



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**Efecto de la nutrición orgánica y mineral en el cuajado de frutos en flores  
pistiladas inducidas de (*Plukenetia volubilis* L.)**

**Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo**

**AUTOR:**

**Rubén Ochantes Flores**

**ASESOR:**

**Ing. M.Sc. Guillermo Vásquez Ramírez**

**Tarapoto – Perú**

**2019**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

### ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Efecto de la nutrición orgánica y mineral en el cuajado de frutos en flores pistiladas inducidas de (*Plukenetia volubilis* L.).**

**Autor:  
Rubén Ochantes Flores**

**Sustentada y aprobada el 19 de julio del 2019, ante el honorable jurado**

.....  
**Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez**  
Presidente

.....  
**Ing. M.Sc. Segundo Darío Maldonado Vásquez**  
Secretario

.....  
**Ing. Marvin Barrera Lozano**  
Miembro

.....  
**Ing. M.Sc. Guillermo Vásquez Ramírez**  
Asesor

## Declaratoria de Autenticidad

**Ruben Ochantes Flores**, egresado de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de AGRONOMÍA de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con DNI N° 01162410, con la tesis titulada: **Efecto de la nutrición orgánica y mineral en el cuajado de frutos en flores pistiladas inducidas de (*Plukenetia volubilis* L.)**.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), **falsificación** (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 19 de julio del 2019

  
Ruben Ochantes Flores  
DNI N° 01162410



**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres:	OCHANTE FLORES RUBEN	
Código de alumno :	95-028	Teléfono: 942 909869
Correo electrónico :	ruba.ochante.flores@gmail.com DNI: 04162410	

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	CIENCIAS AGRARIAS
Escuela Profesional de:	AGRONOMIA.

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	( X )	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos de trabajo de investigación**

Título:	Efecto de la nutrición orgánica y mineral en el cuajado de frutos en flores pistiladas inducidas de ( <i>Plukenetia volubilis</i> L.)
Año de publicación:	2019

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	( X )	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indiquen el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el Título Profesional o Grado Académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el jurado.

## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el Inciso 12.2, del Artículo 12° del Reglamento Nacional de Trabajos de Investigaciones para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales –RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.

  
.....  
Firma del Autor

## 8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM-T.

Fecha de recepción del documento:

15, 11, 2019



  
.....  
Firma del Responsable de Repositorio  
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso  
Abierto de la UNSM-T.

\***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

\*\***Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **Dedicatoria**

La presente Tesis la dedico a DIOS por haberme llenado de fuerza y optimismo para cumplir con este objetivo; a mi madre Gregoria Flores por ser el pilar fundamental en mi formación profesional, por su desprendimiento, sus consejos y por ser un gran ejemplo de perseverancia.

A mi padre: Mateo Ochantes por su apoyo incondicional en los momentos difíciles y guiarme por el camino del bien. A mis hermanos y por su puesto a mi esposa Karina Silvano por el apoyo moral y económico y a mis dos hermosos hijos Alexandra y Julio por el estímulo permanente.

## Agradecimiento

- ❖ Al Ing. Msc. Guillermo Vásquez Ramírez, mi asesor de tesis, por esa enorme e interminable paciencia, y gracias a sus invaluable apreciaciones en el momento oportuno supo enrumbar la investigación. Asimismo agradecer al Ing. Danter Cachique Huansi, por sus constantes consejos para cumplir mi objetivo.
  
- ❖ Al honorable Jurado de Tesis: Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez, Ing. Msc. Segundo Darío Maldonado Vásquez y Ing. Marvin Barrera Lozano; quienes me brindaron su confianza, apoyo, valores y a la vez mediante las críticas constructivas, observaciones y correcciones contribuyeron a mejorar la investigación e informe de tesis.
  
- ❖ Un agradecimiento especial a la Asociación de Productores Agropecuarios “Granos de oro fino” del Caserío de Bellavista, Distrito de Pinto Recodo, por brindarme las facilidades en el acceso a las parcelas piloto de (*Plukenetia volubilis L.*) de productores líderes, para la realización del trabajo de investigación.
  
- ❖ A mis amados padres agradecerles infinitamente el apoyo incondicional que siempre me brindan, para hacer realidad mis sueños de ser un verdadero profesional para contribuir en el desarrollo sostenible de la agricultura y mejorar el nivel de vida de la sociedad y de mi familia.

*Rubén Ochantes Flores*

## Índice general

	<b>Página</b>
<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>3</b>
1.1 El cultivo de Sacha Inchi ( <i>Plukenetia volubilis</i> L.)	3
1.2 Aspectos edafoclimáticos del cultivo de “sacha inchi”	5
1.3 Plan de abonamiento del cultivo de “sacha inchi”	7
1.4 Manejo del cultivo de “sacha inchi”	8
1.5 Componentes en estudio	9
1.6 Antecedentes teóricos de investigaciones	12
<b>CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>16</b>
2.1 Tipo y nivel de investigación	16
2.2 Población y muestra	16
2.3 Diseño experimental	16
2.4 Detalle del campo experimental	17
2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
2.6 Ubicación del campo experimental	18
2.7 Características edafoclimáticas	19
2.8 Conducción del experimento	20
2.9 Labores culturales	22
2.10 Indicadores evaluados	22
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>25</b>
3.1 Resultados	25
3.2 Discusión	30
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>41</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>42</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>48</b>

## Índice de tablas

	<b>Página</b>
Tabla 1: Análisis de varianza de tratamientos	17
Tabla 2: Tratamientos estudiados	17
Tabla 3: Datos meteorológicos	19
Tabla 4: Características físico-químicas del suelo	20
Tabla 5: Análisis de varianza para el número de inflorescencias por rama	25
Tabla 6: Análisis de varianza para el número de flores pistiladas por inflorescencia	26
Tabla 7: Análisis de varianza para el número de frutos por inflorescencia	26
Tabla 8: Análisis de varianza para el tamaño de 100 frutos secos	27
Tabla 9: Análisis de varianza para el peso de 100 frutos secos	28
Tabla 10: Análisis de varianza para el peso de granos por fruto	28
Tabla 11: Análisis de varianza para el rendimiento (kg) por tratamiento	29
Tabla 12: Análisis económico por tratamientos (rendimientos, costos de producción y B/C)	30

## Índice de figuras

	<b>Página</b>
Figura 1: Número de inflorescencias por rama	25
Figura 2: Número de flores pistiladas por inflorescencia	26
Figura 3: Prueba de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) para el promedio de números de frutos por inflorescencia	27
Figura 4: Prueba de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) para el promedio de tamaño (cm) de 100 frutos	27
Figura 5: Prueba de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) para el promedio de pesos de 100 frutos	28
Figura 6: Prueba de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) para el promedio de peso de granos por fruto	29
Figura 7: Peso de granos por tratamientos $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (recolección de 2 meses)	29
Figura 8: El rendimiento ( $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ )	30

## Resumen

La investigación se llevó a cabo en el predio rural de propiedad del señor Julio Huamán Tapullima, ubicado en la jurisdicción del caserío de Bellavista, distrito de Pinto Recodo y provincia de Lamas, con el objeto de evaluar el efecto de abonos orgánico-mineral y variables edafoclimáticas sobre el cuajado, peso y uniformidad de frutos en flores pistiladas inducidas del cultivo de “Sacha Inchi” (*Plukenetia volubilis* L.). Se utilizó el diseño estadístico de bloques completamente al azar (DBCA), cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, la densidad de siembra fue de 1333 plantas.ha<sup>-1</sup>, a un distanciamiento de siembra de 3 x 2.5 m, el área experimental fue de 1,997.5 m<sup>2</sup> conformada por 4 bloques empleando un total de 192 plantas. Los tratamientos fueron: 3 l.ha<sup>-1</sup> Folcisteína, 300 g.planta<sup>-1</sup> (400 kg.ha<sup>-1</sup>) Carbonatita y 3 l.ha<sup>-1</sup> CaB-Zinc.ha<sup>-1</sup>, la información obtenida fue procesada a través del software estadístico de Excel 2013, en la tabla de cálculo, a un nivel de confianza del 95% y los promedios de tratamientos fueron sometidos a la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan ( $\alpha=0.05$ ). Los indicadores evaluados fueron: número de flores pistiladas, número de frutos cuajados, tamaño de frutos secos, peso de frutos secos, peso de granos por fruto, rendimiento kg.ha<sup>-1</sup> y análisis económico. Los resultados obtenidos indican que el T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> de Carbonatita), tuvo diferencias estadísticas significativas, logrando resultados superiores en el número de inflorescencias por rama, número de frutos cuajados, peso de frutos secos, peso de granos por fruto, rendimiento y beneficio económico con valores promedios de 7.75, 5.75, 16.05, 5.7, 4 678.83 kg.ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y 57.47%, respectivamente. Mas no para el tamaño de frutos secos, donde el T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> Folcisteína), tuvo mejore resultado con 5.65 cm.

Palabras Clave: *Plukenetia volubilis* L., Folcisteína, Carbonatita, CaB-Zinc, flores pistiladas, cuajado de frutos, peso y uniformidad.

## Abstract

The following investigation was carried out in the rural property owned by Julio Huamán Tapullima, located in the jurisdiction of the hamlet of Bellavista, district of Pinto Recodo and Lamas province, in order to evaluate the effect of organic-mineral fertilizers and variable edaphoclimatics on fruit set, weight and uniformity in pistillate flowers induced by the cultivation of "Sacha Inchi" (*Plukenetia volubilis* L.). We used the statistical design of completely random blocks (DBCA), four treatments and four repetitions, the planting density was 1333 plants.ha<sup>-1</sup>, at a planting distance of 3 x 2.5 m, the experimental area was 1,997.5 m<sup>2</sup> conformed by 4 blocks employing a total of 192 plants. The treatments were: 3 l.ha<sup>-1</sup> Folcisteína, 300 g.planta<sup>-1</sup> (400 kg.ha<sup>-1</sup>) Carbonatita and 3 l.ha<sup>-1</sup> CaB-Zinc.ha<sup>-1</sup>, the information obtained was processed through the Statistical software of Excel 2013, in the calculation table, at a confidence level of 95% and the averages of treatments were subjected to the Duncan Multiple Range Test ( $\alpha = 0.05$ ). The indicators evaluated were: number of pistillate flowers, number of fruits set, size of nuts, weight of nuts, and weight of grains per fruit, yield kg.ha<sup>-1</sup> and economic analysis. The obtained results indicate that the T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> of Carbonatite), had significant statistical differences, achieving superior results in the number of inflorescences per branch, number of fruits set, weight of nuts, weight of grains per fruit, yield and economic benefit with average values of 7.75, 5.75, 16.05, 5.7, 4 678.83 kg.ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> and 57.47%, respectively. But not for the size of nuts, where the T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> Folcisteína), had better result with 5.65 cm.

Keywords: *Plukenetia volubilis* L., Folcistein, Carbonatite, CaB-Zinc, pistillated flowers, fruit set, weight and uniformity.



## Introducción

El “sacha inchi” (*Plukenetia volubilis* L.) ha venido tomando mayor importancia dentro del mercado nacional e internacional debido a su alto contenido de aceites esenciales, omega 3, 6 y 9, razón por la cual los productores, acopiadores y empresas exportadoras de los derivados de este producto; iniciaron la instalación de nuevas áreas, debido a que existe una demanda insatisfecha que se agrava aún más por la falta de asistencia técnica y fortalecimiento de la asociatividad de la cadena productiva, lo cual conlleva a que el productor no sea competitivo. Asimismo, San Martín se caracteriza por sus grandes cantidades de áreas de suelos ácidos y con alta saturación de aluminio, suelos calificados como degradados, resultado de prácticas culturales inadecuadas como la agricultura migratoria y tala indiscriminada donde fácilmente se puede instalar parcelas de sacha inchi (DRASAM, 2016).

Según datos del proyecto (*Plukenetia volubilis* L.), Manco (2006) menciona que en San Martín, el rendimiento promedio de almendras es baja ( $1 \text{ t.ha}^{-1}$ ), alcanzando los rendimientos promedios más altos en Tarapoto, recién en plantaciones de tres años, fluctuando entre  $1.5$  y  $3 \text{ t.ha}^{-1}$ . Esta variación se da por diversas razones, principalmente: mantenimiento y manejo del cultivo, la disponibilidad de agua, control de los problemas fitosanitarios, la densidad de siembra y la no existencia de variedades mejoradas que garanticen buenos niveles de productividad.

Actualmente, se impulsa la cadena productiva del sacha inchi, abarcando aspectos importantes como: establecer parcelas comerciales con sistema de tutoraje con espaldera, sembrar ecotipos con alta productividad, realizar inducción de flores pistiladas, plan de abonamiento y un adecuado control fitosanitario con la finalidad de incrementar el rendimiento ( $\text{t.ha}^{-1}$ ) y por ende la rentabilidad económica del cultivo de “sacha inchi”. Asimismo, se ha logrado establecer el flujo de absorción N-P-K (72-14-65) e inducción floral dentro del manejo del cultivo de sacha inchi, incrementando el número de flores femeninas (hasta 58 flores) por inflorescencia, pero aun el cuajado y amarre de los frutos es bajo (4 a 10%) Cachique, (2006).

El presente trabajo de investigación sobre el efecto de la nutrición orgánica y mineral en el cuajado de frutos en flores pistiladas inducidas de *Plukenetia volubilis* L., tuvo como objetivos específicos, evaluar y determinar los efectos de la Folcisteína, Carbonatita y CaB-Zinc sobre el cuajado, peso y uniformidad de frutos del cultivo de “Sacha inchi”, planteando la hipótesis, de que por lo menos con uno de los tratamientos se logrará resultados estadísticos superiores, explicando el efecto-respuesta de las variables independientes (nutrición orgánica y mineral - tratamientos en estudio) y las variables dependientes (incremento del número de flores pistiladas, peso y uniformidad de frutos) determinados en los indicadores (número de inflorescencias, número de flores pistiladas, número de frutos cuajados, tamaño de frutos, peso de frutos, peso de granos por fruto, rendimiento y beneficio económico) que nos han permitido valorar la importancia de los tratamientos mencionados sobre la floración y cuajado de frutos.

Todo el contexto de la investigación aplicando un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) y las medias de los tratamientos fueron sometidos a la prueba de rangos múltiples de Duncan para determinar el tratamiento superior, bajo condiciones edafoclimáticas de la provincia de Lamas, detalladas en el capítulo II, tabla 1 y 2, en una parcela piloto de la Asociación de productores agropecuarios “Grano de oro fino del centro poblado de Bellavista, jurisdicción del distrito de Pinto Recodo, llegando a la conclusión que el T2 obtuvo los mejores resultados.

# CAPÍTULO I

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1 El cultivo de “sacha inchi” (*Plukenetia volubilis* L.)

#### 1.1.1 Taxonomía del cultivo de *Plukenetia volubilis* L.

Según ProFound, (2008), el “sacha inchi” (*Plukenetia volubilis* L.), pertenece al Filo Tracheophyta, Clase Magnoliopsida, Orden Malpighiales, Familia Euphorbiaceae y especie *Plukenetia volubilis* L.

#### 1.1.2 Aspectos botánicos

Es una planta semileñosa, perenne, trepadora, enredadera, vigorosa y de rápido desarrollo; el eje principal alcanza la altura del soporte o tutor (1.8 m) y se extiende hasta más de 10 metros de largo (Sánchez *et al*, 2004).

Esta especie es hermafrodita con flores masculinas y pistiladas, las primeras son pequeñas, blanquecinas y dispuestas en racimos, las otras se encuentran en la base del racimo y ubicadas lateralmente de una a dos flores (Arévalo, 1989 - 1995).

Cachique, (2017) menciona que el sistema sexual es monoico, inflorescencias hermafroditas con flores unisexuales. Presentan flores estaminadas y pistiladas, siendo la estaminadas agrupadas en nudos distales y las pistiladas encontrándose solitarias en la parte basal, raramente encontrándose en grupos de 2 ó 3. La inflorescencia presenta un aspecto cónico (los pedicelos de flores estaminadas de la parte inferior se desarrollan primero más que las superiores).

Debido a su naturaleza florística presenta el fenómeno denominado dicogamia, de la clase protoginia; es decir, los pistilos maduran primero y son receptivos cuando los estambres aún no liberan polen (la antesis femenina y masculina no se superponen) (Cachique, 2017).

##### 1.1.2.1 Flor Estaminada

Pedicelada de 0.30 mm. Pubescente; Estambres (16-40) libres, dimórficos. Anteras (4) - tecadas, la inserción es basifija y la dehiscencia es longitudinal la rasgadura se

produce a lo largo de la antera), receptáculo globoso. Cáliz (4-5 sépalos) de 0.57 mm de forma lanceolada y pétalos ausentes (Gómez, 2004).

#### **1.1.2.2 Flor Pistilada**

Pedicelada de 0,42 mm carpelos unidos, ovario súpero plurilocular (4-7), un óvulo por lóbulo. Cáliz (4-5 sépalos) de 0,64 mm de forma triangular o lanceolada, con pétalos ausentes. El estilo es libre y cilíndrico de color verde, connato, ligeramente curvado y con una longitud que varía de 21.60 mm a 30.00 mm (Arévalo, 1990 – 1995).

#### **1.1.2.3 Frutos**

En cuanto al fruto, tiene forma de estrella, con número variable de lóbulos que pueden ir desde 4 hasta 8, predominando aquellos que tienen 4 o 5 lóbulos. Estos frutos se dividen cuando esté madura y se diferencia, endureciendo sus paredes (Gómez, 2004). Son cápsulas de 3 a 5 cm de diámetro, dehiscentes de color verde, que cuando maduran son de color marrón negruzco. Usualmente presentan 4 lóbulos, pero algunos frutos presentan de 5 a 7 lóbulos. Dentro de las cápsulas se encuentran las semillas (Arévalo, 1990 - 1995). Manzana, (2016) acota que los frutos secos de ecotipos comerciales como: Pinto recodo, mishquiyacu y otros, pesan de 16 a 18 gramos.

#### **1.1.2.4 Semillas**

Son de color marrón oscuro, corrugadas y venadas, de forma lenticular y con 1.5 a 2 cm de diámetro (Gómez, 2004). Tienen nervaduras notorias, ovales de 1.5 a 2 cm de diámetro, por 7 a 8 cm de espesor y de 0.8 a 1.4 g de peso, ligeramente abultadas en el centro y aplastada hacia los bordes, con un hileum bien diferenciado. En las semillas se encuentran los cotiledones a manera de almendra cubiertas de una fina película blanquecina que cubre a la almendra, que es la materia prima para la extracción de aceite (Paitan, 2012).

#### **1.1.3 Fenología del cultivo**

El “sacha inchi” (*Plukenetia volubilis* L.) tiene crecimiento vegetativo, floración y fructificación continua durante todo el año, aunque en las épocas de máxima precipitación su productividad biológica es menor (Manco, 2006).

### **1.1.3.1 Floración**

La floración, se inicia aproximadamente a los 3 meses de la siembra, luego de haber desarrollado el trasplante; apareciendo primero los primordios florales masculinos e inmediatamente los femeninos, en un periodo de 7 a 19 días (Arévalo, 2000). El inicio de la floración está entre los 86 y 139 días después del trasplante (Manco, 2006).

### **1.1.3.2 Fructificación**

Arévalo (1990 - 1995), menciona que la formación de los frutos se inicia aproximadamente a los 3 meses después de la siembra, completando su desarrollo 4 meses después de iniciado la floración. Luego se inicia la maduración de los frutos, cuando estos se tornan de color verde negruzco inicialmente, quedando de color marrón oscuro o negro cenizo; indicador que está listo para la cosecha. El proceso de maduración del fruto dura aproximadamente 15 a 20 días, iniciando la cosecha a los 7.5 meses después de la siembra y/o trasplante, con una producción continua (Manco, 2006).

## **1.2 Aspectos edofoclimáticos del cultivo de “sacha inchi” (*Plukenetia volubilis* L.)**

El hábitat natural del “Sacha Inchi” (*Plukenetia volubilis* L.), son áreas de vegetación trabajadas, alteradas o márgenes de bosques tropicales húmedos o de tierras bajas, hasta una elevación de 900 msnm. La especie es una liana de crecimiento rápido (Doster *et al.*, 2009).

Crece y tiene buen comportamiento a diversas temperaturas (mínima 10 °C y máximo 36 °C). Las temperaturas muy altas son desfavorables y ocasionan la caída de flores y frutos pequeños, principalmente los recién formados (Valles, 1995).

Manco, (2006) menciona que el sacha inchi crece desde los 100 hasta los 1500 msnm (Arévalo, 2000). Si bien se adapta a mayores altitudes no se fomentaría por no propiciar su cultivo en zonas de protección con problemas de pendiente y deforestación (Juárez, 2007). Se adapta desde los 100 a 2000 msnm; registrándose

así mismo las mejores semillas (> 12mm) en plantaciones establecidas desde los 600 m.s.n.m, el rango óptimo para que obtenga buenos rendimientos es de los 100 m.s.n.m. hasta 1500 m.s.n.m.

A bajas intensidades de luz, la planta necesita de mayor número de días para completar su ciclo vegetativo, cuando la sombra es muy intensa la floración disminuye y por lo tanto la producción es menor (Manco, 2008). La luz es otro factor ecológico importante en esta especie; mientras más luz reciba la planta, mayor es la población de brotes, flores y frutos; por lo tanto si la sombra se prolonga y la luz disminuye, la floración va a disminuir y la producción va a ser menor (Tasso, *et al*, 2013).

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 1000 msnm). El riego es indispensable en los meses secos, sin embargo, el exceso de agua incrementan los daños causados por plagas y enfermedades (Sánchez, *et al*, 2004).

Una alta humedad relativa con fuertes precipitaciones pluviales condiciona un desarrollo vigoroso de la planta, aunque puede resultar propicio para la proliferación de enfermedades. A una humedad relativa del 78% y una temperatura media de 26 °C, se observa plantas de sachá inchi prácticamente libres de enfermedades (Figuroa, 1992).

Manco, (2006) reporta que la planta posee una amplia capacidad de adaptación a diferentes tipos de suelos, como suelos ácidos, con alta concentración de aluminio. Para el cultivo de *Plukenetia volubilis* L., se deben elegir los suelos que posibiliten su mejor desarrollo y productividad. Necesita áreas con suelos franco arcilloso-arenoso, franco arcilloso y franco arenoso con un drenaje adecuado que permita eliminar el exceso de agua tanto a niveles superficiales como profundo. La absorción de nutrientes se da mejor en suelos francos, debido a que las raíces penetran profundamente (Arévalo, 1990 - 1995).

Andrade & Calderón, (2009) hacen mención que es una planta agronómicamente rústica de poca exigencia nutricional. Para que la planta no se vea afectada por el suelo, es ideal que este tenga una textura franco-arcillosa a franco y con un pH que oscile en un rango de 5,5 a 7,5. Tolera suelos ácidos y su crecimiento y desarrollo se ve reflejado en suelos de 5,5 a 6,5. Si los pH son muy alcalinos puede presentar susceptibilidad a este tipo de suelos. Además el contenido de materia orgánica debe ser de medio a alto, la pedregosidad de media a baja y lo ideal es que en cuanto a fertilidad del suelo sea de media a alta.

Necesita terrenos con drenaje adecuado, que eliminen el exceso de agua tanto a nivel superficial como profundo (Arévalo, 1989 - 1995).

### **1.3 Plan de abonamiento del cultivo de “sacha inchi” (*Plukenetia volubilis* L.)**

Paitan, (2012) manifiesta que es una práctica considerada dentro del manejo como una labor más de nuestros cultivos; ella determina los elementos nutritivos que en el momento del análisis se encuentran en el suelo. El resultado de este análisis sirven para calcular la cantidad de abonos y/o fertilizantes que necesita nuestro cultivo. En el caso del análisis nematológico, es necesario porque nos muestra la presencia de nematodos con que nuestros suelos están infestados y determinar que tratamientos preventivos y/o curativos se tienen que emprender en nuestros futuros cultivos por instalar.

Investigaciones en absorción y concentración de nutrientes, procesos expresados en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , demuestran que el sacha inchi absorbe en el primer año una mayor cantidad de nitrógeno (N), reportando  $72,06 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ; de potasio (K),  $64,39 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ; y de fósforo (P),  $14,36 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . El resultado es una ley de absorción de 72-14-64 de N-P-K para los planes de fertilización. La concentración de N-P-K del sacha inchi después de su siembra muestra curvas ascendentes pasados los 100 días (Balta, *et al*, 2015).

Paitan (2012), manifiesta que el abono es cualquier sustancia orgánica e inorgánica que mejora la calidad del sustrato, a nivel nutricional, para las plantas. Ejemplos naturales de abono se encuentra el clásico estiércol, mezclado con los desechos de la agricultura. La definición de abono según el reglamento de abonos de la Unión Europea es “material cuya función principal es proporcionar elementos nutrientes a las plantas”.

La gallinaza es un abono orgánico, con mayor tasa de mineralización, esto lo hace una excelente fuente para el aporte de nitrógeno a los cultivos, pues tan solo en 3 semanas el nitrógeno orgánico de la gallinaza se mineraliza en un 75% aproximadamente. Por citar un ejemplo si aplicáramos 10 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza con 80% de MS, es decir 8 t.ha<sup>-1</sup> (4 % N) aportarían 320 kg.ha<sup>-1</sup> de Nitrogen orgánico, y con un 75 % de mineralización tendríamos un aporte de 240 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrógeno disponible para el cultivo (INCAGRO, 2008).

Arévalo (1990 - 1995), menciona, en vivero aplicar abono foliar (1.0 - 1.5 l.ha<sup>-1</sup>), de Grow More 32-10-10, en campo definitivo efectuar aplicaciones de abono foliar a base de nitrógeno (1.0 - 1.5 l.ha<sup>-1</sup>), también aplicaciones de Grow More 10-55-10 (24 kg.ha<sup>-1</sup>) o Quimifol PK 970 Plus (1.0-2.0 kg.ha<sup>-1</sup>) al inicio de floración e inicio de formación de fruto, aplicaciones al suelo de N-P-K (30 g. urea + 45 g superfosfato triple + 30 g de cloruro de potasio) y de humus de lombriz de tierra (15 t.ha<sup>-1</sup> .año<sup>-1</sup>) o 2 kg.planta<sup>-1</sup>, el requerimiento de algún micro nutriente como el hierro, es muy notorio en suelos con problemas de carbonato, también se observa esta diferencia en el cultivo de la yuca que es la misma familia del sachá inchi.

## **1.4 Manejo del cultivo de “sachá inchi” (*Plukenetia volubilis* L.)**

### **1.4.1 Inducción de flores pistiladas**

La inducción floral es la última tecnología disponible en el sistema de producción del sachá inchi que se viene implementado en la región San Martín, ya que en ausencia de una variedad comercial en el mercado esta tecnología permite lograr mayor rendimiento de grano seco por área instalada. Consiste en aplicar vía foliar

soluciones con concentraciones de benciladenina que incrementan el nacimiento de flores femeninas en los racimis florales (Cachique, 2017).

#### **1.4.2 Cosecha y rendimiento**

La cosecha tiene lugar cuando los frutos o cápsulas se tornan de un color marrón oscuro o negro cenizo. Se realiza recolectando las cápsulas secas que aún permanecen en la planta. Evitar el recojo de las semillas (almendras), que han caído al suelo por la característica de dehiscencia que tiene el fruto (expulsión de las semillas cuando han alcanzado la madurez); pues ellas están contaminadas y dañarían el lote producido, además no cosechar las cápsulas verdes o que aún no han alcanzado la madurez completa (INCAGRO, 2008).

Doster *et al*, (2009) la cosecha de los frutos secos y maduros se realiza 6.5 - 8 meses después del trasplante definitivo. Desde esta primera cosecha, la planta no deja de producir, por ello, las cosechas se realizan cada 20 - 25 días, siendo de mayor rendimiento entre los meses de noviembre a mayo y reduciéndose entre los meses de junio a octubre, debido a que en este último período le precede una etapa de escasa precipitación pluvial. INIA, (2006), dice que su producción se inicia a los 6,5 meses del trasplante, obteniéndose en el primer año rendimientos promedios de 0,7 a 2,0 t.ha<sup>-1</sup> ha y se incrementa paulatinamente hasta el tercer año. En el sistema de tutoraje en espalderas, en el primer año de producción se obtiene 2,0 - 2,5 t/ha.

### **1.5 Componentes en estudio**

#### **1.5.1 Folcisteína**

Pozo (2017) menciona, que es un activador de la formación de antioxidantes y prolina, la cual evita que la planta transpire el agua constituida de las células, recupera y/o previene el estrés de la planta, favorece la floración, cuajados de frutos, incrementa la masa radical y proporciona un equilibrio hídrico ante excesos y deficiencias. El uso adecuado de la Folcisteína (ácido fólico), en combinación con otros nutrientes vía foliar, mejoradores de suelos y productos anti estrés, permite lograr una elevada respuesta al crecimiento, mayor rendimiento, sano desarrollo y mayor calidad de la producción agrícola.

También hace mención que la folcisteína incide en la recuperación de las plantas a condiciones de estrés, incrementa la actividad hormonal de las plantas, mayor rendimiento y calidad de cosechas, buen efecto antioxidante.

Arista, (1994) menciona que la Folcisteína es un producto antiestresante, que combina la acción del ácido fólico y L-cisteína en una sola molécula. Su aplicación en las plantas genera un fuerte efecto antioxidante para liberarlas de los radicales libres que ocasionan graves daños a las células vegetales y que se producen cuando los cultivos son sometidos a condiciones de estrés. Incrementa la actividad interna de las fitohormonas y estimula los procesos metabólicos primordiales como: fotosíntesis, respiración, división celular y síntesis de proteínas, entre otras mas, lo que se traduce en un aumento en la capacidad para explotar el potencial genético de los cultivos.

Alva, (1987), la folcisteína puede considerarse como un fitorregulador sintético bioestimulante; es decir, que no es producido por la planta sino artificialmente, pero que actúa sobre su metabolismo. Es un producto líquido soluble en agua que contiene el 5% de un derivado del aminoácido, cisteína, el 0.1 % de ácido fólico y cantidades mínimas de coadyuvantes disueltos en una solución estabilizante.

### **1.5.2 La Carbonatita**

AgroBoreal (2009), dice que es un fertilizante mineral y natural, acondicionador de suelos y estimulador del amarre de frutos, utilizados para la agricultura orgánica y convencional que contiene gran cantidad de minerales asimilables que son extraídos de yacimientos magmáticos. Pertenecen al único y raro grupo de rocas alcalinas altamente reactivas y solubles. Asimismo, dice que es un compuesto químico neutro (pH : 7), cristalina, compuesto amorfo. La unión entre cristales individuales es muy débil y por lo tanto se ve afectada por la erosión mineral muy rápidamente, favoreciendo la absorción de los minerales. Los componentes minerales son de baja solubilidad en agua lo que permite una lenta absorción por la planta, aproximadamente a los 21 días (suelo). En estado líquido (vía foliar) la absorción es inmediata por estar quelatizada.

Acota además, que una tonelada de carbonatita contiene: 650 Kg de Carbonato de calcio, 150 Kg de arcillas primarias y secundarias (biotita, vermiculita, piroxeno y otras trazas de potasio), 120 Kg de apatita (roca fosfatada) y 80 Kg de elementos trazas, en forma de micronutrientes.

### **1.5.3 El CaB-Zinc**

Sinergika, (2018) fertilizante líquido (foliar) complejo que contiene ácidos carboxílicos, recomendado para suplir las necesidades nutricionales durante la floración y otros y otros procesos vitales. Es un compuesto biodegradable por su composición orgánica. Mejora la fecundación, debido a la presencia del zinc, como productor de auxinas, así como por las fuentes altamente asimilables de calcio y boro, elementos que en suma, reducen los efectos senescentes generados por el etileno y ácido absísico.

La composición química del CaB-Zinc: Calcio 10%, Zinc 3%, Boro 0.8%, Aminoácidos 10 g.l<sup>-1</sup>, Extractos de ácidos orgánicos 75 g.l<sup>-1</sup>, Ácidos poli carboxílicos 80 g.l<sup>-1</sup>, Vitamina B2, C 325 mg.l<sup>-1</sup>, Coadyuvantes y dispersantes 30 mg.l<sup>-1</sup>. Reduce la caída de flores y frutos, influye en el crecimiento celular, mejora y uniformiza el llenado de los granos, semillas y frutos, estimula la producción y actividad de azúcares naturales que mejoran el desarrollo de los brotes, hojas y frutos e incrementa la vida de anaquel.

### **1.5.4 Cuajado de frutos**

Una vez producida la fecundación, el ovario deja de ser propiamente ovario para convertirse en fruto. La transición de ovario a fruto en desarrollo recibe el nombre de cuajado. El proceso está basado en la división celular y exige una gran cantidad de energía que se almacena en forma de azúcares (carbohidratos). Es mediante la síntesis hormonal que el fruto en desarrollo reclama dicha energía en forma de carbohidratos (Mesejo, 2018).

Invernaderos Harnoi, (2018) dice que el amarre o cuajado de frutos es el proceso en el cual la flor es polinizada y fecundada, y el fruto inicia su formación y desarrollo. Este proceso sucede cuando se reúnen las condiciones adecuadas, sin embargo, existen factores que afectan el cuajado; estos son la interacción entre la fisiología

del cultivo (viabilidad del polen, velocidad de crecimiento del tubo polínico y crecimiento del fruto) y las condiciones climáticas. Las condiciones climáticas que inciden sobre el amarre de frutos son: temperaturas bajas o altas, vientos secos, nubosidad y lluvias. Además, factores endógenos como la cantidad de reservas nutricionales y el contenido de hormonas en la planta afectan el amarre de frutos.

Asimismo menciona que una nutrición adecuada del cultivo con programas de fertilización que incluyan N, P y K, mejoran el amarre inicial del cultivo. El N es un elemento que incrementa rendimiento al participar en el crecimiento y desarrollo de las hojas, cuya función de estas son producir fotosintatos. La competencia por fotosintatos entre flores recién fecundadas se considera un factor que puede regular el cuajado. El Ca y K son otros de los nutrientes esenciales para el cuajado de los frutos. También, uno de los micronutrientes más importantes durante la etapa de amarre del fruto es el B, el cual mejora el amarre de flores y frutos, ya que su presencia favorece la viabilidad del polen y el crecimiento del tubo polínico.

## **1.6 Antecedentes teóricos de investigaciones**

Cachique, (2017) evaluó los efectos de cuatro dosis de benciladenina (BA), con una frecuencia de tres aplicaciones en plantas de *Plukenetia volubilis* L. en floración logrando el incremento del número de flores pistiladas, que es fundamental para lograr un mayor rendimiento en el cultivo. La aplicación de benciladenina (BA) convierte flores estaminadas en pistiladas y aproximadamente el 4 al 10 % de las flores pistiladas inducidas desarrollaron frutos.

Determinó además que los tratamientos con diversas concentraciones de BA dieron resultados entre 1-58.8 flores pistiladas por inflorescencias alcanzado el promedio más alto de 58.8 a 40 mg/L del tratamiento con BA. El número de poli inflorescencias pistiladas por ramas alcanzó valores de 0-14.8, siendo el promedio más alto con 14.8 a un tratamiento de 40 mg/L con BA. El número promedio de frutos logrados por inflorescencia fue de 5.2 en plantas tratadas con la concentración de 20 mg.l<sup>-1</sup> en relación a 1.0 de las plantas testigo. La frecuencia de

aplicación de BA cada 6 meses presentó resultados alentadores en este primer ensayo preliminar. Los resultados alcanzados en el presente estudio determinaron que benciladenina es un inductor floral y puede promover un mayor fructificación en plantas de sachá inchi.

Asimismo reitera que las plantas tratadas con Bencil Adenina (BA) lograron inducir un mayor número de poly inflorescencias pistiladas por rama, produciendo en promedio 7.7 – 14.9 poly inflorescencias pistiladas por ramas, observando diferencias a medida que la dosis se incrementaba. La mayoría de las flores hembras inducidas por 10,20,30 mg.l<sup>-1</sup> de tratamiento con BA mostraron morfología normal. El tratamiento con alta concentración de BA (40 mg.l<sup>-1</sup>) indujeron una mayor producción de flores pistiladas, a diferencia de los tratamientos de baja concentración de BA. Las flores pistiladas inducidas por alta concentración de BA, tenían una morfología anormal, con un estilo curvado y/o estigma cerrado. Algunas de las flores hembras anormales fueron envueltas por los pétalos y no pudieron convertirse en frutos. El número de flores pistiladas es un determinante crítico para el número de frutos en plantas monóicas como es el Sachá Inchi. Aproximadamente del 4 – 10% de las flores pistiladas inducidas con BA desarrolló frutos, que resultó en un incremento en el número de cápsulas en relación a las plantas sin aplicación (testigo).

Cordova, (2017) a diferentes dosis de BA (6- benciladenina) aplicadas en diferentes fases de desarrollo de la planta de Piñón (*Jatropha curcas*), concluye que con aplicaciones de BA (6- benciladenina) tienden a estimular mayor número de flores femeninas y hermafroditas por inflorescencia, mayor número de frutos por racimo, en la fase II con dosis de 240 ppm se obtuvieron 29,6 flores femeninas y 30,8 frutos respectivamente, frente a los obtenidos en la fase I con 25,9 de flores femeninas por inflorescencia y 10,1 frutos por racimo, indistintamente de las fases de desarrollo, el incremento de las dosis de BA (6- benciladenina) aplicadas establecieron altas relaciones de correlación (entre 93,3%, 99,9%, 96,2%) y describieron respuestas lineales positivas sobre el número de flores femeninas por inflorescencia, número de flores hermafroditas por inflorescencia y número de frutos por racimo.

Alva, (1987) en evaluaciones de fitorreguladores en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* sp.) determinó que la folcisteína (Ergostim 200 cc.ha<sup>-1</sup>) tuvo mayor eficacia a partir de la aparición de la tercera hoja trifoliada. El rendimiento fue de 2,662 Kg.ha<sup>-1</sup> y concluye que puede haber un punto óptimo de concentración para el correcto funcionamiento en todo el equipo bioquímico del vegetal favoreciendo la funcionalidad de los micronutrientes como activador hormonal en los diferentes estadios de la planta de frijol.

Pardo *et al.*, (2018) en un estudio denominado “Efecto de abonos orgánicos y variables climáticas sobre la floración y fructificación de la planta sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.)” desarrollado en San Isidro, Montería, Córdoba - Colombia, los resultados del estudio de fructificación muestran, que el tratamiento de lombriabono presenta diferencias significativas respecto al número de frutos (P= 0.34), peso frutos (P= 0.43), peso semillas (P= 0.23). El tratamiento de lombriabono presentó un total 3875 frutos, con promedio por planta de 368 frutos, cuyo peso promedio fue 2,67 kg, el peso promedio de semilla por planta fue de 1,50 kg. Por hectárea se obtuvo un peso de frutos de 0,6 t y un peso semilla/ha de 0,4 t. El tratamiento control presentó número fruto de 3264 y 3825 para micorriza. Por cada kg de semillas obtenidas, para el lombriabono se obtuvo 998 semillas, seguido del control con 995 semillas y por último micorriza con 986 semillas, siendo lombriabono el de mejor rendimiento en número de semillas. La producción de frutos comenzó a los 6 meses después del trasplante obteniéndose la máxima producción o pico, a partir del mes 9 después del trasplante, desde agosto hasta el mes de noviembre, en donde se hicieron crecientes los valores promedios en el número de frutos.

Además, explica que a una temperatura mínima y temperatura máxima (24° C y 36° C) inciden positivamente en el número de inflorescencias, indicando que dicha temperatura favorece la floración; encontrándose, que la máxima floración coincide con valores de temperatura altos de 36 °C, temperatura que se da entre los meses de abril y mayo. En la fructificación, las elevadas temperaturas no la favorecen, dado que las variables número de frutos, peso de frutos y semillas, evidencian que a medida que aumenta la temperatura disminuyen el número de frutos, peso frutos y

semillas. Contrario a lo anterior, la humedad y precipitación incidieron positivamente en esta variable, evidenciando que estas, favorecen la fructificación, pues, a medida que aumenta la humedad, se incrementa el número de frutos, peso fruto y peso de semillas, presentándose esto entre los meses de septiembre y noviembre según la fenología del cultivo.

Ayala, (2016) mediante un estudio determinó 725 g el promedio de peso de 100 frutos secos, para las variedades de INCA1, NUKAK 3 y CATIO 2, rendimientos de semilla de 59% Inca-1, 56% Catio-2 y 57% Nukak-3, además rendimientos de porcentaje de almendras a razón de 57% Inca-1, 55% Catio-2 y 58% Nukak-3. Asimismo, los resultados en 102 días de recolección se presentan la variedad NUKAK-3 presentó el mayor rendimiento en semilla ( $0,651 \text{ t.ha}^{-1}$ ). Aunque no se presentan diferencias significativas entre INCA-1 y CATIO-2, ésta última presentó  $0,143 \text{ t.ha}^{-1}$  más que INCA-1, económicamente significativo para éste cultivo (Ayala, 2016).

Pérez, (2011) en un estudio realizado concluye que el rendimiento total de sachachi, depende de diversos factores, es así que el ecotipo S: 13 con una densidad de  $952 \text{ plantas.ha}^{-1}$ , alcanzó una producción de  $1.27 \text{ t.ha}^{-1}$ , el mismo que fue superior a las demás combinaciones; por otra parte el ecotipo S:7, con una densidad de  $952 \text{ plantas.ha}^{-1}$  ocupó el último lugar con un rendimiento de  $0.28950 \text{ t.ha}^{-1}$  al compararse los rendimientos obtenidos por los ecotipos S:7 y S: 13, se encontró que estarían dentro del margen aceptable del rendimiento; por que la menor densidad de plantas ( $952 \text{ p.ha}^{-1}$ ) está dentro del parámetro establecido por investigadores en cuanto a rendimientos reportados de  $0.7$  a  $2.0 \text{ t.ha}^{-1}$  de semillas secas para diferentes ecotipos.

Estos resultados sugieren que la diferencia de rendimientos están asociados a su potencial de rendimiento o a la expresión de cada uno de los genes relacionados al rendimiento en interacción con las condiciones geomorfodinámicas.

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1 Tipo y nivel de investigación**

##### **Tipo de investigación**

Es del tipo aplicada ya que tiene como objetivo primordial la resolución práctico del problema respecto a la baja productividad del sachu inchi.

##### **Nivel de investigación**

La investigación corresponde al nivel explicativo, estableciendo la causa-efecto, mediante la prueba de hipótesis, y la utilización de diseños estadísticos experimentales.

#### **2.2 Población y Muestra**

##### **Población**

Está formada por 192 plantas distribuidas en 12 plantas por cada unidad experimental, con 4 repeticiones cada uno.

##### **Muestra**

Formada por 6 plantas por unidad experimental seleccionadas al azar, en etapa reproductiva, éstas conformaron un total de 96 plantas, que representa el 50% de la población.

#### **2.3 Diseño experimental**

Se utilizó el diseño estadístico de bloques completamente al azar (DBCA), con 4 tratamientos y 4 repeticiones. La información obtenida fue procesada a través de la hoja de cálculo de Excel, a un nivel de confianza del 95% ( $P < 0.05$ ) y los promedios de tratamientos fueron sometidos a la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan a una  $\alpha = 0.05$ . En la Tabla 1 y 2, se muestra el análisis de varianza de los tratamientos estudiados.

Tabla 1:

*Análisis de varianza para los tratamientos*

<b>Fuentes de variables</b>	<b>G.L</b>
Bloques (r - 1)	4 - 1 = 3
Tratamientos (t - 1)	4 - 1 = 3
Error (t - 1) (r - 1)	3 x 3 = 9
Total (r x t - 1)	21 - 1 = 15

*Fuente: Elaboración propia (2019).*

Tabla 2:

*Tratamientos estudiados*

Tratamientos	Dosis de aplicación	
T0	Testigo	(sin aplicación)
T1	3 l.ha <sup>-1</sup>	Folcisteína
T2	400 kg.ha <sup>-1</sup>	Carbonatita
T3	3 l.ha <sup>-1</sup>	CaB-Zinc

*Fuente: Elaboración propia (2018).*

## 2.4 Detalle del campo experimental

### Área experimental

Ancho	:	42 m
Largo	:	37,5 m
Área neta	:	1575 m <sup>2</sup>
Área total	:	1997,5 m <sup>2</sup>
Separación entre bloques	:	2,0 m
Calles entre tratamientos	:	2,5 m

### Bloque

Número de bloques	:	04
Ancho	:	9,0 m
Largo	:	30 m
Área neta	:	270 m <sup>2</sup>
Área total	:	337,5 m <sup>2</sup>
Calles entre tratamiento	:	2,5 m

**Unidad experimental**

Número de U.E	:	16
Ancho U.E	:	9,0 m
Largo U.E	:	7,5 m
Área U.E	:	67,5 m

**2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se utilizaron diferentes instrumentos como, guías de observación, cuadernos de notas, cartillas de evaluación, tomas fotográficas, etc., que va a permitir interrelacionarse directamente con los elementos que son materia del trabajo de investigación.

**2.6 Ubicación del campo experimental**

Se desarrolló en el Centro poblado de Bellavista (eje carretero hacia el Mirador), distrito de Pinto Recodo, predio rural perteneciente al señor Julio Huamán Tapullima, cuya ubicación geográfica y política, se describe a continuación:

**Ubicación geográfica**

Latitud Sur	:	06° 20' 15''
Longitud Oeste	:	76° 30' 45''
Altitud	:	720 m.s.n.m.m.

**Ubicación política**

Fundo	:	Predio rural del señor Julio Huamán Tapullima
Centro Poblado	:	Bellavista
Distrito	:	Pinto Recodo
Provincia	:	Lamas
Región	:	San Martín

### 2.6.1 Antecedentes del campo

Se desarrolló la producción de cultivos de pan llevar como: frijoles, maíz, maní; cuenta con 1 ha. de sacha inchi y 7 hectáreas total (hace 27 años).

### 2.6.2 Vías de acceso

La principal vía de acceso es la carretera Lamas-Pamashto (29 minutos), seguido de la vía carrosable que conduce al Centro Poblado de Bellavista (15 minutos), para luego dirigirnos a pie al predio rural (5 minutos).

## 2.7 Características edafoclimáticas

### 2.7.1 Características climáticas

Ecológicamente el lugar donde se efectuó el trabajo de investigación presenta una zona de vida caracterizada por el bosque húmedo premontano tropical (bh-PT) (Holdridge, 1970). En la tabla 3, se muestran los datos meteorológicos reportados por SENAMHI Estación CO-Lamas (2018 - 2019) de los meses de noviembre 2018 – abril de 2019, registrándose una temperatura media mensual de 23.11°C, una precipitación total de 1563.30 mm, y una humedad relativa media mensual de 79.88%.

Tabla 3:

*Datos meteorológicos*

Meses	Temperatura Media (°C)	Precipitación Total Mensual (mm)	Humedad Relativa (%)
Nov. (2018)	22.4	248.50	78.26
Dic. (2018)	23.7	212.10	76.70
Enero (2019)	23.2	285.70	80.14
Febrero (2019)	21.9	267.50	82.60
Marzo (2019)	23.7	271.30	81.50
Abril (2019)	23.8	278.20	80.06
23.11	1563.30	79.88	

*Fuente: SENAMHI Estación CO-Lamas (2019).*

### 2.7.2 Características edáficas

En la tabla 4, se muestran las características físico-químico del suelo antes de realizar la siembra.

Tabla 4:

*Características físico - químico del suelo*

Elementos		Datos	Interpretación
	Ph	6,35	Ligeramente ácido
	M.O. (%)	2,34	Bajo
	P (ppm)	75,2	Médio
	K <sub>2</sub> O (ppm)	129	Medio
Análisis Mecánico (%)	Arena	32.6	-
	Limo	31.4	-
	Arcilla	36.0	-
	Clase textural	Franco Arcillo	
	CIC (meq)	6,32	
Cationes Cambiables (meq)	Ca <sup>2+</sup>	12,3	Medio
	Mg <sup>2+</sup>	2,78	Bajo
	K <sup>+</sup>	0,32	Bajo
	Suma de bases	15,40	-

Fuente: Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA-UNSM-T (2018).

## 2.8 Conducción del experimento

Desarrollado del 2 de noviembre 2018 al 19 de abril 2019, en una parcela establecida con el cultivo de “Sacha inchi” (*Plukenetia volubilis* L.) en etapa de pre floración (85 DDS), del ecotipo Mishquiyacu, razón por la cual no se detalla los procedimientos de instalación de la plantación.

### 2.8.1 Demarcación, parcelado y etiquetado del campo experimental

Actividades realizadas entre el 2 y 3 de noviembre 2018, consistió en demarcar el área experimental, los bloques, las unidades experimentales (tratamientos) y plantas muestra, procediendo a colocar las fichas técnicas correspondientes.

### 2.8.2 Limpieza del área, aporque e incorporación de gallinaza

Realizadas entre el 5 y 6 de noviembre 2018, consistió en eliminar malezas, acumular tierra y sustrato a base de gallinaza alrededor del tallo de las plantas. Se incorporó 4000 kg.ha<sup>-1</sup> de gallinaza (0.4 kg.m<sup>2</sup>) al momento del aporque.

### **2.8.3 Inducción de flores pistiladas**

Se ejecutó el 3 de noviembre 2018, consistió en la aplicación vía foliar (150 ml. mochila<sup>-1</sup> In) indusach a todas las unidades experimentales incluido al testigo, para incrementar el número de flores pistiladas (flor femenina) en los racimos (inflorescencia). La composición y concentración del Indusach es 15 mg.l<sup>-1</sup> de Bencil Adenina (BA).

Este proceso se hizo a los 86 DDS en plantas de “sacha inchi” (*Plukenetia volubilis* L.), en etapa de prefloración.

### **2.8.4 Aplicación de carbonatita, folcisteína y CaB-Zinc**

#### **Aplicación de carbonatita**

Se hizo el día 7 de noviembre del 2018, en etapa de prefloración, ya que es un excelente estimulador del amarre de frutos AgroBoreal, (2017), en paralelo a la aplicación del inductor floral debido a que ambos hacen efecto aproximadamente a los 20 días después de su aplicación. Por ser un fertilizante mineral sólido se aplicó a 20 cm alrededor del tallo de la planta a razón de 400 kg.ha<sup>-1</sup>. (300 g.planta<sup>-1</sup>), en una sola armada, por no ser tóxico

#### **Aplicación de Folcisteína (Optimat)**

Se aplicó vía foliar Folcisteina (Optimat – 150 ml.mochila<sup>-1</sup>) el día 19 y 29 de diciembre del 2018, con la finalidad de optimizar la floración, cuajado de frutos y otros efectos colaterales.

#### **Aplicación de CaB-Zinc**

Se procedió a aplicar vía foliar (150 ml.mochila<sup>-1</sup>) de CaB-Zinc los días 19 y 29 de diciembre del 2018, con la finalidad de mejorar la floración y cuajado de frutos y otros efectos colaterales.

### **2.8.5 Cosecha**

La cosecha se realizó cuando los frutos alcanzaron su madurez de mercado, la primera cosecha se hizo de forma manual los días 25 y 26 de febrero y cosechas paulatinas cada 20 días hasta el 25 de abril del 2019 (2 meses).

### **2.8.6 Recolección y procesamiento de datos**

La recolección de datos se desarrolló durante todo el proceso de investigación. El procesamiento se dió del 20 al 30 de abril 2019, cuyos resultados se presentaron a través de tablas y gráficos.

## **2.9 Labores culturales**

### **2.9.1 Control de malezas**

Se efectuó de manera frecuente durante todo el periodo de Investigación, utilizando motoguadaña y machete.

### **2.9.2 Control de plagas enfermedades**

Esto se desarrolló en forma preventiva, el 2 de noviembre se aplicó cipermetrina (insecticida de bajo espectro) para controlar comedores de hojas (hormigas, larvas de mariposas y diabroticas) y el 3 de noviembre 2018 se aplicó Benomil DAF 50 PM (fungicida) para controlar manchas foliares y frutos (antracnosis).

### **2.9.3 Riego**

Se hizo de manera continua, de acuerdo a las incidencias de lluvias, se utilizó regadoras o aspersores manuales.

## **2.10 Indicadores evaluados**

### **2.10.1 Número de inflorescencias**

Se procedió al conteo del número de inflorescencias inducidas por rama de las plantas seleccionada al azar en cada unidad experimental.

### **2.10.2 Número de flores pistiladas**

Se efectuó mediante el conteo de flores pistiladas inducidas por cada inflorescencia, de plantas seleccionadas al azar en cada unidad experimental.

**2.10.3 Número de frutos cuajados**

Se desarrolló haciendo el conteo del número de frutos cuajados por inflorescencia de plantas seleccionada al azar en cada unidad experimental.

**2.10.4 Peso de frutos secos (g)**

Se evaluó al momento de la cosecha, mediante el pesaje en balanza electrónica, tomando 100 frutos escogidas al azar por cada tratamiento.

**2.10.5 Tamaño de frutos secos (cm)**

Se midieron los 100 frutos seleccionados al azar por cada tratamiento, para lo cual se usó pie de rey.

**2.10.6 Peso de granos por fruto (g)**

Consistió en pesar los granos de los 100 frutos seleccionados al azar por cada Tratamiento.

**2.10.7 Rendimiento de grano (kg.ha<sup>-1</sup>)**

Luego del descapsulado se procedió al pesado del grano de las plantas seleccionadas al azar por cada tratamiento, se usó una balanza de precisión, el resultado fue convertido a Kg.ha<sup>-1</sup>.

**2.10.8 Análisis económico**

Se determinó de la siguiente manera:

**Beneficio Bruto (B.B)**

$$\mathbf{B.B = R.T \times P}$$

Donde:

R.T = Rendimiento Total

P = Precio de cada unidad de producción (kg)

**Beneficio Neto (B.N)**

$$\mathbf{B.N = B.B - C.P}$$

Donde:

B.B = Beneficio Bruto

C.P = Costo de Producción

**Rendimiento del capital invertido (B/C)**

$$B/C = (B.N / C.P)$$

Donde:

B.N = Beneficio Neto

C.P = Costo de Producción



### 3.1.2 Número de flores pistiladas por inflorescencia

Tabla 6:

*Análisis de varianza para el promedio de número de flores pistiladas por inflorescencia ( $\alpha=0.05$ ).*

<i>Origen de variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados libertad</i>	<i>Promedio cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crít. para F</i>	<i>Nivel signif.</i>
Bloque	1.50	3	0.50	0.64	0.61	3.86	NS
Tratamientos	0.50	3	0.17	0.21	0.88	3.86	NS
Error	7	9	0.78				
Total	9	15					

R<sup>2</sup>= 96.14

CV=6.41%

Promedio=13.75

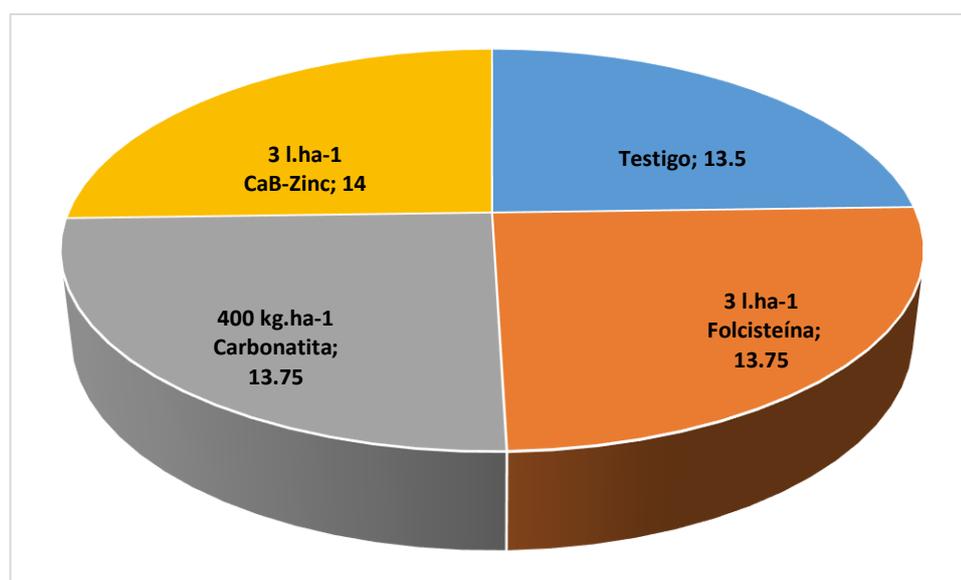


Figura 2: Número de flores pistiladas por inflorescencia

### 3.1.3 Número de frutos por inflorescencia

Tabla 7:

*Análisis de varianza para el promedio de números de frutos por inflorescencia ( $\alpha=0.05$ ).*

<i>Origen variaciones</i>	<i>Suma cuadrados</i>	<i>Grados libertad</i>	<i>Promedio cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crít. para F</i>	<i>Nivel signif.</i>
Bloques	0.75	3	0.25	0.47	0.71	3.86	NS
Tratamientos	10.25	3	3.42	6.47	0.01	3.86	*
Error	4.75	9	0.53				
Total	15.75	15					

R<sup>2</sup>=96.137

CV=15.77%

Promedio= 4.63

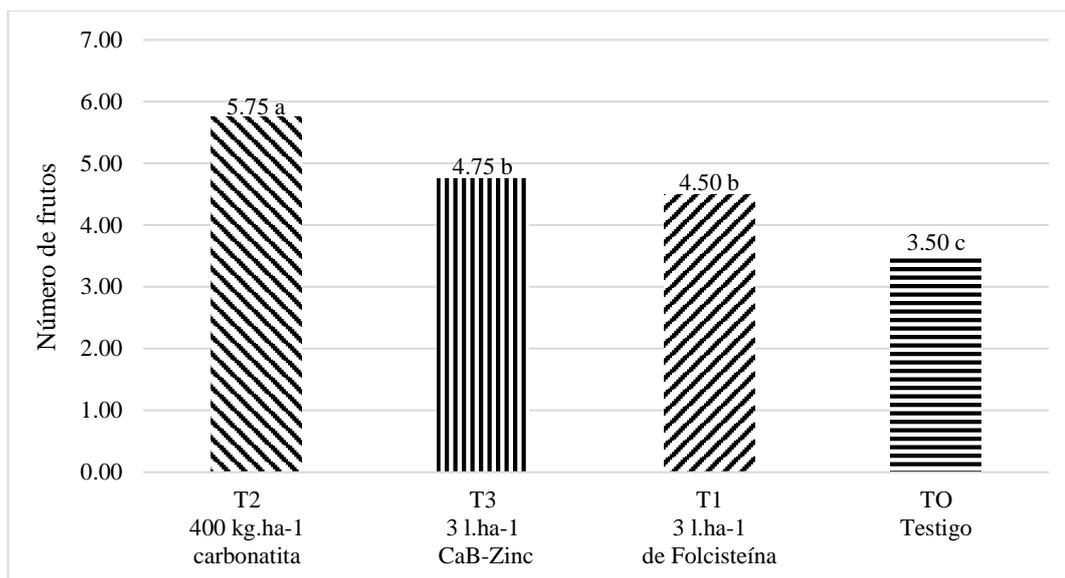


Figura 3: Prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ), para el promedio de números de frutos por inflorescencia.

### 3.1.4 Tamaño de frutos secos (cm)

Tabla 8:

Análisis de varianza para el promedio del tamaño de 100 frutos secos ( $\alpha=0.05$ ).

Origen de variaciones	Suma de cuadrados	Grados libertad	Promedio de cuadrados	F	P	Nivel de signif.
Bloques	0.065	3	0.022	3.545	0.061	NS
Tratamientos	1.730	3	0.577	94.364	0.000	**
Error	0.055	9	0.006			
Total	1.850	15				

$R^2 = 96.14$

CV = 1.51%

Promedio = 5.175

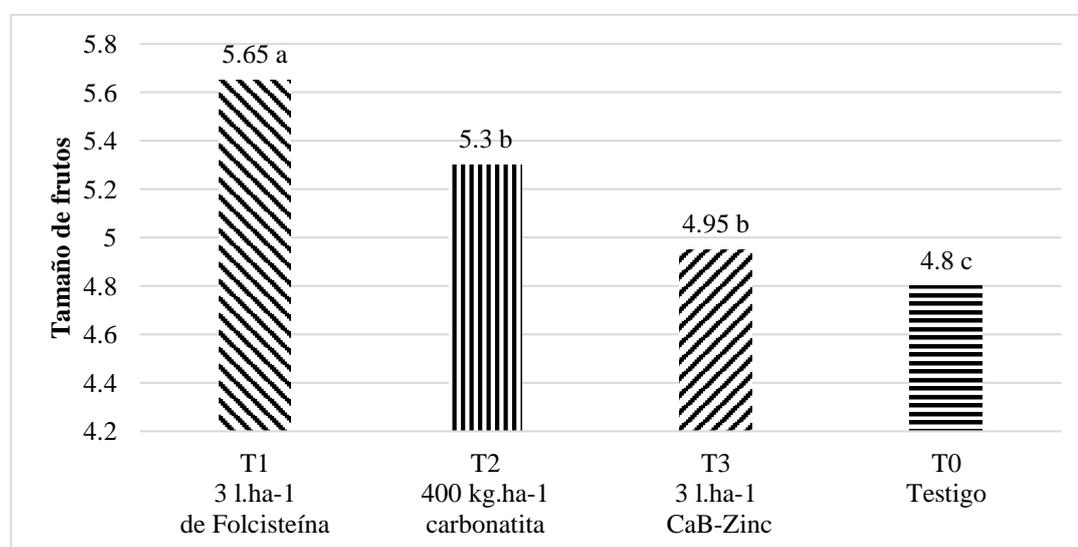


Figura 4: Prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ), para el promedio de tamaño (cm) de 100 frutos.





### Rendimiento (kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>)

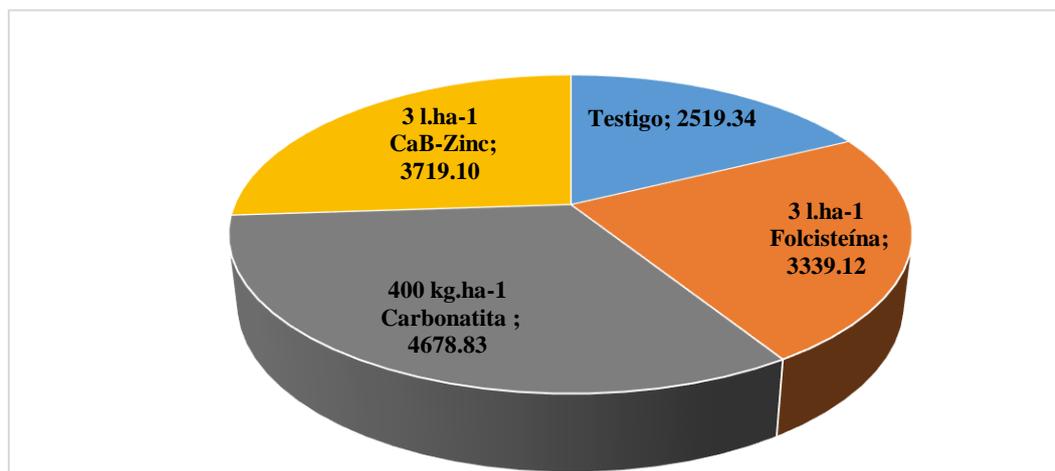


Figura 8: Rendimiento (kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>)

### 3.1.8 Análisis económico

Tabla 12:

*Análisis económico por tratamientos (rendimiento, costos de producción y B/C).*

Tratamientos	RDTO t.kg <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup>	Costo de producción	Precio de venta.kg <sup>-1</sup>	Beneficio bruto S/.	Beneficio neto S/.	B/C
T0	2 519.34	7 713.84	3.50	8 817.69	1 103.85	0.14
T1	3 339.12	8 312.49	3.50	11 686.92	3 374.43	0.41
T2	4 678.83	10 399.38	<sup>1</sup> 3.50	16 375.91	5 976.53	0.58
T3	3 719.10	8 693.60	3.50	12 995.85	4 302.25	0.49

## 3.2 Discusión

### 3.2.1 Número de inflorescencias por rama

El análisis de varianza (Tabla 5), muestra que no existe diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ), tanto para Bloques y Tratamientos. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) explica un 96.14% lo cual nos da alto grado de confiabilidad, sin embargo, existen efectos positivos que diferencian a los tratamientos T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> Folcisteína), T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> Carbonatita y T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> CaB-Zinc) sobre el número de inflorescencias por rama, del tratamiento T0 (testigo); así mismo, el Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con 9,52% confirma la información,

encontrándose dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación, propuesto por Calzada (1982).

En la Figura 1, muestra que con el T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> de Carbonatita), se obtuvo el promedio más alto con 7,75 inflorescencias por rama, superando a los tratamientos T0 (testigo), T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> Folcisteína), T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> de CaB-Zinc), quienes obtuvieron promedios de 6.75, 7.25 y 7.5 de inflorescencias por rama, respectivamente.

El efecto respuesta de los tratamientos T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> Folcisteína), T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> Carbonatita) y T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> CaB-Zinc), en comparación al tratamiento testigo (T0), lo que entendemos como que las dosis de Folcisteína, Carbonatita y CaB-Zinc han tenido un efecto en el incremento del número de inflorescencias por rama ya que participan en la etapa reproductiva del cultivo, mencionado por AgroBoreal, 2009, Sinergika, (2018) y Pozo (2017).

El estudio de este comparativo de efectos de la nutrición orgánica y mineral y su influencia en el incremento del cuajado de frutos en flores pistiladas inducidas del cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), ecotipo mishquiyacu, nos indica, una diferencia numérica del T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> Carbonatita) obteniéndose 7.75 inflorescencias por rama, superando a los demás tratamientos, lo cual tiene relación, a la erosión mineral muy rápida que sufre la carbonatita, liberando elementos nutricionales, que favorecen directamente la floración y amarre de frutos (AgroBoreal, 2009).

Las dosis de BA tienden a estimular un gran número de fenómenos fisiológicos y metabólicos, incrementando el nacimiento de varias poly inflorescencias inducidas, logrando un promedio de 7.7 poly inflorescencias a una dosis de 10 mg.litro<sup>-1</sup> de BA y 9.9 poly inflorescencias a una dosis de 20 mg.litro<sup>-1</sup> de BA, básicamente se refieren a la inherencia del efecto de las citoquininas en flores, probablemente facilitan y mejoran una mayor absorción de los elementos nutritivos del suelo. Este proceso se fomentó con el T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> de carbonatita) aplicada a las plantas de sachá inchi, ecotipo mishquiyacu. Las raíces al absorber los nutrientes del suelo y las dosis de BA, probablemente evidenciaron mayor simbiosis y fijación de los elementos nutritivos en las diferentes estructuras reproductivas de la planta, y

principalmente en poly inflorescencias por que con la dosis de carbonatita las plantas de sachá inchi lograron 7.75 poly inflorescencias por rama a  $15 \text{ mg.litro}^{-1}$  de BA estando dentro del rango obtenido por Mendoza, (2015).

Además, los resultados referente al número de inflorescencias, número de flores pistiladas y número de frutos cuajados, obtenido por todos los tratamientos, tienen similitud a lo determinado por Córdova (2017), en estudios realizados sobre dosis de 6-Benciladenina en el cultivo de piñón blanco (*Jatropha curcas*), donde concluye que con aplicaciones de BA (240 ppm) se estimula mayor número de flores femeninas por inflorescencia y mayor número de frutos por racimo. El incremento de las dosis de BA describen respuestas lineales positivas, es decir a mayor dosis mayor es el número de flores femeninas y número de frutos, idéntica situación, describe Cachique (2017), quien evaluó varias dosis de BA en sachá inchi, a 10, 20, 30  $\text{mg.litro}^{-1}$  se produjeron flores con morfología normal y a dosis altas de  $40 \text{ mg.litro}^{-1}$  se obtuvieron flores con morfología anormal, que no llegan a formar frutos.

### 3.2.2 Número de flores pistiladas inducidas por inflorescencias

De acuerdo, a los resultados del análisis de varianza (Tabla 6), muestra que no hubo diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ), en el efecto del T1 ( $3 \text{ l.ha}^{-1}$  Folcisteína), T2 ( $400 \text{ kg.ha}^{-1}$  carbonatita) y T3 ( $3 \text{ l.ha}^{-1}$  CaB-Zinc) sobre el número de flores pistiladas inducidas en comparación al testigo. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) explica en 96.14% el efecto que han tenido las dosis de Folcisteína, Carbonatita y CaB-Zinc, así mismo, el Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con 5,73% constituye una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación, propuesto por Calzada (1982).

En la Figura 2, muestra que con el tratamiento T3 ( $3 \text{ l.ha}^{-1}$  de CaB-Zinc) se obtuvo el promedio más alto con 14 flores pistiladas inducidas por inflorescencia, superando a los tratamientos T0 (testigo), T1 ( $3 \text{ l.ha}^{-1}$  de Folcisteína), T2 ( $400 \text{ kg.ha}^{-1}$  de Carbonatita), quienes obtuvieron promedios de 13.50, 13.75 y 13.75 flores pistiladas, respectivamente.

El efecto respuesta de los tratamientos, T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> Folcisteína), T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> carbonatita) y T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> CaB-Zinc), en comparación al tratamiento testigo (T0), lo que entendemos que el T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> CaB-Zinc) ha tenido un efecto mayor en el incremento de número de flores pistiladas. Si bien el T2 obtuvo mejores resultados para el número de inflorescencias por rama (7.75), no fue así para el número de flores pistiladas (13.75 flores), donde el T3 con (7.5 y 14) inflorescencias y flores respectivamente lo superó.

Mendoza, (2015) al evaluar dosis de BA en el cultivo de Sacha inchi obtuvo de 12.4 a 58.9 flores pistiladas a diferencia del T0 (testigo) que sólo se obtuvo una flor pistilada; y a concentraciones de 10 mg.l<sup>-1</sup> de BA lograron en promedio 12.44 flores pistiladas, a 20 mg.l<sup>-1</sup> se lograron 25.89 flores pistiladas, lo cual nos conlleva a contrastar que el promedio de números de flores pistiladas inducidas (14.25) obtenidas con la aplicación de BA (concentración de 15 mg.l<sup>-1</sup>) y los tratamientos T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> Folcisteína), T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> Carbonatita) y T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> CaB-Zinc), se encuentran dentro de los parámetros determinados por Mendoza, (2015). Afirmando que sólo con el T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> CaB-Zinc), se obtuvo el promedio de flores pistiladas más altas (14 flores).

El índice de flores pistiladas inducidas obtenidas por el T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> CaB-Zinc), se fundamenta mejor por Sinergika, (2018) el CaB-Zinc contiene ácidos carboxílicos, recomendado para suplir las necesidades nutricionales durante la floración y otros procesos vitales, debido a la presencia del zinc, como productor de auxinas, así como por las fuentes altamente asimilables de calcio y boro, elementos que en suma, reducen los efectos senescentes generados por el etileno y ácido absícico (Sinergika, 2018).

El incremento de inflorescencias y flores pistiladas en plantas de “sacha inchi” (*Plukenetia volubilis* L.) inducidas con 15 mg.l<sup>-1</sup> de

### 3.2.3 Número de frutos por inflorescencia

El Análisis de varianza en la Tabla 7, detectó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.05$ ) para Tratamientos. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) explica en 96.14% en efecto que han tenido los tratamientos T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> de

Folcisteína), T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> Carbonatita) y T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> CaB-Zinc), sobre el número de frutos cuajados, así mismo, el Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con 15.77% constituye una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación, propuesto por Calzada (1982).

La Prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) en la Figura 3, determinó que el tratamiento T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> Carbonatita), obtuvo el promedio más altos con 5.75 frutos cuajados por cada poly inflorescencia, superando estadísticamente a los tratamientos T0 (testigo), T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> de Folcisteína), T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> de CaB-Zinc) quienes obtuvieron promedios de 3.50, 4.50, 4.75 frutos cuajados respectivamente.

Se obtuvo un 25.92%, 32.73%, 41.82% y 33.93% de cuajado de frutos en los tratamientos T0 (testigo), T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> de Folcisteína), T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> Carbonatita) y T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> de CaB-Zinc) respectivamente, superando lo establecido por Cachique, *et al* (2017), mediante un estudio evaluaron los efectos de cuatro dosis de benciladenina (BA), con una frecuencia de tres aplicaciones en plantas de *Plukenetia volubilis* L. en floración logrando el incremento del número de flores pistiladas y aproximadamente el 4 al 10 % de las flores pistiladas inducidas desarrollaron frutos.

Asimismo, el T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> de CaB-Zinc), obtuvo el mayor promedio en número de flores pistiladas inducidas (14) y un promedio de 4.75 frutos cuajados por inflorescencia, en comparación con el T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> Carbonatita) que logró 5.75 promedio de frutos cuajados por inflorescencia, a pesar que el número de flores pistiladas fue inferior (13.75); esto se sustenta debido al importante aporte de macro y micronutrientes de la carbonatita, los cuales participan directamente en la formación de frutos, reportados por AgroBoreal, 2009 quien a su vez menciona que la carbonatita contiene: 650 Kg de Carbonato de calcio, 150 Kg de arcillas primarias y secundarias (biotita, vermiculita, piroxeno y otras trazas de potasio), 120 Kg de apatita (roca fosfatada) y 80 Kg de elementos trazas, en forma de micronutrientes. Lo cual está demostrado ya que el T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> Carbonatita) obtuvo el mayor promedio de frutos por inflorescencia (5.75).

Además podemos añadir que los índices altos de cuajado de frutos obtenidos, tuvo que ver con las características climáticas favorables que presenta la zona donde fue ejecutada la investigación como por ejemplo humedad relativa de 80.2% y temperatura promedio de 23.26 °C las cuales son próximas con la información de que brinda Figueroa, (1992) sobre, la humedad relativa del 78% y una temperatura media de 26 °C, se observa plantas de sachá inchi prácticamente libres de enfermedades y alto índice de amarre de frutos.

### 3.2.4 Tamaño de frutos secos (cm)

El Análisis de varianza (Tabla 8), detectó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.05$ ) para la fuente de variabilidad de tratamientos. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) explica en 96,14% en efecto que han tenido los tratamientos T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> de Folcisteína), T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> Carbonatita) y T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> CaB-Zinc), sobre el tamaño de frutos secos. El coeficiente de Variabilidad (C.V.) con 1.51% precisa una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación, propuesto por Calzada (1982).

La Prueba Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) en la Figura 4, determinó que con el tratamiento T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> de Folcisteína) se obtuvo el promedio más alto con 5.65 cm el tamaño de frutos secos, superando estadísticamente a los tratamientos T0 (testigo), T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> de carbonatita), T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> de CaB-Zinc) quienes obtuvieron promedios de 4.8 cm; 5,3 cm; 4.95 cm de tamaño de frutos secos, respectivamente.

Asimismo, el T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> de Folcisteína), en la, obtuvo el menor promedio en número de frutos cuajados por inflorescencias (4.5) y el promedio mas alto de tamaño de frujtos secos (5.65), en comparación con el T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> Carbonatita) y T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> de CaB-Zinc) quienes a pesar de lograr mayor promedio de número de frutos cuajados (5.75 y 4.75 repectivamente) obtuvieron frutos de menor tamaño (5.3 y 4.95 respectivamente). En este caso, podemos afirmar que el número de frutos cuajados es inversamente proporcional al tamaño de los mismos.

Los resultados definieron un efecto respuesta a los tratamientos T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> de Folcisteína), T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> carbonatita) y T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> CaB-Zinc), en comparación

al tratamiento testigo (T0), entendiéndose que los tratamientos T1, T2 y T3 han tenido un efecto en el incremento del tamaño de frutos secos.

Los resultados del promedio de tamaño de frutos secos del T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> de Folcisteína) que es de 5.65 cm tiene relación con la información brindada por Intagri (2017), que la folcisteína en combinación con otros nutrientes vía foliar, mejoradores de suelos, permite lograr una elevada respuesta al crecimiento, mayor rendimiento, sano desarrollo y mayor calidad de la producción agrícola.

El resultado superior del T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> de Folcisteína) de 5.65 cm. en cuanto al tamaño de fruto, se sustenta aún mejor por lo establecido por Alva (1987), quien en un estudio de evaluación de fitorreguladores determinó que la Folcisteína (Ergostim 200 cc.ha<sup>-1</sup>) tuvo mayor eficacia en el rendimiento de frijol (*Faseolus vulgaris* sp.) de 2 662 Kg.ha<sup>-1</sup> y concluye que la Folcisteína influye en el equipo bioquímico del cultivo, favoreciendo la funcionalidad de los micronutrientes como activador hormonal y división celular que exige una gran cantidad de energía que se almacena en forma de azúcares (carbohidratos). Es mediante la síntesis hormonal que el fruto en desarrollo reclama dicha energía en forma de carbohidratos (Mesejo, 2018).

### 3.2.5 Peso de frutos secos

El Análisis de varianza (Tabla 9), detectó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.05$ ) para la fuente de variabilidad Tratamientos. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) explica en 96.137%, en efecto que han tenido los tratamientos T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> de Folcisteína), T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> carbonatita) y T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> CaB-Zinc), sobre el peso de frutos secos del cultivo, así mismo, el Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con 4.69% precisa una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación, propuesto por Calzada (1982).

La Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) en la Figura 5, determinó que con el tratamiento T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> carbonatita) se obtuvo el promedio más alto con 16.05 g de peso de frutos secos, superando estadísticamente a los tratamientos T0 (testigo), T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> de folcisteína), T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> de CaB-Zinc) quienes obtuvieron promedios de 10.96 g,

13.7 g y 13.9 g de peso respectivamente. Indudablemente que con el tratamiento T2, obtuvo el mayor promedio (16.05g) que las demás.

En este caso también, los resultados definieron un efecto respuesta al T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> folcisteína), T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> carbonatita) y T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> CaB-Zinc), con tendencias lineales positivas en comparación al tratamiento testigo (T0), entendiéndose que las dosis de folcisteína. Carbonatita y CaB-Zinc han tenido un efecto mayor en el incremento del peso de frutos secos. Destacando el T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> carbonatita) con 16.5 g promedio de peso de frutos de 5.3 cm promedio de tamaño, quien supera al T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> de folcisteína), a pesar que se logró mayor promedio de tamaño de fruto (5.65) no se logró resultados superiores de peso de fruto (13.7).

Los resultados obtenidos T0 (10.96 g) T1 (13.7g), T2 (16.5g) y T3 (13.9 g) tienen similitud en cuanto al peso de frutos establecido por Manzanela, (2016) que menciona, el fruto de un ecotipo comercial varía de 16 a 18 g.

### 3.2.6 Peso de grano por fruto

El Análisis de varianza (Tabla 10), detectó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.05$ ) para la fuente de variabilidad Tratamientos. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) explica en 96.14%, en efecto que han tenido los tratamientos T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> de Folcisteína), T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> carbonatita) y T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> CaB-Zinc), sobre el peso de frutos secos del cultivo, así mismo, el Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con 1.32% precisa una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación, propuesto por Calzada (1982).

La Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) en la Figura 6, determinó que con el tratamiento T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> carbonatita) se obtuvo el promedio más alto con 16.05 g de peso de frutos secos, superando estadísticamente a los tratamientos T0 (testigo), T1 (3L/ha de folcisteína), T3 (3L/ha de CaB-Zinc) quienes obtuvieron promedios de 10.96g, 13.70g y 13.90g de peso respectivamente. Indudablemente que con el tratamiento T2, se obtuvo el mayor en peso (16.05 g) que las demás.

En este caso también, los resultados definieron un efecto respuesta al T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> folcisteína), T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> carbonatita) y T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> CaB-Zinc), y tendencias lineales positivas en comparación al tratamiento testigo (T0), entendiéndose que las dosis de folcisteína. Carbonatita y CaB-Zinc han tenido un efecto en el incremento del peso de frutos secos g/fruto.

Podemos afirmar los promedios de pesos de granos, a la altitud (720 msnm) en contraste con Nima, (2007) que hace mención, las mejores semillas (> 12mm y > 1 g) se dan en plantaciones establecidas desde los 600 hasta 1500 m.s.n.m y Gomez, (2004) establece las semillas tienen 0.8 a 1.4 g de peso. De los cuales, haciendo el cálculo del peso de semilla dado que los frutos en 98% aproximadamente fueron tetralobulados, podemos afirmar que con los tratamientos T0 (testigo – 0.92 g), T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> folcisteína – 1.30 g), T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> carbonatita -1.43 g) y T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> CaB-Zinc – 1.33 g), se lograron promedios de peso de semillas dentro del rango establecido por ambos autores, solo con el T2 se logró superar el rango máximo establecido.

### 3.2.7 Rendimiento

El Análisis de varianza (Tabla 11), detectó diferencias altamente significativas ( $F > 3.86$ ) para la fuente de variabilidad Tratamientos. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) explica en 96.14%, el efecto que han tenido las dosis de Folcisteína (3 l.ha<sup>-1</sup>), carbonatita (300 kg.ha<sup>-1</sup>) y CaB-Zinc (3 l.ha<sup>-1</sup>), sobre el peso de frutos secos del cultivo, así mismo, el Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con 2.10% precisa una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación, propuesto por Calzada (1982).

La Prueba de Duncan (Figura 7), determinó que con el tratamiento T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup>) se obtuvo el promedio más alto con 4 678. kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de rendimiento, superando estadísticamente a los tratamientos T0 (testigo), T1 (3l.ha<sup>-1</sup> de folcisteína), T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> de CaB-Zinc) quienes obtuvieron promedios de 2 519.34 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, 3 339.12 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> y 3 719.10 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de rendimiento respectivamente. Indudablemente que con el tratamiento T2, se obtuvo el mayor promedio (4 678. kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>) que las demás.

En este caso también, los resultados definieron un efecto respuesta al T1 (3L/ha folcisteína), T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> carbonatita) y T3 (3 kg.ha<sup>-1</sup> CaB-Zinc), graficando tendencias lineales positivas en comparación al tratamiento testigo (T0), entendiéndose que las dosis de folcisteína, Carbonatita y CaB-Zinc han tenido un efecto en el incremento del peso de frutos seco. Esto esta sustentada por Zarate, (2008), el terreno elegido debe ser con pendiente moderada, contenidos de medios a altos MO, textura franco arenoso a franco arcilloso, altitud óptima de 600 a 1500 msnm, características similares al terreno donde se llevó a cabo la investigación.

El rendimiento del T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> carbonatita) de 4 678. kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, está bien sustentada, por Manco, (2006), quien refiere que la producción de sachu inchi tiene relación al factor genético, condiciones edáficas propias de las zonas. La absorción de nutrientes se da mejor en suelos francos, debido a que las raíces penetran profundamente (Arévalo, 1996).

La Accesión Mishquiyacu, Gómez, (2004) presenta características superiores en cuanto al rendimiento (2 025.26 kg.ha<sup>-1</sup>). Con inducción floral el rendimiento se duplica, menciona Mendoza, (2015), cual refuerza la hipótesis, las características del suelo (franco arcilloso, niveles nutricionales optimos, 52.65 kg.ha<sup>-1</sup> N) del sector detallada en el análisis de suelo; asimismo al aporte nutricional del tratamiento superior T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> carbonatita) que es detallada por AgroBoreal, (2009), referente al contenido de la carbonitita y es como sigue: 650 Kg de Carbonato de calcio, 150 Kg de arcillas primarias y secundarias (biotita, vermiculita, piroxeno y otras trazas de potasio), 120 Kg de apatita (roca fosfatada) y 80 Kg de elementos trazas, en forma de micronutrientes.

Al compararse el rendimientos de 1.27 t.ha<sup>-1</sup> obtenidos por Pérez, (2011) se encontró que estarían dentro del margen de rendimiento establecido a una densidad de siembra de 952 plantas. ha<sup>-1</sup>, reportado por investigadores de 0.7 a 2.0 t.ha<sup>-1</sup> de semillas secas para diferentes ecotipos (INIA, 2006).

Estos resultados sugieren que la diferencia de rendimientos están asociados a su potencial de rendimiento o a la expresión de cada uno de los genes relacionados al rendimiento en interacción con las condiciones geomorfodinámicas (Pérez, 2011).

Además los resultados de 1.27 t.ha<sup>-1</sup>, a una densidad de siembra de 952 plantas.ha<sup>-1</sup> bajo condiciones edafoclimaticas de Huánuco reportado por Perez, (2011) se encuentra por debajo de los tratamientos estudiados, los cuales fueron de T0 2.51 t.ha<sup>-1</sup>, T1 3.33 t.ha<sup>-1</sup>, T2 4.67 t.ha<sup>-1</sup>, T3 3.71 t.ha<sup>-1</sup>, esto nuevamente ratifica lo establecido por Mendoza (2015) quien menciona que con inducción floral la producción puede duplicarse, tal como ocurre comparando con el T0 2.51 t.ha<sup>-1</sup> y llegando a niveles de rendimientos muy altos como es el caso del T2 4.67 t.ha<sup>-1</sup>.

### 3.2.8 Análisis económico

En la Tabla 12, se muestra el análisis económico de los tratamientos estudiados en el cultivo de Sacha Inchi, Ecotipo Mishquiyacu, el cual fue desarrollado teniendo en cuenta a los resultados obtenidos de los indicadores del rendimiento, del costo de producción de cada uno de los tratamientos estudiados y del precio actual al por mayor en el mercado. Se puede apreciar, que el tratamiento T2 (400 kg.ha<sup>-1</sup> de Carbonatita), obtuvo el mayor índice de beneficio/costo y beneficio neto con 57.47 y 5 976.53 nuevos soles, seguido de los tratamientos T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> de CaB-Zinc) y T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> de Folcisteína), quienes obtuvieron el segundo y tercer lugar en el rubro del índice de beneficio/costo y beneficio neto con 49.49 y 4 302.25 nuevos soles, 40.59 y 3 374.43 nuevos soles, respectivamente, quedando en último lugar el T0 (testigo) con 14.31 y 1 103.89 nuevos soles.

A diferencia del T0 (Testigo), todos los tratamientos obtuvieron rendimientos con beneficios económicos positivos, esto debido a la interacción de de la Gallinaza (4 000 kg.ha<sup>-1</sup>) que es detallada por Intagri (2017), excelente taza de mineralización, esto lo hace una excelente fuente para el aporte de nitrógeno (80% materia seca, 4 % NO Y 75 % de mineralización), es decir en 4 000 kg hay 3 200 kg de MS, 128 kg.ha<sup>-1</sup> NO aportarán 96 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrógeno disponible para el cultivo.

Asimismo, por la superioridad productiva del ecotipo Misquiyacu, para las condiciones edafoclimáticas de la Región San Martín, respaldada por Arévalo, (1990 - 1995) que menciona, la Acceso Misquiyacu resulta ser uno de los mejores en material genético para trabajos de mejoramiento en nuestra Región debido a sus características fisiológicas y su alta productividad.

## CONCLUSIONES

- El mejor efecto de nutrición se obtuvo con el T2 (400 Kg.ha<sup>-1</sup> de Carbonatita) obteniéndose mejores resultados de 7.75 poly inflorescencias por rama, 13.75 flores pistiladas inducidas por inflorescencias, 5.75 frutos cuajados por inflorescencias, 5.3 cm tamaño de frutos, 16.05 g peso de frutos y 5,7 g peso de grano por fruto (peso de grano 1.43 g), 4 678. kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de rendimiento, beneficio neto con S/. 5,976.53 nuevos soles y B/C 58%, lo cual indica que por cada un nuevo sol invertido, se obtiene 0.58 nuevos soles como utilidad neta.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda sembrar el cultivo de “Sacha inchi” (*Plukenetia voluvilis L.*) ecotipo Mishquiayacu, realizando la aplicación del T2 (400 Kg.ha<sup>-1</sup> de Carbonatita) con el que se obtuvieron los mejores resultados agronómicos y económicos.
- Asimismo, se recomienda también aplicar los tratamientos T1 (3 l.ha<sup>-1</sup> de Folcisteína) y T3 (3 l.ha<sup>-1</sup> CaB-Zinc), ya que todos tuvieron resultados positivos en comparación al testigo, obteniéndose atractivos índices de rentabilidad.
- Continuar con futuros trabajos de investigación con dosis asociadas de Inductor-Carbonatita-Folcisteína, Inductor-CaB-Zinc-Folcisteína para determinar la dosis que nos permitan optimizar el cuajado en flores pistiladas inducidas para incrementar los niveles de rendimiento y beneficio económico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- AgroBoreal, (2017). *“La carbonatita”*. Lima – Perú.
- Alva, Q. J., (1987). *“Evaluación de dos fitorreguladores en el cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris sp.)”*. Universidad de Guadalajara – México.
- Amacifuen, S. C. D., & Johan, M, C. (2013). *“Cultivo de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis L.)”*. *Boletín Técnico*. Dirección de información Agraria – MINAGRI. Lima-Perú
- Andrade, L.; Calderón, A. (2009). *“Manual de producción de sacha inchi para el biocomercio y la agroforestería sostenible”*. Proyecto Perúbiodiverso – PB. Pág 5-51.
- Arévalo, G., (1989-1995). *“Informes de resultados de investigación”*. Tarapoto: Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología (Pronargeb), Estación Experimental Agraria (E. E. A.) El Porvenir.
- Arévalo, G., (1990-1995). Colección, caracterización y mantenimiento de germoplasma de oleaginosas nativas en Tarapoto, Perú. Informe Anual 1990-1995. Tarapoto: INIA, Pronargeb, E. E. A. El Porvenir.
- Arévalo, G., (2000). *“El cultivo de sacha inchi (Plukenetia volubilis L.) en la Amazonía de Tara poto”*. INIA, Pronargeb, E. E. A. El Porvenir. San Martín – Perú.
- Arévalo, G., (2009). *Rendimiento, población de Meloidogyne sp, contenido y caracterización de aceite en 10 accesiones promisorias de sacha inchi (Plukenetia volubilis L.) en la E. E. A. "El Porvenir". INIA. Juan Guerra-San Martín.- Perú.*
- Arista Life Science, (1994). *"ficha técnica de Optimat"*, Arista Life Science, 1994. Chile. [www.arista.cl](http://www.arista.cl).
- Ayala, M. G.,. (2016). *"Análisis de crecimiento y producción de 3 variedades de Sacha inchi (Pukenetia volubilis L.) en el Municipio de Tena Cundimarca"*. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Facultad de ingeniería. Bogota - Colombia.
- Balta, C., Rodríguez, D. C., Guerrero, A., Cachique, D., Alva, P., & Arévalo, L., (2015). *"Absorción y concentración de nitrógeno, fósforo y potasio en Sacha inchi (Plukenetia volúbilis L.) en suelos ácidos, San Martín, Perú"*. Folia amazónica, Tarapoto - Perú.

- Brack, A., (1999). "*Diccionario enciclopédico de plantas útiles del Perú*". Lima . Perú.
- Bussman, R. W., Tellez, C., & Glenn, A., (2009). "*Plukenetia huayllabambana sp. Nov. (Euphorbiaceae) from the upper amazon of Perú*". Torbjorn Tyler.
- Cachique, D., (2006). "*Sistemas de producción y mejoramiento genético del cultivo de sachá inchi (Plukenetia volubilis L.)*". IIAP, Tarapoto-Perú.
- Cacuique, D., (2017). "*Propagación vegetativa del Sachá Inchi (Plukenetia volubilis L.), mediante enraizamiento de estacas juveniles en cámaras de subirrigación, en la Amazonía Peruana*". Folia Amazónica San Martín - Perú.
- Cai, Z., Q., Jiao, D. Y., Lei, Y. B., Xiang, M. H., & Li, W. G. (2013). Growth and yield responses of *Plukenetia volubilis* L. plants to planting density. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*.
- Chirinos, O., Adachi, L., Calderón, F., Díaz, R., Larrea, L., Mucha, G., & Roque, L., (2009). "*Exportación del sachá inchi al mercado de Estados Unidos*". Universidad ESAN - 172 p. Surco - Lima - Perú.
- Córdova, M, S. (2017). "*Efecto de tres dosis de 6-benciladenina en el incremento de la floración de Piñon blanco (Jatropha curcas L.)*". Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto - Perú
- Doster, N. Roque, J. Brokamp, G., Cano, A., La Torre, M., & Weigend, M., (2009). *Factsheet: "Datos botánicos de Sachá Inch"*. Lima - Perú.
- DRASAM, (2016). "*Diagnóstico de la Cadena de Valor de Sachá Inchi en la Región San Martín*", Departamento de productividad Agraria. San Martín - Perú.
- Figueroa, Z., R., Flora of Peru. Field Museum of Natural History-Botany (Chicago, Ill, 1992), XIII (2): 115-116. EUA.
- Gillespie, L., (1994). "*Pollen morphology and phylogenie of yhe tribe Plukenetiae (Euphorbiaceae)*". Missouri: Missouri Botanical Garden.
- Gómez, M., E., J., (2004). "*Monografía y cultivo de sachá inchi, oleaginosas promisorias para la diversificación productiva en el trópico*". Corporación Colombiana de Investigación agropecuaria CORPOICA. Primera edición. Bogota - Colombia.

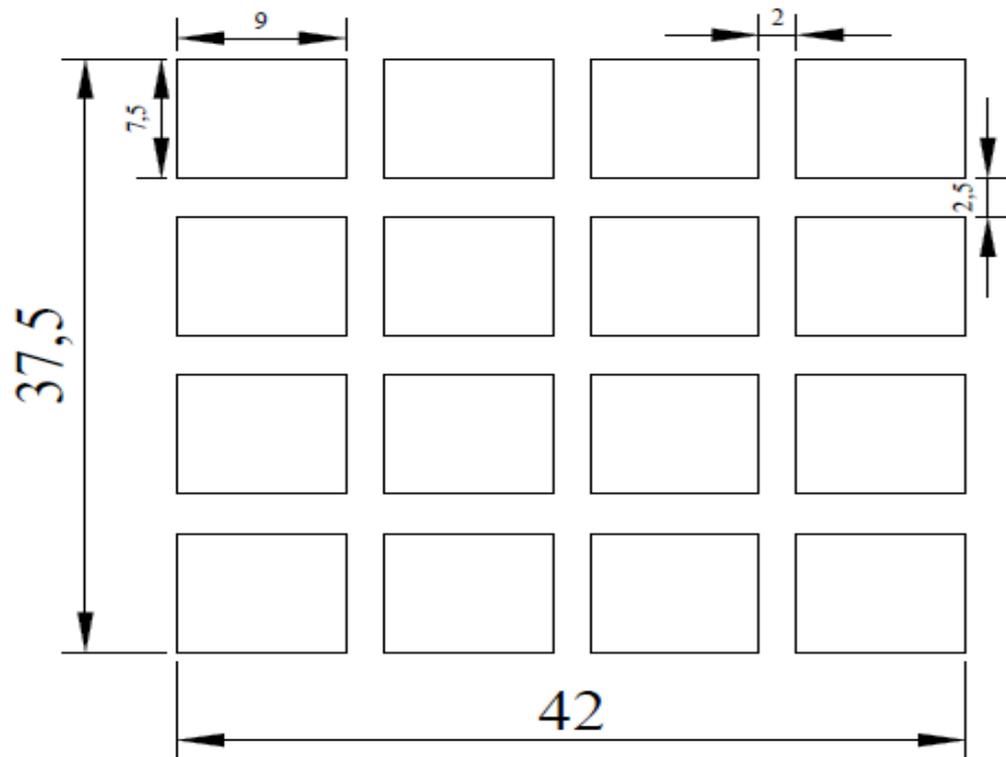
- GTZ, (2009). *"Manual de producción de sachá inchi para el biocomercio y la agroforestería sostenible"*. Cooperación Alemana al Desarrollo. 1ra Edición. Lima – Perú.
- Guerrero, C., R., (1993). *"Densidad de siembra de leguminosas de grano en asociación con «maní del inca» (Plukenetia volubilis L.) en etapa inicial de desarrollo en el Bajo Mayo"*. Tesis de Ingeniería Agraria. Tarapoto. Departamento de Agroindustria. Tarapoto - Perú.
- Harnoi - Invernadero. (2018). *Como la bioestimulación facilita el cuajado y amarre de los cultivos*. Quebec - Canada.
- Hazen, D., C., & Stoewesand, Y., (1980). *"Resultados de análisis del aceite y proteína del cultivo de sachá inchi"*. Ithaca, NY: Universidad de Cornell. EUA.
- Holdridge, L. R. (1970). *"Life zone ecology"*., (rev. ed.).
- IIAP, (2009). *"Estudio de Económica del Cultivo de (Plukenetia volubilis Linneo), Sachá Inchi, en el Departamento de San Martín"*. Primera Edición, Iquitos – Perú,
- INCAGRO, (2008). *"Cultivo de Sachá Inchi"*. Manual de Capacitación, Municipalidad Distrital de Pichanaki. Huancayo – Perú. 24 p. Disponible en el enlace [www.ciedperu.org/descarga.pdf](http://www.ciedperu.org/descarga.pdf)
- INIA, (2006). *"Manejo del Cultivo de Sachá inchi"*. Estación Experimental el Porvenir. Tarapoto, San Martín - Perú.
- Invernaderos Harnois. (2017). *"Estimulación de la floración y cuajado de frutos en hortalizas"*. México.
- INTAGRI. (2017). Curso Virtual: 4° Congreso Internacional de Nutrición y Fisiología Vegetal Aplicadas. Calaya, Guanajuato. México.
- Juarez, E., (2007). *"Estudio sobre sistematización de avances de investigación y propuestas de un modelo productivo para la producción de Sachá Inchi en la Región San Martín"*. Moyobamba - Perú
- Luna Satalaya, V., E., (2008). *"Comparativo de tres densidades de siembra en sachá inchi (Plukenetia volubilis L.) bajo el sistema de espalderas en condiciones de suelos ácidos Región-San Martín"*. UNSM. Tarapoto - Perú.

- Manco, A., (2006). "*Cultivo de sacha inchi*". Estación Experim Agraria "El Porvenir", INIEA. Tarapoto - Perú.
- Manco, E., (2008). *Sacha inchi, cultivo promisorio para la amazonia peruana*. INIA. Tarapoto - Perú.
- Manzanela, D., F., (2016). "*Sacha inchi y los aceites funcionales omega*". Universidad Mayor de San Andres. La Paz - Bolivia.
- Mendoza, D. (2015). *Efecto de dosis de Benzil Adenina en la Inducción Floral de cultivo de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis L.), en la Banda de Shilcayo - San Martín*. UNSM-FCA. 2015 - Tarapoto-Perú.
- Mesejo, C. C. (2018). *Citricultura, el cuajado de fruto, polinización y partenocarpia, las giberelinas*. Universitat Politecnica de Valencia. Valencia. España.
- Nima, J.E. 2007. *Estudio sobre sistematización de avances de investigación y propuesta de un modelo productivo competitivo para la Producción de Sacha Inchi en la Región San Martín*. Gobierno regional de San Martin DIRCETUR. Moyobamba, Perú. Pág.1-51.
- Paitan, R., (2012). "*Adaptabilidad del Cultivo de Sacha Inchi en el Valle de Jequetepeque*". LaLibertad-Perú. <http://www.concytec.gob.sachainchi.pdf>.
- Pardo, et al, (2018). "*Efecto de abonos orgánicos y variables climáticas sobre la floración y fructificación de la planta de "sacha inchi" (Plukenetia volubiis L.)*". San Isidro. Montería. Bogotá. Colombia.
- Pérez, M., (2011). "*Evaluación de la calidad del suelo en relación al cultivo de Sacha inchi (Plukenetia volubilis L.) en Tingo María*". Universidad Nacional Agraria de la Selva. Escuela de Post Grado. Tingo María - Perú.
- Pozo, C., M., (2017). "Bioestimulación de cultivos". Conferencia internacional de nutrición vegetal. Intagri. Guadalajara - México.
- ProFound, (2008). "*Investigación de mercado de sacha inchi (Plukenetia volubilis L.)*". Compilado. Advisersen Development.
- Proyecto Perúbiodiverso; Reforesta Perú SAC. (2009). "*Manual de producción de sacha inchi para el biocomercio y la agroforestería sostenible*". Lima - Perú.

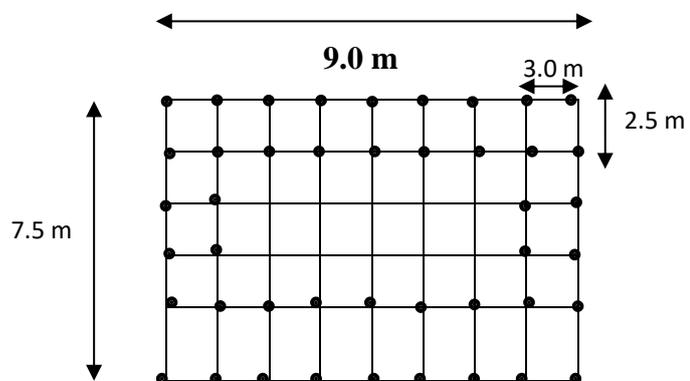
- Sánchez, B. A., (2018). "*Diagnóstico de la cadena de valor del sacha inchi (Plukenetia volubilis L.) en la región san Martín*". Escuela profesional de ing. Agroindustrial. UNSM. Tarapoto - Perú.
- Sanchez, L. R., Amiquiero, B., & Sanchez, K. I. (2004). *Manual del cultivo de sacha inchi*. Lima - Perú.
- Santillan G. L., (2018). "*Producción y rentabilidad del cultivo de sacha inchi (Plukenetia Volubilis L.) en la Región Piura*". Universidad Nacional Agraria la Molina. Escuela de Posgrado. Lima-Perú.
- Santillan, G. D., (2011). "Efecto de Dosis N-P-K bajo un Sistema de Riego por Goteo en el Cultivo de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis L) en el Valle de Cieneguillo" – Tesis Facultad de Agronomía – Universidad Nacional de Piura. Piura – Perú
- Sinergika, (2018). "*Abonos orgánicos - CaB - Zinc*". Santiago de Chile . Chile.
- Soukup, J., (1997). "*Vocabulario de los nombres vulgares de la flora peruana*". Lima: Editorial Salesiana. Soukup, J. . Vocabulario de los nombres vulgares de la flora peruana y catálogo de los géneros. Lima: Editorial Salesiana.
- Tasso, H. M. O.; La Serna, H. V. M.; Piccardo, R. L. J.; Ventura, M.A.J.; Córdova, S.R.; Castillo, S.A.M. (2013). "*Boletín técnico, cultivo de sacha inchi (Plukenetia volubilis L.)*". Ministerio de Agricultura de Competitividad Agraria. Lima - Perú.
- Valles, C., (1995). "*El sacha inchi, planta nativa de importancia protéica y aceitera para la selva alta*". Separata 8p. Tarapoto - Perú.
- World Health Design, (2017). "*Sacha inchi - Propiedades, Beneficios y usos*". LifeStyle. Revistas Digitales.
- Yang, C., Jiao, D. Y., Geng, Y. J., Cai, C. T., & Cai, Z. Q. (2014). "*Planting density and fertilisation independently affect seed and oil yields in Plukenetia volubilis L. plants*". *Horticultural & Science Biotechnology*, 201-2017.

**ANEXOS**

Anexo A:  
*Diseño del campo experimental y detalle de la unidad Experimental*



Anexo B:  
*Detalle de la unidad experimental*



Anexo C:

*Costo de Producción para cada tratamiento*

	(T0 – Testigo)			
	Unidad	C. unit.	Cantidad	Costo S/.
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>850.00</b>
Limpieza de campo	Jornal	30	10	300.00
Demarcación del terreno	Jornal	30	5	150.00
Poseado y plantado de tutores	Jornal	40	10	400.00
<b>b. Mano de obra</b>				<b>2 573.87</b>
Siembra	Jornal	30	5	150.00
Deshierbo	Jornal	30	20	600.00
Poda de formación	Jornal	40	5	200.00
Aplicación de inductor floral	Jornal	30	10	300.00
Aplicación de Folcisteína	Jornal	40	4	160.00
Aplicación de sustrato	Jornal	30	5	150.00
Abonado con gallinaza	Jornal	30	4	120.00
Aporque	Jornal	30	5	150.00
Cosecha y secado	Jornal	30	8	240.00
Descapsulado	Kg	0.20	2 519.34	503.87
<b>b. Insumos</b>				<b>786.00</b>
Semilla	Kg.	20	2	40.00
Indusacha (inductor floral)	Litro	50	2	100.00
Herbicida (batlla)	Litro	33	2	66.00
Gallinaza	Kg	0.10	4 000	400.00
<b>c. Materiales</b>				<b>871.40</b>
Tutores(postes de 2.5 m)	Unidad	15/8=1.88	280	526.40
Alambre N° 14(rollo 50 Kg)	Unidad	280/8=35	2	70.00
Machete	Unidad	10/4=2.5	4	10.00
Rastrillo	Unidad	15/4=3.75	4	15.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120/4=30	1	30.00
Cordel	Kg	20	2	40.00
Sacos	Unidad	1/4=0.25	42	10.50
Palana de corte	Unidad	20/4=5	5	25.00
Lampa	Unidad	20/4=5	4	20.00
Bomba Mochila	Unidad	180/4	1	45.00
Análisis de suelo	Unidad	80	1	80.00
<b>d. Transporte</b>	T	150	2.5	<b>375.00</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>3 423.87</b>
Gastos Administrativos (10%)				<b>545.63</b>
Gastos Sociales (50% de la M.O.)				<b>1 711.94</b>
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>2 032.40</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>				<b>7 713.84</b>

(T1 – 3 l.ha <sup>-1</sup> Folcisteína)				
	Unidad	C. unit.	Cantidad	Costo S/.
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>850.00</b>
Limpieza de campo	Jornal	30	10	300.00
Demarcación del terreno	Jornal	30	5	150.00
Poseado y plantado de tutores	Jornal	40	10	400.00
<b>b. Mano de obra</b>				<b>2 857.82</b>
Siembra	Jornal	30	5	150.00
Deshierbo	Jornal	30	20	600.00
Poda de formación	Jornal	40	5	200.00
Aplicación de inductor floral	Jornal	30	10	300.00
Aplicación de folcisteína	Jornal	40	4	160.00
Aplicación de sustrato	Jornal	30	5	150.00
Abonado con gallinaza	Jornal	30	4	120.00
Aporque	Jornal	30	5	150.00
Cosecha y secado	Jornal	30	12	360.00
Descapsulado	Kg	0.20	3 339.12	667.82
<b>b. Insumos</b>				<b>786.00</b>
Semilla	Kg.	20	2	40.00
Indusacha (inductor floral)	Litro	50	2	100.00
Optimat (folcisteína)	Litro	60	3	180.00
Herbicida (batalla)	Litro	33	2	66.00
Gallinaza	Kg	0.10	4 000	400.00
<b>c. Materiales</b>				<b>875.40</b>
Tutores (postes de 2.5 m)	Unidad	15/8=1.88	280	526.40
Alambre N° 14 (rollo 50 Kg)	Unidad	280/8=35	2	70.00
Machete	Unidad	10/4=2.5	4	10.00
Rastrillo	Unidad	15/4=3.75	4	15.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120/4=30	1	30.00
Cordel	kg	20	2	40.00
Sacos	Unidad	1/4=0.25	56	14.00
Palana de corte	Unidad	20/4=5	5	25.00
Lampa	Unidad	20/4=5	4	20.00
Bomba mochila	Unidad	180/4=45	1	45.00
Análisis de suelo	Unidad	80	1	80.00
<b>e. Transporte</b>				<b>574.42</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>3 707.82</b>
Gastos Administrativos (10%)				<b>594.36</b>
Gastos Sociales (50% de la M.O.)				<b>1 853.91</b>
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>2 156.40</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>				<b>8 312.49</b>

(T2 – 300 g.planta<sup>-1</sup> - 400 kg.ha<sup>-1</sup> carbonatita)

	Unidad	C. unit.	Cantidad	Costo S/.
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>850.00</b>
Limpieza de campo	Jornal	30	10	300.00
Demarcación del terreno	Jornal	30	5	150.00
Poseado y plantado de tutores	Jornal	40	10	400.00
<b>b. Mano de obra</b>				<b>3 375.77</b>
Siembra	Jornal	30	5	150.00
Deshierbo	Jornal	30	20	600.00
Poda de formación	Jornal	40	5	200.00
Aplicación de inductor floral	Jornal	30	10	300.00
Aplicación de carbonatita	Jornal	40	8	320.00
Aplicación de sustrato	Jornal	30	5	150.00
Abonado con gallinaza	Jornal	30	4	120.00
Aporque	Jornal	30	5	150.00
Cosecha y secado	Jornal	30	15	450.00
Descapsulado	Kg	0.20	4 678.83	935.77
<b>b. Insumos</b>				<b>1 726.00</b>
Semilla	Kg.	20	2	40.00
Indusacha (inductor floral)	Litro	50	2	100.00
Carbonatita	Kg	2.80	400	1 120.00
Herbicida (batalla)	Litro	33	2	66.00
Gallinaza	Kg	0.10	4 000	400.00
<b>c. Materiales</b>				<b>880.90</b>
Tutores(postes de 2.5 m)	Unidad	15/8=1.88	280	526.40
Alambre N° 14(rollo 50 Kg)	Unidad	280/8	2	70.00
Machete	Unidad	10/4=2.5	4	10.00
Rastrillo	Unidad	15/4=3.75	4	15.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120/4=30	1	30.00
Cordel	kg	20	2	40.00
Sacos	Unidad	1/4=0.25	78	19.50
Lampa	Unidad	20/4=5	4	20.00
Bomba Mochila	Unidad	180/4=45	1	45.00
Palana de corte	Unidad	20/4=5	5	25.00
Análisis de suelo	Unidad	80	1	80.00
<b>e. Transporte</b>				<b>700.50</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>4 225.77</b>
Gastos Administrativos (10%)				<b>753.32</b>
Gastos Sociales (50% de la M.O.)				<b>2 112.89</b>
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>3 307.40</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>				<b>10 399.38</b>

**(T3 – 3 l.ha<sup>-1</sup> CaB-Zinc)**

	<b>Unidad</b>	<b>C. unit.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo S/.</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>850.00</b>
Limpieza de campo	Jornal	30	10	300.00
Demarcación del terreno	Jornal	30	5	150.00
Poseado y plantado de tutores	Jornal	40	10	400.00
<b>b. Mano de Obra</b>				<b>2 963.82</b>
Siembra	Jornal	30	5	150.00
Deshierbo	Jornal	30	20	600.00
Poda de formación	Jornal	40	5	200.00
Aplicación de inductor floral	Jornal	30	10	300.00
Aplicación de CaB-Zinc	Jornal	40	4	160.00
Aplicación de sustrato	Jornal	30	5	150.00
Abonado con gallinaza	Jornal	30	4	120.00
Aporque	Jornal	30	5	150.00
Cosecha y secado	Jornal	30	13	390.00
Descapsulado	Kg	0.20	3 719.10	743.82
<b>c. Insumos</b>				<b>756.00</b>
Semilla	Kg.	20	2	40.00
Indusacha (inductor floral)	Litro	50	2	100.00
CaB-Zinc	Kg	50	3	150.00
Herbicida (batalla)	litro	33	2	66.00
Gallinaza	Kg	0.10	4 000	400.00
<b>d. Materiales</b>				<b>1 041.90</b>
Palana de corte	Unidad	15/4=5	5	25.00
Tutores	Unidad	15/8=1.88	280	526.40
Alambre N° 14	Unidad	280/8=35	2	70.00
Machete	Unidad	10/4=2.5	4	10.00
Rastrillo	Unidad	15/4=3.75	4	15.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120/4=30	1	30.00
Cordel	kg	20	2	40.00
Sacos	Unidad	1/4=0.25	62	15.50
Lampa	Unidad	20	4	80.00
Bomba Mochila	Unidad	180	1	150.00
Análisis de suelo	Unidad	80	1	80.00
<b>e. Transporte</b>				<b>558.00</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>3 813.82</b>
Gastos Administrativos (10%)				616.97
Gastos Sociales (50% de la M.O.)				1 906.91
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>2 355.90</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>				<b>8 693.60</b>

Anexo D:

*Fotos de la tesis*



*Fuente: Archivo personal foto parcela experimental*



A: Plantación de 3 meses, B: Plantas de 4 meses. *Fuente: Fotos del campo experimental, archivo personal*



A y B: Plantas de 5 meses y 21 días en etapa de fructificación. *Fuente: Archivo personal (Parcela experimental)*



A y B: Fotos realizando podas. Fuente: Archivo personal (foto de la parcela experimental)



A: Foto de plantas en etapa de fructificación (T0), B:Foto de plantas en etapa de fructificación (T3), C: Foto de plantas en etapa de fructificación (T3). Fuente: Archivo personal (Foto de la parcela experimental)



Fuente: Archivo personal (Foto de la parcela experimental)