

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



**TESIS**

**EVALUACIÓN DE CUATRO MÉTODOS DE POLINIZACIÓN  
CONTROLADA EN DOS ECOTIPOS DE PIÑÓN BLANCO  
(*Jatropha curcas* L.) EN LA REGIÓN SAN MARTÍN**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:  
FERNANDO ARCHENTTI REÁTEGUI**

**TARAPOTO – PERÚ**

**2015**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL  
ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE AGRONOMÍA  
ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS**

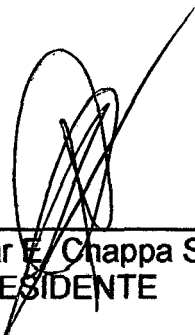
**TESIS**

**EVALUACIÓN DE CUATRO MÉTODOS DE POLINIZACIÓN  
CONTROLADA EN DOS ECOTIPOS DE PIÑÓN BLANCO  
(*Jatropha curcas* L.) EN LA REGIÓN SAN MARTÍN**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:  
FERNANDO ARCHENTTI REÁTEGUI**

**Comité de Tesis**



Ing. M.Sc. César E. Chappa Santa María  
PRESIDENTE



Ing. M.Sc. Javier Ormeño Luna  
SECRETARIO



Ing. Marvin Barrera Lozano  
MIEMBRO



Ing. María Emilia Ruiz Sánchez  
ASESOR

## **A G R A D E C I M I E N T O**

Al concluir éste trabajo de investigación debo expresar mi profundo agradecimiento a Dios, por haberme acompañado y guiado a lo largo de todo el estudio y por haberme dado la fortaleza para seguir adelante en los momentos más difíciles.

Le doy gracias a mis queridos padres Roaldo y Consuelo que siempre me orientaron por el camino correcto y viabilizaron la conquista de mis metas y supieron transmitirme los conocimientos y experiencias que ahora me valen para ser lo que soy.

Y además Por que se convirtieron en el apoyo más grande de mi carrera universitaria.

A mi hermana Violeta, ser muy importante en mi vida y ser parte de mi familia.

A mis abuelitas Suisa y Berta por su apoyo incondicional

A la universidad nacional de San Martin por haberme dado la oportunidad de estudiar en esta casa superior de estudios.

A mis profesores que me instruyeron en mi formación profesional.

A mi Asesor Ing. María Emilia Ruiz Sánchez docente de la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martin.

## INDICE

	Página
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
<b>III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>4</b>
3.1. Origen y Distribución Geográfica	4
3.2. Clasificación Botánica	5
3.3. Morfología General	5
3.4. Ecología	7
3.5. Fisiología	8
3.6. Fenología	8
3.7. Mejoramiento Genético	10
3.8. Formas de Reproducción de las plantas	13
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>18</b>
4.1. Materiales	18
4.2. Ubicación del Campo Experimental	18
4.3. Historia de campo experimental	18
4.4. Clima	19
4.5. Análisis de Suelo	19
4.6. Características del Experimento	20
4.7. Conducción del Experimento	21
4.8. Variables evaluadas	23
<b>V. RESULTADOS</b>	<b>29</b>
5.1. Altura de planta	29
5.2. Número de ramas	30
5.3. Longitud de la hoja	31
5.4. Ancho de la hoja	32
5.5. Longitud del peciolo	33
5.6. Número de frutos fecundados por método	34
5.7. Rendimiento de granos	35
<b>VI. DISCUSION</b>	<b>37</b>
6.1. De la altura de planta	37
6.2. Del número de ramas	39
6.3. De la longitud de la hoja	41
6.4. Del ancho de la hoja	42
6.5. De la longitud del peciolo	43
6.6. Del número de frutos fecundado por método	45
6.7. Del rendimiento de granos por hectárea	49

<b>VII. CONCLUSIONES</b>	<b>52</b>
<b>VIII. RECOMENDACIONES</b>	<b>53</b>
<b>XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>54</b>
<b>RESUMEN</b>	
<b>SUMMARY</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## INDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
Cuadro 1 : Estado Fenológico Del Piñón	<b>9</b>
Cuadro 2 : Análisis de suelo del campo experimental	<b>20</b>
Cuadro 3 : Factores en estudio	<b>22</b>
Cuadro 4 : Tratamientos de estudio	<b>23</b>
Cuadro 5 : ANVA para la altura de planta en cm	<b>29</b>
Cuadro 6 : ANVA para el número de ramas	<b>30</b>
Cuadro 7 : ANVA para la longitud de hoja en cm	<b>31</b>
Cuadro 8 : ANVA para el ancho de hoja en cm	<b>32</b>
Cuadro 9 : ANVA para la longitud del peciolo	<b>33</b>
Cuadro 10 : ANVA para el número de frutos fecundados por método	<b>34</b>
Cuadro 11 : ANVA para el rendimiento de granos por hectárea	<b>35</b>

## INDICE DE GRÁFICOS

	<b>Página</b>
Gráfico 1 : Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor B (Ecotipos) en altura de planta	<b>29</b>
Gráfico 2 : Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor A (Métodos) en altura de planta	<b>29</b>
Gráfico 3 : Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor B (Ecotipos) en el número de ramas	<b>30</b>
Gráfico 4 : Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor A (Métodos) en el número de ramas	<b>30</b>
Gráfico 5 : Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor B (Ecotipos) en la longitud de la hoja	<b>31</b>
Gráfico 6 : Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor A (Métodos) en la longitud de la hoja	<b>31</b>
Gráfico 7 : Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor B (Ecotipos) en el ancho de la hoja	<b>32</b>
Gráfico 8 : Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor A (Métodos) en el ancho de la hoja	<b>32</b>

Gráfico 9	: Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor B (Ecotipos) en la longitud del peciolo	33
Gráfico 10	: Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor A (Métodos) en la longitud del peciolo	33
Gráfico 11	: Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor B (Ecotipos) en el número de frutos fecundados	34
Gráfico 12	: Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor A (Métodos) en el número de frutos fecundados	34
Gráfico 13	: Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor B (Ecotipos) en el rendimiento de granos	35
Gráfico 14	: Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor A (Métodos) en el rendimiento de granos	35
Gráfico 15	: Interacción de los niveles del factor A (Métodos de autopolinización) dentro de los niveles del Factor B (Ecotipos de piñón)	36
Gráfico 16	: Interacción de los niveles del factor B (Ecotipos de piñón) dentro de los niveles del Factor A (Métodos de autopolinización)	36

## I. INTRODUCCIÓN

El Piñón blanco (*Jatropha curcas* L.) es un arbusto de la clase Euphorbiaceae que muestra gran resistencia a la sequía. Es nativo de América Central y México pero hoy en día se encuentra en toda la zona tropical y subtropical. Crece de forma espontánea en muchas áreas del Perú.

En la actualidad el cultivo de Piñón blanco (*Jatropha curcas* L.) es una actividad no desarrollada en cuanto a tecnología de manejo para la obtención de aceite de buena calidad, constituyéndose este cultivo como alternativa rentable y competitiva para cubrir la demanda mundial del biodiesel.

Es un cultivo que permite su establecimiento en áreas erosionadas, rústico, tolerante a la sequía y a otras condiciones adversas, los factores abióticos y bióticos son elementos que intervienen en el deterioro directamente a la calidad de aceite. En otros países del mundo la semilla del Piñón contienen aproximadamente 40% de aceites existiendo reportes en condiciones del trópico que superan a este porcentaje, otros reportes indican el elevado porcentaje de acidez, presencia de ácidos grasos libres que ocasionan la formación de gomas y jabones disminuyendo el rendimiento y calidad del biodiesel.

El Perú tiende a ser uno de los países potenciales para la exportación de aceite de Piñón blanco (*Jatropha curcas* L.), de buena calidad. En la Región San Martín se ha identificado un área potencial de 223 650 has de áreas degradadas para la siembra del cultivo de Piñón blanco Echeverría (2007).



La planta se establece fácilmente y crece rápidamente, hasta llegar a los 50 años de edad produciendo semillas de alto contenido de aceite (30 a 40%). Este cultivo se encuentra distribuido en toda la Región San Martín como cercos vivos, por su característica alogámica los ecotipos existentes tienen alta variabilidad genética que ocasiona la baja calidad y contenido de aceite.

El mejoramiento de plantas es posible si hay variabilidad para poder practicar una eficiente selección. Luego, si alguno de los genotipos seleccionados satisface el ideotipo buscado, éste es manejado con fines de multiplicación comercial; pero frecuentemente no es así, y muchos de los atributos deseados están dispersos en diferentes individuos, los que deben ser recombinados para propiciar la obtención de un individuo con el genotipo deseado, y ser identificados por selección.

Hoy en día se viene desarrollando trabajos de investigación en mejoramiento para el desarrollo de una variedad estable de alta productividad, calidad de aceite y en manejo agronómico para disponer de tecnología adecuada del cultivo.

## II. OBJETIVOS

- 2.1 Evaluar los resultados de cuatro métodos de polinización controlada en dos ecotipos de piñón blanco (*Jatropha curcas* L.).
- 2.2 Determinar el método de polinización controlada más efectivo en dos ecotipos de piñón blanco (*Jatropha curcas* L.).

### III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Origen y distribución geográfica

*Jatropha curcas* L, conocida también con otros nombres como *Ricinus jarak*, *Ricinus americanus*, *Jatropha acerifolia* y *Jatropha edulis* es un arbusto perteneciente a la familia de las euforbiáceas. Se la conoce con diferentes nombres vulgares: piñón, piñón manso, tempate, etc.

Esta oleaginosa, si bien es originaria de Centroamérica y México, habría llegado a África en las galeras portuguesas que traficaban con esclavos hacia Brasil. Este arbusto, sólo se utilizaba como cerca viva ya que sus frutos venenosos ahuyentan el ganado, De la Vega (2007).

Héller (1996), menciona que el área de dispersión en Sudamérica abarca Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Galápagos, Paraguay, Perú y Venezuela, llegando a la Argentina, habiéndosela reconocido en las provincias de Misiones y Corrientes.

Según la bibliografía, Heller (1996), en su lugar de origen las precipitaciones anuales rondan entre los 480 a 1000 mm y la temperatura media anual es superior a 18°C.

### 3.2. Clasificación botánica

Falasca (2007), lo clasifica

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Euphorbiales
Familia	:	Euphorbiaceae
Género	:	<i>Jatropha</i>
Especie	:	<i>curcas</i>
Nombre científico	:	<i>Jatropha curcas</i> Linneo.

### 3.3. Morfología general

Según Cultivos Energéticos SRL (2008), reporta que es un arbusto que crece más de 2 metros de altura con corteza blanco grisácea y exuda un látex translúcido. Según Echeverría (2007), reporta que la *Jatropha curcas* L. es un arbusto de 2 a 6 m de altura de corteza blanca grisácea. Por su parte IICA (1989), menciona que es una planta monoica y vivaz, de tronco recto y que alcanza una altura de 7 metros según las condiciones climatológicas y edafológicas del ambiente.

**Corteza:** Según IICA (1989), aporta que tiene una corteza de color verde-amarillento, extremadamente delgada, que se desprende de la corteza inferior, blanca con manchas rojizas, y que exuda una savia de color rojo oscuro.

**Ramas:** Según IICA (1989), nos dice que son de color verde-grisáceo, secretan una savia lechosa de color blanco cuando son cortadas.

Echeverria (2007), menciona que:

**Raíz:** normalmente tiene 5 raíces, 1 central y 4 periféricas.

**Hojas:** son grandes con 5 a 7 lóbulos poco profundos, pecíolos largos de 5 a 35 cm, y se colocan en forma alterna, los que se caen en época seca.

**Tallo:** crece con una discontinuidad morfológica, es cilíndrico de color verdoso que produce ramas que tienen savia láctea.

**Flor:** planta monoica y sus flores son unisexuales, las inflorescencias se forman terminalmente en el axial de las ramas. La polinización es facilitada por insectos. Las flores son actinomorfas por lo común y de pétalos libres generalmente, los estambres se disponen en dos grupos connatos y alternos de cinco estambres; un grupo sobre el otro, los cuales maduran en secuencia centripeta. Jorge Andrés Guerrero Pinilla Biología floral en *Jatropha curcas* L. El Gineceo es sincárpico, de flores epigineas, placentación axial, presentan un óvulo o rudimento seminal por lóculo, Cinco glándulas con nectario discoide en la base del ovario.

**Fruto:** Son cápsulas drupáceas y ovoides, después de la polinización, se forma una fruta trilocular de forma elipsoidal. Al inicio los frutos son de color

verde, pero volviéndose de amarillo a café oscuro o negro. Cada inflorescencia rinde un racimo de aproximadamente 9 frutos.

**Semilla:** La fruta produce tres semillas de color negro, las dimensiones promedio de longitud son de 20.15 milímetros y de ancho de 11.40 milímetros, 1000 semillas tiene un peso de 644 gramos y un kilo contiene 1,553 semillas.

### **3.4. Ecología**

El piñón blanco es una especie con gran distribución en los trópicos, resiste la sequía y se adapta a gran variedad de suelos.

**Altitud:** Las procedencias han sido reunidas de altitudes que varían de 7 a 1600 msnm. Normalmente se encuentra de 0 a 500 msnm. Es más común en las elevaciones bajas.

**Temperatura:** Las temperaturas medias de los sitios de colección de procedencia van de 20 a 36 °C. Puede sobrevivir una corta y ligera escarcha pero es más agradecida a las temperaturas altas.

**Clima:** Tropical, cálido-húmedo, templado.

**Agua:** Crece en un rango de 250 a 2000 mm de precipitación anual y puede resistir largos tiempos de sequía. Para una producción intensiva requiere 800 a 1200 mm de agua distribuida durante todo el año.

**Radiación:**

Rango e intensidad: la luz del sol luminosa.

Fotoperiodismo: es insensible a la luz del día.

**Suelo:**

Crece en todo tipo de suelo hasta levemente salino y con rocas. En suelos compactos el crecimiento de las raíces es reducido. La planta prefiere suelos arenosos y bien drenados. No tolera el agua estancada. Para la producción intensiva necesita suelos medianamente fértiles. Piñón tolera valores de pH en el suelo hasta 8.5, pero acidez con pH menos de 5.2 causa una restricción severa en el crecimiento (Octagon S.A, 2006).

**3.5. Fisiología**

Joerdens-Roettger (2007), menciona que, con una buena humedad la germinación toma 10 días. Se abre la cáscara de la semilla, sale la radícula y se forman 4 raíces periféricas pequeñas.

Poco después la primera hoja desarrolla los cotiledones, se marchitan y se caen, luego crece el simpodial. Dependiendo de las condiciones de propagación y lluvia el primer rendimiento de la semilla es en el primer año y puede producir durante 50 años.

**3.6. Fenología:**

Cultivos Energéticos SRL (2008), detalla la fenología del cultivo Piñón de la siguiente manera:

**Desarrollo vegetativo:** Una plántula de 15 cm tiene ya las propiedades para trasplante a campo. El crecimiento es relativamente rápido.

**Fructificación:** A los 8 meses primera fructificación. Normalmente la floración es en Mayo y Julio y la fructificación en Julio y Octubre.

**Desarrollo de frutos y maduración:** El fruto es tipo una nuez verde, luego se torna amarilla y madura tomando un color marrón. Dentro del mismo se encuentran 3 semillas de color negro.

**Recolección o cosecha:** A los 8 meses la primera cosecha 200/250 kg p/ha. Luego de año y medio se efectúan dos cosechas anuales. Desarrollada la planta, anualmente se obtiene alrededor de 10 Kg. de frutos por planta, de las cuales, 4 Kg. corresponden a la semilla.

**Cosecha:** La cosecha es manual (cultivo de alto impacto social).

**Cuadro 1: Estado fenológico del piñón**

<b>Estado Fenológico</b>	<b>Nº</b>	<b>Después de la siembra</b>
Pre-germinado	1-2	Días
Germinación	7-10	Días
Transplante	20-25	Días
Floración	7	Meses
Fructificación	8	Meses
Cosecha	9	Meses

Fuente: [www.engormix.com](http://www.engormix.com)



### **3.7. Mejoramiento genético**

Ruiz (2008), dice que el mejoramiento genético de las plantas es el arte y ciencia que permite cambiar y mejorar la herencia de las plantas.

El mejoramiento genético de plantas se aplicó por primera vez, cuando el hombre aprendió a seleccionar las mejores plantas; por lo que la selección se convirtió en el primer método de mejoramiento genético de plantas.

Desde hace miles de años los agricultores han estado alterando la estructura genética de los cultivos que siembran. La selección efectuada por el hombre para obtener características tales como el crecimiento más rápido, semillas más grandes o frutos más dulces ha modificado notablemente a las especies vegetales, en comparación a sus parientes silvestres.

A medida que los conocimientos del hombre respecto a las plantas iban aumentando, estaba en condiciones de hacer su selección más inteligente. Al descubrir la sexualidad es decir la función que cumplen los órganos reproductores de la planta el hombre pudo agregar la hibridación a sus técnicas de mejoramiento genético.

- **Objetivo**

El fitomejoramiento tiene por objetivo incrementar la productividad buscando plantas eficientes con buena resistencia genética a plagas y

factores ambientales. Asimismo el objetivo de buscar buena calidad del producto con alto contenido de proteínas y fuentes de energía.

El incremento de la producción de los cultivos por unidad agrícola, con buena calidad y el aumento de la productividad con calidad orgánica es el boom de la actualidad

- **Criterios para el mejoramiento genético de cultivos**

Con el mejoramiento genético de las plantas se espera contribuir sustancialmente a una mayor productividad agrícola; sin embargo, esto no se puede llevar a cabo simplemente con el potencial genético de las variedades, sino mediante la obtención de variedades que estabilicen su producción a través de la resistencia a malezas, a daños causados por plagas y enfermedades o a otros factores negativos.

Otros de los factores que deben tomarse en cuenta para incrementar la producción consisten en mejorar las prácticas agrícolas, incluyendo entre estas la buena fertilización de las tierras, una efectiva rotación de cultivos, mejores metodologías para trabajar la tierra.

La importancia del mejoramiento genético estriba principalmente en los resultados logrados por la investigación de la genética aplicada, los cuales consisten en corregir todas aquellas características agronómicas indeseables, por medio de hibridaciones o métodos específicos de mejoramiento, a fin de incrementar rendimientos, calidad del producto o

aves, murciélagos y mamíferos no voladores, sólo algunas más primitivas (mercurial, ricino) realizan polinización a través del viento, motivo por el cual se les llama anemófilas.

Las plantas anemófilas, cuando se cumplen las condiciones para la polinización dejan libres los estambres, para que el viento pueda realizar su función. La flor femenina presenta una superficie amplia para aceptar el polen, grandes estigmas.

León (1987), indica que la polinización cruzada se realiza principalmente por moscas u otros dípteros, que acuden atraídos por la abundante segregación de las glándulas. En *Manihot esculenta* la polinización cruzada, es llevada a cabo tanto por el viento como por los insectos. Aunque las flores no son llamativas producen abundante néctar por lo que son visitadas por moscas y otros insectos.

En general, se puede afirmar que las Euphorbiaceas han sido mucho menos estudiadas que otras grandes familias de angiospermas, tales como, gramineae, Leguminosae, Solanceae, Umbelliferae, etc.

**e. Alogamia o autogamia**

Se entiende como alogamia a la reproducción entre progenitores que son genéticamente distintos y autogamia por progenitores genéticamente iguales. Para determinar ambos casos se debe analizar primero la

estructura floral, los mecanismos de polinización, características del polen, población insectil o el efecto de otros agentes polinizantes (Sevilla y Holle, 2004).

**f. Agamospermia**

Es el fenómeno por el cual se produce semilla en forma asexuada sin intervención de gametos (Torres, 1992).

**g. Visitantes florales**

Forni (1988), menciona que el análisis de la población insectil puede indicar si la población es entomófila o presenta algún otro tipo de mecanismo de polinización (anemófilo, hidrófilo, etc).

**h. Receptividad estigmática**

Keans e Inouye (1993), sostiene que para determinar el momento de mayor receptividad del estigma en flores de cualquier especie, será necesario introducir el lóbulo del estigma en un tubo capilar con agua oxigenada peróxido de hidrógeno), en cantidades de 10 a 50 volúmenes durante la antesis.

**j. Grado de asincronía**

El incremento de la asincronía puede ser ventajoso o desventajoso. Ya que si se incrementa la asincronía, se incrementa la atracción de los polinizadores y esto asegura una polinización cruzada, obligando a los

polinizadores a moverse entre individuos. En plantas monoicas con flores femeninas y masculinas separadas temporalmente, la asincrónica de los machos y las hembras dentro de las poblaciones es necesaria, ya que esto obliga a que las flores femeninas sean polinizadas por el polen de las flores masculinas de las plantas vecinas (Ratheke, y Lacey. 1985).

Alwyn Gentry (1974), ha definido cinco tipos de floración. El patrón de floración tipo 1 ("steady state") es caracterizado por la producción de flores casi todos los días durante la vida reproductiva de una planta. Pero son pocas las flores que abren cada día. EL tipo 2 ("modified steady") se refiere del tipo 1 en que los periodos de floración son más cortos, el número de flores abiertas cada día es menor, y la polinización es por abejas. El tipo 3 ("Cornucopia") Las flores se abren por un solo día, el periodo de floración dura de 3 – 10 semanas, y el número de flores abiertas cada día varía de muchas a varios miles. Los polinizadores son colibrís, Sphingidae, abejas y mariposas. El tipo 4 ("big bang") es caracterizado por un solo conspicuo episodio de floración masiva que dura unos pocos días, y en el cual cada flor se mantiene abierta por alrededor de dos días. Florecen en la estación seca y son polinizadas principalmente por abejas. El tipo 5 ("multiple bang") son bejucos que tienen numerosos episodios cortos de floración (cerca de 3 días) con un alto nivel de sincronización entre individuos en la misma población.

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. Materiales de campo**

- Semilla de dos ecotipos de piñón blanco (Totorillayco y Cabalcocha).
- Wincha de 50 m.
- Regla de 3 m.
- Lupa.
- Bolsas de polinizar.
- Sorbetes.
- Pinceles.
- Baldes.
- Estacas.

### **4.2. Materiales y equipo de laboratorio**

- Microscopio.
- Determinador de humedad.
- Estufa.
- Balanza analítica.
- Equipo soxhlet.

### **4.3. Ubicación del campo experimental**

El presente trabajo de investigación se realizó en un lote aislado de un área de 1140 m<sup>2</sup> en los terrenos de la E.E.A. "El Porvenir", a la altura del Km. 15 de la Carretera Fernando Belaúnde Terry (Tarapoto - Juanjui),

### **Ubicación geográfica**

Longitud Oeste	:	76° 19'
Latitud Sur	:	06° 35'
Altitud	:	230 m.s.n.m.

### **Ubicación política**

Distrito	:	Juan Guerra
Provincia	:	San Martín
Región	:	San Martín

#### **4.4. Historia de campo experimental**

El campo experimental comprende un área deforestada en el año de 1980, en su momento se estableció frutales, actualmente se viene cultivando piñón blanco que sirve como parcela de investigación al INIA.

#### **4.5. Clima**

Ecológicamente el área de trabajo se encuentra en la zona de vida de bosque seco tropical (bs-t) en la Selva Alta del Perú (ONERN, 1992).

#### 4.6. Análisis de suelo

Se tomó una muestra de suelo del área experimental para el análisis físico – químico, antes de ejecutar el experimento mediante una interpretación de los análisis de laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), proporcionando los siguientes resultados: pH 6.8 suelo (neutro), Clase textural Arcilloso, Materia Orgánica 2.605% (Medio), Fosforo 2.43 ppm (Bajo), Potasio 265.7 (Alto).

**Cuadro 2: Análisis de suelo del campo experimental**  
**MINISTERIO DE AGRICULTURA**  
**INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA (INIA)**  
**Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes**  
**REPORTE DE ANÁLISIS**  
**ANÁLISIS DE SUELOS – CARACTERIZACIÓN**

Experimento:	PIÑON Prof. 0 - 20 cm.
--------------	------------------------

Número de la muestra				pH	C.E dS/m	CaCo <sub>3</sub> (%)	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	ANÁLISIS MECÁNICO				D.Ap. g/cm <sup>3</sup>	CICe	CATIONES CAMBIABLES					Acidez cambiable %	Bases cambiables %
											ARENA	ARCILLA	LIMO	CLASE TEXTURAL			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Acidez		
Código lab.	Usuario											meq/100											
41	03	2009	M1	6.8	0.10	Ausente	2.605	0.117	2.43	266.7	28.96	47.74	23.3	Arcilloso	1.26	18.00	14.66	2.66	0.68	0.00	0.00	0.00	100.00

**METODOLOGÍA:**

- TEXTURA : HIDRÓMETRO
- pH : POTENCIÓMETRO SUSPENSIÓN SUELO –AGUA RELACIÓN 1:2.5
- CONDUCTIVIDAD ELECTRICA : CONDUCTÍMETRO SUSPENSIÓN SUELO –AGUA RELACIÓN 1:2.5
- CARBONATOS : GASO-VOLUMETRICO
- FOSFORO : OLSEN MODIFICADO EXTRACT. NaHCO<sub>3</sub>=0.5m, pH 8.5
- POTASIO : ABOSORCIÓN ATÓMICA EXTRACT. NaHCO<sub>3</sub>=0.5m, pH 8.5
- MATERIA ORGÁNICA : WALKLEY Y BLACK
- CALCIO MAGNESIO : VERSENATO-EDTA EXTRACT. KCL 1N
- ALUMINIO : EXTRACT. KCL 1N



#### 4.7. Características del experimento

Para los trabajos de mejoramiento se aplicó 4 metodologías de polinización controlada (embolsado, sorbete y pincel) y un tratamiento testigo (polinización natural).

##### a. Características del campo experimental

Largo	:	30m.
Ancho	:	38m.
Área Total	:	1140 m <sup>2</sup>
Nº total de plantas	:	Ecotipo T1: 120 Ecotipo C2: 100
Nº total de plantas evaluadas/bloques	:	20 (10 plantas/ecotipo)



**Foto 1: Área de instalación de la tesis**

## b. Componentes de estudio

### 1. Ecotipos de piñón blanco:



**Foto 2: Los ecotipos de Caballococha (C2) y Totorillayco (T1)**

### 2. Tratamientos en estudio y diseño experimental

Se evaluó 2 ecotipos de piñón blanco, con 3 métodos de polinización controlada y un testigo (sin ninguno de los métodos), aplicándose el diseño en bloques completos al azar con arreglo factorial 4 (métodos) x 2 (ecotipos) con 4 repeticiones y 8 tratamientos; la información generada se procesó en el programa SPSS versión 19, se consideró el p-valor como indicador de significancia en niveles de confianza del 1% y 5% según se detalla a continuación:

**Cuadro 3: Métodos y ecotipos estudiados**

<b>FA: Métodos</b>	<b>FB: Ecotipos</b>
A1: Natural (testigo)	B1: Totorillayco
A2: Sorbete	
A3: Pincel	
A4: embolsado	B2: Caballococha

**Cuadro 4: Tratamientos de estudio**

Tratamientos	Ecotipos	Métodos de polinización controlada
T1	T1: Totorillayco	Natural
T2	T1: Totorillayco	Método del sorbete (S)
T3	T1: Totorillayco	Método del pincel (P)
T4	T1: Totorillayco	Método del embolsado (E)
T5	C2: Caballococha	Natural
T6	C2: Caballococha	Método del sorbete(S)
T7	C2: Caballococha	Método del pincel (P)
T8	C2: Caballococha	Método del embolsado (E)

#### **4.8. Conducción del experimento**

##### **4.8.1. Preparación del terreno definitivo**

La preparación del terreno se realizó tradicionalmente y para la demarcación del campo experimental se utilizó estacas de madera, cordeles y wincha, la distribución de los tratamientos y ecotipos fue según el croquis de campo (anexo). El trasplante de los plantones se realizó a un distanciamientos de 3 x 2 m, la fertilización a dosis de 20-40-20 kg NPK/ha.



**Foto 3: Fertilizantes de N, P, K utilizado en la parcela**

#### **4.9. Variables evaluadas**

##### **4.9.1. Altura de plantas**

Se evaluaron desde la siembra en campo definitivo cada 2 semanas durante un año, la medición se hizo en cm, con una wincha desde la base del suelo hasta el inicio del brote floral de la rama principal.

#### **4.9.2. Número de ramas**

La evaluación se realizó desde la siembra en campo definitivo cada 4 semanas durante un año y consistió con el conteo de número de ramas principal, secundarios y terciarios por cada planta.

#### **4.9.3. Longitud y ancho de hojas**

Se evaluó 10 plantas por bloque y ecotipo, la selección se realizó al azar y las medidas se realizaron en centímetros con una regla, la longitud de la hoja se midió desde la base de la hoja hasta el ápice de la hoja y el ancho y el ancho de la hoja se midió desde el margen izquierdo al margen derecho de la hoja.

#### **4.9.4. Longitud del peciolo**

Se midió 10 hojas al azar de cada bloque/ecotipo la longitud del peciolo de cada hoja, las medidas se realizaron en cm, con una regla y se midió desde el tronco principal hasta la base de la hoja.

#### **4.9.5. Número de frutos fecundados por método de polinización controlada**

Se realizó polinizaciones con tres metodologías y un testigo (libre), se contaron 100 flores por cada ecotipo a las cuales se realizó la polinización por cada metodología utilizada y que cantidad de frutos se fecunda para determinar la eficiencia de las metodologías.

#### 4.9.6. Rendimiento de grano en kg/Ha

De todos los pesos tomados por planta en cada cosecha de frutos, se determinó pesos en gramos por planta y por ecotipo, luego se expresó el rendimiento en Kg.ha<sup>-1</sup>, a través de la siguiente fórmula:

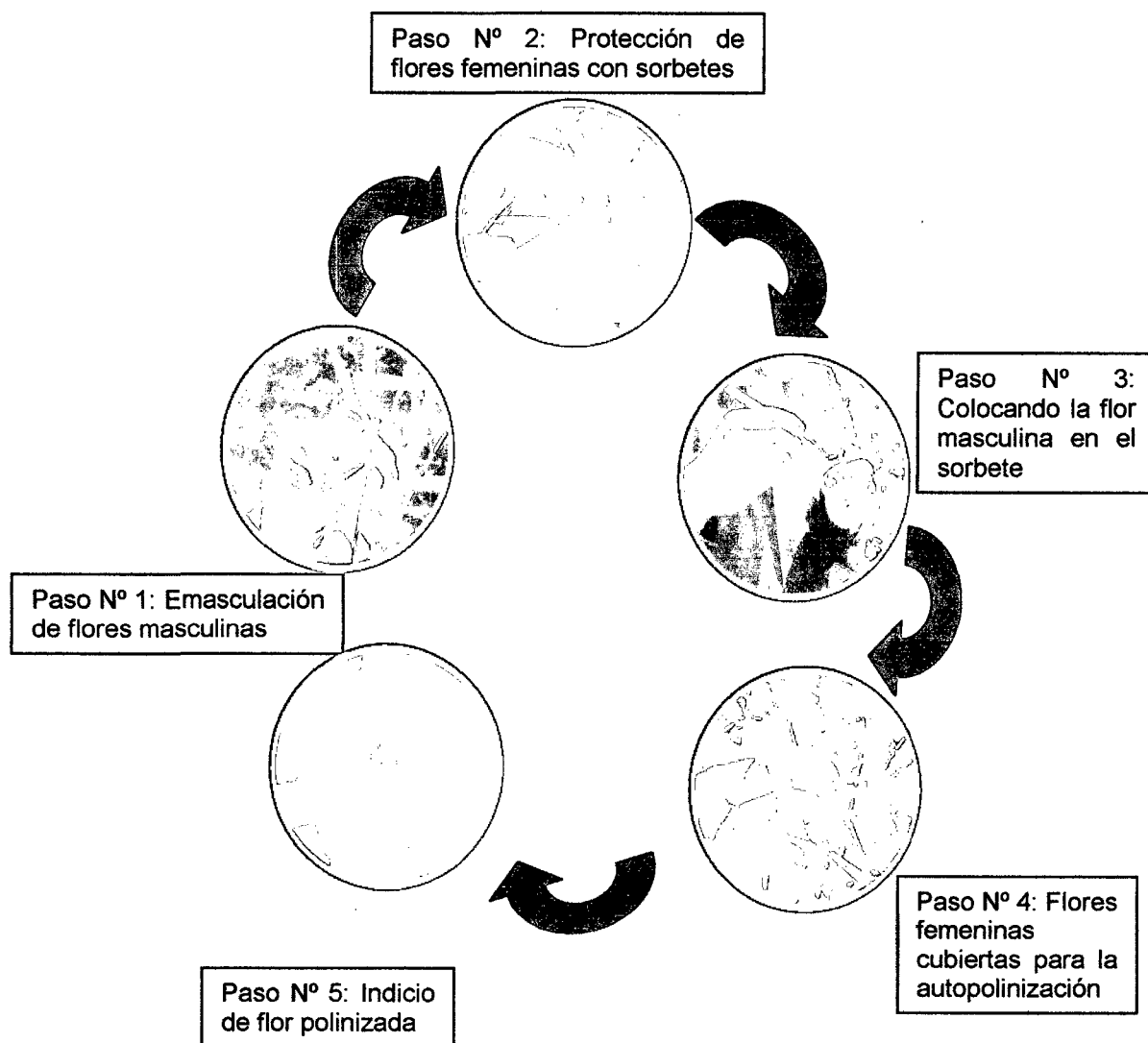
$$\text{Área neta} = 24 \text{ m}^2.$$

$$\text{Rendimiento (TM/Ha)} = \frac{\text{Peso de campo}}{\text{Área neta}} \times 10 \times \frac{(100 - \% H)}{86} \times \text{Índice de desgrane}$$

#### 4.9.7. Método del sorbete

- En el caso del método de sorbete se seleccionan inflorescencias antes de la apertura floral se reconoció a las flores femeninas por su forma característico de tener una forma puntiaguda a comparación de la flor masculina que es en forma redonda, después emasculando flores masculinas con una pinza de metal dejando solo las flores femeninas que serán polinizadas.
- Luego se procede a cubrir con sorbetes a las flores femeninas para evitar la contaminación o cruzamiento natural.
- Después de 5 días de proteger las flores femeninas con los sorbetes, se procede a recoger polen de flores masculinas de la misma planta, se coloca una flor masculina en el sorbete y se cubre la flor femenina para realizar el proceso de la autofecundación.

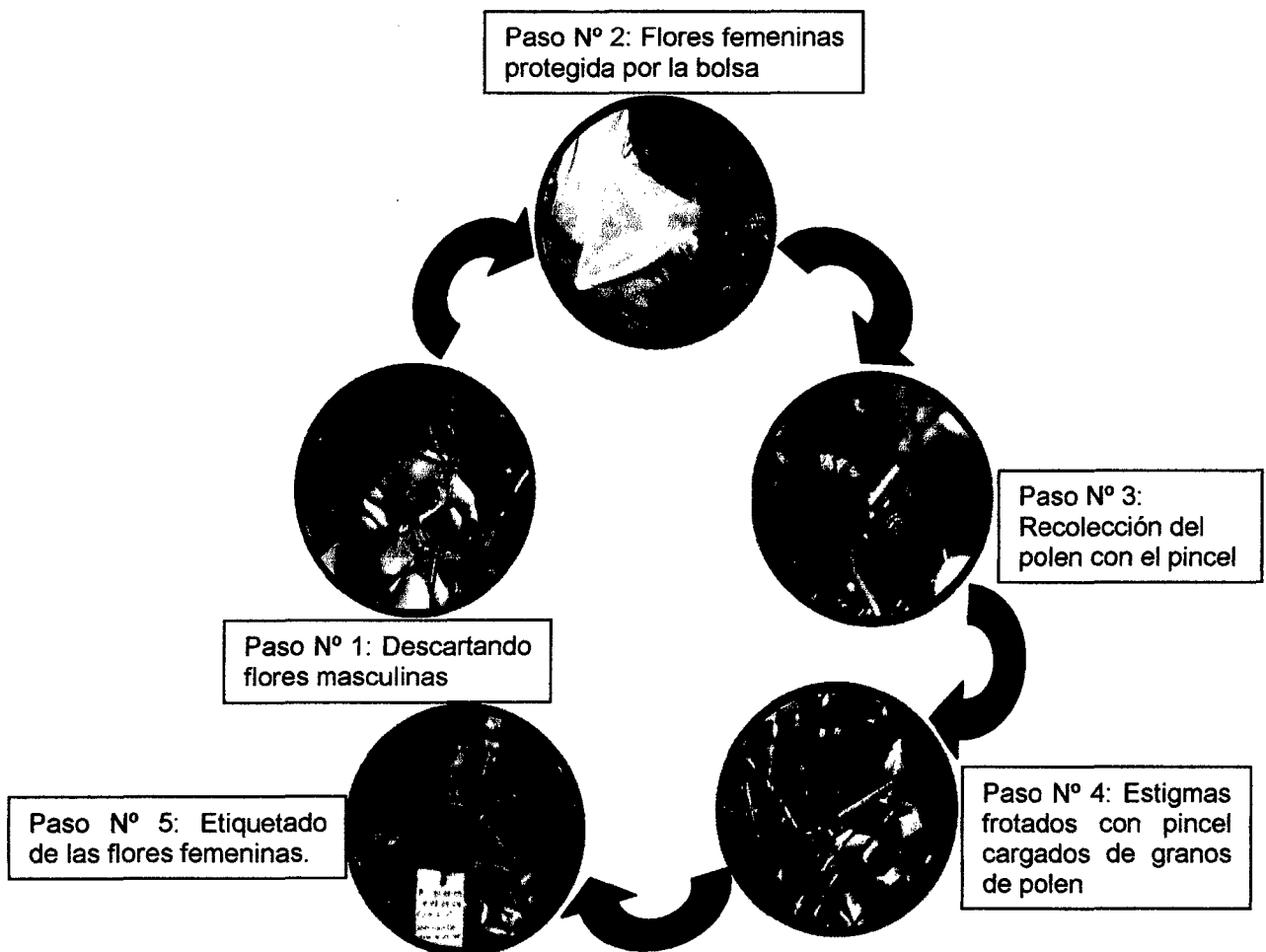
- Después de 3 días más se procede a retirar los sorbetes de las flores polinizadas lo que se distingue por los estigmas que se ponen de un color negruzco.



#### 4.9.8. Método del pincel

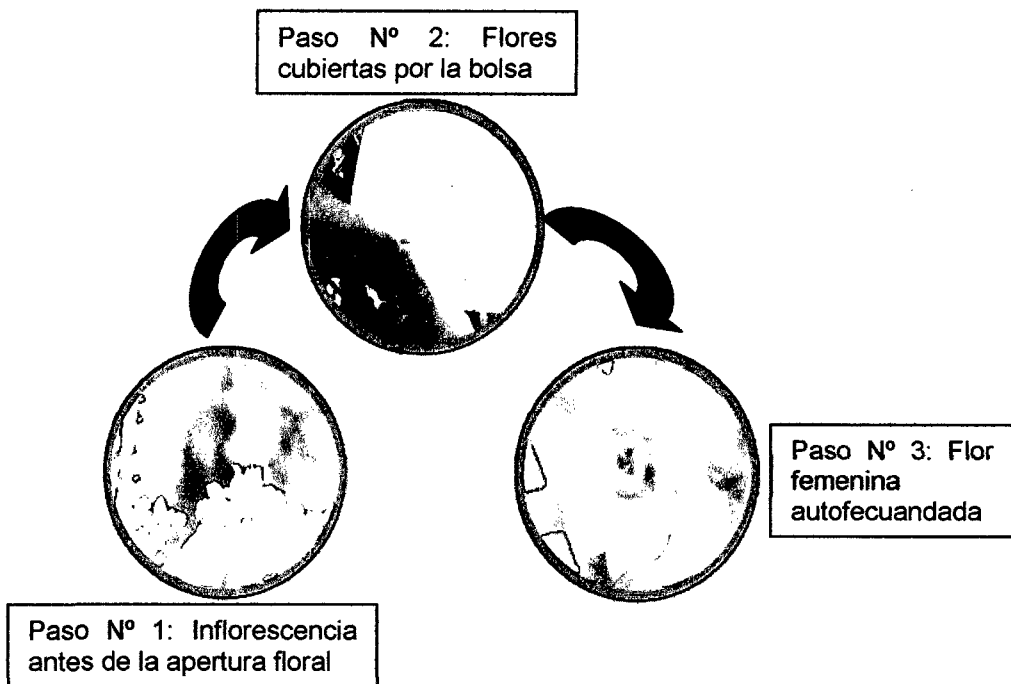
- Para el método de pincel se realizó el mismo procedimiento que el sorbete seleccionan inflorescencias antes de la apertura floral, emasculando las flores masculinas con una pinza de metal dejando solo las flores femeninas.

- Luego se cubren las flores femeninas con bolsas de tela organza para evitar cruza no deseadas.
- Después de 5 días de proteger las flores femeninas con bolsas de tela organza y al observar que existe emergencia de estigmas, se procede a recolectar polen de la misma planta con el pincel, luego se frota a los estigmas muy suavemente para no causar daño y se cubre las flores femeninas polinizadas con una bolsa para obtener las cruza deseadas.
- Después de 3 días se procede a retirar la bolsa de tela organza debido a que se ejecutó la polinización y se coloca una etiqueta a la flor polinizada para su identificación en la cosecha.



#### 4.9.9. Método del embolsado

- En el caso del método del embolsado se seleccionan inflorescencias antes de la apertura floral, se cubre a las flores masculinas y femeninas con una bolsa de tela organza para que se produzca la autofecundación con el polen del mismo racimo floral.
- A 15 días de haber colocado las bolsas de tela organza, las flores femeninas ya se encuentran polinizadas y se puede observar cuando los estigmas están de un color negruzco.





## V. RESULTADOS

### 5.1. Altura de planta

Cuadro 5: ANVA para la altura de planta en cm

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	1312,538	3	437,513	3,166	0,046 *
Factor A (métodos)	1286,368	3	428,789	3,103	0,049 *
Factor B (ecotipos)	2064,834	1	2064,834	14,943	0,001 **
Factor A * Factor B	105,449	3	35,150	0,254	0,857 N.S.
Error Experimental	2901,712	21	138,177		
Total	7670,901	31			

$R^2 = 62,2\%$

C.V. = 6,53%

Promedio = 179,95

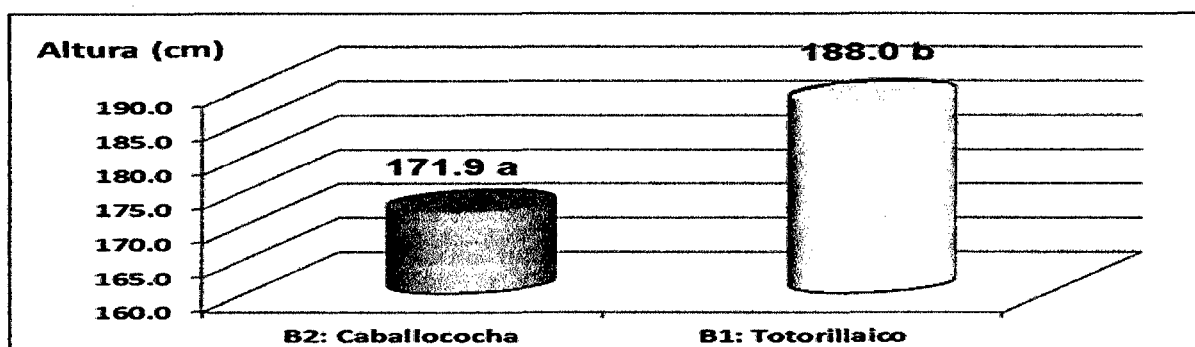


Gráfico 1: Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor B (Ecotipos) en altura de planta

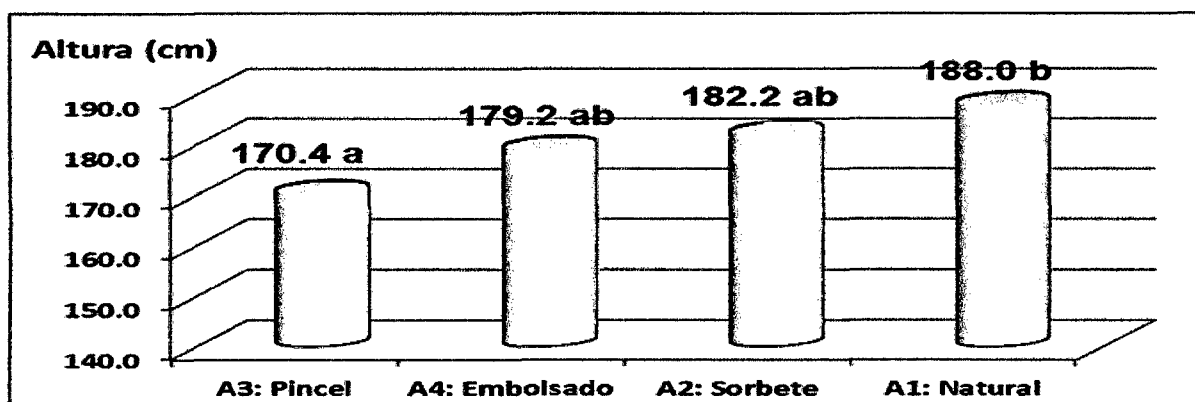


Gráfico 2: Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor A (Métodos) en altura de planta

## 5.2. Número de ramas

Cuadro 6: ANVA para el número de ramas (Datos transformados por  $\sqrt{x}$ )

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	1,154	3	0,385	2,107	0,130 N.S.
Factor A (métodos)	0,809	3	0,270	1,478	0,249 N.S.
Factor B (ecotipos)	0,023	1	0,023	0,124	0,729 N.S.
Factor A * Factor B	0,332	3	0,111	0,606	0,619 N.S.
Error Experimental	3,833	21	0,183		
Total	6,150	31			

$R^2 = 37,7\%$

C.V. = 11,0%

Promedio = 3,89

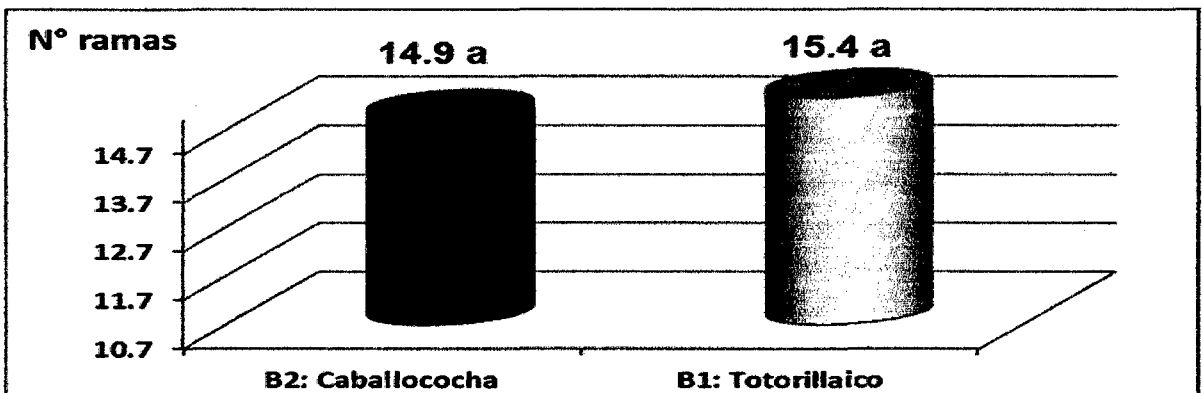


Gráfico 3: Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor B (Ecotipos) en el número de ramas

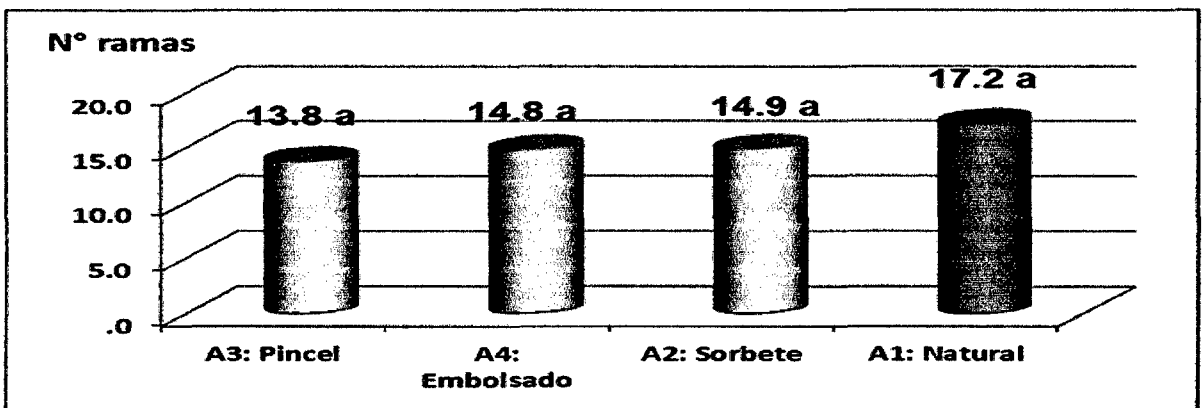


Gráfico 4: Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor A (Métodos) en el número de ramas

### 5.3. Longitud de hoja

Cuadro 7: ANVA para longitud de hoja en cm

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	10,621	3	3,540	22,535	0,000 **
Factor A (métodos)	0,607	3	0,202	1,288	0,305 N.S.
Factor B (ecotipos)	15,429	1	15,429	98,211	0,000 **
Factor A * Factor B	0,893	3	0,298	1,896	0,161 N.S.
Error Experimental	3,299	21	0,157		
Total	30,849	31			

$R^2 = 89,3\%$

C.V. = 2,65%

Promedio = 14,95

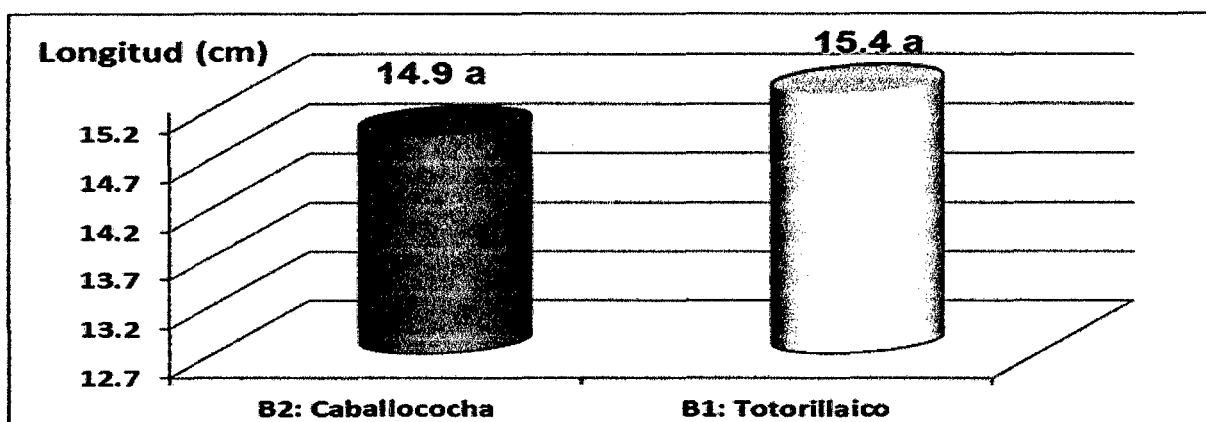


Gráfico 5: Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor B (Ecotipos) en la longitud de la hoja

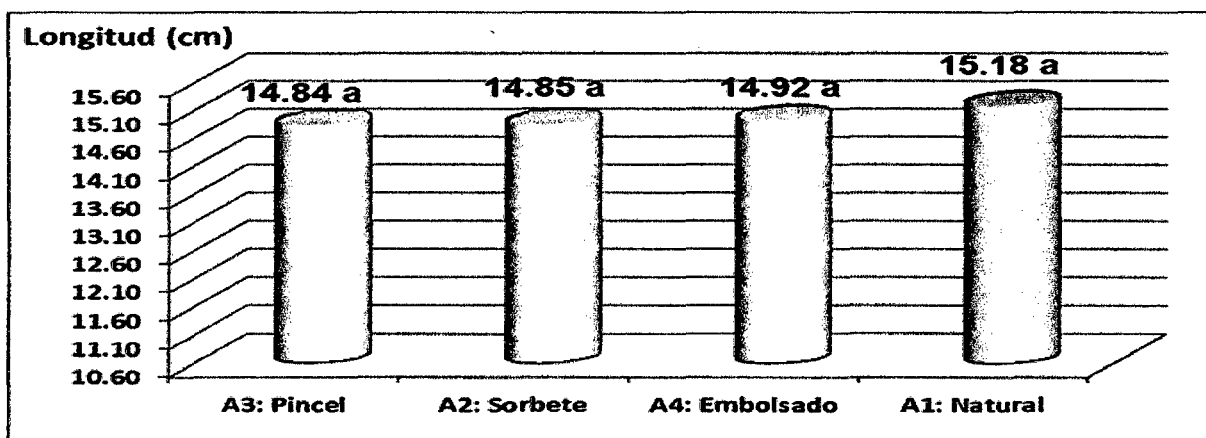


Gráfico 6: Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor A (Métodos) en la longitud de la hoja

#### 5.4. Ancho de hoja

Cuadro 8: ANVA para el ancho de hoja en cm

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	11,284	3	3,761	10,868	0,000 **
Factor A (métodos)	0,126	3	0,042	0,121	0,947 N.S.
Factor B (ecotipos)	4,515	1	4,515	13,045	0,002 **
Factor A * Factor B	0,314	3	0,105	0,302	0,823 N.S.
Error Experimental	7,268	21	0,346		
Total	23,506	31			

$R^2 = 69,1\%$

C.V. = 3,32%

Promedio = 17,71

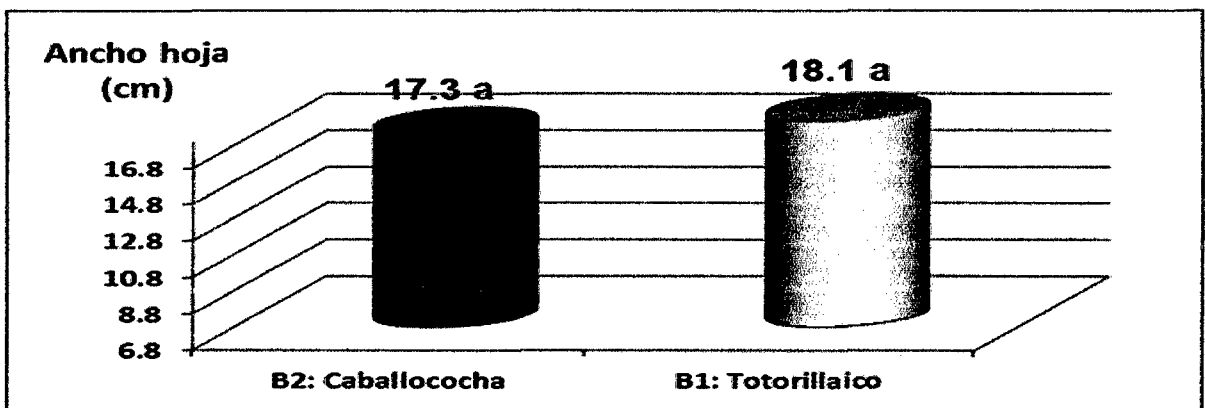


Gráfico 7: Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor B (Ecotipos) en el ancho de la hoja

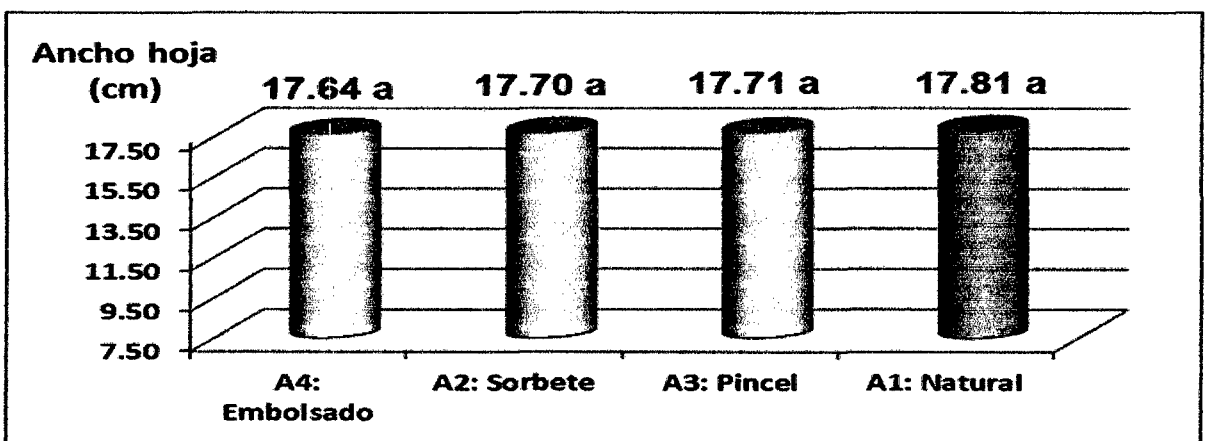


Gráfico 8: Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor A (Métodos) en el ancho de la hoja.

### 5.5. Longitud del peciolo

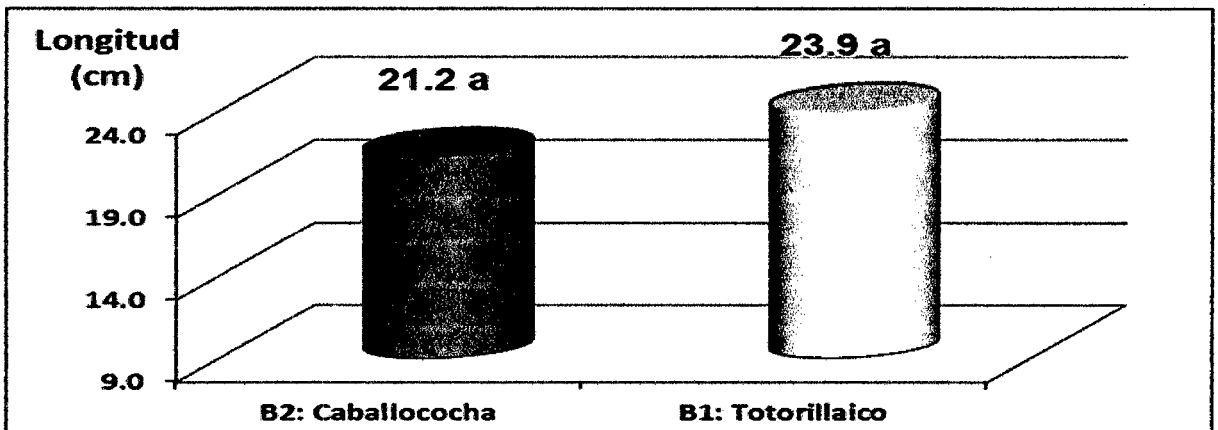
**Cuadro 9: ANVA para la longitud del peciolo en cm**

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	43,851	3	14,617	17,084	0,000 **
Factor A (métodos)	0,487	3	0,162	0,190	0,902 N.S.
Factor B (ecotipos)	58,753	1	58,753	68,670	0,000 **
Factor A * Factor B	1,549	3	0,516	0,603	0,620 N.S.
Error Experimental	17,967	21	0,856		
Total	122,607	31			

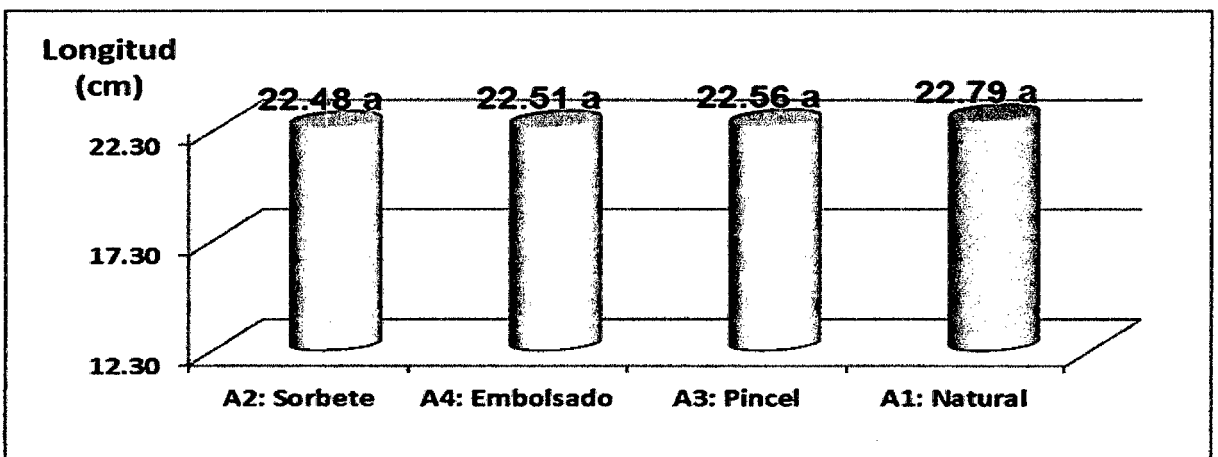
$R^2 = 85,3\%$

C.V. = 4,1%

Promedio = 22,58



**Gráfico 9: Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor B (Ecotipos) en la longitud del peciolo.**



**Gráfico 10: Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor A (Métodos) en la longitud del peciolo.**

5.6. Número de frutos fecundados por cada método

Cuadro 10: ANVA para el número de frutos fecundados por método (Datos transformados por  $\sqrt{x}$ ).

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	0,155	3	0,052	0,578	0,636 N.S.
Factor A (métodos)	4,221	3	1,407	15,709	0,000 **
Factor B (ecotipos)	0,182	1	0,182	2,027	0,169 N.S.
Factor A * Factor B	0,038	3	0,013	0,141	0,934 N.S.
Error Experimental	1,881	21	0,090		
Total	6,476	31			

$R^2 = 71,0\%$

C.V. = 11,3%

Promedio = 2,66

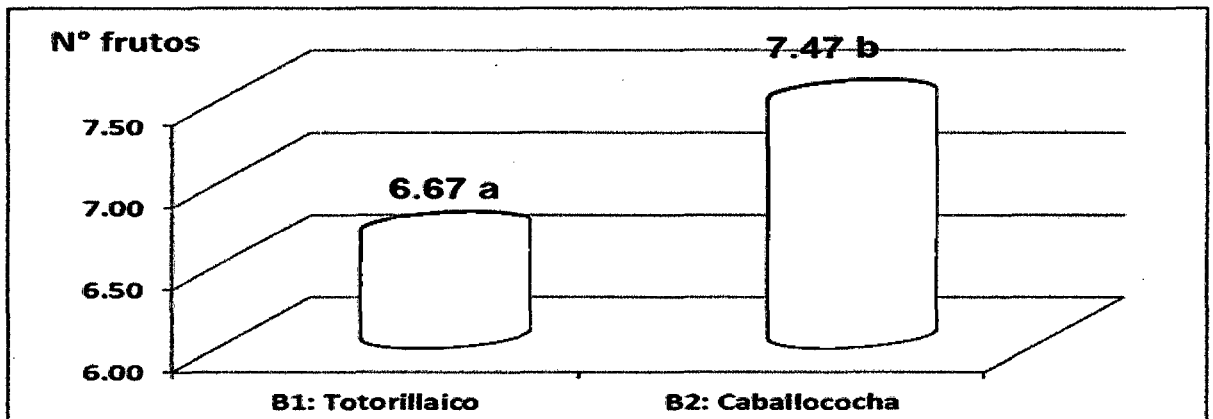


Gráfico 11: Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor B (Ecotipos) en el número de frutos fecundados

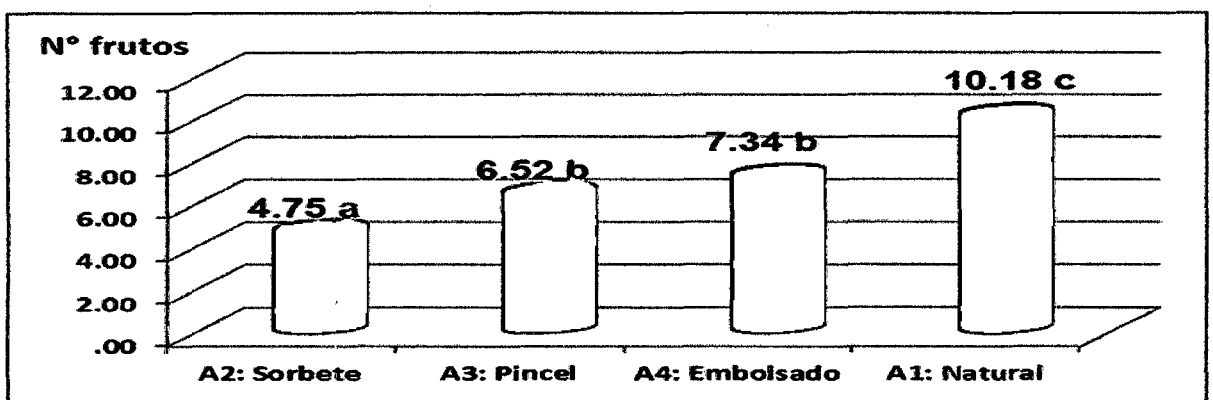


Gráfico 12: Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor A (Métodos) en el número de frutos fecundados

## 5.7. Rendimiento de granos

Cuadro 11: ANVA para el rendimiento de granos por hectárea

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	69170,150	3	23056,717	2,032	0,140 N.S.
Factor A (métodos)	292734,445	3	97578,148	8,598	0,001 **
Factor B (ecotipos)	1592675,205	1	1592675,205	140,340	0,000 **
Factor A * Factor B	221544,587	3	73848,196	6,507	0,003 **
Error Experimental	238323,067	21	11348,717		
Total	2414447,454	31			

$R^2 = 90.1\%$

C.V. = 14,8%

Promedio = 722,04

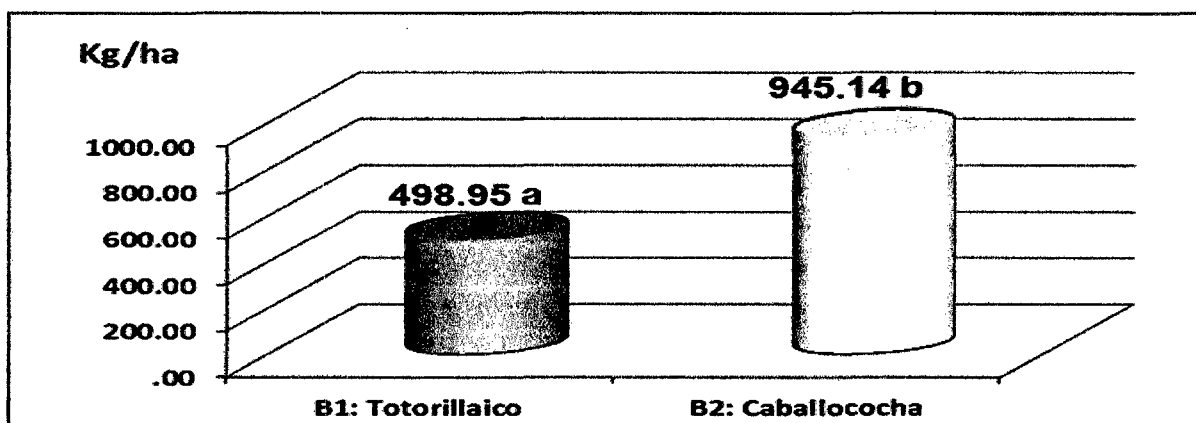


Gráfico 13: Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor B (Ecotipos) en el rendimiento de granos

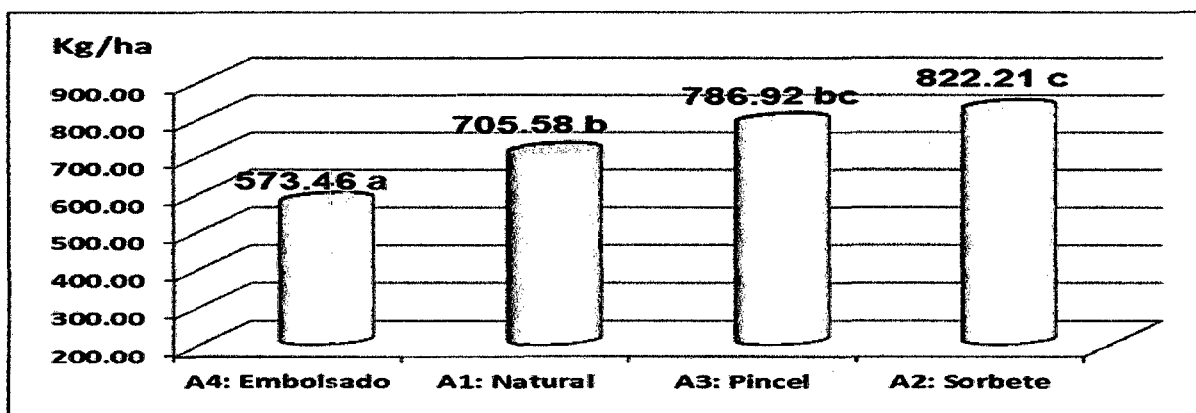
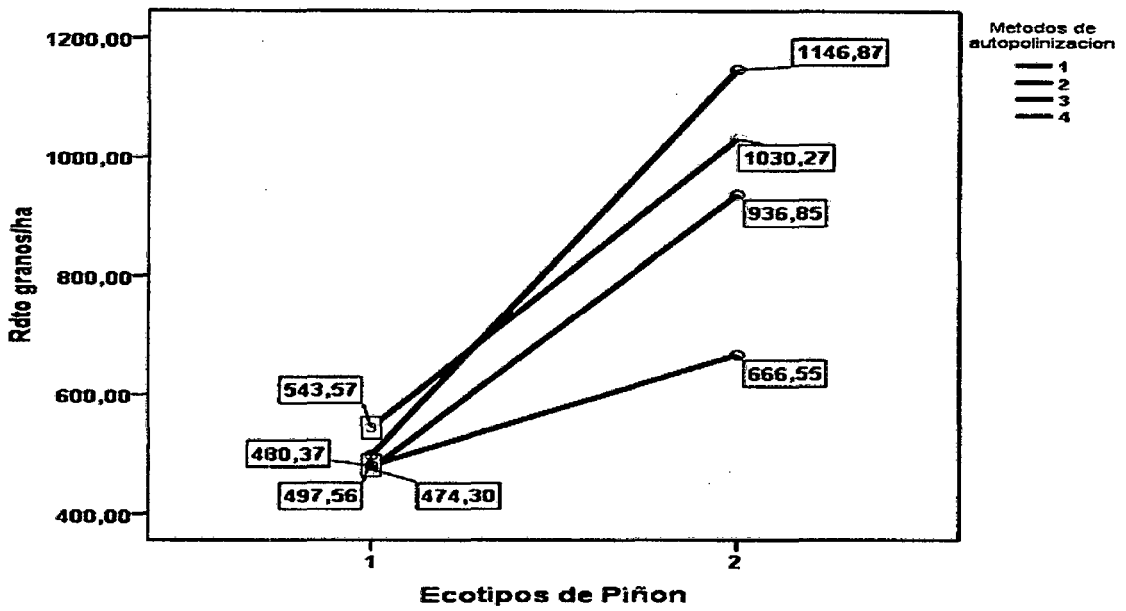
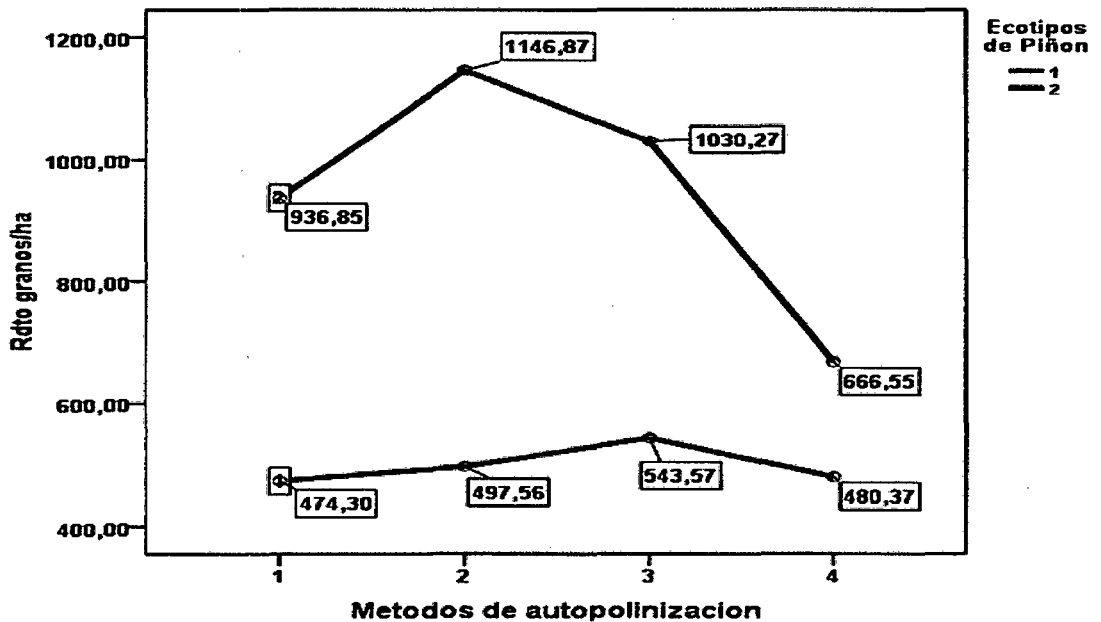


Gráfico 14: Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para promedios de tratamientos de los niveles del Factor A (Métodos) en el rendimiento de granos



**Gráfico 15:** Interacción de los niveles del factor A (Métodos de autopolinización) dentro de los niveles del Factor B (Ecotipos de piñón)



**Gráfico 16:** Interacción de los niveles del factor B (Ecotipos de piñón) dentro de los niveles del Factor A (Métodos de autopolinización)



## VI. DISCUSIONES

### 6.1. De la altura de planta

El cuadro 5, presenta el análisis de varianza para la altura de plantas el cual registró diferencias estadísticas significativas al 95% ( $P \leq 0.05$ ) para la fuente de variabilidad Factor A (métodos de polinización), al 99% ( $P \leq 0,01$ ) para la fuente de variabilidad Factor B (Ecotipos de piñón) y no presenta significación estadística la interacción AxB. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) con un valor de 62.2% demuestra una mediana relación y correlación entre los tratamientos estudiados y la altura de planta, por otro lado, el valor obtenido para el coeficiente de variabilidad (CV) de 6.53%, implica valor normal sobre variación con referencia a la media de altura de plantas, debido a que la dispersión de la información se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de Duncan (gráfico 1), detectó diferencias significativas entre los promedios de los niveles del Factor B (ecotipos), siendo que el nivel B1 (Totorillayco) con un promedio de 188.0 cm de altura de planta superó estadísticamente al promedio alcanzado por el nivel B2 (Caballococha) quien obtuvo un promedio de 171.9 cm de altura de planta. La prueba de Duncan (gráfico 2) para los promedios de los niveles del Factor A (métodos de polinización) reveló diferencias significativas entre tratamientos, donde el nivel A1 (natural) arrojó el mayor promedio con 188.0 cm de altura de planta, siendo estadísticamente igual a los niveles (tratamientos) A2 (Sorbeta) y A4

(Embolsado) quienes obtuvieron promedios de 182.2 cm y 179.2 cm de altura de planta respectivamente y superando al nivel A3 (Pincel) quien obtuvo un promedio de 170.4 cm de altura de planta.

Al respecto, podemos indicar sobre el estudio realizado por López García (2011) en la Unidad de Experimentación y Evaluación Finca El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria localizada en el municipio de Nindiri, Masaya, en una plantación de tempate (*Jatropha curcas* L.); con el objetivo de evaluar el establecimiento y sobrevivencia, incremento del diámetro basal y altura total, producción de frutos y semillas y los costos de establecimiento de esta especie. Se establecieron dos métodos de propagación vegetativa, el primero por estaca y el segundo por raíz desnuda, se establecieron cuatro parcelas en el área de propagación por estacas y cuatro parcelas en el área de propagación por raíz desnuda. Se hicieron dos mediciones en un periodo de 12 meses, la primera medición en Septiembre de 2009, a los 3 meses de establecida la plantación y la segunda 12 meses después de la primera medición, en Septiembre de 2010. Los métodos de propagación presentaron una sobrevivencia de buena en la raíz desnuda con el 93.74 % y regular en la estaca con un 67.36 %. El método de propagación que presento mayor crecimiento a los 15 meses de plantada fue la raíz desnuda con 6.89 cm en diámetro basal y 1.60 m en altura total. El método de propagación por estaca presento un crecimiento en diámetro basal de 4.11 cm y en altura total 1.10 m en el mismo periodo. La raíz desnuda presento una producción de 394 frutos y en la estaca la producción fue de 183 frutos.

Aplicando t-student en los resultados de altura se observó que existe diferencia altamente significativa y en diámetro basal no existe diferencia significativa, en la producción de frutos existe diferencia altamente significativa dentro de los métodos de propagación por raíz desnuda y estaca. El costo de establecimiento más caro resultó ser para el método de propagación por estaca con \$ 381.5 y para la raíz desnuda el costo fue de \$ 298.57. En conclusión el método de propagación vegetativo que presentó mejores resultados fue por raíz desnuda, obteniendo mayor sobrevivencia, mayor incremento en altura y mejor producción de frutos, con respecto al diámetro no hubo diferencia.

## **6.2. Del número de ramas**

El cuadro 6, presenta el análisis de varianza para la altura de las plantas y el cual no detectó diferencias estadísticas significativas para ninguna de las fuentes de variabilidad. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) con un valor de 37,7% explica muy poco la relación y correlación entre los tratamientos estudiados y el número de ramas, por otro lado, el valor obtenido para el coeficiente de variabilidad (CV) de 11,0%, se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de Duncan (gráfico 3), no reveló diferencias significativas entre los promedios de los niveles del Factor B (ecotipos), siendo que el nivel B1 (Totorillayco) con un promedio de 15.4 ramas, estadísticamente igual al promedio alcanzado por el nivel B2 (Caballococha) quien obtuvo un promedio

de 14.9 ramas. La prueba de Duncan (gráfico 4) para los promedios de los niveles del Factor A (métodos de polinización) no reveló diferencias significativas entre tratamientos, donde el nivel A1 (natural) arrojó un promedio con 17.2 ramas, seguido de los niveles (tratamientos) A2 (Sorbete), A4 (Embolsado) y A3 (Pincel) quienes obtuvieron promedios de 14.9 ramas, 14.8 ramas y 13.8 ramas respectivamente.

El piñón presenta una etapa de dormancia inducida por las fluctuaciones de temperaturas, intensidad luminosa y precipitación que se llegan a presentar (Heller, 1996 y Kobilke, 1989). Destaca que en toda la planta se presenta gran cantidad de látex, y que gran parte de la planta se usa como medicina en las comunidades donde se da de manera silvestre (Heller, 1996; Reyes, 2003). Es importante indicar que los estudios de la polinización artificial están ligados al sistema de la planta. La receptividad del estigma fue estudiada para determinar la fruta y el efecto de la polinización controlada efectuada en 2 a 4 días de apertura de las flores femeninas. El polen utilizado fue de la misma flor (autopolinización), también se realizó una polinización cruzada.

El proceso de polinización fue realizada manualmente de las 9:30 a las 11:30 horas (periodo de receptividad del estigma) en los meses correspondientes a septiembre y octubre (el periodo de floración varía conforme a las condiciones ambientales, geográficas etc.). Los resultados obtenidos fueron: la flor abre sólo en periodos de 8-10 días. Tiempo en el cual tiene que ocurrir el proceso de polinización (Teniente *et al.*, 2011).

### 6.3. De la longitud de hoja

El cuadro 7, presenta el análisis de varianza para la longitud de la hoja y el cual no detectó diferencias estadísticas significativas para la fuente de variabilidad Factor A (métodos de polinización), pero si detecto diferencias altamente significativas para el Factor B (ecotipos de piñón) al 99% ( $P \leq 0,01$ ) y no ha presentado significación estadística para la interacción AxB. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) con un valor de 89.3% explica muy bien la relación y correlación entre los tratamientos estudiados y la longitud de la hoja, por otro lado, el valor obtenido para el coeficiente de variabilidad (CV) de 2.65%, no implica mayores cuidados de interpretación, debido a que la dispersión de la información se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de Duncan (gráfico 5), no detectó diferencias significativas entre los promedios de los niveles del Factor B (ecotipos), siendo que el nivel B1 (Totorillayco) con un promedio de 15.4 cm de longitud de la hoja fue estadísticamente igual al promedio alcanzado por el nivel B2 (Caballococha) quien obtuvo un promedio de 14.9 cm de longitud de la hoja. La prueba de Duncan (gráfico 6) para los promedios de los niveles del Factor A (métodos de polinización) no revelo diferencias significativas entre tratamientos, donde el nivel A1 (natural) arrojó el mayor promedio con 15.18 cm de longitud de la hoja, siendo estadísticamente igual a los niveles (tratamientos) A4 (Embolsado), A2 (Sorbete) y A3 (Pincel) quienes obtuvieron promedios de 14.92 cm, 14.85 cm y 14.84 cm de longitud de la hoja respectivamente.

#### 6.4. Del ancho de hoja

El cuadro 8, presenta el análisis de varianza para el ancho de la hoja y el cual no detectó diferencias estadísticas significativas para la fuente de variabilidad Factor A (métodos de polinización), pero si detecto diferencias altamente significativas para el Factor B (ecotipos de piñón) al 99% ( $P \leq 0,01$ ) y no ha presentado significación estadística para la interacción AxB. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) con un valor de 69.1% explica suficientemente la relación y correlación entre los tratamientos estudiados y el ancho de la hoja, por otro lado, el valor obtenido para el coeficiente de variabilidad (CV) de 3.32%, no implica mayores cuidados de interpretación, debido a que la dispersión de la información se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de Duncan (gráfico 7), no detectó diferencias significativas entre los promedios de los niveles del Factor B (ecotipos), siendo que el nivel B1 (Totorillayco) con un promedio de 18.1 cm de ancho de la hoja fue estadísticamente igual al promedio alcanzado por el nivel B2 (Caballococha) quien obtuvo un promedio de 17.3 cm de ancho de la hoja. La prueba de Duncan (gráfico 8) para los promedios de los niveles del Factor A (métodos de polinización) tampoco revelo diferencias significativas entre tratamientos, donde el nivel A1 (natural) arrojó el mayor promedio con 17.81 cm de ancho de la hoja, siendo estadísticamente igual a los niveles (tratamientos) A3 (Pincel), A2 (Sorbete) y A4 (Embolsado) quienes obtuvieron promedios de 17.71 cm, 17.7 cm y 17.64 cm de ancho de la hoja respectivamente.

## 6.5. De la longitud del peciolo

El cuadro 9, presenta el análisis de varianza para la longitud del peciolo y el cual no detectó diferencias estadísticas significativas para la fuente de variabilidad Factor A (métodos de polinización), pero si detecto diferencias altamente significativas para el Factor B (ecotipos de piñón) al 99% ( $P \leq 0,01$ ) y no ha presentado significación estadística para la interacción AxB. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) con un valor de 85.3% explica muy bien la relación y correlación entre los tratamientos estudiados y la longitud del peciolo, por otro lado, el valor obtenido para el coeficiente de variabilidad (CV) de 4.1%, no implica mayores cuidados de interpretación, debido a que la dispersión de la información se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de Duncan (gráfico 9), no detectó diferencias significativas entre los promedios de los niveles del Factor B (ecotipos), siendo que el nivel B1 (Totorillayco) con un promedio de 23.9 cm de longitud del peciolo fue estadísticamente igual al promedio alcanzado por el nivel B2 (Caballococha) quien obtuvo un promedio de 21.2 cm de longitud del peciolo. La prueba de Duncan (gráfico 10) para los promedios de los niveles del Factor A (métodos de polinización) tampoco revelo diferencias significativas entre tratamientos, donde el nivel A1 (natural) arrojó el mayor promedio con 22.79 cm de longitud del peciolo, siendo estadísticamente igual a los niveles (tratamientos) A3 (Pincel), A4 (Embolsado) y A2 (Sorbeta) quienes obtuvieron promedios de 22.56 cm, 22.51 cm y 22.48 cm de longitud del peciolo respectivamente.

Al parecer el embolsado oportuno de las cohortes florales en el momento en que el estado de las inflorescencias se presenta como primordios. Por lo que es preciso tener el conocimiento acertado de los tiempos que demora una vez embolsadas las inflorescencias con primordios florales hasta la apertura de las flores femeninas, lo cual permitirá inducir a la polinización asistida con el polen del mismo material de interés. Durante el ejercicio del embolsado se buscan aislar los vectores entomológicos como por ejemplo la avispa común, la cual llega volando desde puntos distantes donde se ubican flores de otros materiales, de allí transportan el polen y en su ejercicio van polinizando las flores femeninas y hermafroditas contenidas en materiales con las características deseables, esto genera variabilidad genética producto de la alogamia. La presencia de vectores que se desplazan caminando desde el suelo hasta las zonas de la planta donde se ubica cada cohorte floral una vez embolsadas, como por ejemplo las hormigas, estas posiblemente entran a las bolsas en busca de extraer el néctar contenido en las glándulas nectarinas de cada flor, pero en su ejercicio llevan el polen de flor en flor en la misma inflorescencia sin poder escapar de las bolsas, este mecanismo natural ayuda a la autopolinización debido a que una vez se extraen las cohortes de cada bolsa estas están polinizadas, además las hormigas se transportan solo en la misma planta y es en cada espécimen donde se conservan los caracteres de cada material (Guerrero P.J.A. 2012).



## 6.6. Del número de frutos fecundados por método

El cuadro 10, presenta el análisis de varianza para el número de frutos fecundados por método y el cual detectó diferencias estadísticas altamente significativas al 99% ( $P \leq 0.01$ ) para la fuente de variabilidad Factor A (métodos de polinización), pero no detectó diferencias significativas para el Factor B (ecotipos de piñón) ni para la interacción AxB. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) con un valor de 71.0% explica suficientemente la relación y correlación entre los tratamientos estudiados y número de frutos fecundados por método, por otro lado, el valor obtenido para el coeficiente de variabilidad (CV) de 11.3%, se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de Duncan (gráfico 11), reveló diferencias significativas entre los promedios de los niveles del Factor B (ecotipos), siendo que el nivel B2 (Caballococha) con un promedio de 7.47 frutos fecundados fue estadísticamente superior al promedio alcanzado por el nivel B1 (Totorillayco) quien obtuvo un promedio de 6.67 frutos fecundados. La prueba de Duncan (gráfico 12) para los promedios de los niveles del Factor A (métodos de polinización) también reveló diferencias significativas entre tratamientos, donde el nivel A1 (natural) arrojó el mayor promedio con 10.18 frutos fecundados, superando estadísticamente a los promedios de los niveles (tratamientos) A3 (Pincel), A4 (Embolsado) y A2 (Sorbete) quienes obtuvieron promedios de 7.34 frutos, 6.52 frutos y 4.75 frutos fecundados respectivamente. Las flores de *Jatropha curcas* L. bajo observación después

de ocurrida la antesis durante 1 hora por 3 días, fueron visitadas durante el día por:

***Apis mellifera***

A este insecto se le considera como la más frecuente debido a que su actividad es desde las 7 am hasta las 3 pm.

***Symmorphus sp***

Su actividad fue registrada desde las 8 am hasta las 11 am

***Bombu terrestres***

Su actividad registrada fue desde las 7 am hasta 12 pm.

***Pepsis ruficornis***

Su actividad registrada fue desde las 7 am 10 am

***Trigona truculenta***

Su actividad registrada fue 8 am hasta las 11 am.

***Pepsi sp***

Su actividad registrada fue desde las 9 am hasta las 11 am

Las plantas de la especie *Jatropha curcas* son monoicas, esto es, las flores masculinas y las flores femeninas están en forma separada en la misma planta. Esta situación contrasta con las especies dioicas (como el pistacho,

con árboles masculinos y femeninos en forma separada) o con las especies hermafroditas (como el almendro, en el que cada flor tiene las partes masculina y femenina). El período de liberación de polen de las flores masculinas no se sobrepone completamente con el período de receptividad de las flores femeninas. Este fenómeno se conoce como dicogamia. *Jatropha curcas* es protándrica, es decir las flores poseen una forma de dicogamia en la que las flores masculinas liberan el polen antes que las flores femeninas estén receptivas. La secuencia de floración indica que las flores femeninas abren desde el segundo día hasta el sexto día, mientras que las flores masculinas abren desde el primero hasta el último día del período de floración de la inflorescencia. La planta produce flores en inflorescencias tipo racimo. Las flores son unisexuales y las flores femeninas y masculinas son producidas en la misma inflorescencia. Normalmente, las inflorescencias producen una flor femenina central rodeada por un grupo de flores masculinas. Numéricamente, cada inflorescencia produce 1 a 5 flores femeninas y 25 a 93 flores masculinas. La relación promedio entre flores masculinas y femeninas es 29:1. Cada inflorescencia, una vez iniciada la floración, florece diariamente, durando el período de floración alrededor de 10 días. Las flores masculinas son pequeñas (6 a 8 mm), sin olor y con forma aplanada parecida a una pequeña bandeja. Poseen cinco pétalos, cinco sépalos y diez estambres. Los granos de polen son amarillos y globulares, con un tamaño que varía entre 81  $\mu\text{m}$  y 89  $\mu\text{m}$ . La base de las flores contiene pequeñas cantidades de néctar. Estas flores caen mayoritariamente al tercer día. El porcentaje natural de cuaja en las inflorescencias varía entre 37% y

61%. Los frutos individuales inician su crecimiento inmediatamente después de ocurrida la fertilización de los óvulos. Para alcanzar el tamaño final los frutos requieren de un período de dos meses. Los frutos son inicialmente verdes, luego amarillos y finalmente café o negros. El porcentaje natural de cuaja en las inflorescencias varía entre 37% y 61%. Los frutos individuales inician su crecimiento inmediatamente después de ocurrida la fertilización de los óvulos. Para alcanzar el tamaño final los frutos requieren de un período de dos meses. Los frutos son inicialmente verdes, luego amarillos y finalmente café o negros (Centro Regional de Investigación INIA Intihuasi, 2010).

Con el mejoramiento genético de las plantas se espera contribuir sustancialmente a una mayor productividad agrícola; sin embargo, esto no se puede llevar a cabo simplemente con el potencial genético de las variedades, sino mediante la obtención de variedades que estabilicen su producción a través de la resistencia o tolerancia a malezas, a daños causados por plagas y enfermedades, a la sequía, al calor, frío, viento o a otros factores negativos. Además, estas variedades deben poseer mayor eficiencia fisiológica en la absorción de nutrientes; deben ser capaces de aprovechar mejor el agua, los fertilizantes y, en general, ser tolerantes a determinado factor ambiental, características que tienden a controlar las fluctuaciones extremas de los rendimientos. Otros de los factores que deben tomarse en cuenta para incrementar la producción consiste en mejorar las prácticas agrícolas, incluyendo entre éstas la buena fertilización (abonado) de las tierras, una efectiva rotación de cultivos, mejores metodologías para trabajar la tierra y

una lucha más eficaz contra las malas hierbas, enfermedades y plagas. También debe considerarse la utilización de maquinaria agrícola adecuada a la producción, conservación, almacenamiento y transporte.

## **6.7. Del rendimiento de granos por hectárea**

El cuadro 11, presenta el análisis de varianza para el rendimiento de granos por hectárea el mismo tuvo diferencias estadísticas altamente significativas al 99% ( $P \leq 0.01$ ) para las fuentes de variabilidad Factor A (métodos de polinización), Factor B (ecotipos de piñón) e interacción  $A \times B$  ratifica la significación estadística implica el efecto de los métodos de polinización sobre los ecotipos estudiados (Rendimiento de granos). El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) con un valor de 90.1% explica muy bien la relación y correlación entre los tratamientos estudiados y el rendimiento de granos por hectárea, por otro lado, el valor obtenido para el coeficiente de variabilidad (CV) de 14.8%, se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de Duncan (gráfico 13), reveló diferencias significativas entre los promedios de los niveles del Factor B (ecotipos), siendo que el nivel B2 (Caballococha) con un promedio de 945.14 granos. $ha^{-1}$  de rendimiento fue estadísticamente superior al promedio alcanzado por el nivel B1 (Totorillayco) quien obtuvo un promedio de 498.95 granos. $ha^{-1}$ . La prueba de Duncan (gráfico 14) para los promedios de los niveles del Factor A (métodos de polinización) también reveló diferencias significativas entre tratamientos,

donde el nivel A2 (Sorbete) arrojó el mayor promedio con 822.21 granos.ha<sup>-1</sup> de rendimiento, siendo estadísticamente igual al nivel (tratamientos) A3 (Pincel) quien obtuvo un promedio de 786.92 granos.ha<sup>-1</sup> y superando estadísticamente a los promedios A1 (Natural) y A4 (Embolsado) quienes reportaron promedios de 705.58 granos.ha<sup>-1</sup> y 573.46 granos.ha<sup>-1</sup> de rendimiento respectivamente.

El gráfico 15, sobre los efectos principales de la Interacción de los niveles del factor A (Métodos de autopolinización) dentro de los niveles del Factor B (Ecotipos de piñón) la aplicación de los cuatro métodos de polinización evaluados reportaron promedios similares y más bajos con el ecotipo Totorillayco (A1), sucediendo lo contrario con el ecotipo Cabalcocha (A2) donde los rendimientos de granos.ha<sup>-1</sup> fueron superiores y en especial cuando se aplicó el método del Sorbete (A2). El gráfico 16, sobre los efectos principales de la interacción del B (Ecotipos de piñón) dentro de los niveles del Factor A (Métodos de autopolinización) revela que el ecotipo Cabalcocha (B2) arrojó el mayor rendimiento<sup>1</sup> con un promedio de 1146.87 granos.ha<sup>-1</sup> con la aplicación del método del Sorbete (A2), siendo además notorio los mejores resultados obtenidos con el ecotipo Cabalcocha (B2) en los diferentes métodos aplicados.

En cada ciclo generacional de las plantas reproducidas por autofecundación, la proporción de heterocigotes se reduce en 50%, en tanto, que los homocigotes aumentan en la misma proporción. Así, después de varias

generaciones se formaran líneas puras que reproducen fielmente sus características a través de las semillas, es decir, que dentro de una línea pura no existirá variación, debido a que ha alcanzado la homocigosis. En estas especies, la selección individual puede originar individuos homocigóticos puros, de caracteres uniformes, porque hay muchas probabilidades de haber seleccionado un homocigote. En teoría, una población autógena está formada por un número muy grande de homocigotes; sin embargo, en la práctica esto no sucede, debido a que algunos no se adaptan al ambiente y son eliminados por la selección natural, por lo que con el tiempo la población autógena consta de un número reducido de clases de homocigotes, a los que pertenece la mayoría de los individuos de la población. Por otra parte, Mendel demostró que a partir del heterocigote  $Aa$ , la autofecundación continua disminuye la heterocigosis en una proporción de 1:2 en cada generación. Esto significa que en pocas generaciones se llega a una población con igual número de individuos homocigotes  $AA$  y  $aa$ , y una producción muy pequeña de heterocigotes  $Aa$ . Pari, C.A.L (2008).

## VII. CONCLUSIONES

- 7.1** El presente experimento demuestra que se logró desarrollar los métodos de polinización para el mejoramiento del piñón blanco, se comprobó que el ecotipo Caballococha con la aplicación del método del sorbete obtuvo un mayor rendimiento de granos por hectárea con 1 146.87 granos/ha.
- 7.2** De los dos ecotipos estudiados, el ecotipo Caballococha obtuvo un mayor número de frutos fecundados (7.47 frutos) y que además el método natural obtuvo mayor fecundación con 10.18 frutos con ayuda de los agentes polinizantes como son las abejas y avispas. Para métodos de cruzamiento y mejoramiento genético entre ecotipos se utilizaría los métodos de embolsado y pincel que obtuvieron 7.34 y 6.52 frutos respectivamente.



## VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1** Perfeccionar y validar los métodos de polinización del embolsado y pincel para mejorar la productividad de grano del piñón blanco (*Jatropha curcas* L.).
  
- 8.2** Realizar otros trabajos de investigación con diferentes métodos que permitan una mayor efectividad en la producción de frutos.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALFONSO, José Ángel. (2007). Propagación del Piñón. Proyecto Gota Verde", Cortés, Honduras: FHIA.
2. BENEDÍ C, (1977). Flora Iberica VIII. ed. Euphorbiaceae. In: Castroviejo et al, eds. Madrid: CSIC, 1977; 191-297.
3. CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN INIA INTIHUASi (2010). SEMINARIO INTERNACIONAL: RESULTADOS PRELIMINARES DEL PROYECTO INIA / INNOVA CORFO "*Jatropha curcas* L. materia prima para producir biodiesel bajo condiciones edafoclimáticas de Chile semiárido". La Serena, jueves 5 de agosto de 2010.
4. CULTIVOS ENERGETICOS SRL. <http://www.jatrophacurcasweb.com.ar/>.
5. DE LA VEGA LOZANO, Jorge Alejandro. (2007). " *Jatropha curcas*". México: Agro Energía.
6. ECHEVERRIA, R. (2007). "Manejo del cultivo del Piñón Blanco en la Región San Martín".
7. ECHEVARRÍA, RONALD. (2007). "Piñón Blanco. Planta oleaginosa para la producción de aceite vegetal", Tarapoto: EEA "El Porvenir".
8. FALASCA, S. (2007). Distribución potencial del cultivo de Piñón (*Jatropha curcas*), Universidad Tecnológica Nacional, Buenos aires Argentina.
9. FORNI, M. (1988). Biología Floral y Reproductiva de *Solanum paniculatum* Editorial PLeise. Estado de Sau Paulo, Brasil. Pág.23-27.
10. GENTRY, A.H. (1974). Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae Biotropica 6:64-68.

11. HELLER, J. (1996). *Physic Nut, Jatropha curcas*. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected Crops. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome Italy. 66p.
12. IICA y MINISTERIO DE ASUNTOS EXTRANJEROS DE FRANCIA (1989). "Compendio de Agronomía Tropical"- Tomo II – Editorial IICA, San José, Costa Rica – Pág. 613 – 614.
13. JOERDENS-ROETTGER. Cagmar. (2007). "Piñón *Jatropha curcas*). Guía de Producción". Lima: GTZ, PRODUCE, DED.
14. KEANS & INOUYE. (1993). Mecanismos de Polinización y Receptividad de Estigma. Departamento de Ciencias Exactas. UNESP. Pág.204-206.
15. KOBILKE, H. (1989). "Untersuchungen zur Bestandesbegründung von Purgiernuß (*Jatropha curcas* L)" "Diploma thesis. University Hohenheim, Stuttgart.
16. LEÓN, J. (1987). 2° ed. Botánica de los cultivos tropicales. Ed. IICA. Costa Rica.
17. LÓPEZ GARCÍA, ARTURO JOSÉ (2011). Evaluación inicial del crecimiento y producción del Tempate (*Jatropha curcas* L.) en la finca El Plantel, Nindirí, Masaya. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente FARENA. Trabajo de graduación para optar al título de Ingeniero Forestal. Managua, Nicaragua. Octubre, 2011. 45 p.
18. OCTAGÓN S.A. Biocombustibles (2006). *Jatropha curcas* su expansión agrícola para la producción de aceites vegetales con fines de comercialización energética, Guatemala.

19. ONERN. (1992). Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de la Zona del Bajo Mayo. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Lima – Perú.
20. RATHEKE, B., y E. P. LACEY. (1985). Phenological patterns of terrestrial plants. *Annual Reviews Ecology Systematics* 16:179-214.
21. REYES Q. C. K. (2003). Fitorremediación de un suelo contaminado con petróleo empleando *Jatropha curcas* L., una planta productora de biodiesel. Colegio de Posgraduados. México.
22. RUIZ, M. E. (2008). "Fitomejoramiento" Tarapoto Universidad Nacional de San Martín, Área de Mejoramiento y Protección de Cultivos.
23. TENIENTE OVIEDO, Rodrigo, TAPIA VARGAS, Luis Mario, ZAMARRIPA COLMENERO, Alfredo, GONZÁLEZ ÁVILA, Alfredo, SOLIS BONILLA, Jasé Luis, MARTÍNEZ VALENCIA, Biaani, HERNÁNDEZ, MARTÍNEZ, Miguel (2011). Guía técnica para la producción de piñón mexicano (*Jatropha curcas* L.) en Michoacán. Campo Experimental Valle de Apatzingán Apatzingán, Mich. Julio de 2011. Folleto Técnico No. 2 - ISBN: 978-607-425-565-252 p.
24. SEVILLA, R. y Holle, M. (2004). Recursos Genéticos Vegetales. Edición. Luis León Asociados S.R.L. 1ra Edición. Pág.257-261. Lima- Perú.
25. TORRES, D. (1992). Escalas Valorativas en Angiospermas. Ingeniero Agrónomo. UNALM. Tesis profesional. Pág.75-78.

### **Linkografía consultada**

1. [http://www.ediciona.com/portafolio/document/0/2/2/3/estudios\\_con\\_base\\_en\\_la\\_floracion\\_de\\_jatropha\\_curcas\\_l\\_3220.pdf](http://www.ediciona.com/portafolio/document/0/2/2/3/estudios_con_base_en_la_floracion_de_jatropha_curcas_l_3220.pdf)
2. Estudios con base en la floración de *Jatropha curcas* L., realizados en Colombia. Jorge Andrés Guerrero Pinilla (2012).
3. <http://www.inia.cl/jatropha>
4. Pari Chávez Alex Lizandro, Universidad José Carlos Mariátegui. Módulo Mejoramiento Genético de las plantas.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación intitulado "Evaluación de cuatro métodos de polinización controlada en dos ecotipos de piñón blanco (*Jatropha curcas* L.) en la región San Martín", tuvo como objetivo evaluar los resultados de cuatro métodos de polinización controlada en dos ecotipos de piñón blanco y determinar la polinización controlada más efectiva. Se aplicó el diseño en bloques completos al azar con arreglo factorial 4 x 2 (4 métodos x 2 ecotipos) con 4 repeticiones y 8 tratamientos. Para los trabajos de mejoramiento se aplicó 4 metodologías de polinización controlada (embolsado, sorbete y pincel) y un tratamiento testigo (polinización natural).

El presente experimento demuestra que se logró desarrollar los métodos de polinización para el mejoramiento del piñón blanco, comprobándose que el ecotipo Caballococha con la aplicación del método del sorbete obtuvo un mayor rendimiento de granos por hectárea con 1 146.87 granos/ha.

Se determinó así mismo, que el ecotipo Caballococha obtuvo un mayor número de frutos fecundados (7.47 frutos) y que además el método natural obtuvo mayor fecundación con 10.18 frutos mediante agentes polinizadores como abejas y avispas. Para métodos de cruzamiento y mejoramiento genético entre ecotipos se recomienda los métodos de embolsado y pincel que obtuvieron 7.34 y 6.52 frutos respectivamente.

**Palabras Claves:** Ecotipos, polinización controlada, polinización natural, emasculado, frutos fecundados.

## SUMMARY

This research work entitled "Evaluation of four methods of controlled pollination on two ecotypes of white Pinion (*Jatropha curcas L.*) in the region San Martín" aimed to evaluate the results of four controlled pollination methods on two ecotypes of white pinion and determine the most effective controlled pollination. Design was applied in randomized complete block 4 x 2 factorial arrangement (4 x 2 ecotypes methods) with four (4) replications and eight (8) treatments. For improvement work, four methodologies controlled pollination (bagging, sorbet and brush) and a control treatment (natural pollination) was applied.

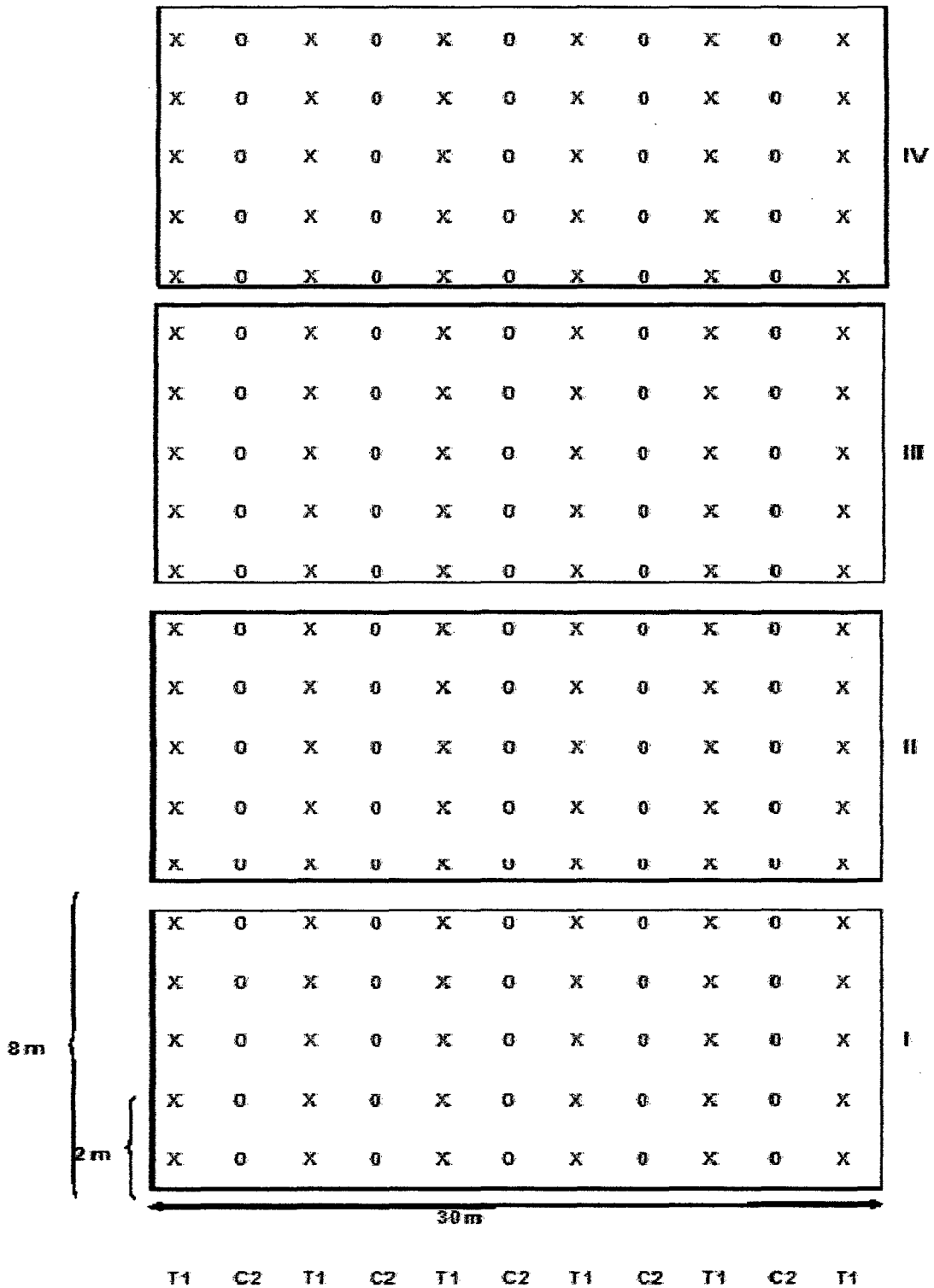
This experiment demonstrates that managed to develop methods for improving pollination white pinion and found that the Caballococha ecotype with the implementation of the straw method obtained higher grain yield per hectare 1 146.87 grains / ha.

It was found, also, that the Caballococha ecotype obtained a greater number of fertilized fruits (7.47 fruits) and the natural method scored higher fertilization with fruits by 10.18 pollinators like bees and wasps. For methods of fertilization and breeding improvement between ecotypes methods bagging and brush that obtained 7.34 and 6.52 respectively fruits is recommended.

**Keywords:** ecotypes, controlled pollination, natural pollination, emasculated, fertilized fruits.

Anexos

Croquis de campo



Leyenda : T1 → Totorillayco (X)  
 : C2 → Caballococha (O)