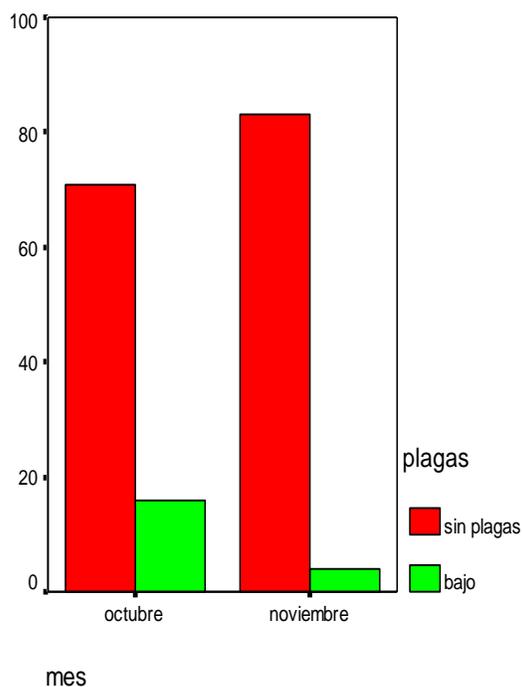


Figura 14. Mes vs plagas

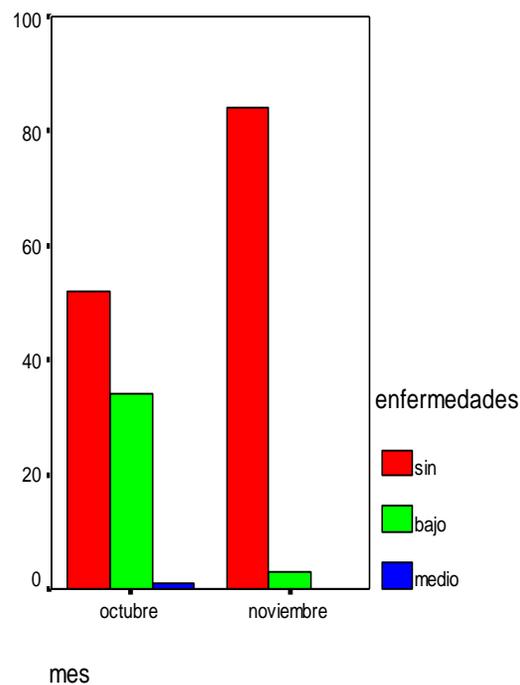


Figura 15. Mes vs enfermedades

Fuente. Elaboración propia

94

Según Quiroga, (s.f.) el porcentaje de humedad y los cambios de temperatura favorecen el crecimiento de hongos e insectos, al presentarse lluvias fuertes las plantas quedan expuestas a daños mecánicos en sus órganos, lo que las hace más susceptibles al daño por patógenos y plagas, así mismo, el daño generado a la población de arvenses dentro de un cultivo, causa una redistribución en los hospederos de estas, migrando hacia plantas del cultivo.

Considerando lo anterior, las altas precipitaciones en el mes de octubre y noviembre pudieron tener influencia sobre los resultados arrojados en la evaluación de plagas y enfermedades, debido a la alta humedad en el ambiente (Dimitrova & Saavedra, 2009).



Figura 16. Hoja de Sacha inchi afectada por posible Antracnosis

Fuente. Elaboración propia

4.4.6 Fruto y desarrollo del fruto. En la figura 18 se evidencia que aproximadamente a los 160 días después de la germinación de la semilla, el 89% de las plantas ya presentaban frutos en todo el cultivo. Esto concuerda al estudio hecho por Ayala, (2016) en el análisis de crecimiento y producción de tres variedades de sachá Inchi *Plukenetia volubilis* L. en el municipio de Tena Cundinamarca, donde establece que de los cinco a seis meses inicia la formación del fruto, presentándose en producción durante todo el año.



Figura 17. Presencia de fruto en plantas de Sacha Inchi

Fuente. Elaboración propia

Dentro del cultivo se observó que la distancia de siembra si influye en la presencia de frutos, (figura 19); puesto que las plantas que se encontraban sembradas a menor distancia presentaron mayor número de frutos; esto concuerda con el estudio realizado por Satalaya, (2008) en la Estación Experimental del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT) ubicado en Tarapoto, Perú, en donde se realizó el comparativo de tres densidades de siembra en sachá Inchi *Plukenetia bolubilis* L. bajo el sistema de espalderas, en el cual se obtuvo como resultado que a menor distancia de siembra se observó mayor número de frutos, este autor refiere que las plantas de sachá inchi se comportan en forma diferente en la producción de frutos cuando se siembra a diferentes densidades.

La producción de las plantas esta realcionada con la distancia de siembra, según Hernandez (2011) refiere que a mayor densidad de siembra se produce menor cantidad de kilos por plantas, con frutos de menor tamaño, pero como son mas individuos sembrados se obtienen mayor rendimiento en los cultivos por hectarea.

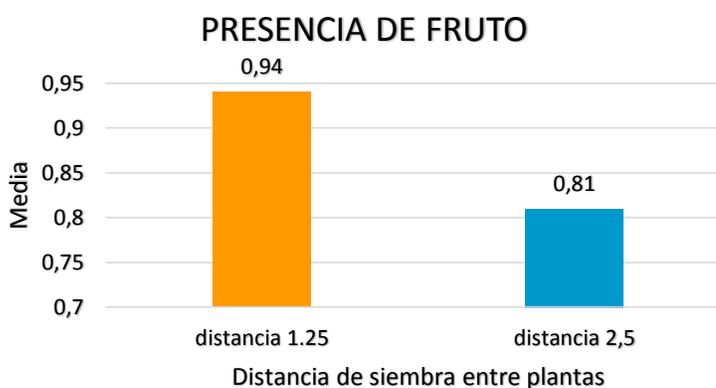


Figura 18. Presencia de fruto

Fuente. Elaboración propia

En el análisis que se realizó respecto a grado de desarrollo del fruto vs distancias de siembra (Ver Figura 20) y grado de desarrollo vs meses octubre y noviembre (Ver Figura 21), se encontró que no existe significancia; esto se debe a que el sacha Inchi a diferencia de otras especies de oleaginosas, tiene una actividad de crecimiento vegetativo y fructificación continuada durante todo el año en cada planta, en donde el proceso de desarrollo de los frutos es muy rápido ya que desde que inicia la floración de las plantas hasta que termina el crecimiento del fruto para iniciar el proceso de maduración, se da un corto periodo de tiempo (Arévalo, 1999).

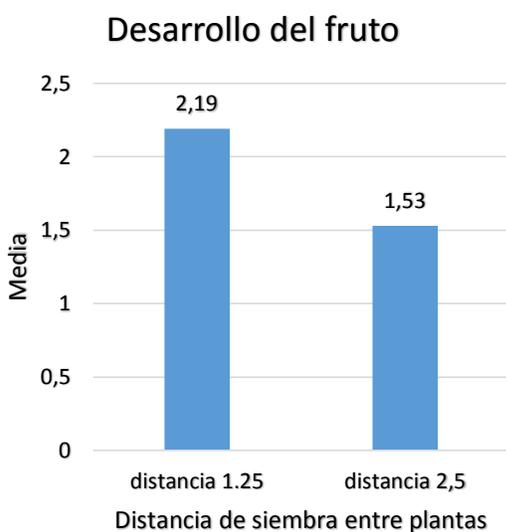


Figura 19. Desarrollo del fruto

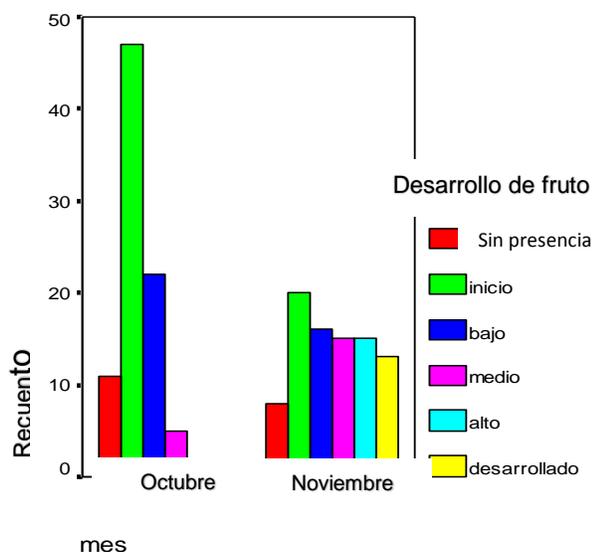


Figura 20. Desarrollo del fruto por mes

Fuente. Elaboración propia

Según Gómez citado por Ayala, (2016), el desarrollo de los frutos del cultivo de Sacha Inchi, se da aproximadamente en 30 días al final de los cuales se inicia la fase de maduración.; este mismo autor afirma que luego de realizarse la primera cosecha ésta especie fructifica durante todo el año, por lo tanto, la cosecha debe realizarse de manera habitual, en donde esta

planta no tiene una época definida de cosecha que permita programar esta labor de manera convencional.



Figura 21. a) Flores de Sacha Inchi (Masculina y femenina).



b) Presencia de fruto de Sacha Inchi en estado inicial de desarrollo

Fuente. Elaboración propia

4.4.7 Altura. Según los resultados arrojados demuestran que existen promedios de altura mínima entre 37,8 cm y la máxima altura de 124 cm (Anexo 4). La figura 23 muestra el comportamiento de la altura en el cultivo de acuerdo con la distancia de siembra, Sin embargo, la prueba estadística demostró que existe una relación significativa entre las variables analizadas ya que a una distancia de siembra de 1,25 m las plantas presentaron mayor altura. Esto se relaciona con el estudio realizado por Sosa, Iedeá, Estrada, & Molinet, (2015) donde el objetivo de estudio fue determinar el efecto de cinco distancias de siembra en variables morfoagronómicas de *Moringa oleífera*, en este estudio se observaron diferencias significativas en las plantas con menores distancias, para el tratamiento con distancias de siembra de 10cm *10cm se observó la mayor altura con una media de 18,07cm, en comparación al tratamiento con distancias de 20cm*20cm entre plantas el cual mostro el menor crecimiento con un promedio de 16,5 cm, ya

que al existir mayor densidad de siembra las plantas en su competencia por la luz solar y otros recursos se elongaron en los primeros estadios, modificando su comportamiento en la medida que la competencia por los recursos naturales disminuyó y esto influyó de diferentes maneras en el desarrollo y crecimiento de las plántulas.

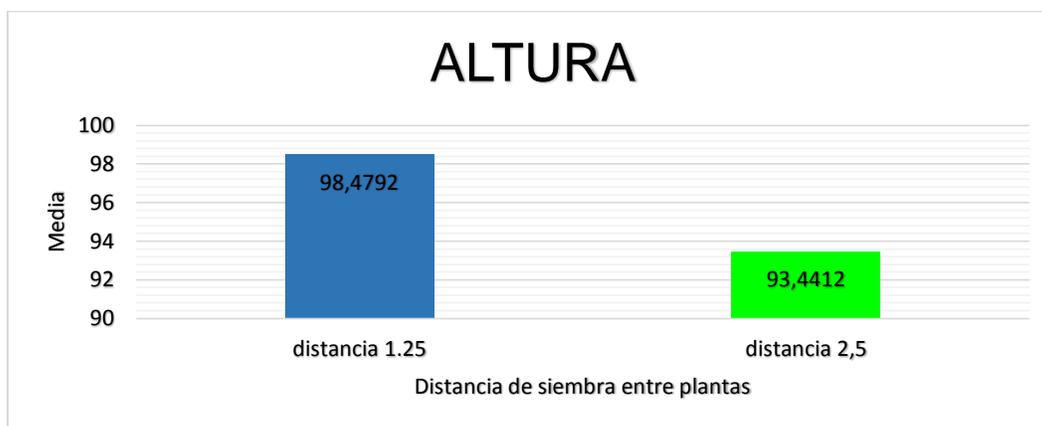


Figura 22. Altura vs distancia de siembra

Fuente. Elaboración propia

La figura 24 muestra el comportamiento del crecimiento a través de los meses de junio, Julio, agosto, octubre y noviembre el cual fue significativo (kruscall, $gl=24$, $p=0,0$), (Anexo 5). Los resultados muestran que, en los primeros meses, su crecimiento fue continuo y en el mes de septiembre y octubre tuvo un incremento considerable.

Según la organización de datos climáticos, (2017), la precipitación más baja, en el municipio de Timbío-Cauca, para el año 2017 se dio en el mes de julio, con un promedio de 51 mm y los meses con mayores precipitaciones se dieron en octubre y noviembre con promedios de 308 y 349 mm. Se presume que el crecimiento acelerado de las plantas para el mes de octubre y noviembre, se deben al incremento de la precipitación para estos dos meses.

Esto concuerda con Meara, (2018) en donde afirma que el agua está relacionada directamente con el crecimiento de las plantas, ya que la división celular y la expansión de las

células crecen tomando agua; si el agua es suficiente durante los periodos de crecimiento de una planta, el tamaño final de las células aumentara produciendo de esta manera mayores hojas, plantas más grandes y fuertes, tallos más largos y gruesos, así como un mejor sistema radicular.

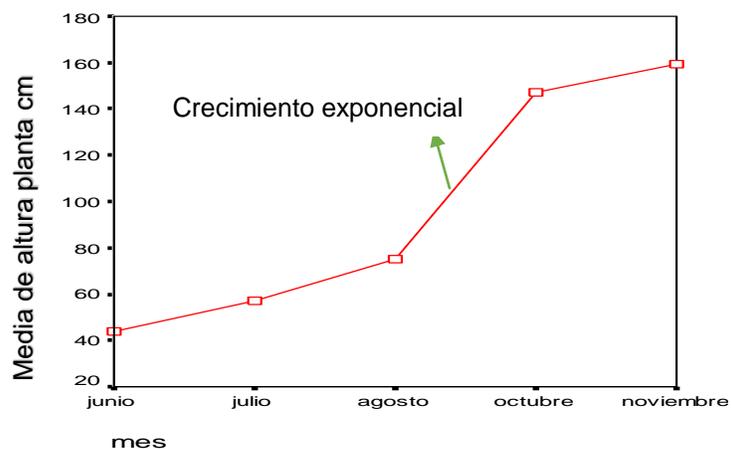


Figura 23. Altura vs mes

Fuente. Elaboración propia

4.5 Costos de establecimiento y sostenimiento

Estimación de los costos de establecimiento y sostenimiento del cultivo de Sacha Inchi *Plukenetia volubilis* L., en las primeras etapas de desarrollo.

4.5.1 Establecimiento. Para los costos de establecimiento del cultivo de sachá Inchi se realizó una inversión de \$4.096.007 divididos de la siguiente manera: 33% para mano de obra y el 67% para insumos.

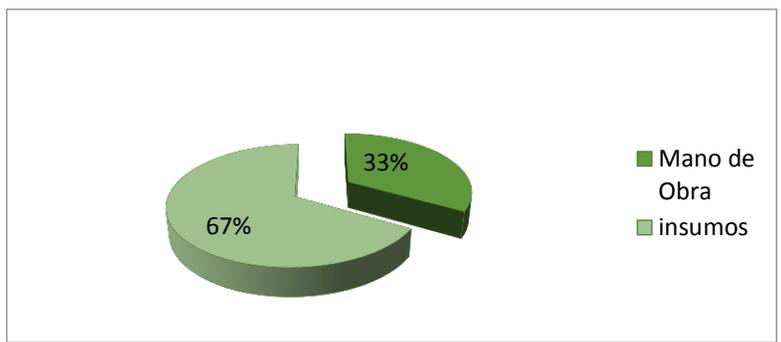
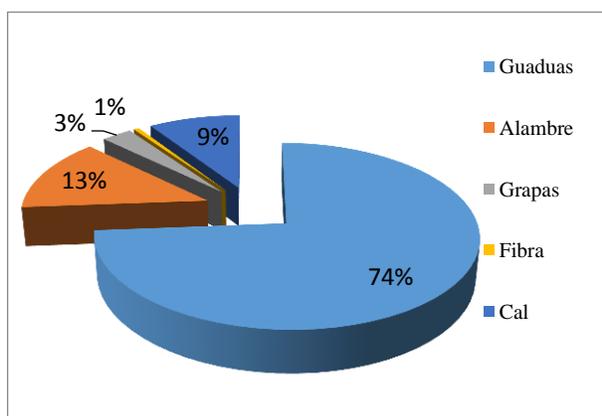
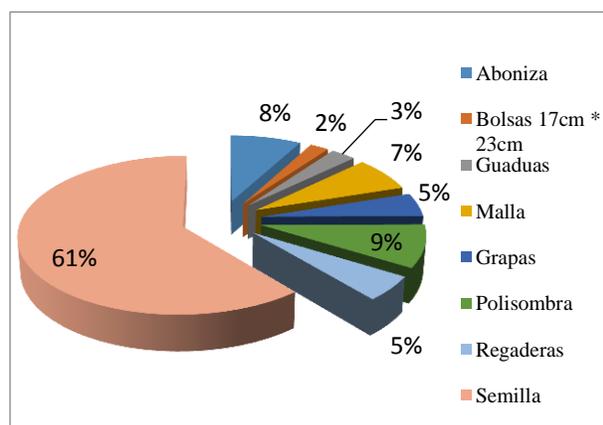


Figura 24. Costos de establecimiento

Fuente. Elaboración propia

Los insumos tuvieron mayor participación en el establecimiento del cultivo figura 25, estos fueron divididos en dos etapas, la primera es la etapa de almacigo en donde la semilla representó el 61% del valor de los costos totales de almacigo figura 28 y la segunda, es la de la preparación del terreno en donde el costo de las guaduas representó 74%, figura 29. (Ver Anexo



6)

Figura 25. Costos para la elaboración del almacigo Figura 26. Costos de insumos en la

Preparación del terreno y construcción del emparrado

Fuente. Elaboración propia

4.5.2 Sostenimiento. Para la etapa de sostenimiento del cultivo, desde la siembra de las plantas hasta la formación del fruto se realizó una inversión de \$ 597.561, el cual está dividido en mano de obra 44% e insumos 56% lo cual se puede observar en la figura 28. (Ver Anexo 8)

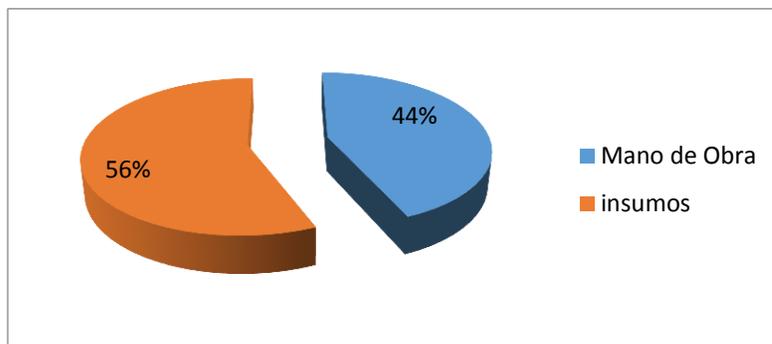


Figura 27. Costos para la etapa de sostenimiento

Fuente. Elaboración propia

Dentro de los insumos utilizados en las labores culturales el 89% del valor de los costos correspondió al abono orgánico, seguido por el fertilizante químico el cual tuvo una participación del 10% del valor de los costos totales de insumos en la etapa de establecimiento

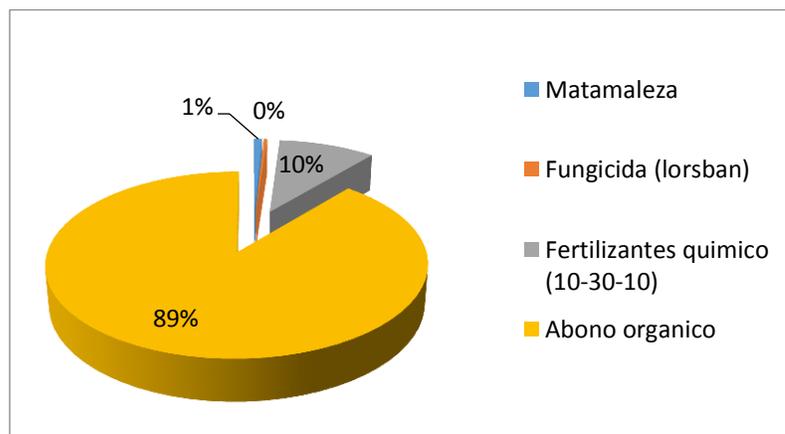


Figura 28. Insumo labores culturales

Fuente. Elaboración propia

Conclusiones

- Como resultado de la investigación sobre la etapa comprendida desde la siembra de la semilla hasta el inicio de desarrollo del fruto para la evaluación que se desarrolló en la finca Los Robles fue en promedio de 120 días.
- La fase vegetativa se presentó a los 60 días promedio y la fase reproductiva a los 159 días promedio.
- Mediante el desarrollo de este estudio se logró identificar las diferentes etapas del ciclo fenológico del cultivo en donde existió una afectación de las variables a medir según la distancia de siembra en la que se encontraban sembradas las plantas.
- Para el mes de octubre se evidencia que la mayoría del cultivo presenta frutos en estado inicial de desarrollo, mientras que, para el mes de noviembre, los frutos se encontraron en diferentes etapas de formación.
- En el mes de octubre en donde las precipitaciones en el departamento del Cauca presentaron mayores volúmenes, se evidencio mayor incidencia de plagas y enfermedades en comparación al mes de noviembre, sin embargo, los casos de plantas afectadas por enfermedades fueron mayores a los casos de plantas con presencia de plagas.
- Los resultados en la evaluación de altura para los meses de junio, julio, agosto y noviembre del año 2017 muestran que en los primeros meses el crecimiento fue continuo y en el mes de septiembre y octubre tuvo un incremento considerable.

- De acuerdo con los resultados arrojados por el programa estadístico se concluye que las plantas sembrando a una distancia de 1,25 m presentaron mejor resultados como mayor presencia de fruto, menor presencia de plagas y enfermedades.
- Para los costos de establecimiento del cultivo de sachá Inchi se realizó una inversión de \$4.096.007 divididos de la siguiente manera: 33% para mano de obra y el 67% para insumos.
- Para la etapa de sostenimiento del cultivo, desde la siembra de las plantas hasta la formación del fruto se hizo la inversión de \$ 597.561, el cual está dividido en mano de obra 44% e insumos 56%.

Recomendaciones

- Se recomienda continuar con investigaciones relacionadas con la producción del cultivo, extracción de subproductos y valor agregado de los mismos.
- Se recomienda mejorar la planificación de nuevos proyectos en la Finca Los Robles con el fin de obtener mejores resultados.
- Se recomienda para futuros cultivos de investigación realizar un previo estudio de suelo, ya que con este nos ayuda a diagnosticar los requerimientos nutritivos en el cultivo.
- Se recomienda para la siembra usar semilla que sea certificada y para las condiciones edafoclimáticas de la zona, con el fin de garantizar una mejor germinación y óptimo desarrollo.

Referencias

- Asesoría económica y marketing - AEM. (2009). Fórmula para muestreo. Recuperado de http://www.corporacionaem.com/tools/calc_muestras.php
- Agronet. (2012). *Area sembrada, producción y rendimiento en Colombia*. Recuperado el 10 de Febrero de 2019, de <http://www.agronet.gov.co/Paginas/Resultados-de-busqueda.aspx?k=sacha%20inshi>
- Agronet. (2016). Comparativo de área, producción, rendimiento y participación departamental por cultivo. (Es la Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario de Colombia) Recuperado de <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>
- Álvarez, L., y Ríos, S. (marzo de 2007). Huacos fitomórficos de la cultura inca. Instituto de investigaciones de la Amazonía peruana, Avances Económicos N° 3, 15.
- Álvarez, L., y Ríos, S. (2009). Instituto de investigaciones de la Amazonía peruana(IIAP). Estudio de viabilidad económica del cultivo de *Plukenetia volubilis* Linneo, Sacha inchi, en el departamento de San Martín, 15- 16.
- Andrade, L. (2009). Manual de producción de sachá inchi para el biocomercio y la agroforestería sostenible. Perú Biodiverso, 11.
- Arévalo, G. (1999). El cultivo de Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.) en la Amazonia. Recuperado el 2018 de noviembre de 07, de Investigador Agrario, programa nacional de investigación de recursos genéticos y biotecnología: Recuperado de <http://www4.congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/inia/inia-i5/inia-i5-10.htm#TopOfPage>
- Arboleda, F. M. (2009). *Importancia del agua en la nutrición de los cultivos*. Obtenido de Centro de investigación de la caña de azúcar en Colombia: www.unipamplona.edu.com

Asesoría Económica y Marketing. AEM. (2009). Calculadora de muestra. Recuperado de

[http:// www.corporacionaem.com/tolos/calc_muestras.php](http://www.corporacionaem.com/tolos/calc_muestras.php)

Ayala, G. (2016). Análisis de crecimiento y producción de 3 variedades de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.), en el municipio de Tena Cundinamarca. Tesis pregrado, Universidad de ciencias aplicadas y ambientales U.D.C.A, Bogotá.

Bailey, L.L. (1949). Manual of cultivated plants. The Mac Millan Co. New York, p. 118

BioComercio Perú. (2011). Análisis de Plagas y Enfermedades de Sacha Inchi – Amazonas.

(Consultado el 04 de noviembre de 2018) Recuperado de <https://es.scribd.com/document/80840679/Analisis-de-Plagas-y-Enfermedades-de-Sacha-Inchi-Amaz>

Calero, B. R. (2013). La cadena de valor del sachá inchi Análisis y lineamientos estratégicos para su desarrollo. Perú Biodiverso, 1, 20.

Cárdenas, y Posada. (2001). Los insectos y otros habitantes de Cafetales y Platanales. Armenia-Colombia: Comité Departamental de Cafeteros del Quindío- Cenicafe.

Castillo, J. R. (2013). Densidad de Siembra. El cafetal.

Cazón, F.I.M., Anzoategui, L.T. (2012). Identificación de enfermedades en cultivo de Sésamo en zonas productoras del departamento de Santa Cruz. Proyecto Sésamo IIAVF.

Colbio. (2013). Sacha inchi (*Plukenetia Volubilis* L.). Centro de Investigación Colombiana de Biocombustibles COLBIO. Antioquia, Colombia.

CIED. (2007). Manual de Capacitación Cultivo de Sacha Inchi. Huancayo: Liberio Ríos Artes Gráficas.

- Chirinos, O., Adachi, L., Calderón, F., Díaz, R., Larrea, L., y Mucha, G. (2009). Exportación de sachá inchi al mercado de Estados Unidos. Universidad ESAN: Recuperado de https://www.esan.edu.pe/publicaciones/Descargue_el_documento_completo.pdf
- Díaz, P., Tello, C., y Arévalo, L. (2014). Efecto del uso de tutores y aplicación de biofertilizantes en el crecimiento y desarrollo de *Plukenetia volubilis* L sachá inchi. Instituto de investigaciones de la amazonia peruana: (Consultado el 08 de noviembre de 2018). Recuperado de <http://revistas.iiap.org.pe/index.php/foviaamazonica/article/view/17/32>
- Dimitrova, L., y Saavedra, I. L. (2009). La antracnosis y la mancha angular. (Consultado el 23 de octubre de 2018) Recuperado de http://www.utm.mx/edi_anteriores/Temas39/2NOTAS%2039-3.pdf
- El observatorio. (2016). Técnicas de Cultivo. Coccinellidae o mariquita. (Consultado de octubre de 2018). Recuperado de <https://www.elobservatoriodebajoplastico.es/noticia-12095/coccinellidae-o-mariquita.asp>
- Estrada, C. I. (2008). Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. (U. d. Antioquia, Ed.) Recuperado de <http://wp.globalalternatives.org/wp-content/uploads/2014/01/Control-biologico-de-insectos-un-enfoque-agroecologico.pdf>
- Federación Nacional de Semillas. (2017). Representando a la industria de semillas a nivel global Recuperado de <https://www.worldseed.org/>
- Fitoralia. (2018). Los enemigos de las plantas. Una clasificación fácil. Recuperado de <http://www.fitoralia.com/los-enemigos-de-las-plantas-una-clasificacion-facil/>
- Franco, J. (1986). Nematodos del quiste de la papa. (*Globodera* spp). Lima, Perú. Editorial, Boletines de información Técnica del CIP. Centro de investigación de la papa

- Flórez, A., y Chito, H. (2015). Evaluación del rendimiento de manzanilla (*Matricaria chamomilla*) con abono orgánico en la Vereda los Robles del municipio de Timbío. Tesis pregrado, Fundación Universitaria de Popayán, Cauca, Timbío.
- Gamarra, J. R. (2007). Documentos de trabajo sobre economía regional. En La economía del departamento del Cauca: concentración de tierras y pobreza: Recuperado de <http://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/3000/La%20econom%C3%ADa%20del%20departamento%20del%20Cauca.%20Concentraci%C3%B3n%20de%20tierras%20y%20pobreza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gauna, (2011). Manejo integrado de *Meloidogyne* en tomate. Centro regional Corrientes. Laboratorio de Nematología. EEA INTA Bella Vista.39 (1): 8 pp.
- Gomero, L., y Vásquez, A. (1999). Manejo ecológico de suelos: conceptos experiencias y técnicas. Lima, Perú: Red de acción en alternativas al uso de agroquímicos (RAAA).
- Gómez, M.E.J. (2004). Monografía y cultivo de sachá inchi, oleaginosa promisoría para la diversificación productiva en el trópico. Corporación Colombiana de Investigación agropecuaria Corpoica. Primera edición.
- Gómez, C. V. (19 de febrero de 2017). Santandereano innova con aceite de Sachá Inchi. En [vanguardia.com](http://www.vanguardia.com/mundo/ciencia/389528-santandereano-innova-con-aceite-de-sacha-inchi). Recuperado de <http://www.vanguardia.com/mundo/ciencia/389528-santandereano-innova-con-aceite-de-sacha-inchi>
- Granados, J. (2008). Sachá inchi. En Galeon. Recuperado de <http://proyectosachainchi.galeon.com/>
- Hernández, F. (2011). *Asistencia técnica Agrícola*. Obtenido de La densidad de Siembra de los Cultivo: www.agro-tecnologia-tropical.com/densidad_de_siembra.html

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales- IDEAM. (2017). Boletín Climatológico mensual. Recuperado de http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual?p_p_id=110_INSTANCE_xYvIPc4uxk1Y&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_110_INSTANCE_xYvIPc4uxk1Y_struts_action=%2Fdocument_library_display%2Fvie
- Lagos, J. M., y Andías, R. G. (2017). Instituto de investigaciones Agropecuarias. (Consultado el 04 de noviembre de 2018) En Manejando fertilidad del suelo. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/fichas-tecnicas/suelos/FICHA10-REMEHUE.pdf>
- López, C. B. (2013). Aprovechamiento de la torta residual de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) mediante extracción por solventes de su aceite. Universidad de Manizales. Recuperado de http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/970/2/Betancourth_L%20C3%B3pez_Cristhian_Fernando_2013.pdf
- Manco, E. I. (2006). Cultivo de Sachá inchi. Instituto nacional de investigación y extensión agraria (INIA), San Martín.
- Manzaneda, F. (2016). El Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis*) y los aceites funcionales. *Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica - UMSA*, 98.
- Martínez, B. J., N. K. De la Trinidad P., G. Almaguer V., I. Caamal C., J. R. Espinosa E. (2007). Costos y competitividad de la producción de mango (*Mangifera indica* L.) en la región de tierra Caliente, Michoacán. p. 134. En: Memoria de resúmenes 53ava reunión anual de la ISTH. Morelia, Michoacán, México.

- Mendoza, M., Cortez, E., Rivera, J., Rangel, J., Andri, E., y Cervantes, F. (2011). Época y densidad de siembra en la producción y calidad de semilla de triticale (X T rititosecale Wittmack). *Agronomía Mezoamericana*, 310.
- Meara, L. (1 de febrero de 2018). La importancia del agua para las plantas. [Consultado el 19 de noviembre de 2018] Recuperado de <https://www.geniolandia.com/13128394/la-importancia-del-agua-para-las-plantas>
- Miller, D.E.; Burke, D.W. (1980). Resistance to vean root rot may be overcome by adverse soil conditions. *Bean Improvement cooperative*. 23: 67-68.
- Molano, A. B., Vega, N. R., y López, J. G. (2016). Producción y comercialización del aceite sacha inchi cultivado. Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4564/1/MolanoSterlingAnaBelly2016.pdf>
- Montoya. (2009). Análisis de Plagas y Enfermedades de Sacha Inchi - Amazonas. (Consultado el 19 de octubre de 2018). Recuperado de <https://es.scribd.com/document/80840679/Análisis-de-Plagas-y-Enfermedades-de-Sacha-Inchi-Amazonas>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO. (2015). Los fertilizantes y su uso. (Consultado el 19 de noviembre de 2018). Asociación internacional de la industria de los fertilizantes. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- Organización de Datos Climáticos. (2017). Precipitación municipio de Timbio. Recuperado de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/cauca/timbio-49682/> CLIMA TIMBÍO
- Portilla, O. (14 de 12 de 2017). 'Sacha inchi' la planta reina del Cauca. *El Nuevo Liberal*.

- Román, J., y Acosta, N. (1984) Nematodos diagnósticos y combate. Universidad de Puerto Rico. Servicio de Extensión Agrícola. Recinto Universitario de Mayagüez. Mayagüez, Puerto Rico.
- Sánchez, P.S.R. (2005). New view on origin of Attine ant–fungus mutualism: Exploitation of a preexisting insect–fungus symbiosis (Hymenoptera: Formicidae). *Annals of the Entomological Society of América* 98 (2): pp. 151–164.
- Sosa, A., Iedeá, J., Estrada, W., & Molinet, D. (2015). *Efectos de la distancia de siembra en variables morfoagronómicas de Moringa (Moringa oleifera)*. Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/rt/printerFfriend.ly/21430/28512>
- Toledo, J. (1982). Manual para la evaluación Agronómica. CIAT. Red Internacional de Pastos Tropicales. Cali, Colombia. 1982.
- Zapata, Acosta, Piedrahita, Alzate y Rojano. (2015). Estabilización oxidativa del aceite de Sacha inchi. *Revista Ciencia en Desarrollo, Vol. 6 No. 2*, 142.

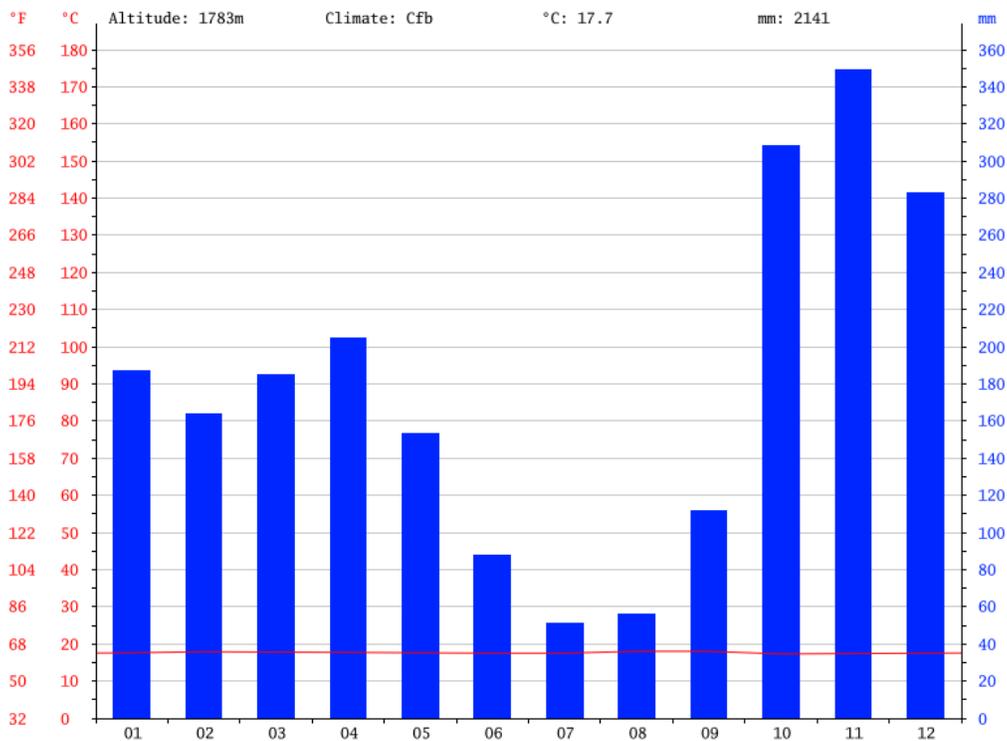
Anexos

Anexo 1. Estadísticas de grupo

	Densidad	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Altura	distancia 1.25	265	98,4792	57,19034	3,51317
	distancia 2,5	170	93,4412	52,45070	4,02279
Vigor	distancia 1.25	106	4,23	,796	,077
	distancia 2,5	68	3,76	,866	,105
Plagas	distancia 1.25	106	1,06	,232	,023
	distancia 2,5	68	1,21	,407	,049
Enfermedades	distancia 1.25	106	1,13	,340	,033
	distancia 2,5	68	1,37	,516	,063
Fruto	distancia 1.25	106	,94	,232	,023
	distancia 2,5	68	,81	,396	,048
Dllofruto	distancia 1.25	106	2,19	1,468	,143
	distancia 2,5	68	1,53	1,240	,150

Anexo 2. Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas	
		F	Sig.
Altura	Se asumen varianzas iguales	8,403	,004
	No se asumen varianzas iguales		
Vigor	Se asumen varianzas iguales	,295	,588
	No se asumen varianzas iguales		
Plagas	Se asumen varianzas iguales	41,630	,000
	No se asumen varianzas iguales		
Enfermedades	Se asumen varianzas iguales	48,135	,000
	No se asumen varianzas iguales		
Fruto	Se asumen varianzas iguales	34,511	,000
	No se asumen varianzas iguales		
Dllofruto	Se asumen varianzas iguales	3,611	,059
	No se asumen varianzas iguales		

Anexo 3. Precipitación municipio de Timbio Cauca 2017

La precipitación es la más baja en julio, con un promedio de 51 mm. La mayor cantidad de precipitación ocurre en noviembre, con un promedio de 349 mm.

Anexo 4. Promedio altura en plantas

	surco	N	Subconjunto para alfa =	
			.05	
			1	2
Tukey B(a,b)	surco 26	5	37,8000	
	surco 16	10	60,9000	60,9000
	surco 22	10	74,6000	74,6000
	surco 6	20	83,8000	83,8000
	surco 2	15	85,7333	85,7333
	surco 13	15	87,4667	87,4667
	surco 5	25	88,1600	88,1600
	surco 20	10	90,5000	90,5000
	surco 12	20	91,3000	91,3000
	surco 14	15	91,4667	91,4667
	surco 9	29	93,1724	93,1724
	surco 11	20	94,7500	94,7500
	surco 19	15	96,0667	96,0667
	surco 8	35	96,4000	96,4000
	surco 10	25	98,0000	98,0000
	surco 7	35	101,0857	101,0857
	surco 24	10	103,6000	103,6000
	surco 15	15	104,5333	104,5333
	surco 23	10	104,8000	104,8000
	surco 18	10	105,7000	105,7000
surco 17	15	107,6667	107,6667	
surco 21	10	108,0000	108,0000	
surco 4	25	111,6400	111,6400	
surco 3	30	115,5333	115,5333	
surco 25	5			124,2000

Anexo 5. Prueba de Kruskal-wallis altura vs mes

KRUSKALL- WALLIS	Gl	Sig.
	24	,000

Anexo 6. Costos de establecimiento del cultivo de sachá Inchi

COSTOS DE ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DE SACHA INCHI					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Almacigo	Extracción de tierra y preparación del sustrato	Jornal	0,5	26.033	13.017
	Llenado de bolsas y encaramiento	Contrato	1	30.000	30.000
	Protección del almacigo con malla e instalación de poli sombra	Jornal	0,5	26.033	13.017
	Corte de guadua para almacigo	Jornal	0,25	26.033	6.508
	Siembra de la semilla	Jornal	1	26.033	26.033
	Manejo integrado de Arvenses	Jornal	0,5	26.033	13.017
	Riego	Jornal	3,7	26.033	96.323
Preparación del terreno	Limpieza del lote	Jornal	15	26.033	390.500
	Picado del terreno	Jornal	12	26.033	312.400
	Encalado	Jornal	1	26.033	26.033
	Corte de guadua para construcción de emparrado	Jornal	4	26.033	104.133
	Construcción de emparrado	Jornal	6	26.033	156.200
	Trazado	Jornal	1	26.033	26.033
	Ahoyado	Jornal	2	26.033	52.067
	Transporte de plántulas al lote	Jornal	0,5	26.033	13.017
	Siembra de las plántulas	Jornal	2	26.033	52.067
	Arreglo de Guías de formación	Jornal	1	26.033	26.033

	Resiembra	Jornal	0,25	26.033	6.508
TOTAL MANO DE OBRA					1.362.907
INSUMOS					
Almacigo	Aboniza	Bultos	3	15.000	45.000
	Bolsas 17cm * 23cm	Millar	1	12.000	12.000
	Guaduas	Unidad	2	8.000	16.000
	Malla	Metros	20	2.000	40.000
	Grapas	libras	5	5.500	27.500
	Poli sombra	Metros	10	5.000	50.000
	Regaderas	Unidad	2	14.500	29.000
	Semilla	Kilos	2	172.900	345.800
Preparación del terreno y construcción de emparrado	Guaduas	unidad	200	8.000	1.600.000
	Alambre	Rollo	2	144.900	289.800
	Grapas	kilos	6	11.000	66.000
	Fibra	Cono	1	12.000	12.000
	Cal	Bultos	20	10.000	200.000
TOTAL INSUMOS					2.733.100
TOTAL COSTOS DE ESTABLECIMIENTO					4.096.007

Anexo 7. Costos de sostenimiento del cultivo hasta el inicio de formación de frutos

COSTOS DE SOSTENIMIENTO					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
labores culturales	Control de arvenses (guadaña, matamaleza)	jornal	5	26.033	130.167
	Control fitosanitario	jornal	1	26.033	26.033
	Fertilización	jornal	2	26.033	52.067
	Acomodada de guías	jornal	2	26.033	52.067
TOTAL MANO DE OBRA					260.333
INSUMOS					
labores culturales	Matamaleza	cm ³	200	14	2.800
	Fungicida (lorsban)	cm ³	40	31	1.232
	Fertilizantes químico (10-30-10)	kilos	19,3	1.720	33.196
	Abono orgánico	bultos	20	15.000	300.000
TOTAL INSUMOS					337.228
TOTAL COSTOS DE SOSTENIMIENTO					597.561