

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO Y DE PRODUCCIÓN DEL SACHA INCHI, ESPECIE *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908), EN EL FUNDO PUCAYACU DEL IIAP – BELLO HORIZONTE SAN MARTIN - PERÚ”

PRESENTADO POR EL BACHILLER

ELDIN SANTA CRUZ RODAS

PARA OPTAR EL TITULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

TARAPOTO – PERÚ
2015

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

ÁREA DE SUELOS Y CULTIVOS

TESIS

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO Y
DE PRODUCCIÓN DEL SACHA INCHI, ESPECIE *Plukenetia
loretensis* (Ule, 1908), EN EL FUNDO PUCAYACU DEL IIAP
– BELLO HORIZONTE SAN MARTIN - PERÚ”**

**PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
ELDIN SANTA CRUZ RODAS**

Comité de Tesis

Ing. M. Sc. Armando D. Cueva Benavides

Presidente

Ing. Dr. Jaime W. Alvarado Ramírez

Secretario

Ing. M. Sc. Segundo Maldonado Vásquez

Miembro

Ing. M. Sc. Guillermo Vásquez Ramírez

Asesor

AGRADECIMIENTO

- Al Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana - IIAP y al Programa de investigación en Manejo Integral del Bosque y Servicios Ambientales (PROBOSQUES) y al Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad (Innóvate. Perú) por la beca de estudios concedida y el financiamiento para la realización de la presente investigación en el margen del proyecto: Identificación de nuevas especies del género *Plukenetia*, con potencial nutracéutico de la Amazonía peruana. Contrato 121-FINCyT-IB-2013.

- Al Ing. M.Sc. Guillermo Vásquez Ramírez, por el asesoramiento en el presente trabajo de investigación.

- Al Ing. Danter Cachique Huansi, por la amistad, el apoyo y las enseñanzas desde el inicio en la adquisición de destrezas en el banco de germoplasma del IIAP-SM.

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	01
2. OBJETIVOS	02
3. REVISIÓN BIBLIOGRÀFICA	03
3.1. Generalidades de la especie <i>Plukenetia loretensis</i> (Ule, 1908)	03
3.1.1. Origen y distribución geográfica	03
3.1.2. Clasificación taxonómica	04
3.1.3. Morfología general	04
3.2. Caracteres diagnósticos de los diferentes grupos de <i>Plukenetia</i>	05
3.3. Antecedentes sobre estudios anteriores en género <i>Plukenetia</i>	07
3.4. Sistemas de propagación de plantas	08
3.4.1. Propagación sexual	08
3.4.2. Propagación asexual	09
I. Propagación a través de estacas	10
3.5. Generalidades del cultivo <i>Plukenetia volubilis</i>	11
3.5.1. Periodo vegetativo	11
3.5.2. Morfología general	11
a. Planta	11
b. Hojas	12
c. Flores	12
d. Frutos	12
e. Semilla	13
f. Aceite	13
3.6. Requerimiento edafoclimático del Sacha inchi	13

3.6.1. Temperatura	13
3.6.2. Altitud	14
3.6.3. Luz	14
3.6.4. Agua	14
3.6.5. Suelo	15
3.6.6. Drenaje	15
3.6.7. Materia orgánica	16
3.6.8. Topografía	16
3.7. Características destacadas de cinco ecotipos de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.), evaluadas en el primer año de producción en la región de San Martín.	16
1. Ecotipo Shica	17
2. Ecotipo Mishquiyacu	17
3. Ecotipo Sauce	18
4. Ecotipo Chazuta	19
5. Ecotipo Pinto Recodo	20
3.7.1. Evaluación del ciclo productivo de cinco ecotipos de sachá inchi propagados a través del enraizamiento de estacas juveniles	21
3.8. Evaluación del ciclo productivo de otras especies vegetales	22
3.9. Condición ex situ	23
3.10. Componentes del suelo, su textura y estructura	24
4. MATERIALES Y METODOS	26
4.1. Ubicación del área experimental	26
4.2. Ubicación geográfica	26
4.3. Ubicación política	26

4.4.	Zona de vida	27
4.5.	Historia del campo experimental	27
4.6.	Características del suelo	28
4.7.	Material genético	29
4.8.	Metodología de investigación	28
4.9.	Características del campo experimental	29
4.10.	Componentes en estudio	29
	i. Especie de sachá inchi (<i>Plukenetia lorentensis</i>)	30
	ii. Ecotipos de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.)	30
4.11.	Conducción del experimento	31
	4.11.1. Preparación del terreno definitivo	31
	4.11.2. Instalación del tutoraje	31
4.12.	Manejo agronómico	32
	a. Trasplante	32
	b. Guiado	33
	c. Poda	33
	d. Abonamiento	33
	e. Riego	34
	f. Control de malezas	35
	g. Control fitosanitario	35
4.13.	VARIABLES EVALUADAS	36
	1. Inicio de floración	36
	2. Inicio de fructificación	36
	3. Días a la cosecha	36
	4. Número de cápsulas cosechadas por planta	36

5.	Peso de cápsulas cosechadas por planta	37
6.	Peso de 100 semillas	37
7.	Rendimiento de almendras por planta	37
8.	Rendimiento por hectárea (kg. ha ⁻¹)	37
5.	RESULTADOS	38
5.1.	Gráfico 1: Comparativo del Inicio de la floración para <i>Plukenetia lorentensis</i> (Ule, 1908) frente a cinco ecotipos conocidos de Sacha Inchi.	38
5.2.	Gráfico 2: Comparativo del Inicio de la fructificación para <i>Plukenetia lorentensis</i> (Ule, 1908) frente a cinco ecotipos conocidos de Sacha Inchi.	38
5.3.	Gráfico 3: Comparativo del Inicio de la cosecha para <i>Plukenetia lorentensis</i> (Ule, 1908) frente a cinco ecotipos conocidos de Sacha Inchi.	39
5.4.	Gráfico 4: Comparativo del N° de cápsulas cosechadas / planta para <i>Plukenetia lorentensis</i> (Ule, 1908) frente a cinco ecotipos conocidos de Sacha Inchi.	39
5.5.	Gráfico 5: Comparativo del Peso de cápsulas cosechadas por planta para <i>Plukenetia lorentensis</i> (Ule, 1908) frente a cinco ecotipos conocidos de Sacha Inchi.	40
5.6.	Gráfico 6: Comparativo del Peso de 100 semillas para <i>Plukenetia lorentensis</i> (Ule, 1908), frente a cinco ecotipos conocidos de Sacha Inchi.	40

5.7.	Gráfico 7: Comparativo del Rendimiento de almendras por planta para <i>Plukenetia loretensis</i> (Ule, 1908) frente a cinco ecotipos conocidos de Sacha Inchi.	41
5.8.	Gráfico 8: Comparativo del Rendimiento (kg./ha^{-1}) para <i>Plukenetia loretensis</i> (Ule, 1908) frente a cinco ecotipos conocidos de Sacha Inchi.	41
6.	DISCUSIONES	42
6.1.	Del inicio de floración (d.d.t.)	42
6.2.	Del inicio de fructificación (d.d.t.)	43
6.3.	Del inicio de cosecha (d.d.t.)	44
6.4.	Del número de cápsulas cosechadas por planta	45
6.5.	Del peso de cápsulas cosechadas por planta (g)	46
6.6.	Del peso de 100 semillas (g)	46
6.7.	Del rendimiento de almendras por planta (Kg)	47
6.8.	Del rendimiento por hectárea (Kg)	48
7.	CONCLUSIONES	51
8.	RECOMENDACIONES	52
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	53
10.	ANEXOS	

I. INTRODUCCIÓN

En la Amazonía Peruana existen diversidad de pisos ecológicos y en ella numerosos ecosistemas que albergan una gran biodiversidad de especies vegetales, dentro de ellas se encuentran las especies nativas de sacha inchi, catalogadas de gran importancia para realizar estudios de investigación; por lo que necesitan de su domesticación ya que presentan una alta variabilidad genética (Zapata, 2003).

El sacha inchi (*Plukenetia spp*), sus especies presentan composiciones químicas y morfológicas de las más diversas e interesantes entre las familias de las angiospermas. En la actualidad, existen especies de sacha inchi de gran valor por sus contenidos de omega 3, 6 y 9, tal es el caso de *P. volubilis* y *P. huayllabambana*.

El Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP) - Tarapoto, a través de su proyecto "Identificación y caracterización de nuevas especies del género *Plukenetia* (Euphorbiaceae), con potencial nutraceútico en la Amazonia Peruana", vienen recolectando especies de sacha inchi de diferentes lugares del Perú: San Martín, Amazonas, Loreto, Cusco, Ucayali, Huánuco y Madre de Dios, con la finalidad de estudiar cómo se comporta fuera de su hábitat natural. Tal es el caso de *Plukenetia lorentensis* (Ule, 1908), especie nativa con múltiples ventajas para del proceso de mejoramiento vegetal; por lo que se desarrolló el presente trabajo de investigación relacionado a su comportamiento fenológico y de producción fuera de su hábitat natural.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento fenológico y la incidencia de producción de la especie *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908), fuera de su hábitat natural en el distrito de la Banda de Shilcayo, en la Provincia de San Martín.

2.2. Objetivos específicos

- Comparar el comportamiento fenológico y la producción de la especie *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908), versus cinco ecotipos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), cuyos resultados fueron evaluados en el 2007, bajo condiciones ecológicas del distrito de Banda de Shilcayo en la provincia de San Martín.
- Determinar la variabilidad del comportamiento fenológico y producción de la especie *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908), frente a los cinco ecotipos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), bajo condiciones ecológicas del distrito de Banda de Shilcayo en la provincia de San Martín.

III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

3.1. Generalidades de la especie *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908)

3.1.1. Origen y distribución geográfica.

El género *Plukenetia* es de origen pantropical, posee 19 especies entre sogas y lianas, este género incluye 12 especies neotropicales y 7 en el viejo mundo, una especie en el Asia, tres en el África y tres en Madagascar (Gillespie, 1993).

En el Perú se tienen reportadas la presencia de por lo menos cuatro especies de este género: *Plukenetia brachybotrya*, *loretensis*, *volubilis*, *polyadenia*; todas estas especies fueron reportadas por los alrededores de Iquitos (Galluser, 2004;).

Rodríguez (2009), menciona que se encuentra en: Colombia; Venezuela: Bolívar; Guyana; Perú: Loreto; San Martín; Amazonas; Bolivia: Beni; y Brasil: Amazonas; Mato Grosso; Rondonia. En la figura 1, se muestra Distribución de *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908).

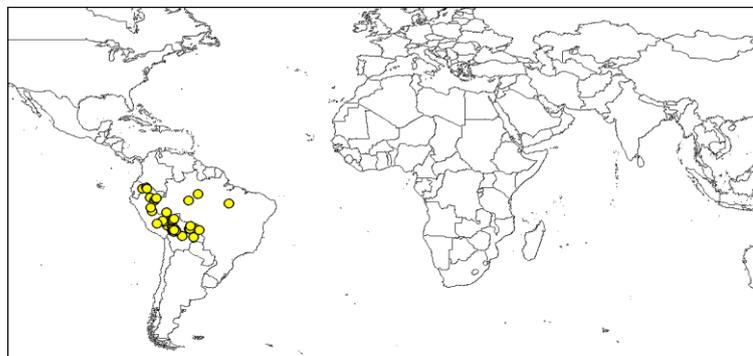


Figura 1: Distribución de *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908)

3.1.2. Clasificación taxonómica

Según Gillespie (1993, 1997) y Galluser, (2004), indican que la clasificación taxonómica del sachá inchi es:

Reino	:	Plantae
Subreino	:	Fanerógama
Clase	:	Magnoliopsida (Angiospermae)
Subclase	:	Rosidae
Orden	:	Euphorbiales
Familia	:	Euphorbiaceae
Subfamilia	:	Alcalyphoideae
Tribu	:	Plukenetieae
Subtribu	:	Plukenetiinae
Género	:	Plukenetia (Linnaeus, 1753)
Especie	:	loretensis (Ule, 1908)
Nombre científico:		<i>Plukenetia loretensis</i> (Ule, 1908).

3.1.3. Morfología general

Descripción. Soga o liana. Tallos jóvenes, tomentoso, convirtiéndose en poco pubescente. Pecíolo 0.5-2 cm de largo, tomentoso; hoja cartácea, elíptica, ápice acuminado, base aguda a obtusa, margen serrulado, glabro a escasamente pubescente por encima y por debajo de las principales venas, pennadamente nervadas; glándulas basilaminares más de un par o confluyentes en un único par alargado. Cápsula 4-lobada, 0.5-0.7 x 1-1,2 cm, puberulenta, dehiscente, cada carpelo lóbulo (carpelo) con cornículo. Semillas globosas, marrón oscuro (Rodríguez, 2009).



Foto 1:

Exsicata de *Plukenetia lorentensis* depositada en el Herbarium Amazonense de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; B) Hojas y fruto de *P. lorentensis*; C) Glándulas basilaminares en *P. lorentensis*. (Rodríguez, 2009).

3.2. Caracteres diagnósticos de los diferentes grupos de *Plukenetia*

Se han realizado observaciones sobre algunas diferencias morfológicas encontradas en los diferentes grupos de *Plukenetia*, identificándose caracteres diagnósticos de las especies reportadas para la Amazonía peruana.

Según Rodríguez (2009), los principales caracteres morfológicos diferenciales observados entre los grupos del género *Plukenetia* se presentan a nivel de fruto, semilla, hoja y tallo, tal como se puede apreciar en el Cuadro 1:

Cuadro 1: Principales caracteres diagnósticos de las especies peruanas del género *Plukenetia*.

Caracteres observados	Especies		
	<i>P. lorentensis</i>	<i>P. brachybotrya</i>	<i>P. volubilis</i> Ecotipo San Martín
Glándulas foliares basilaminares	Glándulas basilaminares en uno o más pares próximas al pecíolo.	Glándulas basiliminares numerosas próximas al pecíolo.	Par de glándulas basilimares próximas al pecíolo.
Borde y base de la hoja	Borde crenado y base caudada	Borde liso y base caudada.	Borde crenado y base caudada.
Base del tallo	Redondeado	Redondeado	Redondeado
Fruto (cápsula)	Cada carpelo con cornículo agudo	Cada carpelo con un tubérculo redondeado	Cuadrangular con ángulos quillados
Tamaño de la cápsula	Diámetro aproximado 1.15 cm.	Diámetro aproximado 1.15 cm.	Diámetro aproximado de 5 a 6 cm.
Superficie de la semilla	Lisa	Lisa	Lisa
Forma de la semilla	Redondeada	Redondeada	Redondeada
Tamaño de la semilla	Media = 0.51 x 0.42	Media = 0.41 x 0.39 cm	Media = 2.01 x 0.85 cm

Fuente: Relaciones filogenéticas del género *Plukenetia* L., (Euphorbiaceae) en la Amazonía Peruana (Rodríguez, 2009).

Una de las características morfológicas diferenciales más saltantes, la encontramos en la forma y tamaño de las semillas de las diferentes especies y ecotipos de sacha inchi de la Amazonía Peruana (Foto 2). Se han encontrado diferentes formas en la semillas que van desde redondeadas hasta ligeramente aplanadas; además existen diferencias en la superficie de las semillas. Asimismo se observó una considerable variación en el tamaño de las semillas, siendo bastante pequeñas en *P. brachybotrya* y *P. lorentensis*, intermedias en

los tres ecotipos de *P. volubilis* y grandes en *P. polyadenia*. Entre los tres ecotipos de *P. volubilis* también se observó estas variaciones, siendo que las semillas más pequeñas fueron encontradas en el ecotipo San Martín y las más grandes en el ecotipo Amazonas.



Foto 2: Semillas de las especies del género *Plukenetia*; A = *P. brachybotrya*; B = *P. lorentensis*; C = *P. volubilis* ecotipo San Martín; D = *P. volubilis* ecotipo Cusco; E = *P. volubilis* ecotipo Amazonas; F = *P. polyadenia*. (Rodríguez, 2009).

3.3. Antecedentes sobre estudios anteriores en género *Plukenetia*

Las diversas plantas conocidas como Sacha Inchi se propaga comúnmente por semilla, aunque también se puede realizar la propagación asexual o por estacas, según ensayos preliminares realizados por el IIAP – SM, en el año 2010, se evaluó los efectos de dos tipos de sustratos, cinco dosis de ácido-3-indolbutírico (AIB), tres longitudes de estacas y cuatro áreas foliares sobre la capacidad de enraizamiento de estacas juveniles del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.), utilizando cámaras de subirrigación. En el primero se empleó un diseño completamente al azar en parcelas divididas conformado por diez

tratamientos, cuatro repeticiones y doce estaquillas por unidad experimental y en el segundo se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de tres repeticiones, conformado por doce tratamientos y nueve estaquillas por unidad experimental. Se obtuvieron porcentajes de enraizamiento superiores al 90 por ciento. En general la especie puede ser enraizada fácilmente en arena y dosis de AIB de 0.2%, utilizando estacas de 8 cm de longitud con áreas foliares de 50 o 100 cm². (Cachique, 2011).

En *Plukenetia volubilis* L. también se realizó el trabajo de investigación de propagación de ácido indolbutírico y tipo de estaquilla en el enraizamiento de sachá Inchi, donde evaluó el efecto de 4 dosis de AIB (0, 0.10, 0.15, 0.20 %) y tres tipos de estaquillas (Basal, Intermedio y Apical), donde las estaquillas basales e intermedias obtuvieron 78.70 y 77.78%. (Ruiz y Mesén, 2010)

3.4. Sistemas de propagación de las plantas

La propagación de las plantas se lleva a cabo mediante dos formas fundamentales: la reproducción sexual y la multiplicación vía asexual, que presentan diversas modalidades de acuerdo a la aptitud y morfología de cada especie (Rocha, 1998).

3.4.1. Propagación sexual

La propagación sexual o germinativa, se refiere a la propagación por medio de semillas, en la cual existe una recombinación genética de los progenitores, logrando así la posibilidad de una variabilidad entre las nuevas plantas (Hartmann y Kester, 1996).

3.4.2. Propagación asexual

La reproducción asexual puede ser; a) por medio de partes vegetativas, como tubérculos, estacas, rizomas, estolones o bulbos; y b) por medio de semillas no fertilizadas o apomixia. Toda la progenie de una planta reproducida asexualmente es genéticamente igual, y constituye un clon. Todas las plantas que forman un clon son genéticamente iguales entre sí y con la planta madre (Sevilla y Holle, 2004). Más específicamente, es posible porque cada célula que compone la planta contiene la información genética necesaria para generar otro individuo de similares características al del original, denominado clon (Kains y McQuesten *et al.*, 1993).

La propagación vegetativa comprende división celular mitótica, vale decir que es aquella donde se produce una replicación del material genético (o del sistema cromosómico) y del citoplasma de la célula madre a las dos células hijas. Esta condición origina, posteriormente, crecimiento y diferenciación de tejidos somáticos (Hartmann y Kester, 1996). Luego las plantas propagadas vegetativamente reproducen, por medio de la replicación del ADN, toda la información genética de la planta madre, por lo que las características de la planta individual se mantienen a través del tiempo en la propagación asexual o vegetativa (Cabello, 2000).

Para Zobel y Talbert (1988), la propagación vegetativa tiene ventajas desde el punto de vista investigativo, como lo son:

- a. La valoración genética del material vegetal, incluyendo estudios de interacción genotipo – ambiente.
- b. Determinación de la magnitud y control de los efectos ambientales comunes o efectos que prevalecen en algunas especies.
- c. Preservación de genotipos y complejos genéticos en bancos clonales y jardines de multiplicación para fines específicos.
- d. Reducción del ciclo reproductivo para acelerar los procesos y prueba de cruzamiento.

I. Propagación a través de estacas

Rojas *et al.*, (2004), manifiesta que la propagación por estacas consiste en cortar brotes, ramas o raíces de la planta, las cuales se colocan en una cama enraizadora, con el fin de lograr la emisión de raíces y brotación en la parte aérea, hasta obtener una nueva planta o bien como cualquier porción de una planta (raíz, tallo, hoja) que es separada de ésta y que es inducida para que forme raíces.

En la propagación vegetativa a través de estacas, se corta de la planta madre una porción de tallo, raíz u hoja, esa porción se coloca en condiciones ambientales favorables y se induce a que forme raíces y tallos, obteniéndose con ello una planta nueva, que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta madre (Hartmann y Kester, 1996). Las estacas se dividen en tres grandes grupos: estacas de raíz, de tallo y de hojas. El método de propagación a través de estacas de tallo es el más importante (Cuculiza, 1956; Hartmann y Kester, 1996).

3.5. Generalidades del cultivo *Plukenetia volubilis*

3.5.1. Periodo vegetativo

Benavides y Morales (1994.), mencionan que la fenología o período vegetativo de *Plukenetia volubilis* L. es de la siguiente manera:

- En almácigo:
 - Días a germinación: 11 a 14 d.d.a.
 - Días a emergencia de hojas verdaderas:
 - 1er. par: Entre 16 y 20 d.d.a.
 - 2do.par: Entre 28 y 42 d.d.a.
 - 3er. par: Entre 45 y 59 d.d.a.

- Después del trasplante:
 - Inicio de emisión de guía: Entre 20 y 41 d.d.t.
 - Inicio de floración: Entre 86 y 139 d.d.t.
 - Inicio de fructificación: Entre 119 y 182 d.d.t.
 - Inicio de cosecha: Entre 202 a 249 d.d.t.

3.5.2. Morfología general

a. Planta

Es una liana trepadora, enredadera, voluble, semileñosa, de crecimiento rápido e indeterminado; el eje principal alcanza la altura del soporte o tutor vivo (más de 10 metros de largo) (Sánchez y Amiquero, 2004). Es una planta trepadora, voluble, semileñosa, de altura indeterminada (Manco, 2003).

b. Hojas.

Son alternas, de color verde oscuro, acorazonadas, aserruladas de 10 a 16 cm. de largo y 8 a 10 cm. de ancho, el ápice es puntiagudo, y la base es plana o semiarriñonada, las nervaduras nacen en la base y la nervadura central se orienta hacia el ápice de la hoja (Manco, 2003).

c. Flores:

Sánchez y Amiquero (2004), mencionan que las flores son hermafroditas, las flores masculinas, son pequeñas, redondas, blanquecinas y dispuestas en racimos. La flor femenina se encuentra en la base del racimo y ubicadas lateralmente de una a dos flores.

Arévalo (1989-1995), menciona que es una planta autógama, pues observó muchas semejanzas entre plantas de una misma accesión así como de una accesión a otra, las diferencias entre caracteres fenotípicas son pocas pero notorias.

d. Frutos:

Es una cápsula dehiscente de 3,5 a 4,5 cm. de diámetro, con 04 lóculos aristados (tetraloculados) dentro de las cuales se encuentran 4 semillas, algunos ecotipos presentan cápsulas con 5 a 8 lóculos, cuando están en crecimiento son de color verde y cuando maduran se tornan de color marrón oscuro (Arévalo 1989-1995).

El fruto es una cápsula, de 3,5 a 4,5 cm. de diámetro, con 04 lóculos aristados (tetralobados), dentro de los cuales se encuentran 4 semillas. Excepcionalmente, algunos ecotipos presentan cápsulas con 5 a 7 lóculos (Manco, 2003).

e. Semilla:

Las semillas se encuentran dentro de las cápsulas y son de color marrón oscuro, en la mayoría de los ecotipos es ovalada, ligeramente abultadas en el centro y aplastadas hacia el borde, según los ecotipos, el diámetro fluctúa entre 1.3 y 2.1 cm. (Sánchez y Amiquero, 2004).

f. Aceite

Proyecto Omega (2002), hace referencia que el aceite de sachá Inchi, tiene mayor contenido de omega 3 en comparación con otras oleaginosas utilizadas para el consumo humano; contiene 93,6 % de ácidos grasos insaturados y tiene el más bajo contenido de ácidos grasos saturados (3.85 % de palmítico y 2.54 % de esteárico).

3.6. Requerimiento edafoclimático del sachá inchi

3.6.1. Temperatura

El sachá inchi crece y tiene buen comportamiento a diversas temperaturas que caracterizan a la Amazonía Peruana (mínimo 10 °C y Máximo 36 °C.), siendo el óptimo entre 22 a 32°C. Las temperaturas muy altas son desfavorables y ocasionan la caída de flores y frutos pequeños, principalmente los recién formados (Arévalo, 1989-1995).

3.6.2. Altitud

La planta de sachá inchi crece desde el nivel del mar hasta más de 1600 m.s.n.m., sin embargo se observa un mejor comportamiento de la plantación (mayor producción y más estable en todo el año), desde los 400 m.s.n.m. hasta los 1500 m.s.n.m. (Sánchez y Amiquero, 2004).

Manco (2003), menciona que crece desde los 100 m.m.s.n.m en la Selva Baja y 2000 m.m.s.n.m. en la Selva Alta.

3.6.3. Luz

La luz es otro de los factores ambientales de importancia para el desarrollo del sachá inchi; se observa que existe una mayor fructificación cuando la planta se encuentra en plena exposición de rayos solares; observándose también que el ciclo vegetativo de la planta es más prolongado bajo sombra, a bajas intensidades de luz y la producción disminuye (Sánchez y Amiquero, 2004)

Manco (2003), indica que a bajas intensidades de luz, la planta necesita de mayor número de días para completar su ciclo vegetativo; cuando la sombra es muy intensa la floración disminuye y por lo tanto la producción es menor.

3.6.4. Agua

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 del año (850 a 1000 mm). El riego es

indispensable en los meses secos. Periodos relativamente prolongados de sequía o de baja temperatura, causan un crecimiento lento y dificultoso. El exceso de agua ocasiona daño a plantas e incrementa daños por enfermedad a raíces y frutos (Arévalo 1989-1995).

Sánchez y Amiquero (2004), mencionan que la precipitación óptima para el sachá inchi es de 1000 a 1250 mm., durante los 12 meses del año

3.6.5. Suelo

Este cultivo tiene amplia adaptación a diferentes tipos de suelo; crece en suelos ácidos y con saturación de aluminio. Prospera en “Shapumbales” (*Pteridium aquilinum*) secos y húmedos y en “cashucshales” (*Imperata brasiliensis*). Se deben elegir los suelos que posibiliten su mejor desarrollo y productividad (Valles, 1995).

Sánchez y Amiquero (2004), menciona que la planta de sachá Inchi tolera suelos ácidos, sin embargo se observa mejor comportamiento de la producción en suelos con pH entre 5.0 a 6.0.

3.6.6. Drenaje

Este cultivo necesita de terrenos con drenaje adecuado, que eliminen el exceso de agua tanto a nivel superficial como profundo. Para un buen drenaje se debe considerar la textura del suelo, y ésta es importante para el desarrollo del cultivo (Arévalo 1989-1995).

3.6.7. Materia orgánica

Se recomienda la aplicación de materia orgánica (estiércoles, rastrojos de malezas), compuestos humificados (humus de lombriz) y enmiendas orgánicas (superguano, dolomita ,etc.) desde la preparación del sustrato para vivero, siembra en campo definitivo y la formulación de los planes de abonamiento, para el manejo orgánico y para el manejo convencional se utiliza lo mismo como base complementando con fertilizantes en forma balanceado considerando la extracción de nutrientes y la fase del cultivo (Sánchez y Amiquero, 2004).

3.6.8. Topografía

Se debe establecer la plantación en suelos de preferencia plano onduladas con buen drenaje, y en zonas de selva alta, también en laderas con hasta 30% de pendiente (Manco, 2003).

3.7. Características destacadas de cinco ecotipos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), evaluadas en el primer año de producción en la región de San Martín

Solís (2014), menciona a 5 ecotipos propagados vegetativamente y evaluadas al primer año de producción en la región San Martín; en los avances en mejoramiento genético y propagación vegetativa del sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L).

1. Ecotipo Shica

Procedencia:

Material silvestre colectado en la Región San Martín, Provincia de Lamas, Distrito de Tabalosos el 04/01/2007, a una altitud de 782 msnm.

Características destacadas de la accesión:

Hábito de crecimiento : Trepador.

Diámetro de cápsula : 4,38 cm.

Diámetro de semilla : 1,79 cm.

% de cáscara : 47,70.

% de semilla : 52,30.

Peso de 100 semillas : 93,16 g.

N° de cosechas/Año : 24

Susceptibilidad a *Meloidogyne incognita*: Intermedia

Susceptibilidad al stress hídrico: Medianamente tolerante

% de Omega 3: 42.12

% de Omega 6: 39.29

% de Omega 9: 10.27

2. Ecotipo Mishquiyacu**Procedencia:**

Material silvestre colectado en el departamento de San Martín, provincia de Lamas y distrito de Pinto Recodo el 06/02/2007.

Características destacadas de la accesión:

Hábito de crecimiento	: Trepador
Diámetro de cápsula	: 4.50 cm
Diámetro de semilla	: 1.91 cm
% Cáscara	: 43.56
% de semilla	: 56.44
Peso de 100 semillas	: 104.85 g
N° de cosechas/Año	: 24
Susceptibilidad a <i>Meloidogyne incognita</i> : Alta	
Susceptibilidad al stress hídrico: Medianamente tolerante	
Rendimiento al 1° año (Kg./Ha./año): 2025.26	
% de Omega 3: 41.12	
% de Omega 6: 39.55	
% de Omega 9: 10.85	

3. Ecotipo Sauce

Procedencia:

Material silvestre colectado en el departamento de San Martín, Provincia de San Martín, Distrito de Sauce el 06/03/2007.

Características destacadas de la accesión:

Hábito de crecimiento	: Trepador.
Diámetro de cápsula	: 4,41cm.
Diámetro de semilla	: 1,77 cm.
% de cáscara	: 44.63.
% de semilla	: 55.37

Peso de 100 semillas : 98.41 g.

N° de cosechas/Año : 24

Susceptibilidad a *Meloidogyne incognita*: Intermedia

Susceptibilidad al stress hídrico: Medianamente tolerante

Rendimiento al (Kg/Ha/año):1383:00

% de aceite tipo omegas: PENDIENTE

4. Ecotipo Chazuta

Procedencia:

Material genético transferido del Banco de Germoplasma del INIA E.E.A.
“El Porvenir” el 2007.

Características destacadas de la accesión:

Hábito de crecimiento : Trepador.

Diámetro de cápsula : 4,43 cm.

Diámetro de semilla : 1,78 cm.

% de cáscara : 47,53.

% de semilla : 52,47.

Peso de 100 semillas : 99,67 g.

N° de cosechas/Año : 24

Susceptibilidad a *Meloidogyne incognita*: Baja a Intermedia

Susceptibilidad al stress hídrico: Medianamente tolerante

Rendimiento al 1° año (kg/Há/año): 1061.94

% de Aceite: PENDIENTE

5. Ecotipo Pinto Recodo

Procedencia:

Material genético transferido del Banco Nacional de Germosplasma del INIA E.E.A "El Porvenir"-Tarapoto el 2007.

Características destacadas de la accesión:

Hábito de crecimiento : Trepador.

Diámetro de cápsula : 4,43 cm.

Diámetro de semilla : 1,78 cm.

% de cáscara : 46.62.

% de semilla : 53.38.

Peso de 100 semillas : 97.61 g.

N° de cosechas/Año : 24

Susceptibilidad a *Meloidogyne incognita*: Baja a Intermedia

Susceptibilidad al stress hídrico: Medianamente tolerante

Rendimiento al 1° año (Kg/Ha/año): 1006.46

% de aceite: PENDIENTE

3.7.1. Evaluación del ciclo productivo de cinco ecotipos de sachá inchi propagados a través del enraizamiento de estacas juveniles

Cuadro 2: Evaluación del desarrollo fenológico de 5 ecotipos de sachá inchi propagados por enraizamiento de estacas juveniles en cámaras de sub irrigación

Accesión	Inicio de floración	Máxima floración	Inicio de fructificación	Inicio de cosecha
Mishquiyacu	56 ddt	93 ddt	89 ddt	154 ddt
Pinto Recodo	52 ddt	89 ddt	86 ddt	154 ddt
Shica	58 ddt	95 ddt	93 ddt	156 ddt
Chazuta	70 ddt	102 ddt	95 ddt	166 ddt
Sauces	58 ddt	93 ddt	95 ddt	158 ddt

F
uente:

Fuente: Avances en mejoramiento genético y propagación vegetativa del Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Manual técnico. IIAP. (Solis, 2014)

Cuadro 3: Evaluación del rendimiento de 5 ecotipos de sachá inchi propagados por enraizamiento de estacas juveniles en cámaras de sub irrigación.

Accesión	Número de capsulas cosechadas	Peso de cápsulas cosechadas (gr.)	Diámetro de cápsulas (cm.)	Número de semillas por cápsula	Peso de semillas (gr.)	Peso de cáscara (gr.)	Diámetro de semillas (cm.)	Peso de 100 semillas (gr.)	Rendimiento por planta (Kg)	Rendimiento por hectárea (Kg)
Mishquiyacu	169.85 a	1241.2 ab	4.62 ab	4.06 a	673.2 ab	627 ab	1.81 a	95.37 a	0.67 ab	747.9 ab
Pinto Recodo	132.89 b	895.8 ab	4.47 a	3.96 a	464.7 b	431 ab	1.72 b	88.15 b	0.46 b	516.3 b
Shica	144.65 b	998.6 ab	4.38 b	3.99 a	524 ab	474.6 ab	1.73 a	89.4 b	0.52 ab	582.1 ab
Chazuta	115.37 b	862.4 b	4.35 b	3.97 a	449.1 b	413.3 ab	1.67 b	89.93 b	0.45 b	498.9 b
Sauces	116.34 b	843.2 b	4.32 b	3.98 a	441.7 b	40.5 b	1.67 b	89.1 b	0.44 b	490.7 b

Fuente: Avances en mejoramiento genético y propagación vegetativa del Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Manual técnico. IIAP. (Solis, 2014)

Rodríguez *et al.*, (2010), informa que los resultados moleculares obtenidos muestran un alto nivel de diferenciación entre los cinco taxa de *Plukenetia* estudiados, corroborando la identidad taxonómica de las cinco especies de *Plukenetia* descritos hasta el momento para la Amazonía Peruana: *P. brachybotrya*, *P. lorentensis*, *P. polyadenia*, *P. volubilis* y *P. huayllabambana*.

Así mismo, la divergencia genética encontrada entre las especies taxonómicamente descritas es igual a la encontrada entre los dos supuestos ecotipos de *P. volubilis* procedentes de San Martín y Cusco, sugiriendo que estas agrupaciones representan entidades genéticas separadas y no diferentes morfotipos dentro de *P. volubilis*, como se supuso al inicio de este estudio. Por lo tanto si consideramos las diferencias genéticas entre las especies ya descritas, y aceptamos el enlace entre nivel taxonómico y distancia genética, entonces este trabajo permitiría evidenciar una nueva especie de Sacha Inchi en la región de Cusco.

3.8. Evaluación del ciclo productivo de otras especies vegetales

Adams *et al.* (1992) evaluaron la interacción entre N, K y Mg en plantas de pepino cultivadas en invernadero. Como era esperable, el incremento en las cantidades de N y K causó un aumento en las deficiencias de Mg y consecuentemente pérdidas en el rendimiento. Ito y Saito (1960) observaron que con altos niveles de fertilización nitrogenada se produjo un retraso en la producción de flores femeninas en el cultivo de pepino. En cambio, Dufault (1986) observó una mayor precocidad producida por la fertilización nitrogenada en melón. Este último autor demostró que bajos niveles de aplicación de N, independientemente del nivel de P y K utilizado (50N-25P-250K, 50N-125P-50K, o 50N-25P-50K) producen un adelanto y un aumento en el número de flores masculinas, en contraposición al efecto provocado con altos niveles de N (250N-5P-10K, 250N-25P-50K, o 250N-125P-250K). La floración femenina debería comenzar, idealmente, sólo después de que haya ocurrido un crecimiento vigoroso. La fertilización tiene incidencia en la floración, y con bajos

niveles de aplicación de N, P y K se retrasa la aparición de flores femeninas, el establecimiento de los frutos y la cosecha.

Grazia *et al.*, (2003), informan que los resultados de un estudio de investigación realizado, mostraron la importancia del ajuste de los niveles de fertilización nitrogenada y potásica adecuados para promover la producción de flores y obtener altos rendimientos en forma temprana en la estación de crecimiento. Una elevada relación N/K retrasa la floración y por ende disminuye la precocidad del cultivo, sobre todo en aquellos genotipos que tienden a generar un crecimiento vegetativo exuberante, condicionando la aparición de flores y el posterior establecimiento de los frutos.

La interacción entre N y K reviste importancia sobre la producción de flores y la precocidad del cultivo de "zapallito redondo de tronco". El K podría convertirse en un factor limitante para el llenado de los frutos en aquellos cultivos con una gran cantidad de flores establecidas.

3.9. Condición ex situ

La conservación ex situ consiste en el mantenimiento de algunos componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales. Este tipo de conservación incluye tanto el almacenamiento de los recursos genéticos en bancos de germoplasma, como el establecimiento de colecciones de campo y el manejo de especies en cautiverio. El objetivo primordial de la conservación ex situ es mantener la supervivencia de las especies en su medio natural, por lo que debe ser considerada como un complemento para la conservación de especies y

recursos genéticos in situ, sobre todo cuando tratamos con especies críticamente amenazadas (Cadima, X. (ed), 2000).

No son pocos los casos en los que las especies se presentan en un determinado territorio con unas pocas poblaciones que, además contienen un bajo número de individuos (Bañares *et al.*, 2004). En materia de conservación, este ejemplo se complica si es fruto de un proceso de declive poblacional que, además, la mayoría de las veces va asociado a una pérdida de capacidad reproductiva y efectividad en el reclutamiento de nuevos efectivos (Bañares, 2003; Aguilar *et al.*, 2008).

3.10. Componentes del suelo, su textura y estructura

IFA (1992) El suelo está compuesto de partículas minerales de tamaños diferentes, procedentes de la alteración del material parental, y de materia orgánica (por ejemplo residuos de plantas y de animales), así como de cantidades variables de agua y de aire. Las partículas sólidas son clasificadas por tamaño en: piedra y grava (de más de 2 mm de diámetro), arena (de 2,0 a 0,02 mm), limo (de 0,02 a 0,002 mm) y arcilla (menos de 0,002 mm). La textura del suelo se refiere a las proporciones relativas de arena, limo y arcilla contenidas en el suelo. Dependiendo de su textura, los suelos son descritos como arenas, francos arenosos, francos, francos arcillosos, arcillas, etc. Los suelos pueden también ser denominados “ligeros”» (por ejemplo arenas y francos arenosos), “medios” (por ejemplo francos) o “pesados” (por ejemplo francos arcillosos y arcillas) basados en su facilidad de laboreo.

La estructura del suelo se refiere a la agregación de las partículas del suelo más finas en fragmentos o unidades más grandes. Una mezcla de suelo bien estructurado contiene en volumen aproximadamente 50 por ciento de material sólido y 25 por ciento de aire y agua respectivamente.

La textura del suelo y su estructura son de importancia preponderante para la fertilidad del suelo y, consecuentemente, para el crecimiento de las plantas. Los suelos gruesos (o arenosos) no retienen bien el agua y los nutrientes. Se deben tener cuidados especiales cuando se aplican los fertilizantes para evitar la lixiviación de nutrientes (nitrógeno y potasio). Los suelos arcillosos, por otra parte, pueden acumular humedad y nutrientes, pero pueden tener drenaje y aireación inadecuados.

Se puede mejorar la estructura de los suelos suministrándoles enmiendas cálcicas y materia orgánica.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del área experimental

El presente trabajo de investigación fue financiado en un 100% por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP; en el marco de las actividades del sub proyecto: “Identificación y caracterización de nuevas especies del género *Plukenetia* con potencial nutraceútico en la Amazonia Peruana”, en convenio con Fincyt periodo 2014-2016. Dicho proyecto a cargo del coordinador: Ing. Danter Cachique Huansi; fue desarrollado en el Centro Experimental “Pucayacu” del IIAP, ubicado en el centro poblado menor de Bello Horizonte a 7 Km de la ciudad de Tarapoto durante los meses de junio del 2014 hasta diciembre del 2014.

4.2 Ubicación geográfica

Geográficamente referenciado a una:

Longitud Oeste : 06°31' 42.2”
Latitud Sur : 76°17' 57.2”
Altitud : 320 m.s.n.m.m.

4.3 Ubicación política

Distrito : La Banda de Shilcayo
Provincia : San Martín
Región : San Martín
Lugar : Bello Horizonte

4.4 Zona de vida.

El área donde se realizó el presente trabajo de investigación, está considerada como una zona de vida caracterizada por el bosque seco Tropical (bs-T) ubicada en la Selva Alta del Perú (ONERN, 1992).

4.5 Historia del campo experimental

En el año del 2006 el Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) adquirió un terreno de 14,0 has, asignando 3,0 has al Programa de Ecosistemas Terrestres (PET) para realizar los trabajos de investigación en el mejoramiento genético de Sacha Inchi. En la actualidad se vienen ejecutando proyectos de mejoramiento de este cultivo.

Cuadro 4: Datos Meteorológicos de Junio a Diciembre del 2014.

Meses	Temperatura °C			H.R %	P.P (mm)
	Mínima	Media	Máxima		
Junio	21.1	25.9	31.6	83	50.4
Julio	20.2	25.7	31.8	81	81.1
Agosto	20.2	25.9	32.5	79	51.8
Septiembre	20.9	26.5	33.7	77	82.7
Octubre	21.2	26.0	32.2	81	196.8
Noviembre	22.7	27.2	33.0	77	102.2
Diciembre	22.5	27.0	32.7	76	85.5

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) – 2014.

4.6 Características del suelo

El análisis físico-químico del suelo se realizó en el Laboratorio de Suelos, Agua y Plantas, Departamento de Suelos - Universidad Nacional Agraria La Molina (2014), Lab.11700, clave B-I (B. horizonte); los resultados del análisis indican que se trata de un suelo de textura franco arenoso, de reacción Muy fuertemente ácido, con un contenido bajo de nitrógeno y materia orgánica, bajo contenido de fósforo y potasio, con baja saturación de aluminio y un porcentaje medio de saturación de bases.(Ver cuadro 5).

Cuadro 5: Resultados de Análisis físico-químico del suelo

N° de muestra	Lab: 11700			INTERPRETACIÓN
	Clave: BI (Bello Horizonte)			
Análisis físico	Textura	% Are.	67	
		% Arc.	16	
		% Limo	17	
	Clase textural	Franco arenoso		
pH		4.71	Muy Fuertemente ácido	
C.E (1.1) dS/m		0.09	No salino	
% M.O.		0.97	Bajo	
	P (ppm)	6.6	Bajo	
	K (ppm)	45	Bajo	
CIC		6.4	Bajo	
Análisis Químico meq/100g	Ca ⁺⁺	2.77	Medio	
	Mg ⁺⁺	0.57	Adecuado	
	Na ⁺	0.1	Bajo	
	K ⁺	0.23	Bajo	
	Al+H	0.3	Bajo	
Suma de cationes		3.97		
Suma de bases		3.67		
% Saturación de bases		57		Medio

Fuente: Laboratorio de Suelos, Agua y Plantas, Departamento de Suelos-Universidad Nacional Agraria LA Molina. Mayo (2014).

4.7 Material genético

Se utilizaron 40 plantones de *Plukenetia lorentensis* (Ule, 1908), procedente del Banco de Germoplasma del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) - Tarapoto. Los plantones se propagaron por estacas obtenidas de las cámaras de sub irrigación, según protocolo de propagación vegetativa para *Plukenetia lorentensis* (ver anexo 2), la cual fue colectada y traída del distrito de San Juan, provincia de Maynas, región Loreto. En las fotografías 3 y 4, se muestran los plantones de *Plukenetia lorentensis*.



4.8 Metodología de investigación

La metodología adoptada para afrontar este problema en particular se adaptó a una investigación de estudio de caso, donde en este tipo de investigación descriptiva los datos se reunieron directamente del campo a partir de casos individuales (muestra) en su ambiente natural (Leady, 1985), con el objetivo de estudiar las características de *Plukenetia lorentensis* (Ule, 1908) y compararlas con otros ecotipos de Plukenetia. Los parámetros considerados fueron la media

muestral, desviación estándar y coeficiente de variación, procesados a través del programa estadístico SPSS 22.

4.9 Características del campo experimental

Las características del campo experimental son las que se mencionan a continuación (ver anexo 3).

Largo	:	24 m.
Ancho	:	12 m.
Área Total	:	288 m ²
Nº total de plantas	:	40
Nº total de plantas evaluadas	:	10
Distancia entre plantas	:	3 m.
Distancia entre hileras	:	3 m.

4.10 Componentes en estudio

i. Especie de sachá inchi (*Plukenetia lorentensis*)

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se contó con plántulas propagadas vegetativamente de *Plukenetia lorentensis* (Ule, 1908), procedente del distrito de San Juan, provincia de Maynas, región Loreto.

ii. Ecotipos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.)

Con fines de evaluar y caracterizar la fenología de la especie introducida recientemente, *Plukenetia lorentensis* (Ule, 1908), se comparó con cinco ecotipos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), evaluadas en el primer año de producción en la región de San Martín.

4.11 Conducción del experimento

4.11.1. Preparación del terreno definitivo

La preparación del terreno se realizó con la incorporación de rastrojos existentes en el suelo mediante el uso de maquinarias, con labores de arado, rastra, nivelación y surcado. Para el trazado y demarcación del campo experimental se utilizaron estacas de madera, cordeles y wincha.



Foto 5: Preparación del terreno, demarcación y excavación de hoyos.

4.11.2. Instalación del tutoraje

Se empleó un sistema de siembra en espalderas para lo cual fue necesario colocar postes de quinilla a 50-60 cm de profundidad, a una distancia de 3 por 3 metros, con 3 hileras de alambre galvanizado N°14; la primera a una altura de 0.40 metros, la segunda a 0.80 metros y finalmente a 1.60 metros de la base del suelo.

Además en los extremos de las hileras en forma inclinada unos postes llamados “templadores” las mismas que dieron resistencia las espalderas, y fijas

que estaban al suelo por piedras



Foto 6: Apisonamiento del anclaje.

4.12 Manejo Agronómico

a. Trasplante

El trasplante de los plantones se realizó el día 6 de junio del 2014, cuando estas tuvieron los 40 días después de vivero, para lo cual se prepararon hoyos de 15-20 cm. de profundidad, se aplicó 1 kg de humus de lombriz, se mezcló uniformemente, para luego trasplantarlos a una distancia de 3 m entre plantas y 3 m entre hileras, procediendo luego a protegerlos de los rayos directos del sol con un cobertizo temporal a base de ramas frescas, seguido de un riego dirigido para favorecer su crecimiento.



Foto 7: planta trasplantada de *Plukenetia loretensis* con 80% de sombra.

b. Guiado

El guiado se realizó utilizando ovillos de rafia, sujetando la parte terminal de la planta a uno de los alambres del tutor para que guíe y que las ramas puedan mantenerse alejadas del suelo.



Foto 8 y 9: guiado de las plantas

c. Poda

La poda fue básicamente de formación, se realizó con la finalidad de efectuar una mejor distribución de las ramas. La primera poda se realizó a los 60 días después del trasplante, para inducir su crecimiento de un hábito trepador a uno de naturaleza más arbustiva.

d. Abonamiento

Después de haber realizado el trasplante se aplicó un kilogramo de humus por planta al suelo, en el momento del trasplante. Posteriormente se aplicó fertilizantes agrícolas como la urea (46% N), cloruro de potasio (60% K₂O) un compuesto superfosfato triple (46% P₂O₅), antes del inicio de la floración con la aplicación de dos dosis según requerimiento de suelo y de la nueva ley de fertilización del sachá inchi N-P-K (72-14-48), la primera dosis se aplicó el 6 de agosto del 2014, la cantidad de 50 g de urea, 25 gramos de cloruro de potasio 25 g de superfostato triple. Se realizó una segunda aplicación con las mismas dosis, el día 15 de octubre del 2014. Además se utilizó un nutriente foliar (Bayfolan (11-8-6), microelementos Fe: 190 m/L, Mn: 162 m/L, B: 102 m/L, Zn: 61 m/L, Mb: 9 m/L, Co: 3.5 m/L, vitaminas B1,

hormonas de crecimiento 4 ppm. Zn, Mn) fue aplicado mensualmente desde junio hasta diciembre.



Foto 10: aplicación de urea (46% N), cloruro de potasio (60% K₂O) y superfosfato triple (46% P₂O₅)

e. Riego

Los riegos se efectuaron de acuerdo a las necesidades del cultivo, y con una frecuencia de 15 días en épocas de sequía mediante el método de riego superficial por gravedad empleando una regadera.

f. Control de malezas

Se procedió a eliminar las malezas mediante un control manual (machete) y/o químico (Fuego (Glifosato), a razón de 4-5 l.ha⁻¹) es decir, 12 ml/l según se presentaba la complejidad en el campo experimental.

Cuadro 6: Principales malezas

N°	Nombre común	Nombre científico
----	--------------	-------------------

A. Especies gramíneas		
1	Coquito	<i>Cyperus rotundus</i>
2	Brizanta	<i>Brachiaria brizhanta</i>
3	Arrocillo	<i>Echinochloa colona</i>
B. Especies leguminosas		
1	Kúdzu	<i>Pueraria phaseoloides</i>

g. Control fitosanitario

Plagas:

Contra “Larvas cortadores” y hormigas, se aplicó un insecticida agrícola con ingrediente activo Carbaryl Sevin 80 PM, a razón de 2 kg.ha⁻¹ (2 - 5 g.l⁻¹).

Enfermedades:

Preventivo, para el control de *Fusarium spp.* Se aplicó un funguicida agrícola de ingrediente activo Tolclofos methyl, en el tercio inferior de la planta Rhizolex T a razón de 2 kg.ha⁻¹ es decir, (5g.l⁻¹).

Nemátodos:

Preventivo, contra *Meloidogyne spp.* Se aplicó un Carbofuran, Superfuran 480 s.c. (10g.planta⁻¹).

4.13 Variables evaluadas

1. Inicio de floración

Se registró el número de días después del trasplante hasta la fecha en que las plantas de la parcela tengan más del 50% de inflorescencia. Las

primeras flores en aparecer fueron las flores estaminadas, luego las flores pistiladas.

2. Inicio de fructificación

Se evaluó los días transcurridos desde el trasplante hasta la fecha en que las plantas de la parcela tengan más del 50% de frutos por planta. Las plantas tuvieron diferentes inicios de fructificación debido a su desarrollo

3. Días a la cosecha

Se evaluó los días después del trasplante, los días a la floración, fructificación y los días hasta la maduración de los frutos aptos para la cosecha.

4. Número de cápsulas cosechadas por planta

El número de cápsulas por planta se contabilizó cosecha tras cosecha, las cosechas se realizaron con una frecuencia de 15 días, calculando la producción al primer año de sembrado.

5. Peso de cápsulas cosechadas por planta

El peso de las cápsulas se determinó con la ayuda de una balanza analítica, luego de la cosecha se pesó la cantidad de cápsulas cosechadas por planta.

6. Peso de 100 semillas

Se tomaron 100 semillas al azar y se realizó el pesado en una balanza analítica. Este proceso fue en cada cosecha.

7. Rendimiento de almendras por planta (Kg)

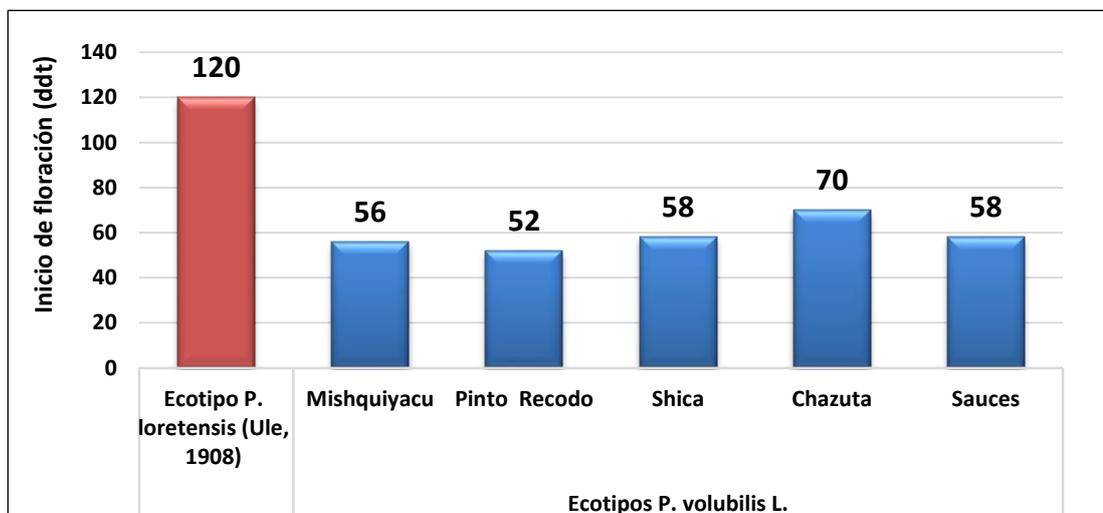
El rendimiento de almendras se determinó con las cápsulas cosechadas por planta, para lo cual luego del descapsulado se procedió a pesar en una balanza gramera.

8. Rendimiento por hectárea (kg. ha⁻¹)

El rendimiento en kilogramos por hectárea se determinó con el rendimiento de almendras por planta. De ahí se calculó la producción en una hectárea.

V. RESULTADOS

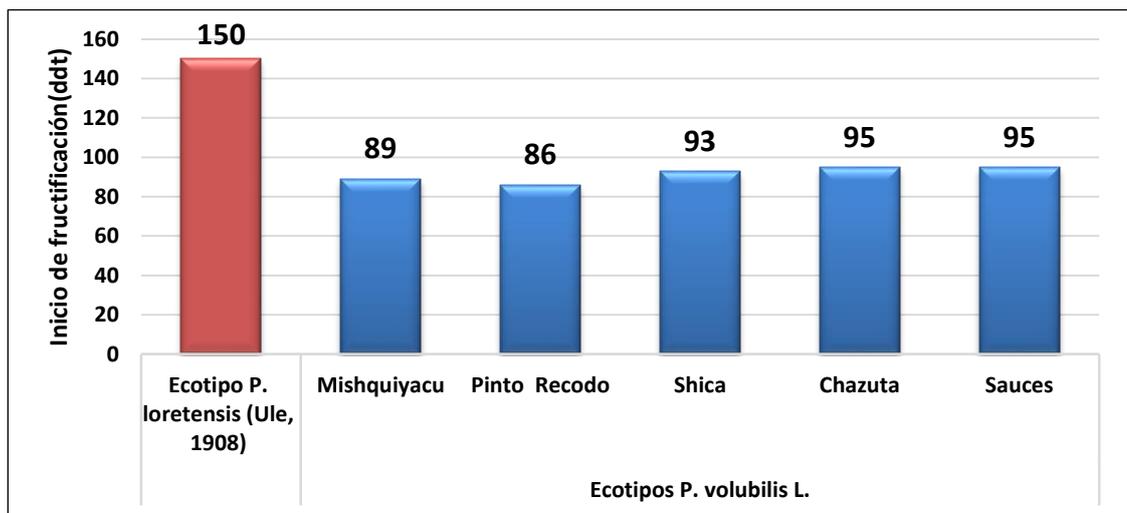
5.1. Inicio de floración (d.d.t.)



$\bar{X} = 120.5$ $S^2 = 454.722$ $S_x = 21.32$ C.V. = 17.70 %

Gráfico 1: Comparativo del Inicio de la floración para *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908) frente a cinco ecotipos conocidos de Sacha Inchi.

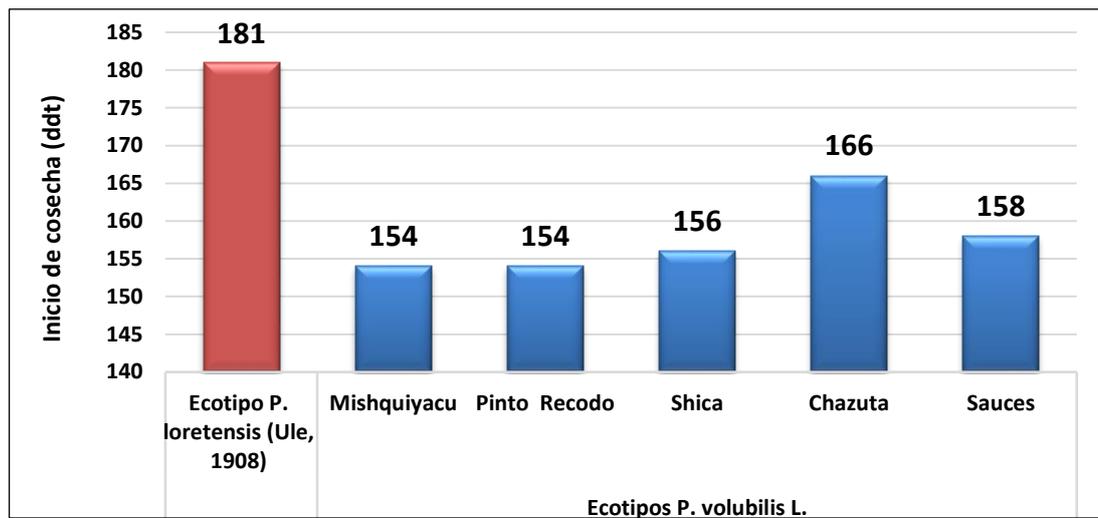
5.2. Inicio de fructificación (ddt)



$\bar{X} = 150.6$ $S^2 = 451.822$ $S_x = 21.26$ C.V. = 14.17%

Gráfico 2: Comparativo del Inicio de la fructificación para *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908) frente a cinco ecotipos conocidas de Sacha Inchi.

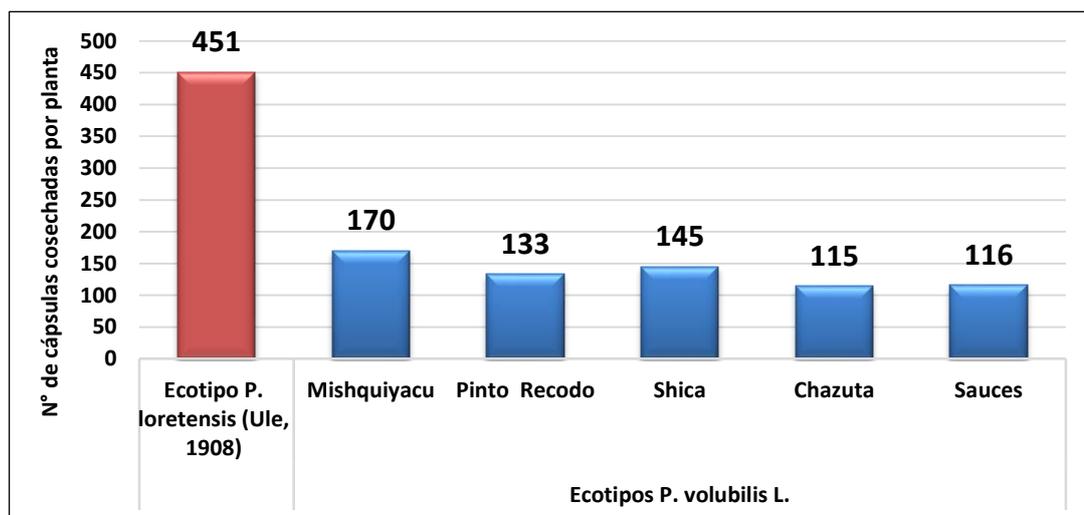
5.3. Inicio de cosecha (ddt)



$\bar{X} = 181.30$ $S^2 = 408.678$ $S_x = 20.22$ C.V. = 11.15%

Gráfico 3: Comparativo del Inicio de la cosecha para *Plukenetia lorentensis* (Ule, 1908) frente a cinco ecotipos conocidos de Sacha Inchi.

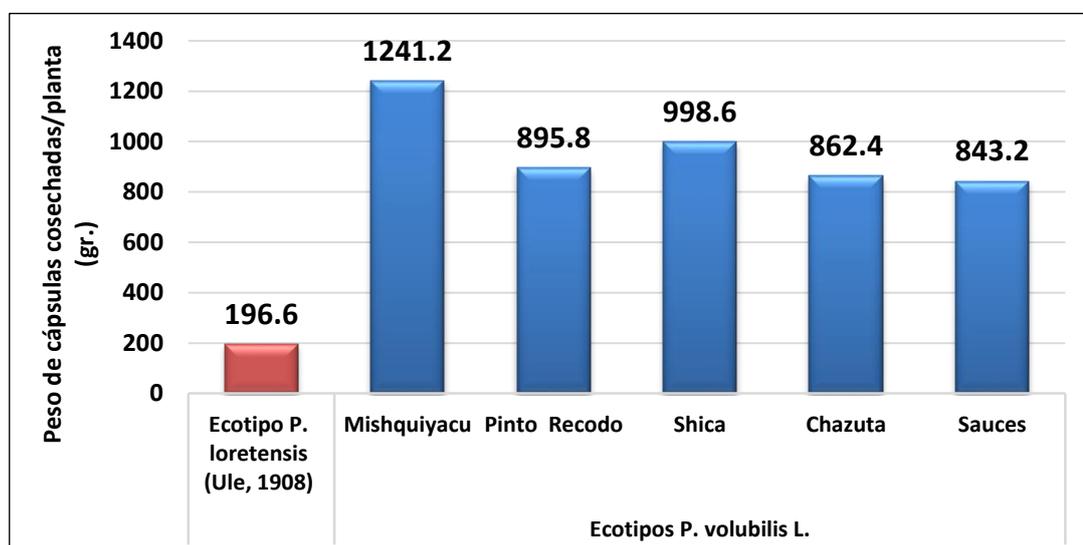
5.4. Número de cápsulas cosechadas por planta



$X = 451.30$ $S^2 = 6920.456$ $S_x = 83.19$ C.V. = 18.43%

Gráfico 4: Comparativo del N° de cápsulas cosechadas por planta para *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908) frente a cinco ecotipos conocidos de Sacha Inchi.

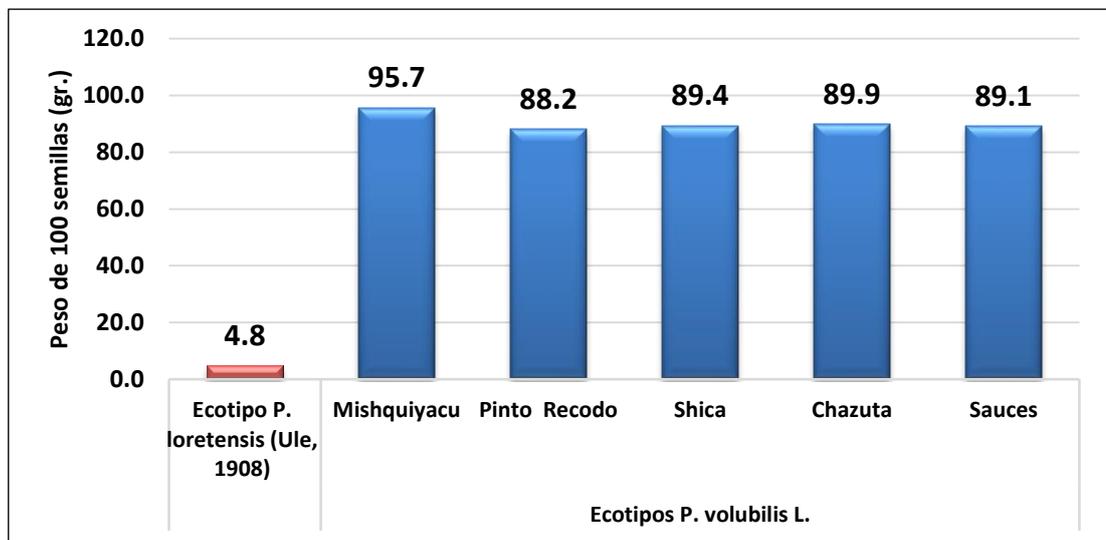
5.5. Peso de cápsulas cosechadas por planta (gr.)



$X = 196.61$ $S^2 = 1312.685$ $S_x = 36.23$ C.V. = 18.43%

Gráfico 5: Comparativo del Peso de cápsulas cosechadas por planta para *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908) frente a cinco ecotipos conocidos de Sacha Inchi.

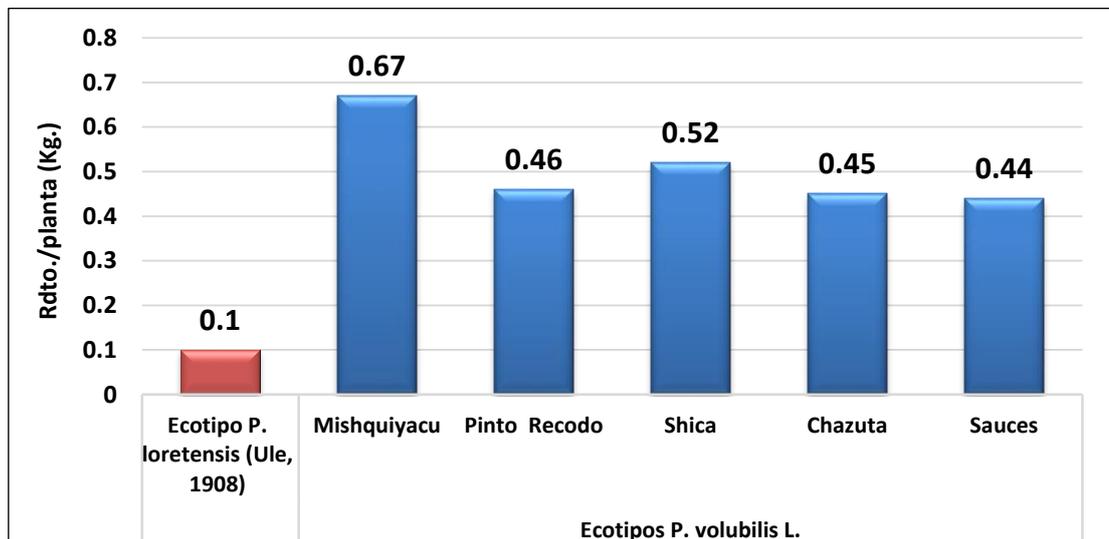
5.6. Peso de 100 semillas (g)



$\bar{X} = 0.05$ $S^2 = 0.000$ $S_x = 0.01$ C.V. = 14.37%

Gráfico 6: Comparativo del Peso de 100 semillas para *Plukenetia lorentensis* (Ule, 1908) frente a cinco ecotipos conocidos de Sacha Inchi.

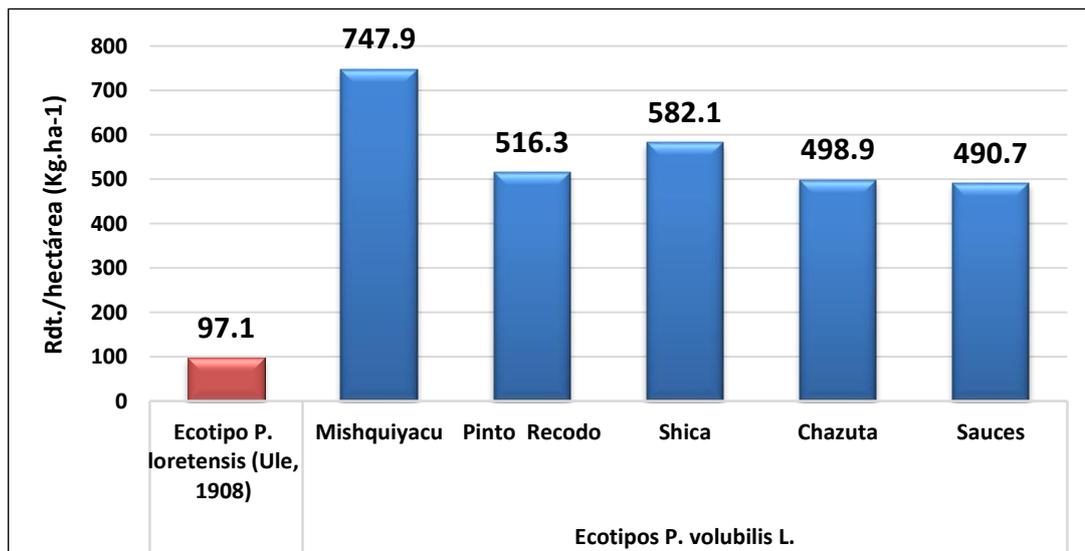
5.7. Rendimiento de almendras por planta (Kg)



$\bar{X} = 0.09$ $S^2 = 0.000$ $S_x = 0.02$ C.V. = 17.51%

Gráfico 7: Comparativo del Rendimiento de almendras por planta para *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908) frente a cinco ecotipos conocidos de Sacha Inchi

5.8. Rendimiento por hectárea ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)



$X = 97.06$ $S^2 = 320.116$ $S_x = 17.89$ C.V. = 18.43%

Gráfico 8: Comparativo del Rendimiento en Kg.ha⁻¹ para *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908) frente a cinco ecotipos conocidos de Sacha Inchi.

VI. DISCUSIONES

6.1. Del inicio de floración (ddt)

Según el Gráfico 1, el inicio de floración de *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908) registra un valor promedio de 120 días d.d.t. valor que difiere de los cinco ecotipos propagados vegetativamente en *Plukenetia volubilis* L., quienes alcanzaron valores promedios de 52 a 70 d.d.t. (Solis, 2014).

Los valores registrados en *Plukenetia loretensis*, presentan una Desviación estándar de 21.32 y un Coeficiente de variación de 17.7%, cuyo rango se encuentran aceptables para campo definitivo según (Calzada, 1982).

Es importante indicar que la variable de inicio de floración se consideró cuando aparecieron las inflorescencias en más del 50 % de las plantas en la parcela experimental.

Según el Análisis físico y químico del suelo, realizado en el Laboratorio de Suelo, Agua y Planta, Departamento de Suelos-Universidad Nacional Agraria “La Molina” (2014). El análisis, nos reporta que: el suelo es de textura Franco arenosa, de pH muy fuertemente ácido, materia orgánica, fósforo y potasio fue bajo, baja saturación de aluminio, porcentaje de saturación de bases medio.

La textura del suelo y su estructura son de importancia preponderante para la fertilidad del suelo y, consecuentemente, para el crecimiento de las plantas. Los suelos ligeros presentan bajas condiciones de humedad y no retienen bien el agua. En estos suelos la mayor parte del nitrógeno sería lixiviado. El potasio puede también perderse por lixiviación. Por lo tanto se deben tener cuidados especiales cuando se aplican los fertilizantes para evitar la lixiviación de nutrientes (nitrógeno y potasio). IFA (1992)

La fertilización tiene incidencia en la floración, y con bajos niveles de aplicación de N, P y K se retrasa la aparición de flores femeninas, el establecimiento de los frutos y la cosecha. (Dufault, 1986). Además de esto, la especie en estudio está pasando por un proceso de adaptación, por lo que posiblemente hayan sido las causas para registrar este promedio para inicio de floración.

La aplicación de humus de lombríz al momento del trasplante, pudo haber mejorado las características fisicoquímicas del suelo, la disponibilidad de nutrientes y por ende el desarrollo de la planta

6.2. Del inicio de fructificación (ddt)

Según el Gráfico 2, el inicio de fructificación de *Plukenetia lorentensis* (Ule, 1908), registra un valor promedio de 150 días d.d.t., valor que difiere de cinco ecotipos propagados vegetativamente en *Plukenetia volubilis* L., quienes alcanzaron valores promedios de 86 a 95 d.d.t (Solis, 2014).

Los valores registrados en *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908), presentan una Desviación estándar de 21.26 y un Coeficiente de variación de 14.17%, cuyo rangos se encuentran aceptables para campo definitivo según (Calzada, 1982).

Comparándolo con la fenología promedio de los cinco ecotipos estudiados, éstas se encuentran en un promedio fenológico de 91.6 días del inicio de la fructificación, por el tiempo hay una diferencia de 61.1% de más de la *P. loretensis*, sugiriendo que el incremento del tiempo en producir frutos está en directa relación porque es una especie taxonómica diferente (Rodriguez *et al.*, 2010).

6.3. Del inicio de cosecha (ddt)

Según el Gráfico 3, el inicio de cosecha de *Plukenetia loretensis* registra un valor promedio de 181 días d.d.t valor que difiere con ecotipos propagados vegetativamente en *Plukenetia volubilis* quienes alcanzaron valores promedios de 154 a 166 d.d.t (Solis, 2014).

Estos valores registrados en *Plukenetia loretensis*, presentan una Desviación estándar de 20.22 y un Coeficiente de variación de 11.15%, cuyo rango se encuentran aceptables para campo definitivo según (Calzada, 1982).

Posiblemente las variaciones de estas variables evaluadas se deben a condiciones de adaptabilidad de la especie, factores genéticos y contenido nutricional del suelo.

6.4. Del número de cápsulas cosechadas por planta

Se puede observar en el Gráfico 4, que el ecotipo Misquiyacu tiene un promedio más alto de 170 cápsulas cosechadas por planta (CCP), seguido de los ecotipos Pinto Recodo, Shica, Chazuta y Sauces con 133, 145, 115 y 116 CCP respectivamente (Solis, 2014) lo que determina variaciones no muy sustantivas entre los cinco ecotipos, frente a los 451 CCP en promedio que se reportó en *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908), siendo además que este promedio determinó una Desviación estándar de 83.19 y un Coeficiente de variación de 18.43%, cuyo valor es aceptable para efectos en campo definitivo (Calzada, 1982).

El número de cápsulas cosechadas es una variable importante que permite determinar indirectamente el rendimiento de la parcela y está influenciado por factores genéticos, condiciones edafoclimáticas y un balance adecuado de nutrientes disponibles en el suelo (Solis, 2014). Es evidente que las características genéticas de *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908) han evidenciado un mayor número de cápsulas por planta, sin embargo, esto no es una determinante de un mayor rendimiento por unidad de área, puesto que las cápsulas fueron mucho más pequeñas con un peso promedio de 0,4356 g frente 1.12 g de peso de cápsula (cáscara + almendras) para Misquiyacu, 0,81 g para Pinto recodo, 0,9 g para Shica, 0,78 g para Chazuta y 0,76 g para Sauces (Cachique *et al.*, 2007).

6.5. Del peso de cápsulas cosechadas por planta (g)

Se puede observar en el Gráfico 5, que el ecotipo Misquiyacu tiene un promedio más alto con 1241,2 g de peso de cápsulas cosechadas por planta (PCCP), seguido de las accesiones, Shica, Pinto Recodo, Chazuta y Sauces con 998,6 g, 895,8 g, 864,4 g y 843,2 g de PCCP respectivamente (Solis, 2014), frente a los 196,6 g de PCCP en promedio que se reportó en *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908), siendo además que este promedio determinó una Desviación estándar de 36,23 y un Coeficiente de variación de 18.43%, cuyo valor es aceptable para efectos en campo definitivo (Calzada, 1982).

Solis (2014), también refiere que el peso de las cápsulas cosechadas es una variable que está influenciado por factores genéticos, condiciones edafoclimáticas y un balance adecuado de nutrientes disponibles en el suelo. Obviamente estos resultados obtenidos son funciones del peso total de las cápsulas (peso cáscara + peso almendras), con 0,4356 g para *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908) con el menor peso promedio obtenido y de 1.12 g para Misquiyacu, 0,81 g para Pinto recodo, 0,9 g para Shica, 0,78 g para Chazuta y 0,76 g para Sauces (Cachique *et al.*, 2007)

6.6. Del peso de 100 semillas (g)

Se puede observar en el Gráfico 6, que el ecotipo Misquiyacu tiene un promedio más alto de 95,7 g de peso de 100 semillas, seguido de los ecotipos: Pinto recodo, Shica, Cazuta y Sauces con 88,2 g, 89,4 g, 89,9 g y 89,1 g de peso de 100 semillas respectivamente (Solis, 2014), frente a los 4,8 g de peso de 100 semillas en promedio que se reportó en *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908),

siendo además que este promedio determinó una Desviación estándar de 0,01 y un Coeficiente de variación de 14,37%, cuyo valor es aceptable para efectos en campo definitivo (Calzada, 1982).

El peso de semillas es una variable que determina directamente el rendimiento del cultivo y está también influenciado por factores genéticos, edafoclimáticos y nutricionales (Solis, 2014). Por otro lado, si bien la mayoría de flores femeninas de Sacha Inchi presentan 4 lóbulos que llevaría a la formación de 4 semillas (almendras) por cápsula, algunas plantas presentan hasta 7 lóbulos, en algunos casos en las flores femeninas se presentan 4 lóbulos no todos los óvulos son polinizados y se forman menos de 4 semillas por cápsula. En tanto que esta variable evaluó el peso de 100 semillas, es evidente que las semillas de *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908) fueron más pequeñas con un peso promedio por semilla (almendra) de 0,04839 g. lo que hace un promedio de 20 665,4 semillas por Kg.

6.7. Del rendimiento de almendras por planta (Kg)

Se puede observar en el Gráfico 7, que el ecotipo Misquiyacu tiene un promedio más alto de 0,67 kg de peso almendras (semillas) por planta, seguido de los ecotipos Pinto Recodo, Shica, Cazuta y Sauces con 0,46 kg, 0,52 kg, 0,45 kg y 0,44 kg de peso de almendras por planta respectivamente (Solis, 2014), frente a los 0,1 Kg de peso de almendras por planta en promedio que se reportó en *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908), siendo además que este promedio determinó una Desviación estándar de 0,02 y un Coeficiente de variación de 17,51%, cuyo valor es aceptable para efectos en campo definitivo (Calzada, 1982).

El rendimiento de almendras (semillas) por planta es una función del peso promedio de la semilla, el número de cápsulas por planta, el tamaño de las semillas y evidentemente los factores genéticos, edafoclimáticos y nutricionales. En tal sentido, *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908) presentó los pesos más bajos de semilla y tamaño más pequeño, siendo además que en plantas propagadas por semilla botánica, el ecotipo Misquiyacu presentó 104,85 g de peso de 100 semillas, la accesión Pinto Recodo presentó 97,61 g de peso de 100 semillas, Chazuta 99,67 g, Sauces 98,41 g y Shica 93,16 g por 100 semillas (Cachique *et al*, 2007). Noriega (2009) al realizar trabajos de hibridación intraespecífica obtuvo 109,33 g al cruzar los ecotipos Tununtunumba (progenitor masculino) x Shica (Progenitor femenino) y 52,47 g al cruzar los ecotipos Habana (Progenitor masculino) x Zungarococha (Progenitor femenino), resultado que fue atribuido al genotipo de los progenitores.

6.8. Del rendimiento por hectárea (kg)

Se puede observar en el Gráfico 8, que el ecotipo Misquiyacu tiene un promedio más alto de 747,9 kg.ha⁻¹ de rendimiento, seguido de los ecotipos Pinto recodo, Shica, Chazuta y Sauces con 516,3 kg.ha⁻¹, 582,1 kg.ha⁻¹, 498,9 kg.ha⁻¹ y 490,7 kg.ha⁻¹ de rendimiento respectivamente (Solis, 2014), frente a los 97,1 kg.ha⁻¹ en promedio que se reportó en *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908), siendo además que este promedio determinó una Desviación estándar de 17,89 y un Coeficiente de variación de 18,43%, cuyo valor es aceptable para efectos en campo definitivo (Calzada, 1982).

El rendimiento por hectárea es una variable también influenciada por factores genéticos (peso de semilla, N° cápsulas por planta, tamaño de semillas), factores edafoclimáticos y nutricionales (Solis, 2014). Es importante destacar que el tipo de propagación al parecer influye en el rendimiento, como podemos indicar al evaluar los 5 ecotipos que fueron propagadas por estacas con enraizadores frente a *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908) tal como lo manifiesta Solis (2014). Aunque las plantas propagadas vegetativamente presenten menor rendimiento que las plantas propagadas por semillas botánicas, la propagación vegetativa es una herramienta valiosa de mejoramiento genético que permite la conservación del germoplasma que determinan caracteres genéticos favorables, características que se pueden perder por el cruzamiento sexual debido a la segregación de genes (Solis, 2014).

La propagación vegetativa permitirá la hibridación seguida de selección y propagación de clones superiores en la población segregante (Poehlman, 1992), esta metodología goza de un gran potencial para ser empleado en la hibridación de líneas autofecundadas seleccionadas de Sacha Inchi, permitiéndonos obtener híbridos intraespecíficos que garanticen la máxima producción u homogeneidad fenotípica.

El presente trabajo de investigación es un primer trabajo de adaptabilidad del ecotipo de sachá inchi y básicamente los resultados obtenidos constituyen una base preliminar para realizar estudios más detallados usando elaborados en los descriptores para el género *Plukenetia*. Así mismo, creemos que las cinco

accesiones estudiadas anteriormente presentan una gran diversidad genética y que necesitan de más estudios para lograr el mejoramiento vegetal. Con relación a *P. lorentensis*, el bajo rendimiento observado en el gráfico 8, se debe a sus características morfológicas preliminares dada por Rodríguez et al., (2010, quien informa que el tamaño de semilla de *P. lorentensis* varía desde 0.51 x 0.42 cm frente a *P. volubilis* cuyo tamaño es de de 2.01 x 0.85 cm de diámetro. Es casi cuatro veces su tamaño, lo cual explica porque razón, el rendimiento tiende a disminuir en *P. lorentensis*.

Las condiciones climáticas en este primer proceso de adaptabilidad, indudablemente han influenciado en el rendimiento obtenido.

VII. CONCLUSIONES

- 7.1** *Plukenetia lorentensis* (Ule, 1908) reportó valores de 120 ddt, 150 ddt y 181 ddt para el inicio de la floración, inicio de fructificación e inicio de la cosecha, siendo

estos tardíos en relación a los 5 ecotipos de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) propagadas vegetativamente y dentro del rango de plantas propagadas botánicamente.

7.2 *Plukenetia lorentensis* (Ule, 1908) reportó mayor número de cápsulas cosechadas por planta con 451, durante cuatro meses al primer año de cosecha en comparación a los cinco ecotipos de Sacha Inchi con 170 cápsulas cosechadas por planta (CCP) para Mishquiyacu, , seguido de las accesiones Pinto Recodo, Shica, Cazuta y Sauces con 133, 145, 115 y 116 CCP respectivamente.

7.3 El peso de las cápsulas cosechadas por *Plukenetia lorentensis* (Ule, 1908) estuvo en función al tamaño y peso de las semillas (almendras), con pesos de 0,4356 g de peso de la cápsula y 0,04839 g de peso de semilla, lo que determinó un menor rendimiento con 97,1 kg.ha⁻¹ frente a 747,9 kg.ha⁻¹ de rendimiento, seguido de los ecotipos Pinto Recodo, Shica, Cazuta y Sauces con 516,3 kg.ha⁻¹, 582,1 kg.ha⁻¹, 498,9 kg.ha⁻¹ y 490,7 kg.ha⁻¹ de rendimiento respectivamente.

VIII. RECOMENDACIONES

8.1 Se debe trabajar con los aspectos morfológicos con variables elaborados en los descriptores para el género *Plukenetia*.

- 8.2 Seguir evaluando bajo las condiciones edafoclimáticas del lugar donde se realizó el experimento.
- 8.3 Implementar un plan de fertilización en tres aplicaciones, aplicando macro y microelementos en función a la fertilidad de suelos.
- 8.4 Incorporar la especie *Plukenetia loretensis* (Ule, 1908), al banco de germoplasma del IIAP-San Martín.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1. Adams, P., C.J. Graves, and G.W. Winsor. 1992. Some responses of cucumber grown in beds of peat, to N, K and Mg. J. Hortic. Sci. 67:877-884.

2. Aguilar, R., Quesada, M., Ashworth, L., Herrerias-Diego, y. & Lobo, J. (2008). Genetic consequences of hábitat fragmentation in plant populations: susceptible signals in plant traits and methodological approaches. *Mol. Ecol.* 17: 5177-5188.
3. Arévalo, G. (1989 – 1995). “Informes de Resultados de Investigación”. Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología E.E. “El Porvenir.”
4. Bañares, A. (2003). *Biología de la conservación de plantas amenazadas*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 270 pp.
5. Bañares, A., Blanca, G., Güemes, J., Moreno, J.C. & Ortiz, S. (2004). *Atlas y libro rojo de la flora vascular amenazada de España. Taxones prioritarios*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 1070 pp.
6. Benavides, J. y Morales, J. (1994). Caracterización del Aceite y Proteína del Cultivo de Sacha Inchi o Maní del Monte (*Plukenetia volubilis* L.) como alternativa para la alimentación humana y animal.
7. Cabello, A. (2000). *Propagación Asexual. Apuntes de Clases N° 2*. Departamento de Silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. 10 p.
8. Cachique, D. (2007). *Estudio de la Biología Floral y Reproductiva del Sacha Inchi *Plukenetia volubilis* L.* Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto. Facultad de Ciencias Agrarias. San Martín – Perú.
9. Cachique, D. (2011). *Propagación vegetativa del sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) mediante enraizamiento de estacas juveniles en cámaras de subirrigación en la Amazonia Peruana.*

10. Cadima, X. (2000). Memorias sobre el Curso Taller Conservación ex situ (Diciembre, 2000, Toralapa, Cochabamba, documento no publicado). Cochabamba, Bolivia. 19p.
11. Calzada, B. (1982). Métodos Estadísticos para la Investigación. Editorial Milagros S.A. Lima-Perú. 644 Págs
12. Cuculiza, P. J. (1956). Propagación de plantas. Lima. Perú. Talleres gráficos F. L. Villanueva. 340 p.
13. Dufault, R.J. 1986. Influence of nutritional conditioning on muskmelon transplant quality and early yield. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 111:698-703.
14. Galluser, E. (2004). Informe Preliminar. Caracterización e Identificación de Ecotipos del género *Plukenetia*. Tarapoto-Perú. 4 p.
15. Gillespie, L. J. (1993). A synopsis of Neotropical *Plukenetia* (Euphorbiaceae) including two new species. Systematic Botany 18 (4).
16. Grazia, Javier De.; Tittonell, P.; Perniola, S. O.; Caruso, A. y Chiesa, A. 2003. Precocidad y rendimiento en zapallito redondo de tronco (*Cucurbita maxima* var. zapallito (Carr.) Millán) en función de la relación nitrógeno: potasio. Universidad nacional de Lomas de Zamora. Facultad de Ciencias Agrarias. Buenos Aires-Argentina. ISSN 0365-2807. Agric. Téc. V.63 n.4 Chillan
17. Hartmann, T. y Kester, E. (1996). Propagación de plantas: principios y prácticas. Editorial continental S.A. México. 814 p. Hawkes, J.G. 1987. A strategy for seed banking in botanic gardens. In: Bramwell, D., Hamann, O., Heywood, V.H. Synge, H. (eds.): Botanic gardens and the world conservation strategy. Academic Press. London. pp. 131-149.
18. Ito, H., and T. Saito. 1960. Factors responsible for the sex expression of the

cucumber plant. XII. Physiological factors associated with the sex expression of flowers. *Tohoku J. Agric. Res.* 11:287-308.

19. Kains, M. y Mc. Questen, L. (1993). *Propagation of plants*. New York. USA. Orange Judo Publishing Company, INC. 639 p.
20. Manco, E. (2003). "Situación y Avances del Cultivo de Sacha Inchi en el Perú". Dirección Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología. 30 p.
21. Manco, E. (2006). *Cultivo de sachá Inchi*. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Tarapoto. 11 p.
22. ONERN. (1992). *Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de la Zona del Bajo Mayo*. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Lima – Perú.
23. Poehlman, M. (1992). "Mejoramiento Genético de las Cosechas" editorial Limusa S.A. México D.F. 453 p.
24. PROYECTO OMEGA. (2002). "El Inca Inchi". Agroindustrias Amazónicas. Boletín Técnico. Lima – Perú. 6 p.
25. Rocha, G. (1998). *Manual de propagación de plantas*. Segunda Edición. Editorial Ateneo. Buenos Aires, Argentina. 209 p.
26. Rodríguez, A.; Corazon-Guivin, M.; Cachique, D.; Mejía K.; Del Castillo, D.; Renno, J. F.; García D, C. 2010. Diferenciación morfológica y por ISSR (Inter simple sequence repeats) de especies del género *Plukenetia* (Euphorbiaceae) de la Amazonía peruana: propuesta de una nueva especie. *Rev. peru. biol.* 17(3): 325 - 330 (Diciembre 2010) © Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM. Versión Online ISSN 1727-9933.

27. Rodríguez, (2009). Relaciones filogenéticas del género *Plukenetia Linnaeus*, 1753 (Euphorbiaceae) en la Amazonía Peruana.
28. Rojas, S., García, J. y Alarcón, M. (2004). Propagación Asexual de Plantas. Conceptos Básicos y Experiencias con Especies Amazónicas. Ministerio de agricultura y Desarrollo Rural. Colombia.
29. Ruiz, H.; Mesén, F. (2010). Efecto del ácido indolbutírico y tipo de estaquilla en el enraizamiento de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Agronomía Costarricense* 34(2): 259-267.
30. Sadzawka R., A. y R., Campillo R. (1993). Problemática de la acidez de los suelos de la IX Región I. Génesis y características del proceso. *Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca* 12(3), 3-7.
31. Sánchez R. y Amiquero B. 2004. Manual de cultivo de sachá inchi. Agroservicios LIMAG. Lima. 46 pp.
32. SENAMHI. (2014). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Tarapoto San Martín, Perú.
33. Sevilla y Holle, (2004). Recursos Genéticos Vegetales. Primera edición. Edit. Torre Azul SAC. Lima, Perú. 445 p.
34. Solis, L. R. (2014). Avances en mejoramiento genético y propagación vegetativa del Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis*). Manual técnico. IIAP.
35. Valles, C. (1995). El Sachá Inchi, Planta Nativa de Importancia Proteica y Aceitera Promisoria para la Selva Alta. Separatas 8p.
36. WORLD FERTILIZER use Manual, 1992, IFA, París, 632p. Páginas.
37. Zapata, S. (2003). Posibilidades y potencialidad de la agroindustria en el Perú en base a la biodiversidad y los bionegocios. Comité Biocomercio Perú. Lima – Perú. 70 pp.

38. Zobel, B. y Talbert, J. (1988). Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. México. Ed. Limusa. 554 p.