

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



TESIS

**DETERMINACIÓN DEL MOMENTO OPORTUNO PARA LA
INDUCCIÓN FLORAL DE *Jatropha curcas* L., UTILIZANDO BA
(6-BENCILADENINA) EN JUAN GUERRA – SAN MARTÍN - PERÚ**

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

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

ROGER CABRERA CARRANZA

**TARAPOTO – PERÚ
2016**

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

ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS

TESIS

**DETERMINACIÓN DEL MOMENTO OPORTUNO PARA LA
INDUCCIÓN FLORAL DE *Jatropha curcas* L., UTILIZANDO BA
(6-BENCILADENINA) EN JUAN GUERRA – SAN MARTÍN - PERÚ**

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

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
ROGER CABRERA CARRANZA**


COMITÉ DE TESIS




Ing. M.Sc. Luis Alberto Leveau Guerra
Presidente



Ing. Maria Emilia Ruiz Sánchez
Secretario



Ing. M.Sc. Segundo Darío Maldonado Vásquez
Miembro



Ing. M.Sc. Cesar E. Chappa Santa Maria
Asesor

DEDICATORIA

A mi familia por confiar en mí y brindarme todo el apoyo para seguir adelante, de manera especial a mis padres EDILBERTO CABRERA CORONEL Y NELLY CARRANZA SILVA, quienes con sus consejos y sacrificio dieron todo lo que estuvo dentro de sus posibilidades para que pueda culminar con éxito mi carrera profesional.

A mis familiares, amigos y amigas y docentes de la UNSM-T, por su apoyo moral y la confianza depositada en mí para la realización y culminación de este trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTO

A Dios, quien por su gracia me permitió tener una vida de crecimiento profesional, laboral y espiritual, agradezco a mis padres, quienes con su sacrificio continuo, dedicación y apoyo me dieron una gran herencia como es el estudio.

Al Ing. Ronal Gabriel Echeverría Trujillo, jefe del área de cultivos Bioenergéticos de la Estación Experimental el Porvenir- Juan Guerra; por el apoyo incondicional que me brinda en el desarrollo del trabajo de investigación.

A la Ing. Livinston Rengifo Gonzales y Ayda Karin Valles Ramirez; especialistas en el cultivo de piñón de la EEA. "El Porvenir", por el apoyo brindado en el desarrollo de mi trabajo de investigación.

A mis amigos Magno Pinedo Grandéz,, Harvey Grandéz Paredes; por el apoyo que me brindaron en el desarrollo de mi trabajo de investigación.

Al Ing.M.Sc. Cesar E. Chappa Santa Maria, y al Ing.M.Sc.Dr. Juan Carlos Guerrero Abad por el asesoramiento y la dirección profesional que me brindaron para desarrollar el presente proyecto de tesis.

ÍNDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1:	Análisis físico químico del suelo.....	23
Cuadro 2:	Análisis de varianza para el experimento.....	24
Cuadro 3:	Frecuencia de aplicación.....	25
Cuadro 4:	Análisis de varianza para la altura de planta (cm).....	31
Cuadro 5:	Análisis de varianza para el diámetro del tallo (cm).....	32
Cuadro 6:	Análisis de varianza para el número de flores femeninas por planta y por racimo (transformado vx).....	33
Cuadro 7:	Análisis de varianza para el número de flores masculinas por planta y por racimo (transformado vx).....	34
Cuadro 8:	Análisis de varianza para el número de frutos cosechados por planta en 4 ramas (transformado vx).....	35
Cuadro 9:	Análisis de varianza para el número de semillas cosechadas por planta y por rama (transformado vx).....	36
Cuadro 10:	Análisis de varianza para el peso de semillas por planta y por rama (g).....	37

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Página

Gráfico 1:	Prueba de duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de tratamientos en altura de planta (cm).....	31
Gráfico 2:	Prueba de duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de tratamientos en diámetro (cm).....	32
Gráfico 3:	Prueba de duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de tratamientos en el número de flores femeninas por planta y por racimo.....	33
Gráfico 4:	Prueba de duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de tratamientos en el número de flores masculinas por planta y por racimo.....	34
Gráfico 5:	Prueba de duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de tratamientos en el número de frutos cosechados por planta en 4 ramas.....	35
Gráfico 6:	Dispersión y regresión de los promedios de tratamientos.....	35
Gráfico 7:	Prueba de duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de tratamientos en el número de semillas cosechadas por planta y por rama.....	36
Gráfico 8:	Dispersión y regresión de los promedios de tratamientos.....	36
Gráfico 9:	Prueba de duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de tratamientos en el peso de semillas por planta y por rama.....	37

ÍNDICE

Página

RESUMEN

SUMMARY

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivo específico	2
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
3.1. Del cultivo de piñón	3
3.1.1. Morfología de la planta	3
3.1.2. Descriptores botánicos aplicados para caracterizar la morfología floral en <i>Jatropha curcas</i> L.	6
3.2. Exigencias del cultivo de piñón	9
3.2.1. Clima	9
3.2.2. Suelo	10
3.3. Manejo agronómico del cultivo de piñón	10
3.4. Inducción floral en piñón blanco <i>Jatropha curcas</i> L.	15
3.4.1. Uniformidad de los lotes de piñón previo a la inducción	15
3.4.2. La inducción floral	15
3.4.3. Muestreo de los ejes florales	15
3.4.4. Procedimiento para la inducción	16
3.4.5. Hormonas	16
3.5. Trabajos realizados en piñón <i>Jatropha curcas</i> L.	20
IV. MATERIALES Y METODOLOGÍA	22
4.1. Ubicación del campo experimental	22
4.2. Historia de campo experimental	23
4.3. Condiciones edáficas	23
4.4. Metodología	24
4.5. Conducción del cultivo	26
4.6. Variables evaluadas	29
V. RESULTADOS	31
VI. DISCUSIONES	38

VII. CONCLUSIONES	51
VIII. RECOMENDACIONES	53
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXOS	

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

- **BA.-** Benciladenina
- **BAP.-** Bencil amino purina
- **DDP.-** Días después de la poda
- **CLV3.-** Proteína específica de células madre
- **Kg. ha⁻¹ .-** Kilogramos por hectárea
- **Tn.-** Tonela
- **g/planta.-** Gramo por planta
- **Kg/planta.-** Kilogramo por planta
- **NPK.-** Nitrogeno, fosforo y potasio
- **ppm.-** Partes por millón
- **MINAG.** - Ministerio de Agricultura del Perú
- **FAO.-** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la
Agricultura

RESUMEN

El cultivo de piñón *Jatropha curcas* L., cuyo contenido de semillas es de aproximadamente 30-40% de aceite, es una materia prima ideal para la producción biodiesel de alta calidad. Sin embargo, las plantas de *Jatropha* tienen un bajo número de flores femeninas, que se traduce en un bajo rendimiento de semilla que no puede satisfacer las necesidades de la industria de los biocombustibles.

Por lo tanto, aumentando el número de flores femeninas es fundamental para incrementar el rendimiento de semilla. Este estudio se realizó en la región San Martín-Juan Guerra donde se ubica la estación experimental INIA en la cual se desarrollan acciones orientadas en la búsqueda de alternativas tecnológicas de cultivos energéticos que no afecten el medio ambiente, entre ellos el cultivo del Piñón. Bajo este contexto, el presente trabajo de investigación precisamente busca respuestas agronómicas óptimas mediante la poda y aplicación de citoquinina para evaluar el efecto del momento (días después de la poda) para la inducción floral de *Jatropha curcas* L., utilizando BA (6-benciladenina) en el desarrollo de flores femeninas.

Este estudio se basó con el objetivo de evaluar el momento de aplicación para la inducción floral en *Jatropha* del ecotipo totorillayco, utilizando como inductor BA (6-benciladenina). Se evaluó la aplicación de esta hormona a diferentes días después de la poda a los (15, 20, 25, 30, 35, 40) DDP, y se usó una sola concentración para todos los tratamientos (160 ppm). Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con 7 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento haciendo un total de 21 unidades experimentales. Los resultados muestran claramente que la aplicación de BA promueve significativamente desarrollo floración y tiene efectos de feminización en la *Jatropha*. Los tratamientos T7 (40 DDP; 104 DDP) con un rendimiento en la

primera cosecha de 270 kg,ha⁻¹ y T6 (35 DDP; 99 DDP) con un rendimiento de 216 kg.ha⁻¹ son los que mejor respondieron por que la planta ya tuvo el tiempo adecuado para su recuperación y aprovechamiento eficiente de la hormona aplicada.

Palabras Clave: biodiesel, cultivos energéticos, BA (6-benciladenina), momento de aplicación, días después de la poda (DDP), *Jatropha curcas* L.

SUMMARY

Pinion growing *Jatropha curcas* L., the content of seeds is about 30-40% of oil, it is an ideal raw material for producing high quality biodiesel. However, *Jatropha* plants have a low number of female flowers, which results in a low yield of seed that can not meet the needs of the biofuels industry.

Therefore, increasing the number of female flowers is central to increasing seed yield. This study was conducted in the San Martin region where the Juan Guerra INIA experimental station in which oriented the search for alternative technologies for energy crops actions do not affect the environment, including cultivation develop Pinion is located. In this context, the present research precisely seeks optimal agronomic responses by pruning and application of cytokinin to evaluate the effect of time (days after pruning) for floral induction of *Jatropha curcas* L using BA (6-benzyladenine) "in the development of female flowers.

This study is based on the objective of evaluating the time of application for floral induction *Jatropha totorillayco* echo type, using as inductor BA (6-benzyladenine).

The application of this hormone was evaluated at different days after pruning to (15, 20, 25, 30, 35, 40) DDP, and a single concentration for all treatments (160 ppm) was used. Block design was completely randomized with 7 treatments and 3 replicates per treatment for a total of 21 experimental units. The results clearly show that the application of BA significantly promotes flowering and development has feminizing

effects in *Jatropha*. The T7 treatment (DDP 40, DDP 104) with a yield in the first crop of 270 kg.ha⁻¹ and T6 (35 DDP 99 DDP) with a yield of 216 kg.ha⁻¹ are best answered by that the plant already had adequate time for recovery and efficient use of hormone applied.

keywords: biodiesel, energy crops, ba (6-benzyladenine), timing, days after pruning (ddp), *Jatropha curcas* L.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

Unidad de Bibliotecas Especializada y Biblioteca Central

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN NO EXCLUSIVO PARA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA EN REPOSITORIO DIGITAL

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: ROGER CABRERA CARRANZA		DNI : 47485279
Domicilio: Psje. Santa Isabel N°117 – Morales		
Teléfono 943956678	Correo Electrónico: nyxlaucher.-12@hotmail.com	

2. DATOS ACADÉMICOS

Facultad	: CIENCIAS AGRARIAS
Escuela Académico Profesional	: AGRONOMÍA

3. DATOS DE LA TESIS

Título: "DETERMINACIÓN DEL MOMENTO OPORTUNO PARA LA INDUCCIÓN FLORAL DE <i>Jatropha curcas</i> L., UTILIZANDO BA (6-BENCILADENINA) EN JUAN GUERRA – SAN MARTÍN - PERÚ"
Año de Publicación 2016

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente autorizo a la Unidad de Bibliotecas Especializadas y Biblioteca Central – UNSM – T, para que publique, conserve y sin modificarla su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en su Repositorio Institucional su obra a texto completo el citado título (Resolución Rectoral N° 212-2013-UNSM/CU-R).

ROGER CABRERA CARRANZA

DNI 47485279

Fecha de recepción: ____ / ____ / ____

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de *Jatropha curcas* L., es muy importante ya que es un cultivo energético de gran interés para la producción de biodiesel, de sus semillas se extrae entre 1100 a 1700 litros de aceite por hectárea por año (Ferreira, 2007). Este valor supera al de otros cultivos como la colza (1100 l/ha año), el girasol (960 l/ha año) o la soja (420 l/ha año) los cuales también son utilizados para la producción de biodiesel (Jongschaap *et al.* 2007).

Surgen varios riesgos relacionados con la producción de biocombustibles, como son los temas económicos, social, ambiental por el uso de grandes áreas debido a la baja producción, por lo que se está buscando una serie de nuevas técnicas de producción.

Razón por la cual concentra el interés determinar los periodos más oportunos de la aplicación de BA (6-benciladenina) para el estímulo floral en el cultivo del piñón *Jatropha curcas* L., para que mediante el uso de una hormona se pueda obtener mayores cantidades de flores y a la vez mayor cantidad de frutos por planta, el presente trabajo se desarrolló en el marco del proyecto “Piñón” impulsado por la Estación Experimental Agraria “El Porvenir” ubicado en Juan Guerra.

Para el desarrollo se usó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 7 tratamientos y 3 repeticiones a los cuales se aplicó la hormona BA (6-Benciladenina) a una concentración de 160 ppm en función de los días después de la poda (15, 20, 25, 30, 35, 40) obteniéndose como resultado que existen efectos de feminización de flores en el cultivo de *Jatropha*. Los tratamientos más sobresalientes son T7 (40 DDP; 104 DDP) con un rendimiento promedio en la primera cosecha de 270 kg,ha⁻¹ y T6 (35 DDP; 99 DDP) con un rendimiento de 216 kg,ha⁻¹.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Determinar los periodos más oportunos de la aplicación de BA (6-benciladenina) para el estímulo floral en el cultivo del piñón *Jatropha curcas* L., en Juan Guerra- San Martín- Perú.

2.2. Objetivo específico

- Evaluar la aplicación de la hormona BA (6-benciladenina) en siete periodos para el estímulo floral del piñón *Jatropha curcas* L., en Juan Guerra- San Martín- Perú.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Del cultivo de piñón

3.1.1. Morfología de la planta

a) Planta

Es un arbusto caducifolio de 4 - 6 m de altura; el diámetro del tronco aproximado es de 14 - 18 cm en arbustos adultos; con una corona delgada de ramas muy redondeadas y extendidas, las plantas jóvenes tienen una corona delgada e irregular; corteza externa lisa escamosa y muy delgada, de color pardo claro, con pequeñas lenticelas; corteza interna lisa verrugosa de color verde oscuro; látex blanquecino con sabor amargo, olor a hierba fresca; ramas de 3 – 5 cm de diámetro, de color verde claro y grisáceo con cicatrices marcadas (Samayoa, 2008).

b) Tallo

Los tallos crecen con una discontinuidad morfológica (no crece recto) es un cilindro robusto que produce ramas con savia láctea rojiza viscosa. (Samayoa, 2008).

c) Flor

Son actinomorfas y dispuestas en racimos, 5 sépalos, de 5 - 7 mm de largo, corola de color amarillo verdoso campanulada, los pétalos de 0.5 - 1 cm de largo; 10 estambres unidos en la base con algunos abortivos, los filamentos delgados, las anteras ditécicas, con dehiscencia longitudinal, 5 nectarios presentes a un costado de la inserción de los estambres, ovario supero,

trilocular con una placentación axilar, el estilo concrecente, el estigma dividido en seis partes (Mejia, 2006) .

En la inflorescencia, una flor femenina es rodeada normalmente por un grupo de las flores masculinas. Las flores masculinas abren por un período de 8 - 10 días en la inflorescencia. Las flores femeninas abren solamente 2 - 4 días y las bisexuales abren, pero raramente el ovario es funcional (Prakash, Patolia, Boricha, & N, 2007).

Las flores masculinas poseen 10 estambres, los sépalos y los pétalos, en las flores femeninas se agrandan gradualmente después de la fertilización de los óvulos y protegen de las condiciones ambientales al embrión (Prakash, Patolia, Boricha, & N, 2007).

La floración normalmente se da a los 120 a 150 días desde puesto la semilla en la bolsa aproximadamente (Torres, 2008).

d) Hojas

Las hojas del piñón son verdes, amplias y brillantes, largas y alternas, en forma de palmas pecioladas, la mayoría de 7 - 16 cm de largo y de alrededor del mismo ancho, con nervaduras blanquecinas y salientes en el envés, casi glabras pero más o menos pilosas debajo en las nervaduras. Normalmente se forman con 5 a 7 lóbulos acuminados, pocos profundos y grandes, con pecíolos largos de 10 a 15 cm. El piñón es un árbol de hojas caducas (caducifolio) durante la época de verano en yoro, es muy común ver los tallos sin hojas (Bártoli , 2008).

e) Fruto

Son cápsulas drupáceas y ovoides con diámetro de 1.5 a 3.0 cm. al inicio son carnosas, pero dehiscentes cuando se secan. El desarrollo del fruto toma entre 60 y 120 días, por lo general 90, desde la floración hasta la madurez de la semilla según las variedades, igualmente la reproducción se detiene al inicio del periodo de lluvias. Los frutos se presentan frecuentemente dispares y, el crecimiento de los frutos tardíos comienza hasta después de la maduración de los frutos tempranos.

El fruto es trilobular, dividido en tres partes, con una semilla en cada cavidad, formado por un pericarpio o cáscara dura y leñosa, indehiscente (que no se abre para que salga la semilla), hasta llegada la madurez, inicialmente es de color verde, pasando a amarillo, luego a café y por fin negro, cuando alcanza el estado de maduración (Bártoli, 2008).

f) Semilla

Es relativamente grande; cuando está seca mide de 1.5 a 2.0 cm de largo y 1.0 a 1.3 cm de diámetro. Debajo de la envoltura de la semilla (tegumento) existe una película blanca cubriendo la almendra; el albumen abundante, blanco, oleaginoso, conteniendo el embrión provisto de dos largos cotiledones achatados. La semilla de piñón, pesa entre 0.551 a 0.797 g, puede tener, dependiendo de la variedad y de los tratamientos culturales, en proporción de 33.7 a 45% de cáscara y de 55 a 66% de almendra. En esas semillas, según la literatura, se concentran: 7.2% de agua, 37.5% de aceite y

55.3% de azúcar, almidón, albuminoides y materiales minerales, siendo 4.8% de cenizas y 4.2% de nitrógeno (Bártoli , 2008).

g) Raíz

En cuanto a la forma de la raíz, ésta es variada debido a la forma de propagación de la especie, cuando es por semilla, sembrada directamente desarrolla un sistema normal, con 4 raíces laterales, una raíz principal en el centro y con las raíces finas en gran abundancia. Cuando la planta se origina de semilleros dispuestos en bolsas o tubos de plásticos, las raíces no pueden crecer de forma normal, formando algunos nodos, las raíces laterales llegan a presentar escamas y el desarrollo de las raíces finas es muy poca, por ello las raíces no pueden explorar tan profundamente (Sharma, 2007).

3.1.2. Descriptores botánicos aplicados para caracterizar la morfología floral en *Jatropha curcas* L.

(a) Componentes de rendimiento:

i. Color de la corola según estadio de desarrollo: Se aplica en cuatro flores de diferente racimo por planta, en un número proporcional a la muestra poblacional del número de plantas diferentes de cada material.

- a) Blanco.
- b) Verde claro a blanco.
- c) Amarillo claro a blanco.

Con base en este descriptor se puede estimar el estadio de desarrollo en cada flor, presentándose un color verde claro a blanco en los estadios más

tempranos y en la medida que madura tanto el gineceo como el androceo se va tornando más blanco el color de los pétalos masculinos y amarillo claro a blanco en flores femeninas (Guerrero, 2012).

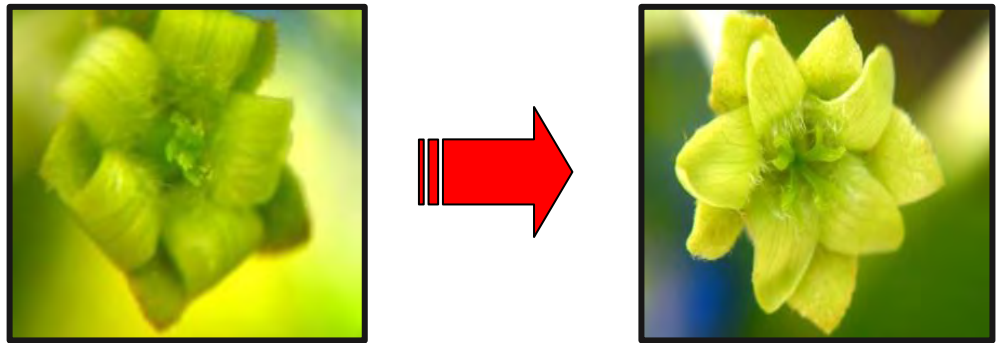


Figura 1: De izquierda a derecha: Flor femenina en estadio temprano y flor femenina en estadio maduro lista para la antesis.

ii. Posición de las anteras: Se hace la observación en cuatro flores masculinas de diferente racimo por planta, en plantas diferentes de cada material para hacer el debido contraste.

- a) Un cuarto hacia arriba.
- b) Medio.
- c) Un cuarto hacia abajo.

Dicho descriptor permite observar la forma en que se encuentran conformados y distribuidos los estambres y en ellos las anteras de la flor masculina en *Jatropha curcas* L., los cuales se agrupan en cinco estambres con cinco anteras en un estrato superior y en un estrato inferior un segundo grupo de cinco estambres con sus respectivas anteras (Guerrero, 2012).

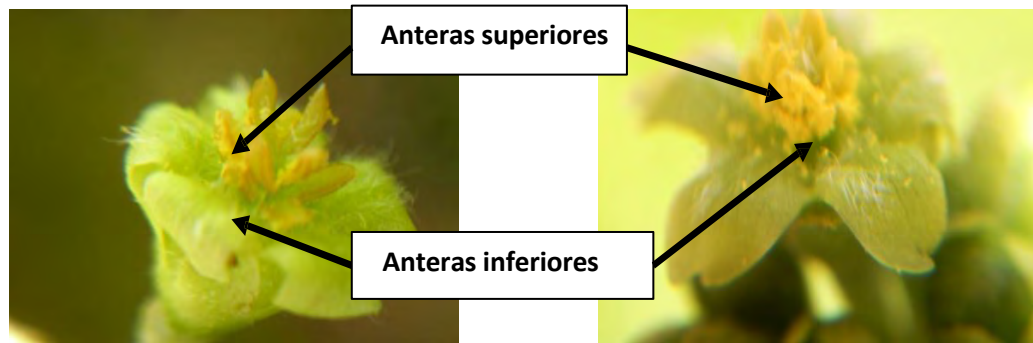


Figura 2: Posición de las anteras en la flor masculina de *Jatropha curcas* L.

iii. Presencia de granos de polen en el estigma maduro: Se observan mediante una lupa de mínimo 30 aumentos los granos de polen en el estigma de todas las flores que presentan apertura floral en diferentes racimos de la misma planta y estimar un promedio entre el número proporcional de plantas de cada material en cuestión.

Este descriptor permite reconocer las flores femeninas polinizadas y que entran en un estadio de cuajado de los frutos (Guerrero, 2012).

iv. Presencia de la apertura longitudinal de anteras: Se hace la observación mediante una lupa de mínimo 30 aumentos la apertura longitudinal de tres flores en diferente racimo de la misma planta, aplicando la observación a un número proporcional de plantas por cada material.

a) Se presenta.

b) No se presenta.

v. Gineceo maduro (pistilo, estilo, estigma): Observar mediante una lupa con un mínimo 30 aumentos la presencia completa de pistilo, estilo y estigma en el gineceo de cuatro flores femeninas que hayan manifestado

su apertura floral en los diferentes racimos, aplicado a un número proporcional de plantas por cada material.

Este dato es importante para determinar el tiempo en que se debe hacer la polinización mecánica en las flores femeninas para provocar autofecundación (Guerrero, 2012).

3.2. Exigencias del cultivo de piñón

Torres (2007), nos describe lo siguiente:

3.2.1. Clima

a) *Altitud*

La planta crece en elevaciones de 0 a 1500 m.s.n.m.m, la mejor elevación para la producción intensiva es de 0 a 500 m.s.n.m.m.

b) *Temperatura*

Es resistente al calor temperaturas de 18 a 28°C, aunque se planta en sitios con temperaturas de hasta 34°C; presente en forma natural o cultivada en varias regiones de la cuenca amazónica.

c) *Precipitación*

El requerimiento de agua está 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.

En Egipto se ha determinado que sólo necesita de 6 L de agua por semana durante su crecimiento (Kheira & Atta, 2009) y que la composición de los ácidos grasos no cambia con el régimen de irrigación.

3.2.2. Suelo

En cuanto al requerimiento de suelo, este cultivo 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.

El piñón se desarrolla sin limitaciones en suelos alcalinos y ácidos de pH de 5,0 a 7,5 dependiendo del contenido de carbonatos y aluminio para realizar prácticas correctivas y ofrecer condiciones óptimas de desarrollo.

3.3. Manejo agronómico del cultivo de piñón

a) *Desmalezado*

La *Jatropha* sobrevive cubierta por la maleza, pero con un crecimiento y la producción de frutas bastante deprimidos. Para tener mayor desarrollo es necesario mantener los campos libres de malas hierbas. La frecuencia depende del crecimiento de las malezas, en el caso de las plantaciones a pequeña escala (menores a 1 ha) 1 persona, podría ser suficiente para mantener el terreno libre de malas hierbas (Fact, 2009).

Se debe eliminarse todo tipo de maleza por los métodos que el productor desee. Esta tarea debe ser efectuada dos veces el primer año y luego controlar su no propagación (Torres, 2008).

b) *Abonamiento*

Como se menciona anteriormente, la planta de piñón se adapta a suelos con bajo contenido de nutrientes (Heller 1996), pero para obtener una cantidad alta de biomasa (Madera, frutos, flores, etc.), el cultivo tiene una alta demanda de fertilización con nitrógeno y fósforo (Achten *et al*, 2008 & Foild *et al*, 1996). Una buena fertilización puede aumentar la semilla y el rendimiento de aceite (Achten *et al*, 2008).

La primera aplicación de abonos orgánicos se hace al momento del trasplante de la planta, la segunda aplicación después de la primera poda de formación, posteriormente las aplicaciones se pueden realizar después de las podas de mantenimiento o gradualmente en cada dos meses, dependiendo de la disponibilidad del compost que se genera a partir del despulpado de frutos. (Valles, Echevarría, & Reiginfo, 2014).

Echevarría (2008), el piñón, aunque es tolerante a suelos de baja fertilidad, sin embargo, sus niveles de producción se elevan en suelos fértiles. Se recomienda que se realice el análisis de suelos para diseñar un plan de abonamiento. En el primer año el abonamiento se debe aplicar a razón de 5 a 20 toneladas por hectárea de acuerdo a la densidad, el abonamiento debe ser fraccionado un kilo al trasplante y 3 kilos después de la poda y al inicio de la

floración. Posteriormente se debe de agregar los residuos de la cáscara del fruto y de la torta de los granos. Para bajar la acidez de los suelos realizar encalados.

c) **Control fitosanitario**

La *Jatropha*, así como la mayoría de las plantas, son susceptibles a muchas plagas y enfermedades.

Al hablar de los efectos que las plagas y enfermedades tienen sobre el cultivo tenemos varias dependiendo de su agente. Entre las principales tenemos: muerte de las plantas, defoliación, marchites de frutos, pudrición, secado de las ramas, decoloración de las hojas que no permite que aproveche la luz, entre otros (Padilla & Monterroso 1999).

d) **Poda**

i. **Propósito de la poda**

Es provocar en la planta el crecimiento de varios tallos principales para aumentar el número de racimos por planta. En el cultivo depende de varios factores como la variedad, las condiciones de suelo, etc (Bártoli, 2008).

Conformar una estructura productiva que permita una buena penetración de los rayos solares con la finalidad de facilitar el paso del viento y contribuir a fortalecer las ramas productivas (Echeverria, *et al* , 2013).

ii. **Época más adecuada para podar**

Es durante la época seca, cuando las plantas han votado todas sus hojas. En la Región San Martín se ha comprobado que se presenta entre los

meses de junio – septiembre. Si la poda se aplica en la época húmeda los cortes realizados en las ramas podas quedan expuestos a la entrada de microorganismos, por las que la alta humedad ambiental, poca luminosidad y baja temperatura disminuyen la producción de rebrotes favoreciendo la entrada de hongos, provocando que las ramas se quemen y en algunos casos hasta la muerte de la planta (Echeverría, *et al* , 2013).

iii. Tipos de podas

La de formación y la de mantenimiento. La poda de formación se realiza dos meses después del trasplante o siembra directa, la mismo se realiza con una tijera, un cuchillo o machete eliminando la parte apical de la planta especialmente cuando se trata de la variedad Cabo Verde a 35 o 45 cm. de altura. Esta práctica realizada al inicio del período de lluvia propicia el desarrollo de ramas laterales. La poda de formación tiene como propósito mantener la planta en un tamaño que haga eficientes las diferentes labores de campo, en este caso la plantación debe mantenerse a una altura que no sobrepase los 2.0 m, la poda de formación en árboles adultos se debe realizar entre los meses de marzo y mayo con el objetivo de mantener la altura de los árboles y facilitar la cosecha de los frutos (Bártoli, 2008).

iv. Fundamentos fisiológicos de la poda

Tombesi (2007), indica las siguientes razones:

1. La circulación de la savia se realiza en forma vertical para alimentar más a las ramas más altas y verticales, en consecuencia, las ramas horizontales

o inclinadas tienen menor crecimiento. Esto se usa en el período de formación para favorecer o no el crecimiento de determinadas ramas.

2. Las podas severas favorecen el desarrollo de madera nueva, mientras que la falta de poda o poda muy suave favorece la fructificación.
3. Los brotes nacidos sobre ramos podados cortos son más vigorosos que los nacidos en ramos podados largos.
4. Para la formación de yemas florales, la rama debe estar bien iluminada y alimentada.
5. Las hojas son indispensables para el desarrollo de la madera y los frutos.

e) **Cosecha**

Los frutos son cosechados completamente maduros, cuando el epicarpio presente una coloración oscura, acentuándose su producción a partir del tercer año. La cosecha es manual, a los 7 meses es la primera cosecha con 2000 a 2500 kg.ha⁻¹ Luego de año y medio se efectúan dos cosechas anuales. Anualmente se obtiene alrededor de 10 Kg de frutos por planta, de las cuales, 4 Kg corresponden a la semilla. El rendimiento es de 25 Tn de frutos por hectárea y 10 Tn de semilla (con una población de 2.500 plantas por ha). Esta producción mejora con un régimen de lluvias adecuados en el año (Torres, 2007).

3.4. Inducción floral en piñón blanco (*Jatropha curcas* L.)

3.4.1. Uniformidad de los lotes de piñón previo a la inducción

Para que la operación de inducción sea uniforme se debe de mantener el cultivo con todas las prácticas básicas y realizar muestreos rutinarios por lote una vez cada 15 días para plagas, enfermedades y malezas para evitar desuniformidad por estas causas. Para realizar una inducción uniforme debe haber un cultivo uniforme. Otra consideración importante antes de realizar la inducción es el estado nutricional de las plantas. Si ha habido problemas con las raíces y el follaje a consecuencia de falta de nutrición apropiada de tal forma que la cantidad de raíces funcionales y el follaje son mínimos, hay que uniformizar la nutrición de la planta hasta llegar a los niveles que se consideran normales. Para esto el productor debe tomar muestras foliares, mediante la hoja D (la hoja más joven plenamente desarrollada) y luego adaptar el programa nutricional del cultivo basado en los resultados de las muestras (Delgado, 2014).

3.4.2. La inducción floral

La inducción floral se realiza normalmente a los 60 días después de la poda o cuando el eje (botón) floral tiene un diámetro de 0,5 cm, esta característica se debe observar en un 80% de los botones florales evaluados (Delgado, 2014).

3.4.3. Muestreo de los ejes florales

Elegir al azar 10 brotes por planta y 20 plantas por lote (1 Ha) y medir con ayuda de un vernier la base del botón floral que está

apareciendo, anotar esto en una tabla para luego obtener los promedios respectivos que determinen el momento oportuno el cual se determina cuando el 80% de los ejes florales tengan 0,5 cm de diámetro. En este último parámetro se observa la importancia de contar con plantaciones uniformes en cuanto a estado fisiológico y nutricional se refiere, puesto que el inductor floral sólo actúa en tejidos vegetales en activo crecimiento (Delgado, 2014).

3.4.4. Procedimiento para la inducción

Fisiológicamente la fitohormona que interviene en la inducción floral de la planta de *Jatropha* es una citoquinina. La planta contiene naturalmente citoquininas pero también se le puede aplicar directamente a la planta para acelerar el proceso de inducción floral logrando así reducir el ciclo del cultivo, uniformizar y compactar la cosecha, que es de mucho beneficio para la programación de la producción de acuerdo a las necesidades del mercado y el productor (Delgado, 2014).

3.4.5. Hormonas

Las hormonas vegetales son producidas sobre todo en los tejidos en crecimiento, especialmente en los meristemas de los casquetes en desarrollo en el extremo de tallos y raíces. El autor indica además que las hormonas estimuladoras de crecimiento son las auxinas, giberelinas y citoquininas (Villego, 2002).

El concepto clásico de hormona asume, como premisa fundamental, que el control hormonal del desarrollo está dictado por los cambios en la concentración de la hormona en las células diana. Este

criterio no es, sin embargo, suficiente para definir las hormonas vegetales, ya que la respuesta también está modulada por cambios en la sensibilidad de las células a las hormonas (Segura, 2011).

a) Citoquinina

Son hormonas vegetales naturales que estimulan la división celular en tejidos no meristemáticos, se utiliza frecuentemente para estimular el crecimiento y el desarrollo; siendo las más comunes: Kinetina, BA, 2 IP y PBA. Generalmente estimulan la división celular, también retardan el envejecimiento, mejoran la floración. Esto es de aplicación exógena de reguladores de crecimiento y el análisis de fitohormonas endógenas, mostró que los reguladores de crecimiento en plantas juegan un rol muy importante en el desarrollo floral (Krizek & Fletcher, 2005), (Iris, 2009), (Santer *et al*, 2009).

Aplicaciones exógenas de citoquininas han demostrado que incrementa la actividad en tejidos meristemáticos en inflorescencia y promueve la iniciación floral en muchas especies (Wang & Li, 2008), (Werner & Schmulling, 2009).

i. Efectos fisiológicos producidos por las citoquininas

- La respuesta puede variar dependiendo del tipo de citoquinina y de la especie vegetal.
- Estimula la división celular.
- Estimula la morfogénesis (formación de yemas).

- Estimula el desarrollo de las yemas laterales. Contrarresta la dominancia apical.
- Estimulan la expansión foliar debido al alargamiento celular.
- Puede incrementar la apertura estomática en algunas especies.
- Retrasan la senescencia foliar al estimular la movilización de nutrientes y la síntesis de clorofila.

Las citoquininas al igual que las giberelinas son hormonas vegetales, derivadas de la adenina y que están relacionados principalmente en los procesos de división celular. La Benciladenina (BA), es una citoquinina aromática que, al ser aplicada en las hojas, actúa como una hormona retardante de la senescencia, retrasando la degradación de clorofila, reduce el ritmo de respiración y mantiene el vigor de las células (Segura , 2013).

Las citoquininas son necesarias para la diferenciación y el crecimiento celular, inhibe la degradación de las proteínas y de los ácidos nucleicos, inhiben el envejecimiento y además, pueden alcanzar su punto de máxima concentración al dirigir el flujo de aminoácidos y otros nutrientes por toda la planta, se encuentran en bajas concentraciones en las plantas verdes, en las semillas, en la savia y siendo la cinetina el primer compuesto con las propiedades de la citoquinina, aunque fue aislada a partir del DNA del esperma del arenque, ya que no se encuentran en forma natural en las plantas; desde entonces se han aislado otras citocininas de las plantas, como la zeatina y la isopentenil

adenosina (IPA), las citoquininas evitan la represión genética y reactivan a los genes previamente reprimidos (Segura, 2011).

ii. Factores que influyen sobre la actividad

- **Luz roja:** provoca un aumento rápido del nivel de citoquininas.
- **Temperatura:** el paso de las citoquininas desde la raíz al xilema es mayor a bajas temperaturas.
- **Rotura de la dormición:** aumenta el nivel de citoquininas.
- **O₂ atmosférico:** a altas concentraciones promueve la germinación e incrementa el nivel de citoquininas.
- **KNO₃ ó (NH₄)₂SO₄:** aplicados al suelo aumenta el nivel de citoquininas en hojas y xilema.
- **Carencia de P:** disminuye el nivel de citoquininas.
- Estrés debido a sequía, inundación, salinidad, bajo pH: disminuye el nivel de citoquininas en tejidos y xilema.

iii. La Bencialadenina

Es una citoquinina sintética de primera generación que saca respuestas del crecimiento vegetal y del desarrollo, fijando las flores y riqueza estimulante de la fruta de la división celular estimulante. Es un inhibidor de la cinasa respiratoria en plantas.

Se utiliza para estimular los siguientes efectos: la división celular; emergencia de las yemas laterales (manzanas, peras, naranjas); la formación de brotes basales (rosas, orquídeas); flor (ciclamen, cactus); en frutas (uvas, naranjas, melones); también conlleva a un aumento de tamaño de la fruta, estimula la formación de brotes, flores, y es de apoyo regular en árboles frutales. Inhibe la senescencia de las plántulas de arroz. Mejora la brotación lateral y el crecimiento de brotes laterales, mejora de la producción de semillas en las espinacas. Aplicada por aplicación foliar, remojo, o la pintura. Su limitada capacidad de trasladar se utiliza para restringir efectos a la pieza de destino de la planta, por aplicación local. Se aplica en 30 g /ha de manzanos (Quiáo, 2015).

3.5. Trabajos realizados en piñón *Jatopha curcas* L.

Investigación realizada por, BMC Plant Biology de la Universidad de la Academia de Ciencias de Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencia y Tecnología de China (Yunnan, China 2014) “Análisis de las respuestas transcripcionales en brotes de inflorescencia de *Jatopha curcas* L., expuestos a tratamiento de citoquinina” realizado en el Laboratorio de Plantas Tropicales y uso Sostenible de Recursos, de la Academia China de Ciencias y se reportó lo siguiente:

Para seleccionar una concentración adecuada de BA para este estudio, se trataron los brotes de *J. curcas* de inflorescencia con 0, 0.5, 1.0, 2.0 y 4.0 mM de BA, dando como resultado el incremento en el número de flores, la relación de femeninas a las flores masculinas, número de frutos, número de semillas, y el rendimiento de semillas

aumentaron todas con la concentración de BA de 0,5 a 4,0 mM pero el que sobresalió fue la concentración de 4.0 mM. Este estudio fue similar a la de tres tratamientos consecutivos a intervalos de 1 día con 160 mg/L (0,71 mM) BA ambos resultaron en un aumento de 2,3 veces en el rendimiento de semilla final.

Investigaciones realizadas en Laboratorio de Cría molecular de plantas de energía , Xishuangbanna Tropical Jardín Botánico de la Academia China de Ciencias (Zhen & Fu, 2010) donde realizaron un experimento que tuvo 4 tratamientos BA con dosis de 80 mg/l, 160 mg/l, 320 mg/l obtuvieron un resultado de relación para flores femeninas tratadas con 80 mg/l (62.26 ± 34.41), 160 mg/l (156.00 ± 43.10) y 320 mg/l (138.16 ± 60.56) y para frutos / racimo para el testigo (12.92 ± 4.33), 80 mg/l (32.88 ± 17.15), 160 mg/l (58.04 ± 12.09) y 320 mg/l (54.04 ± 25.94).

El rendimiento final de semillas por inflorescencia se incrementó en 1,8 veces (BA en 80 mg/l) hasta 3,3 veces (BA a 160 mg/l). Inesperadamente, el contenido de aceite de las semillas aumentó significativamente de 31,7% (semillas de control) a 34,8% (BA-tratado en 160 mg/l).

Las inflorescencias tratadas con 160 mg/l de BA producen el mayor número de flores totales (784) y las flores femeninas (156), en contraste con las inflorescencias de control en el que sólo se encontraron 15 flores femeninas entre un total de 215 flores.

IV. MATERIALES Y METODOLOGÍA

4.1. Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en la estación experimental agraria “El porvenir”, - INIA ubicado en el km 14 del tramo Tarapoto -Picota (Juan Guerra) desde junio 2014 - agosto 2015. en la cual presenta las siguientes características:

a) Ubicación política

Distrito	:	Juan Guerra
Provincia	:	San Martín
Departamento	:	San Martín

b) Ubicación geográfica

Latitud Sur	:	06°35'28"
Longitud Oeste	:	76°18'47"
Altitud	:	330 m.s.n.m.m.

c) **Características climáticas**

Según Holdridge (1975), nos dice que el lugar donde se realizó la presente investigación se encuentra en la zona de vida de Bosque seco tropical (bs -T).

4.2.Historia de campo experimental

El campo experimental comprende un área dedicada netamente al cultivo de piñón anteriormente estas áreas estaban destinados al cultivo de arroz bajo riego.

4.3.Condiciones edáficas

De acuerdo al estudio detallado de suelos zona de bajo mayo, el área en estudio se encuentra ubicada en la formación fisiográfica de terrazas medias (MINAG – FAO 1971).

Cuadro 1: Análisis físico químico del suelo

Número	Características	Unidad	Valor
1	Acidez del suelo pH	Unidad	6.5
2	(CIC)	Cmol (+)/kg	16.99
3	Materia orgánica (M.O)	%	2.50

4	Nitrógeno disponible (N)	%	0.11
5	Fósforo disponible (P ₂ O ₅)	ppm	4
6	Potasio disponible (K ₂ O)	ppm	162
7	Calcio (Ca) ²⁺	meq/100	13.29
8	Magnesio (Mg) ²⁺	meq/100	3.29
9	Sodio (Na) ²⁺	meq/100	0.41
10	Aluminio (Al) ³⁺	meq/100	0.00
11	Hidrogeno (H) ²⁺	meq/100	0.00
12	Suma de bases	%	16.99
13	Saturación de bases	%	100.00
14	Textura	Unidad	Fra-Arc-Are

Fuente: Laboratorio de suelos del ICT- Banda de Shilcayo - 27/06/14

4.4. Metodología

4.4.1. Diseño y características del experimento

a. Diseño experimental

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con 7 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento haciendo un total de 21 unidades experimentales. El análisis de varianza del presente experimento tiene las siguientes características.

Cuadro 2: Análisis de varianza para el experimento

F. de V.	G.L
Bloque (r-1)	3 - 1 = 2
Tratamientos (t-1)	7 - 1 = 6
Error (r-1) (t-1)	(3-1) (7-1) = 12
TOTAL (rt-1)	21- 1= 20

b. Características del campo experimental

Área

Largo	: 42 m
Ancho	: 28 m
Área total	: 1176 m ²

Bloque o repeticiones

Largo	: 42 m
Ancho	: 8 m
Separación entre bloques	: 2 m
Área total del bloque	: 336 m ²
Nº de bloques	: 3

Parcelas

Número de parcelas/bloque	: 7
Largo	: 6 m
Ancho	: 8 m
Área total de la parcela	: 48 m ²
Área neta experimental	: 1008m ²
Nº Planta / parcela	: 08
Nº Planta / bloque	: 56
Nº Planta total	: 168
Nº total de unidades experimentales	: 21

4.4.2. Tratamientos estudiados

Cuadro 3: Frecuencia de aplicación

Nº	Tratamiento	Frecuencia de Aplicación (DDP)
1	T1	Testigo (sin BA)
2	T2	A los 15 y a los 79
3	T3	A los 20 y a los 84
4	T4	A los 25 y a los 89
5	T5	A los 30 y a los 94
6	T6	A los 35 y a los 99
7	T7	A los 40 y a los 104

*DDP: Días después de la poda.

4.5. Conducción del cultivo

a) Instalación del experimento

Se ubicó en la Estación Experimental Agraria “El Porvenir”, Carretera Fernando Belaúnde Terry Km. 13.2- Juan Guerra. En una plantación de piñón del ecotipo totorillayco de 60 días establecido en campo a un distanciamiento de 3 metros entre hileras y 2 metros entre plantas.

b) Control de malezas

Esta actividad se inició con el desmalezado de la parcela; con la ayuda de un machete, lampa; la cual tenía 2 meses ya establecida a un distanciamiento de 2 m entre planta y 3 m entre hileras.

Durante el desarrollo del experimento se realizaron 5 deshiebos en forma manual y mecánica utilizando como herramienta de trabajo machetes, lampa y motoguadaña, eliminando las malezas, con la finalidad de evitar daños en la

planta por competencia de nutrientes, luz y agua, dando de esta manera a la planta las condiciones para su máximo aprovechamiento del recurso.

c) Trazado del campo experimental

Consistió en la distribución de las unidades experimentales de acuerdo con el croquis del campo experimental planteado en el proyecto de tesis. Mediante el uso de estacas, rafia y wincha de 5 y 30 metros.

d) Etiquetado de las plantas a evaluar

Esta labor se realizó colocando una etiqueta por planta de 4 plantas por tratamiento, las cuales estaban ubicadas en el centro de cada tratamiento.

e) Poda de formación

Esta labor se realizó cuando el cultivo tenía una edad en campo de 120 días, con cortes en bisel a una altura de 30 cm del suelo, retirando los tallos principales o secundarios con la ayuda de una tijera podadora la cual estuvo desinfectada previamente, lo mismo se repitió en cada corte. Para la desinfección de las herramientas se contó con 2 recipientes uno con funguicida y el otro con desinfectante; para el funguicida se agregó 80 g de Oxiclورو de cobre (cupravit) en medio litro de agua. Para el desinfectante se agregó 25 gotas de lejía (hipoclorito de sodio) NaClO al 4% en 3 litros de agua y cada vez que se poda una planta se procedió a desinfectar la herramienta empleada.

f) Fertilización

Se realizó 2 aplicaciones de fertilizantes antes de la poda que son:

Primera aplicación de fertilizante 200 g/planta de NPK 20-40-60 en forma circular y distanciamiento de 20 cm de radio del tallo de la planta y 3 cm de profundidad.

Segunda aplicación de compost una cantidad de 400 g/planta en forma circular, torta de piñón 1.5 kg/planta en forma circular.

g) Control fitosanitario

Se realizó mediante la aplicación de los siguientes productos:

Aplicación de insecticida Bronco (chlorpyrifos, alpha cipermetrin) para el control de acaro (*Polyphagotarsonemus latus*) y piojo blanco (*Pseudococcus spp*). Esta aplicación se realizó 5 veces a una cantidad de 20 ml /20l de agua.

Aplicación de funguicida cupravit; se usó una cantidad de 50 g de cupravit en 20 l de agua.

h) Aplicación de BA (6-benciladenina) de cada tratamiento

h.1. En laboratorio

Preparación del inductor floral

Este proceso se basó en la preparación de la solución stock, de BA (6 - Benciladenina) a una concentración de 1000 ppm, a partir del cual se preparó la solución de 160 ppm de acuerdo al volumen que se necesitó.

h.2. En campo

Calibración del equipo aspersor

Se procedió realizar una aplicación con agua a 24 plantas para medir el gasto por tratamiento. Posteriormente se procedió a calcular para todos los tratamientos que se realizara la aplicación obteniéndose un gasto de 187 ml de BA (6 -Benciladenina), para la primera fase. En la segunda fase se realizó el mismo procedimiento el cual se obtuvo un gasto de 332 ml de BAP.

Aplicación

Se realizó en fracciones cada 15, 20, 25, 30, 35, 40 días luego se realiza una segunda aplicación a los 79, 84, 89, 94, 99, 104 días después de la

poda (DDP), la hormona utilizada es la BA (6-benciladenina). Se aplicó la misma cantidad de hormona (solución stock a 1000 ppm). De la cual se bajó la concentración a 160 ppm BAP, y se aplicó 30 ml/tratamiento en la primera fase y en la segunda fase fue 55.2 ml/tratamiento. La aplicación se realizó en horas de la mañana a las 6.30 – 7.00 am para lo cual se utilizó con la ayuda de un aspersor manual.

i) Cosecha

Fue manual para eso se utilizaron bolsas de papel debidamente etiquetadas con el número de bloque, número de tratamiento y el número de planta; en este proceso se tuvo en cuenta la madurez del fruto, se recolectaron los frutos de color amarillo hasta negro, para su respectiva evaluación.

4.6. Variables evaluadas:

✓ Altura de planta (mensual después del trasplante)

Para la medición de altura de planta se utilizó una wincha, tomando la medida desde la base del tallo hasta el ápice de la última hoja de la planta, se tomaron los datos hasta la cosecha.

✓ Diámetro de tallo.

Para la evaluación del diámetro de tallos, se usó un vernier para la toma de datos, el diámetro se tomó a una altura de 10 cm del suelo en el tallo principal esta evaluación se realizó antes de la primera aplicación y posteriormente en la segunda aplicación de la hormona.

✓ Nº de flores femeninas, abiertas por inflorescencia.

Se efectuó el conteo desde la aparición de las primeras inflorescencias a partir del mes de enero respectivamente.

✓ **Nº de flores masculinas abiertas por inflorescencia.**

Se efectuó el conteo desde la aparición de las primeras inflorescencias a partir del mes de enero respectivamente.

✓ **Nº de frutos cosechados por planta en 4 ramas.**

Se procedió a coleccionar los frutos maduros de las cuatro ramas etiquetadas por planta.

✓ **Nº de semillas cosechadas por planta en 4 ramas.**

Se procedió a coleccionar los frutos maduros de las cuatro ramas etiquetadas por planta, y se procedió a contar el total de semillas.

✓ **Peso total de semillas.**

Se cuantifico el peso (en gramos) de 100 semillas, a partir del mes de mayo lo cual se llevó a kg producidos por hectárea.

V. RESULTADOS

5.1. Altura de planta

Cuadro 4: Análisis de varianza para la altura de planta (cm)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrático promedio	F.C.	Sig. del P-valor
Bloques	3749,238	2	1874,619	8,536	0,005 **
Tratamientos	941,143	6	156,857	0,714	0,646 N.S.
Error experimental	2635,429	12	219,619		
Total	7325,810	20			

C.V. = 12,4%

Promedio = 119,9

R² = 64,0%

** : Altamente Significativo

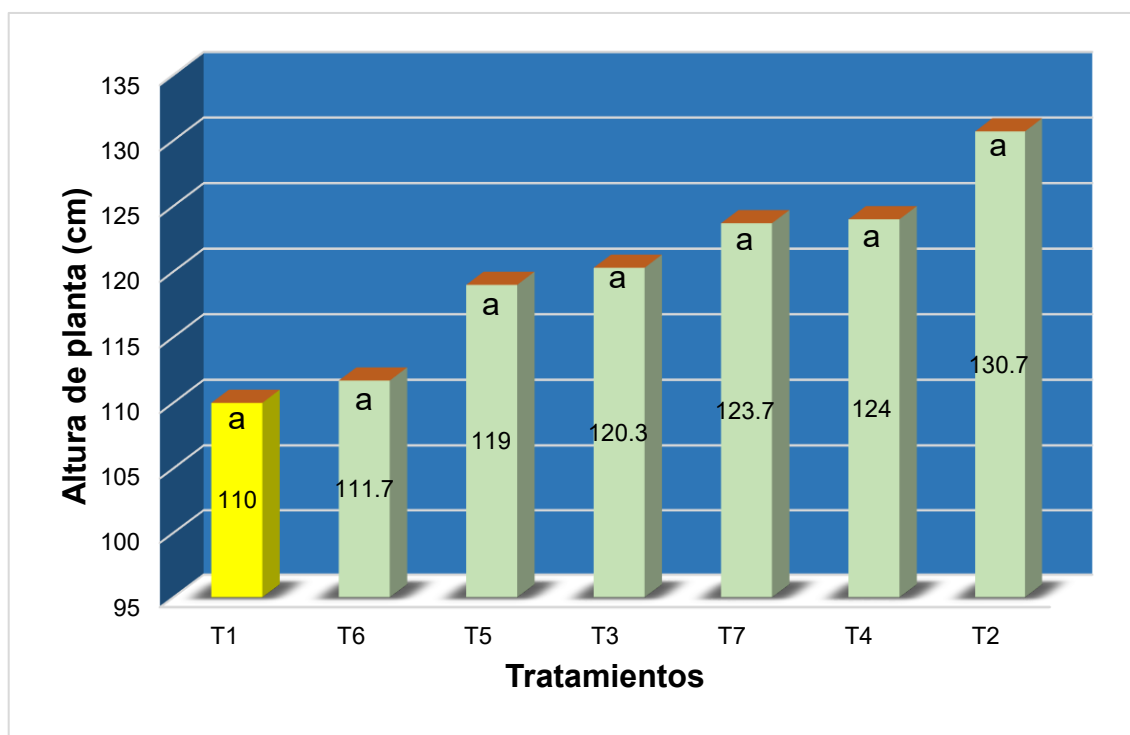


Gráfico 1: Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de tratamientos en altura de planta (cm)

5.2. Diámetro del tallo

Cuadro 5: Análisis de varianza para el diámetro del tallo (cm)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrático promedio	F.C.	Sig. del P-valor
Bloques	3,337	2	1,669	4,152	0,043 *
Tratamientos	1,340	6	0,223	0,556	0,757 N.S.
Error experimental	4,823	12	0,402		
Total	9,500	20			

C.V. = 10,4%

Promedio = 6,1

$R^2 = 49,2\%$

*: Significativo

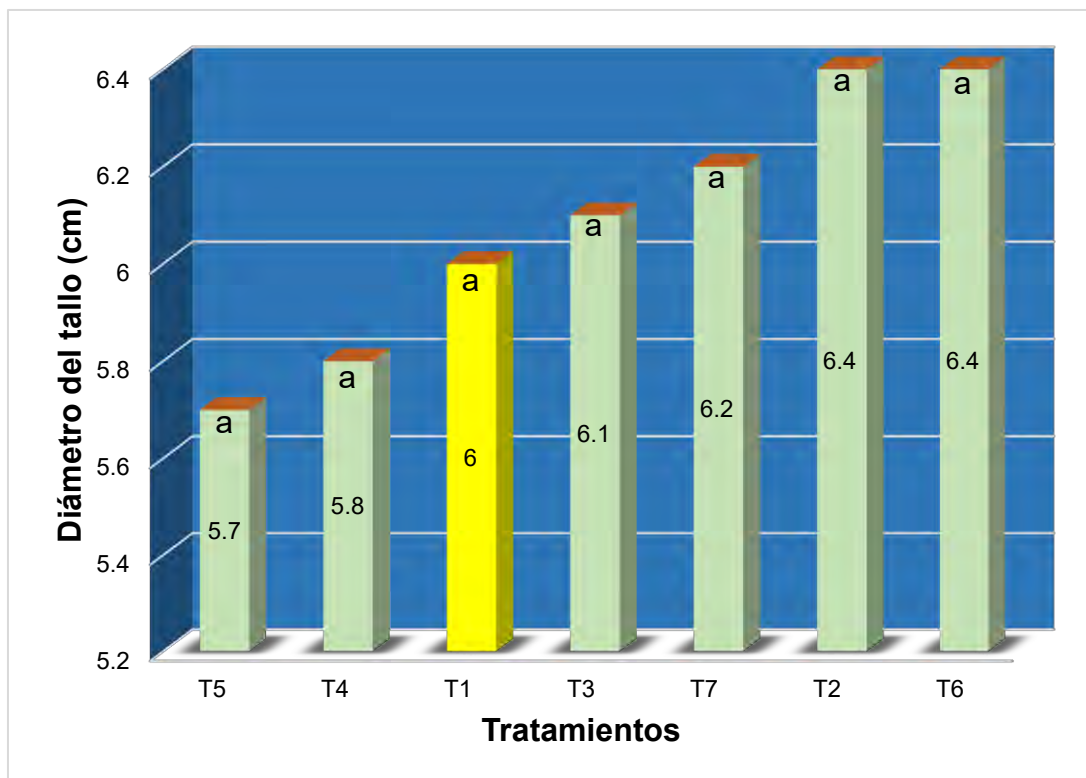


Gráfico 2: Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de tratamientos en diámetro (cm)

5.3. Número de flores femeninas por planta y por racimo

Cuadro 6: Análisis de varianza para el número de flores femeninas por planta y por racimo (Transformado Vx)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrático promedio	F.C.	Sig. del P-valor
Bloques	1,018	2	0,509	15,455	0,000 **
Tratamientos	1,436	6	0,239	7,267	0,002 **
Error experimental	0,395	12	0,033		
Total	2,850	20			

C.V. = 7,0%

Promedio = 2,6

$R^2 = 86,1\%$

** : Altamente Significativo

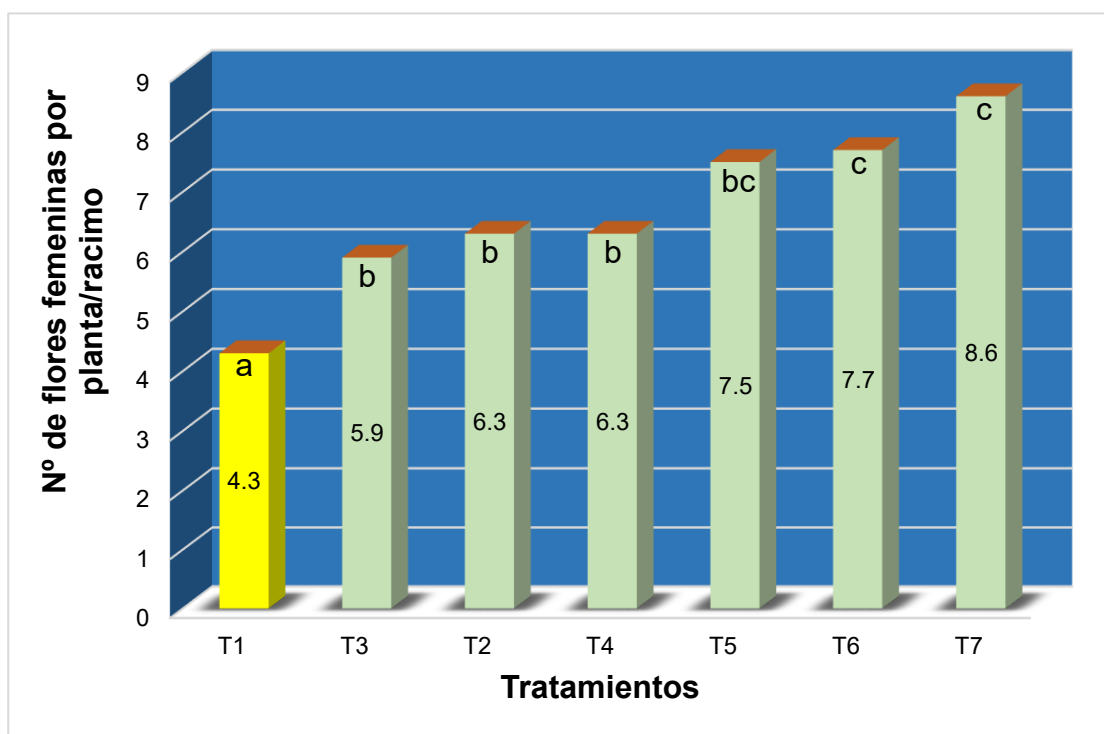


Gráfico 3: Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de tratamientos en el número de flores femeninas por planta y por racimo

5.4. Número de flores masculinas por planta y por racimo

Cuadro 7: Análisis de varianza para el número de flores masculinas por planta y por racimo (Transformado \sqrt{x})

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrático promedio	F.C.	Sig. del P-valor
Bloques	8,801	2	4,400	4,614	0,033 *
Tratamientos	28,103	6	4,684	4,911	0,009 **
Error experimental	11,446	12	0,954		
Total	48,350	20			

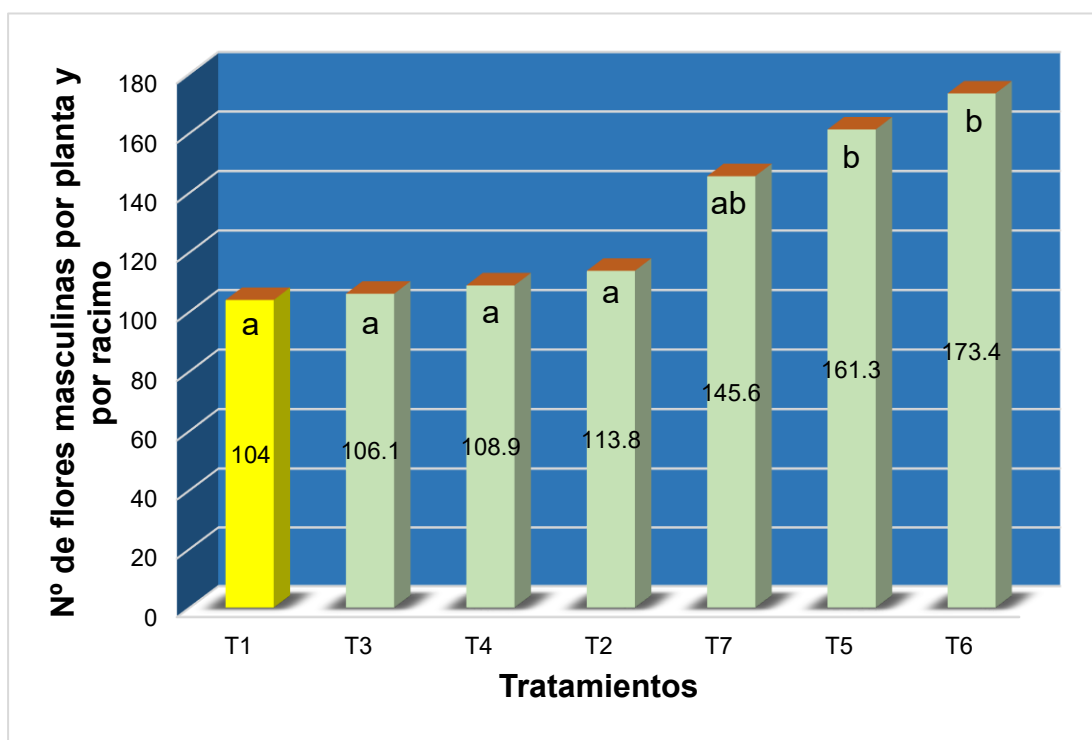
C.V. = 8,6%

Promedio = 11,4

$R^2 = 76,3\%$

** : Altamente Significativo

Gráfico 4: Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de tratamientos en el número de flores masculinas por planta y por racimo



5.5. Número de frutos cosechados por planta en 4 ramas

Cuadro 8: Análisis de varianza para el número de frutos cosechados por planta en 4 ramas (Transformado Vx)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrático promedio	F.C.	Sig. del P-valor
Bloques	1,003	2	0,501	12,103	0,001 **
Tratamientos	2,106	6	0,351	8,471	0,001 **
Error experimental	0,497	12	0,041		
Total	3,606	20			

C.V. = 8,1%

Promedio = 2,5

R² = 86,2%

** : Altamente Significativo

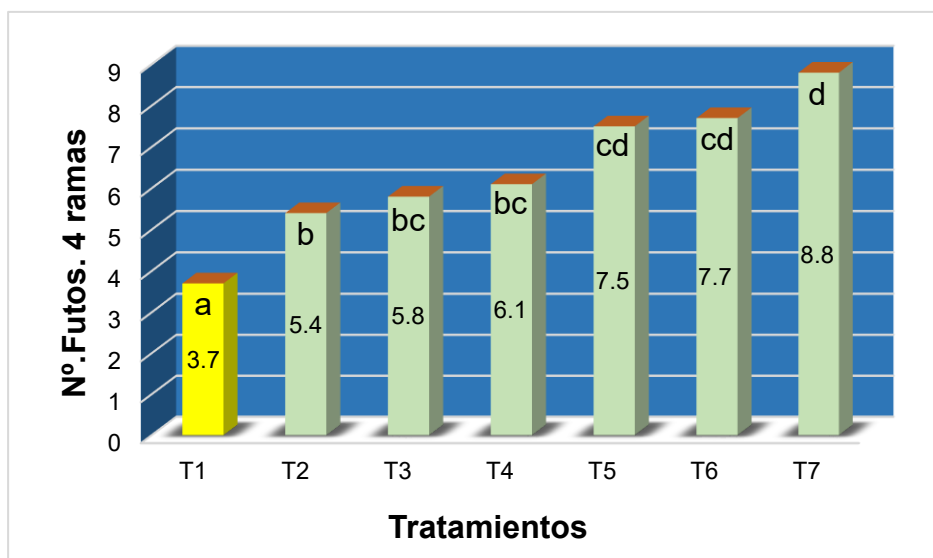


Gráfico 5: Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de tratamientos en el número de frutos cosechados por planta en 4 ramas

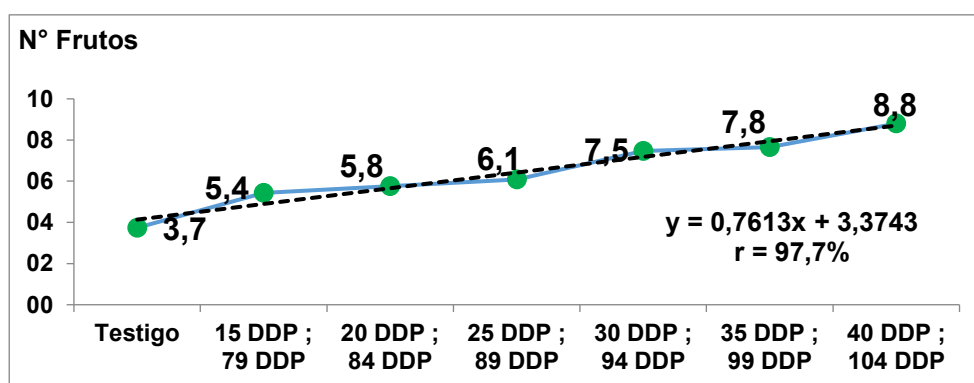


Gráfico 6: Dispersión y regresión de los promedios de tratamientos

5.6. Número de semillas cosechadas por planta y por rama

Cuadro 9: Análisis de varianza para el número de semillas cosechadas por planta y por rama (transformado Vx)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrático promedio	F.C.	Sig. del P-valor
Bloques	4,007	2	2,003	16,466	0,000 **
Tratamientos	5,011	6	0,835	6,865	0,002 **
Error experimental	1,460	12	0,122		
Total	10,478	20			

C.V. = 8,3%

Promedio = 4,2

$R^2 = 86,1\%$

** : Altamente Significativo

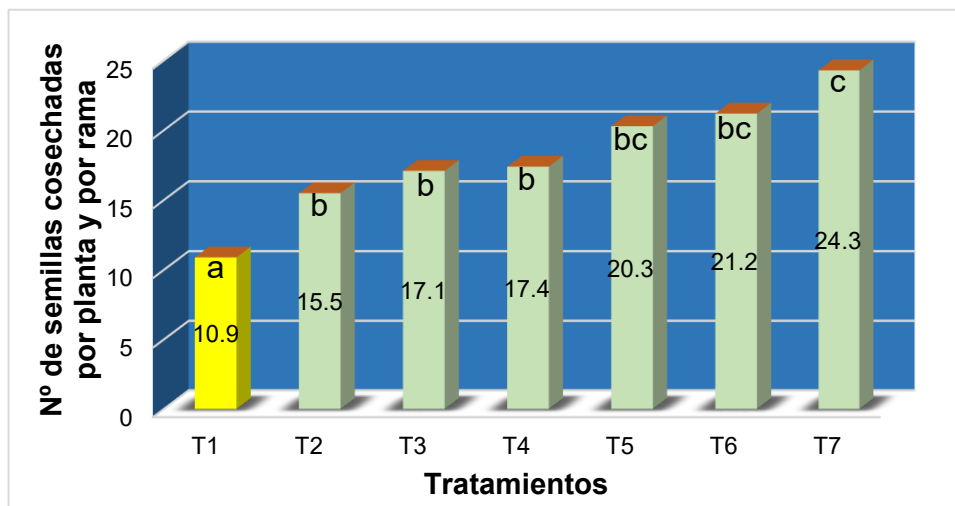


Gráfico 7: Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de tratamientos en el número de semillas cosechadas por planta y por rama

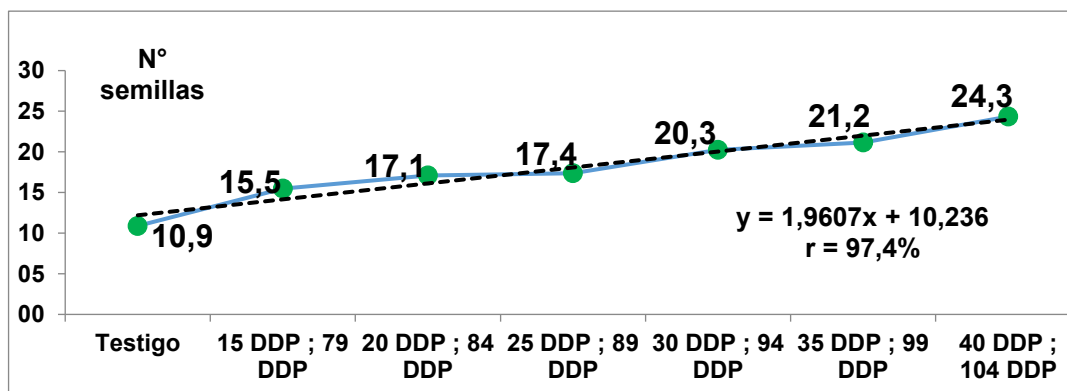


Gráfico 8: Dispersión y regresión de los promedios de tratamientos.

5.7. Peso de semillas por planta y por rama

Cuadro 10: Análisis de varianza para el peso de semillas por planta y por rama (g)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrático promedio	F.C.	Sig. del P-valor
Bloques	336,232	2	168,116	16,51	0,000 **
Tratamientos	440,526	6	73,421	7,21	0,002 **
Error experimental	122,194	12	10,183		
Total	898,952	20			

C.V. = 17,2%

Promedio = 18,6

$R^2 = 86,4\%$

** : Altamente Significativo

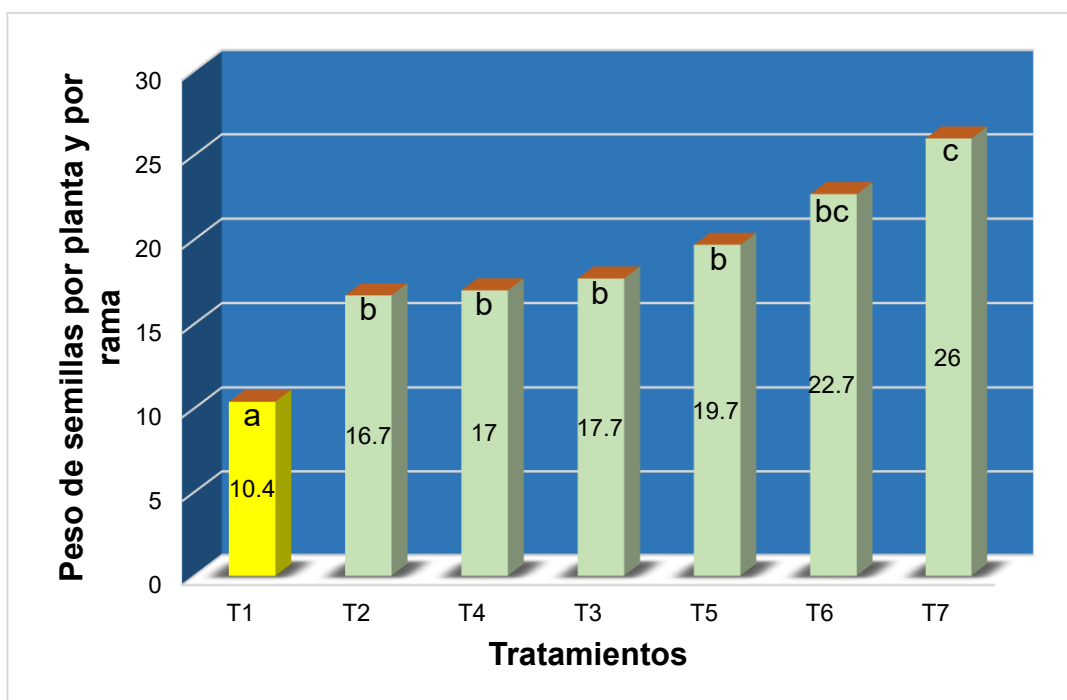


Gráfico 9: Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de tratamientos en el peso de semillas por planta y por rama

VI. DISCUSIONES

6.1. De la altura de planta

Al sistematizar y procesar la información obtenida para la altura de planta, el análisis de varianza (cuadro 4) determinó la no significancia estadística para la fuente de variabilidad tratamientos, lo que nos indica que no existió diferencias entre ellos, además el efecto que han ejercido los tratamientos estudiados sobre la altura de planta está explicado en un 64,0% (R^2) y el coeficiente de variabilidad (C.V.) con 12,4% nos refiere una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación en campo definitivo, propuesto por (Calzada, 1982).

Al realizar la prueba de rangos múltiples de Duncan a una $P < 0,05$ (gráfico 1) ratificó la no existencia de diferencias estadísticas entre promedios de tratamientos con aplicaciones de BA (6-BENCILADENINA), el cual reportó que los tratamientos T2 (15 DDP ; 79 DDP), T4 (25 DDP ; 89 DDP), T7 (40 DDP ; 104 DDP), T3 (20 DDP ; 84 DDP), T5 (30 DDP ; 94 DDP), T6 (35 DDP ; 99 DDP) y T1 (Testigo) obtuvieron promedios estadísticamente iguales entre sí con 130,7 cm, 124,0 cm, 123,7 cm, 120,3 cm, 119,0 cm, 111,7 cm y 110,0 cm de altura de planta respectivamente.

Segura (2013), señala que las citoquininas controlan el ciclo celular mediante una interacción positiva entre auxinas y citoquininas. En el conjunto de la planta, la importancia de las citoquininas en la regulación del ciclo celular se pone de manifiesto por la participación de estas hormonas en el mantenimiento de los meristemas, por lo tanto, esta hormona al estar indirectamente relacionado

con la división celular se deduce que no tiene efecto sobre el crecimiento en altura de la planta.

Es importante indicar que al hacer la poda extrema quitas dominancia apical, evitando la biosíntesis de auxinas, activando las yemas dormidas que están siendo reprimidas por ácido abscísico, sin embargo, las citoquinas se mueven a esos lugares y activan estas yemas promoviendo la división celular y comenzando a formarse nuevos meristemas, con los cuales se activa la biosíntesis de auxinas nuevamente en estos locales, lo interesante es que el efecto de floración está relacionado al periodo después de poda. Tal como lo corrobora (Devlin, 1970), quien observó que la yema apical o terminal de muchas plantas gozaba de un crecimiento muy activo, mientras que las yemas laterales permanecían inactivas y que, en estudios clásicos sobre la dominancia apical, se observó que después de cortar la yema apical el crecimiento de las yemas laterales resultaba estimulado, esto debido a que, al romper la dominancia apical, se estimula el crecimiento activo de las yemas laterales.

Así mismo, la FACT (2009), menciona que con una buena poda, las plantas de *Jatropha* desarrollan fuertes ramas laterales que pueden soportar el peso de los frutos. Bajo condiciones naturales, la *Jatropha* puede crecer hasta ser un árbol de unos 6 metros de altura con un ancho de corona de 6 metros, lo que hace muy difícil la cosecha y su producción de frutos se ve reducida por el tiempo de recuperación de las plantas después de cada cosecha.

6.2. Del diámetro del tallo

Al sistematizar y procesar la información obtenida para el diámetro del tallo, el análisis de varianza (cuadro 5) no determinó la significancia estadística para la fuente de variabilidad tratamientos, lo que nos indica que no existió

diferencias entre ellos, además el efecto que han ejercido los tratamientos estudiados sobre el diámetro está explicado en 49,2% (R^2) y el coeficiente de variabilidad (C.V.) con 10,4% nos refiere una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación en campo definitivo, propuesto por (Calzada, 1982).

Al realizar la prueba de rangos múltiples de Duncan a una $P < 0,05$ (gráfico 2) ratificó la no existencia de diferencias estadísticas entre promedios de tratamientos con aplicaciones de BA (6-BENCILADENINA), el cual reportó que los tratamientos T6 (35 DDP ; 99 DDP), T2 (15 DDP ; 79 DDP), T7 (40 DDP ; 104 DDP), T3 (20 DDP ; 84 DDP), T1 (Testigo), T4 (25 DDP ; 89 DDP) y T5 (30 DDP ; 94 DDP) obtuvieron promedios estadísticamente iguales entre sí con 6,4 cm, 6,4 cm, 6,2 cm, 6,1 cm, 6,0 cm, 5,8 cm y 5,7 cm de diámetro respectivamente.

La inducción floral (IF) es el proceso mediante el cual las yemas de los frutales, originalmente vegetativas, sufren cambios metabólicos que las preparan para transformarse en yemas florales. El proceso que sigue a la inducción floral se conoce como diferenciación floral y corresponde a la manifestación externa (cambio morfológico) de este proceso (Yuri, Lobos, & Lepe, 2002).

Para Vieira (2004), un incremento de la concentración de citoquininas, en el interior de la planta, mediante aplicaciones foliares no significa un incremento del diámetro de tallo, esto se debe a que las citoquininas incrementan la división celular en las partes jóvenes de las plantas ya que estas se encuentran en constante desarrollo.

Es por ello que, si se altera el desarrollo de la planta efectuando labores culturales como la poda, la planta tiene un cambio morfológico y fisiológico en su desarrollo. Como lo corroboran (Macedo y Gonzales, 2003); quienes señalan que

las plantas segregan sustancias en muy baja concentración, con una función fisiológica concreta, y que se transporta muy fácilmente a través de los vasos conductores. Dichas sustancias reciben el nombre de hormonas y se agrupan en función del tipo de receptor celular que presentan o de su función. Así mismo el Ácido Abscísico (ABA), es la última hormona descubierta por los fisiólogos en las plantas. Se caracteriza por inhibir el crecimiento de muchas partes de la planta.

6.3. Del número de flores femeninas por planta y por racimo

Al sistematizar y procesar la información obtenida para el número de flores femeninas por planta y por racimo, el análisis de varianza (cuadro 6) determinó la existencia de diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para la fuente de variabilidad tratamientos, lo que nos indica que al menos uno resulto ser siendo diferente a los demás, además el efecto que han ejercido los tratamientos estudiados sobre número de flores femeninas por planta y por racimo estuvo explicado en 86,1% (R^2) y el coeficiente de variabilidad (C.V.) con 7,02% nos refiere una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación en campo definitivo, propuesto por (Calzada, 1982).

Al realizar la prueba de rangos múltiples de Duncan a una $P < 0,05$ (gráfico 3) este ratificó la existencia de diferencias estadísticas entre promedios de tratamientos con aplicaciones de BA (6-BENCILADENINA), el cual reportó que los tratamientos T7 (40 DDP ; 104 DDP) y T6 (35 DDP ; 99 DDP) alcanzaron los mayores promedios con 8,6 y 7,7 flores femeninas por planta y por racimo, siendo estadísticamente igual al T5 (30 DDP ; 94 DDP) con 7,7 flores y superando estadísticamente a los tratamientos T4 (25 DDP ; 89 DDP), T2 (15 DDP ; 79 DDP), T3 (20 DDP ; 84 DDP) y T1 (Testigo) quienes obtuvieron

promedios de 6,3 flores, 6,3 flores, 5,9 flores y 4,3 flores femeninas por planta y por racimo respectivamente.

Los tratamientos T7 (40 DDP; 104 DDP) y T6 (35 DDP; 99 DDP) alcanzaron los mayores promedios ya que estos presentaron una mejor respuesta al momento de aplicación; el T7 y T6 son los tratamientos donde se producen mayor número de flores femeninas (8.6 y 7.7) en contraste con las inflorescencias de control T1 con 4.3 presentan un incremento de 2 veces más. Los resultados obtenidos se aproximan a los obtenidos por (Zhen & Fu, 2010) ya que ellos obtuvieron un incremento de 3.3 veces en el número de flores femeninas, las variaciones pueden deberse por diversos factores climáticos y edáficos y los cuales son corroborados por (Ávila, 2007) y (De la Vega, 2006), quienes aseveran que la floración ocurre en la época de lluvia y la muda de hojas en la estación seca. De igual forma en Brasil, (Galveas, 2008), indica que la floración inicia a partir de los meses de noviembre hasta mediados de marzo bajo condiciones de temperaturas y humedad elevadas.

Las hormonas citoquininas actúan principalmente en citocinesis está directamente relacionada con división celular ellas son sintetizadas en regiones meristémicas de la raíz y luego son transportadas hacia regiones apicales, sin embargo es muy conocido que en las regiones apicales las auxinas están siendo sintetizadas y estos dos grupos hormonales son antagónicos, pero como se sabe citoquininas y auxinas ellas no están relacionadas directamente con floración sin embargo, como lo menciona (E.Zeiger & L.Taiz, 2006), que señalan que existe crosstalks o rutas, no directas, pero que contribuyen a que otros factores hagan el papel en este caso de floración entrando de forma específica hay un grupo de peptídicos hormonales que son producidos en la región meristémica específicamente en CLV3 (Clavata) este péptido no deja pasar la transición de

estado vegetativo a reproductivo por qué él es responsable por mantener células no diferenciadas quien favorece a generar esa transición es un factor Transcripcional WUSCHEL (WUS), como señala (Azcón, 2001) el gen *WUS*, por tanto, especifica la identidad de las células troncales; de hecho, su expresión ectópica en la raíz es suficiente para especificar células troncales del tallo en la raíz.

Benavides, (2002) encontró que 6-benciladenina (BA, un compuesto sintético con actividad tratamiento CK) tenía una influencia significativa en el aumento de los números de la flor de *Speciosum* del *Lilium*.

Por otro lado, el prolongamiento para el inicio de floración de las plantas podadas se debe principalmente a que la poda drástica produce un retraso en el crecimiento vegetativo al ser eliminadas partes fotosintéticamente activas de la planta, así mismo estimula la emergencia de los brotes, al ser eliminada partes vegetativas de la misma. Como lo corrobora (Wittrock, 1989), al mencionar que, la poda es un proceso de disminución de la superficie foliar; cuanto menor es el número de hojas, tanto mayor es la merma de las sustancias nutricias elaboradas en tanto en los tratamientos T7 (40 DDP; 104 DDP) y T6 (35 DDP; 99 DDP) son los que mejor respondieron por que la planta ya tuvo el tiempo adecuado para su recuperación y aprovechamiento eficiente de la hormona aplicada.

Una de las razones más frecuentes del bajo rendimiento del cultivo de *Jatropha* es porque posee pocas flores femeninas como resultado de una muy baja relación de flores femeninas y masculinas, que, dependiendo del genotipo, es de aproximadamente 1: 29 - 1: 13) según (Raju and Ezradanam, 2002; Tewari *et at*, 2007).

6.4. Del número de flores masculinas por planta y por racimo

La sistematización y procesamiento de la información obtenida para el número de flores masculinas por planta y por racimo, el análisis de varianza (cuadro 7) determinó la existencia de diferencias altamente significancias ($P < 0,01$) para la fuente de variabilidad tratamientos, lo que nos indica que al menos uno resultado ser siendo diferente a los demás, además el efecto que han ejercido los tratamientos estudiados sobre número de flores masculinas por planta y por racimo estuvo explicado en 76,3% (R^2) y el coeficiente de variabilidad (C.V.) con 8,6% nos refiere una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación en campo definitivo, propuesto por (Calzada, 1982).

Al realizar la prueba de rangos múltiples de Duncan a una $P < 0,05$ (gráfico 4), este ratificó la existencia de diferencias estadísticas entre promedios de tratamientos con aplicaciones de BA (6-BENCILADENINA), el cual reportó que los tratamientos T6 (35 DDP ; 99 DDP), T5 (30 DDP ; 94 DDP) alcanzaron los mayores promedios con 173,4 y 161,3 flores masculinas pos planta y por racimo, siendo estadísticamente igual al T7 (40 DDP ; 104 DDP) con 145,6 flores masculinas y superando estadísticamente a los tratamientos T2 (15 DDP ; 79 DDP), T4 (25 DDP ; 89 DDP), T3 (20 DDP ; 84 DDP) y T1 (Testigo) quienes obtuvieron promedios de 113,8 flores, 108,9 flores, 106,1 flores y 104 flores masculinas por planta y por racimo respectivamente.

Como señala (Zhen *et al*, 2014) la aplicación BA a los meristemas de inflorescencia de *Jatropha* da como resultado en un aumento significativo en el número total de flores y número de flores femeninas de cada inflorescencia.

En una investigación realizada por (Sheng *et al*, 2014) en el cultivo de piñon la aplicación de la hormona le dio como resultado que la aplicación de BA

cambió las características de floración de *J. curcas* y notablemente aumentado el número de flores femeninas para mejorar el rendimiento de semillas.

6.5. Del número de frutos cosechados por planta en 4 ramas

La sistematización y procesamiento de la información obtenida para el número de frutos cosechados por planta en 4 ramas, el análisis de varianza (cuadro 8) determinó la existencia de diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para la fuente de variabilidad tratamientos, lo que nos indica que al menos uno resultó ser siendo diferente a los demás, además el efecto que han ejercido los tratamientos estudiados sobre número de frutos cosechados por planta en 4 ramas estuvo explicado en 86,2% (R^2) y el Coeficiente de variabilidad (C.V.) con 8,1% nos refiere una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación en campo definitivo, propuesto por (Calzada, 1982).

Al realizar la prueba de rangos múltiples de Duncan a una $P < 0,05$ (gráfico 5), este ratificó la existencia de diferencias estadísticas entre promedios de tratamientos con aplicaciones de BA (6-BENCILADENINA), el cual reportó que el tratamiento T7 (40 DDP ; 104 DDP) alcanzó el mayor promedio con 8,8 frutos cosechados por planta en 4 ramas, siendo estadísticamente igual a los tratamientos T6 (35 DDP ; 99 DDP), T5 (30 DDP ; 94 DDP) con promedios de 7,7 y 7,5 frutos cosechados y superando estadísticamente a los tratamientos T4 (25 DDP ; 89 DDP), T3 (20 DDP ; 84 DDP), T2 (15 DDP ; 79 DDP), y T1 (Testigo) quienes obtuvieron promedios de 6,1 frutos, 5,8 frutos, 5,4 frutos y 3,7 frutos cosechados por planta en 4 ramas respectivamente.

El efecto de las aplicaciones de BA (6-BENCILADENINA) en diferentes tiempos ejerció sobre una dispersión de los promedios (gráfico 8) del número de frutos cosechados por planta en 4 ramas una función de respuesta de carácter lineal positivo, el cual está descrita por la ecuación $Y = 0,7613 x + 3,3743$ y una alta relación de Correlación (r) igual a 97,7% entre la variable independiente (aplicaciones de BA (6-BENCILADENINA) en diferentes momentos) y la variable dependiente (número de frutos cosechados por planta en 4 ramas).

Así como lo corrobora (Echeverría *et al*, 2013) que precisa que el rendimiento de la planta de piñón depende de la cantidad de ramas porque, es, en las ramas terminales donde se forman las flores y los frutos dando así un mayor rendimiento por planta. Del mismo modo (Asturias, 2006), menciona que el rendimiento depende mucho de la cantidad de ramas y la aplicación de BA (6-BENCILADENINA) ayudan a incrementar flores y frutos incrementando su producción.

6.6. Del número de semillas cosechadas por planta y por rama

La sistematización y procesamiento de la información obtenida para el número de semillas cosechadas por planta y por rama, el Análisis de varianza (cuadro 9) determinó la existencia de diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para la fuente de variabilidad tratamientos, lo que nos indica que al menos uno resultó ser diferente a los demás, además el efecto que han ejercido los tratamientos estudiados sobre número de semillas cosechadas por planta y por rama estuvo explicado en 86,1% (R^2) y el Coeficiente de variabilidad (C.V.) con 8,3% nos refiere una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación en campo definitivo, propuesto por (Calzada, 1982).

Al realizar la prueba de Rangos múltiples de Duncan a una $P < 0,05$ (gráfico 7), este ratificó la existencia de diferencias estadísticas entre promedios de tratamientos con aplicaciones de BA (6-BENCILADENINA), el cual reportó que el tratamiento T7 (40 DDP ; 104 DDP) alcanzó el mayor promedio con 24,3 semillas cosechadas por planta y por rama, siendo estadísticamente igual a los tratamientos T6 (35 DDP ; 99 DDP), T5 (30 DDP ; 94 DDP) con promedios de 21,2 y 20,3 semillas cosechadas y superando estadísticamente a los tratamientos T4 (25 DDP ; 89 DDP), T3 (20 DDP ; 84 DDP), T2 (15 DDP ; 79 DDP), y T1 (Testigo) quienes obtuvieron promedios de 17,4 semillas, 17,1 semillas, 15,5 semillas y 10,9 semillas cosechadas por planta y por rama respectivamente, el T7 en el cual se aprecia que se incrementó en 2.23 veces el número de semillas el resultado obtenido se asemeja al trabajo realizado por (Zhen, Sheng, & Jun NI, 2014) los cuales emplearon una concentración de 0.71 Mm (160mg/l) dando un aumento de 2.3 veces el rendimiento final de semilla.

La evaluación de esta variable, también se determinó que el efecto de las aplicaciones de BA (6-BENCILADENINA) en diferentes tiempos ejerció sobre una dispersión de los promedios (gráfico 8) del número de semillas cosechadas por planta y por rama una función de respuesta de carácter lineal positivo, el cual esta descrita por la ecuación $Y = 0,7613 x + 3,3743$ y una alta relación de Correlación (r) igual a 97,7% entre la variable independiente (aplicaciones de BA (6-BENCILADENINA) en diferentes momentos) y la variable dependiente (número de frutos cosechados por planta en 4 ramas). Como lo confirma (Sheng *et al* , 2014) que señala se confirmó que la aplicación de BA es una forma efectiva o manera significativa de aumentar el número de flores femeninas y frutos, resultando en un mayor rendimiento de semilla en *J. curcas*.

6.7. Del peso de semillas por planta y por rama

La sistematización y procesamiento de la información obtenida para el peso de semillas por planta y por rama, el análisis de varianza (cuadro 10) determinó la existencia de diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para la fuente de variabilidad tratamientos, lo que nos indica que al menos uno resulto ser siendo diferente a los demás, además el efecto que han ejercido los tratamientos estudiados sobre el peso de semillas por planta y por rama estuvo explicado en 86,4% (R^2) y el Coeficiente de variabilidad (C.V.) con 17,2% nos refiere una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación en campo definitivo, propuesto por (Calzada,1982).

Al realizar la prueba de Rangos múltiples de Duncan a una $P < 0,05$ (gráfico 9), este ratificó la existencia de diferencias estadísticas entre promedios de tratamientos con aplicaciones de BA (6-BENCILADENINA), el cual reportó que los tratamientos T7 (40 DDP ; 104 DDP) alcanzó el mayor promedio con 26,0 g de peso de semillas por planta y por rama, siendo estadísticamente igual al T6 (35 DDP ; 99 DDP) con 22,7 g de peso de semillas y superando estadísticamente a los tratamientos T5 (30 DDP ; 94 DDP), T3 (20 DDP ; 84 DDP), T4 (25 DDP ; 89 DDP), T2 (15 DDP ; 79 DDP), y T1 (Testigo) quienes obtuvieron promedios de 19,7 g, 17,7 g, 17,0, 16,7 g y 10,4 g de peso de semillas por planta y por rama respectivamente.

Los factores climáticos y edáficos de la parcela estaría relacionado a que no llegó a un mayor rendimiento de frutos y a la vez una mayor cantidad de flores y semillas cosechadas como lo corroboran (Foidl,1996), señala que la planta

puede crecer en una amplia gama de suelos pero su mejor desarrollo se da en suelos arenosos o de grava con buena aireación. También (Gimeno, 2011) señala que debido a que la *Jatropha* no puede tolerar humedad permanente (inundaciones o encharcamientos) durante períodos largos (máximo una semana). Al encontrarse en estas condiciones no adecuadas, la conductividad del agua en las raíces disminuye y ocasiona que las hojas se sequen, lo cual reduce el intercambio de gases y a su vez disminuya el rendimiento de la planta.

VII. CONCLUSIONES

- 7.1. La aplicación de la hormona BA (6-BENCILADENINA) mostró ser una labor muy importante debido a que posee efecto benéfico en el cultivo de piñón, pues mediante esta práctica incrementamos la cantidad de frutos, por lo que esta labor estimula a la planta a la formación de un mayor número de flores femeninas, siendo el tratamiento T7, en el que se realizó la aplicación de este producto a 40 días después de la poda y 104 días después de la poda , la que presentó una mayor cantidad de flores, frutos; obteniéndose en este

tratamiento el más alto rendimiento en gramos por planta y por ende un mayor rendimiento de 270 kg.ha⁻¹ en la primera cosecha.

- 7.2. El tratamiento T7 (40 DDP; 104 DDP) y T6 (35 DDP; 99 DDP) se obtuvieron las mejores respuestas a la aplicación de BA (6-BENCILADENINA) y al tiempo de aplicación, obteniéndose un rendimiento en la primera cosecha de 270 kg.ha⁻¹ y 216 kg.ha⁻¹ respectivamente superando estadísticamente a los demás tratamientos. Como el número de flores femeninas es uno de los factores más significativos, relacionadas con el rendimiento, el aumento del número de flores femeninas y recién inducidos contribuyeron al incremento de la cantidad de frutos en comparación al testigo.
- 7.3. El desarrollo floral y la determinación del género de flores fueron críticos para optimizar los rendimientos de semilla de plantas monoicas, mostrando claramente que la aplicación de BA (6-BENCILADENINA) promueve significativamente el desarrollo de flores y tiene efecto feminizante en el cultivo de piñón.
- 7.4. Los momentos más oportunos de la aplicación de BA (6-BENCILADENINA) es a T7 (40 DDP; 104 DDP) y T6 (35 DDP; 99 DDP) debido que en estos tratamientos se obtuvieron los mejores rendimientos.

VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1. Para trabajos posteriores se recomienda la aplicación de esta hormona BA (6-BENCILADENINA) acompañado de un balance o una fertilización que cumpla todas sus demandas de nutrientes por parte del cultivo para que de esa manera la hormona sea aprovechada de un modo mucho más eficiente por parte de este cultivo.

- 8.2. Realizar estudios posteriores de momentos de podas para optimizar el rendimiento del cultivo del piñón aplicando BA (6-BENCILADENINA) pues el número de flores masculinas es muy alto en este cultivo.

- 8.3. La evidencia acumulada sugiere que la BA (6-BENCILADENINA) indujo a un aumento en el número de flores femeninas y debe ser aplicada en plantas de preferencia que tengan más de 2 o 3 años edad porque es ahí donde se tiene mayor eficiencia.
- 8.4. Realizar investigaciones comparativas en la respuesta a la aplicación de esta hormona BA (6-BENCILADENINA) en otros ecotipos de piñón existentes especialmente en Yoro.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Achten, W. et al (2008). *Jatropha bio-diesel production and use*. (en línea) Biomass and Bioenergy, 83 pp. Obtenido de https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/185565/2/WA_B%26B2008_OpenAccess.pdf
2. Asturias, R. (2006). *Biodiesel en Guatemala*, Octagon S.A. Guatemala.
3. Augustus, G. J. (2002). *Evaluation and bioinduction of energy components of Jatropha curcas*. Biomass & Bioenergy.
4. Azcón, J. (2001). *Fundamentos de fisiología vegetal*. Barcelona: MonoComp, S.A. Cartagena, 43. 28028 Madrid.
5. Azcón-Bieto, J., & Talón, M. (2013). *Fundamentos de Fisiología Vegetal* (Segunda ed.). Madrid, España: McGraw-Hill Interamericana de España, S. L.
6. Bártoli, A. (2008). *Manual para el cultivo de piñon (Jatropha curcas) en honduras*. Honduras.

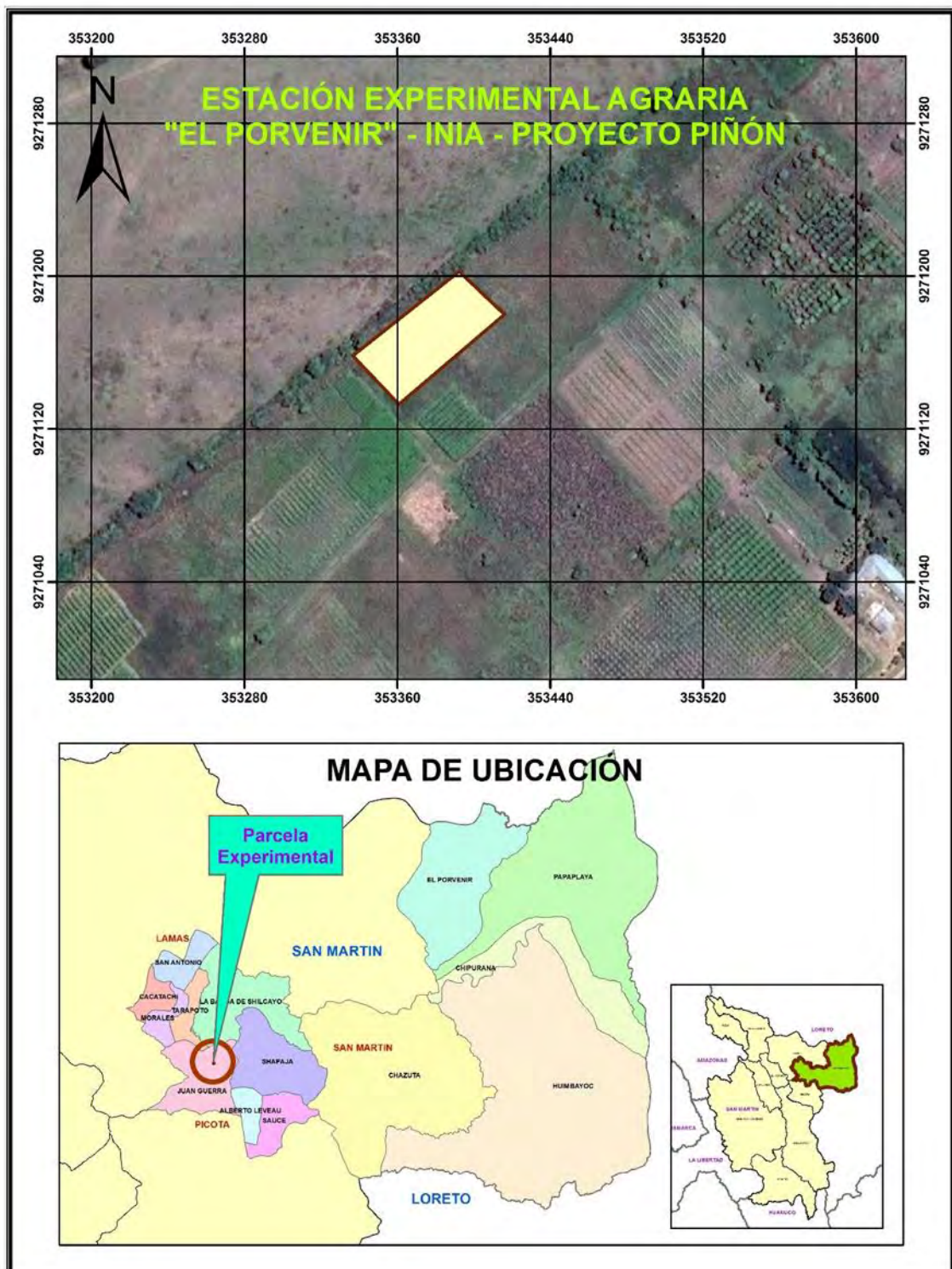
7. Bártoli, J. (2008). *Manual para el cultivo de piñon (Jatropha curcas)* en Honduras. La Lima.
8. Benavides, A. (2002). *Ecofisiología y bioquímica del estrés en plantas*. México.
Calzada, B. (1982). *Métodos Estadísticos para la Investigación*. Lima-Perú: Editorial Milagros S.A.
9. Criba, E. (2004). <http://www.criba.edu.ar>. Obtenido de <http://www.criba.edu.ar/agronomia/carreras/otras/materias/555/archivos/hormonas-fotosintesis-crecimientonutricion>.
10. Delgado, H. (2014). *Manual para la Inducción floral en Piñón Blanco (Jatropha curcas L.)*. Tarapoto: IDEART.
11. Devlin, R. (1970). *Fisiología vegetal Universidad de Massachusetts*. Barcelona – España: Ediciones Omega.
12. E. Zeiger, & L. Taiz. (2006). *Fisiología Vegetal*. España: Publicaciones de la universidad Jaume I. servicio de comunicacion y publicaciones.
13. Echeverría, et al (2013). *Manual de producción de piñon blanco jatropha curcas L.* Tarapoto- San Martín: Estilos Gráficos.
14. FACT. (2009). *Fuels From Agriculture In Communal Trechnology Manual de Jatropha*. Ywe Jan Franken con contribuciones de Flemming. Nueva York: establecimiento y manejo de plantas.
15. Ferreira, C. (2007). *Caracterização de frutos, sementes e plântulas e cultivo de embriões de pinhão-manso (Jatropha curcas L.)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras. Brasil.
16. Foidl N, F. G. (1996). *Jatropha curcas L. as a source for the production of biofuel in Nicaragua*. Bioresource Technology. Nicaragua.
17. Garcia, F., Roselló, J., & Santamaria, P. (2003). *Iniciación a la Fisiología de las Plantas*. Valencia : Editorial U.P.V.
18. Gimeno, V. S. (2011). *Physiological and morphological responses to flooding with fresh or saline water in Jatropha curcas*. Mursia: Environmental and Experimental Botany.
19. Guerrero, A. (2012). *Biología floral en Jatropha curcas L.* Llanos.
20. Iris, V. (2009). *The flowering of Arabidopsis flower development*. Plant J61:1014 -1028.
21. Jensen, W., & Salisbury, F. (1994). *Botánica Primera edicion español*. México: McGraw-hill,SA.

22. Jongschaap, R; Corre, W; Bindraban, P; Brandenburg, W. (2007). *Claim and facts on Jatropha curcas L.*: Global Jatropha curcas evaluation, breeding and propagation programme. Plant Research International. Wageningen UR. Stichting Het Groene Woudt. Laren.
23. Kheira, A., & Atta, N. (2009). *Respuesta de Jatropha curcas L. al déficit hídrico : el rendimiento , la eficiencia del uso del agua y las características de las semillas.* Revista de la sociedad Mexicana de biotecnología y Bioenergía A.C., 97-98.
24. Krizek, B., & Fletcher, J. (2005). *Molecular mechanisms of flower development: an armchair guide.* Nat Rev Genet 6: 688 - 698.
25. Mejia. (2006). *Los géneros de la familia Euphorbiaceae en México.* En Anuales Del Instituto de Biología (págs. 155-281). México: Ser. Bot.
26. Prakash, A. R., Patolia, J. S., Boricha, J., & N, C. a. (2007). *Floral biology flowering behaviour of Jatropha curcas L.* Agronomy and genetics, Wageningen, The Netherlands, Published By FACT Foundation.
27. Quiao, J. (2015). Wuanjie International. Obtenido de <http://www.wuzhouchem.com/cataloged/agro/pgr/6-ba.htm>
28. Salisbury, F., & Ross, C. (1994). *Fisiología Vegetal.* Primera Edición. México: Iberoamericana.
29. Samayoa, M. (2008). *Guía técnica del cultivo del tempate.* Ministerio de Agricultura y Ganadería. Guatemala: MAG.
30. Santer, A., Calderon, & Estelle, M. (2009). *Plant hormones are versatile chemical regulators of plant growth.* Nat Chem Biol 5: 301 - 307.
31. Segura, J. (2011). *Fundamentos de Fisiología Vegetal.* Madrid: MonoComp, S.A.
32. Segura, J. (2013). Citoquininas. En J. Azcón-Bieto, & M. Talón, *Fundamentos de Fisiología Vegetal* (Segunda ed., pág. 421-444). Madrid, España: McGraw-Hill Interamericana de España, S.L.
33. Sharma, N. a. (2007). *Plantation Management: Activities labour costs. Expert seminar on Jatropha curcas L .* Agronomy and genetics. Wageningen The netherlans. Published By FACT Foundation.
34. Sheng, M., Zhen, B., Juan, G., Ni, J., Niu, L., & Fu, Z. (2014). BMC Plant Biology. Obtenido de <http://www.biomedcentral.com/1471-2229/14/318>
35. Tombesi, A. (2007). *Técnica de Producción en Olivicultura.* Madrid: ARTEGRAF, S.A.

36. Torres, C. (2007). *Jatropha curcas*. Plantines Empresa de Cultivos Energeticos SRL Cooperativa El Rosario Ltda. Obtenido de <http://jatrophaargentina.blogspot.com>
37. Valles, A., Echevarría, R., & Reiginfo, L. (2014). *Abonamiento químico y orgánico del piñón blanco Jatropha curcas L*. Trapoto: IDEART.
38. Vieira, A. (2004). Citoquininas: *reguladores de la división celular*. En L. Z. Taiz, Fisiología vegetal (pág. 518-540). Sao Pablo: Artmed Editora S.A.C.
39. Villee, E. (2002). *Biología*. Séptima Edición. 875 Pág. México: McGraw-Hill.
40. Wang, Y., & Li, J. (2008). *Molecular basic of plant architecture*. Annu Rev Plant Biol 59: (pág. 253 - 279).
41. Werner, T., & Schmulling, T. (2009). *Cytokinin action in plant development*. Curr Opin Plant Biol 12: (pág. 527 - 238).
42. Yuri, J., Lobos, G., & Lepe, V. (2002). *Boletín Técnico del Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca*. Pomaceas boletin técnico.
43. Zacarías, L., & Lafuente, T. (2013). *Etileno, ácido abscísico y otros reguladores del desarrollo*. En J. Azcón, & M. Talón, Fundamentos de fisiología vegetal (pág. 445-465). Madrid : Mcgraw-Hill - Interamericana de España, S. L.
44. Zhen, B., & Fu, Z. (2010) www.Springerlink.com. Obtenido de Tratamiento de benciladenina aumenta significativamente el rendimiento de semilla de *Jatropha curcas* para combustible biológico: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00344-010-9179-3>
45. Zhen, B., Sheng, M., & Jun NI, F. (2014). *BMC Genomics*. Obtenido de <http://www.biomedcentral.com/1471-2164/15/974>

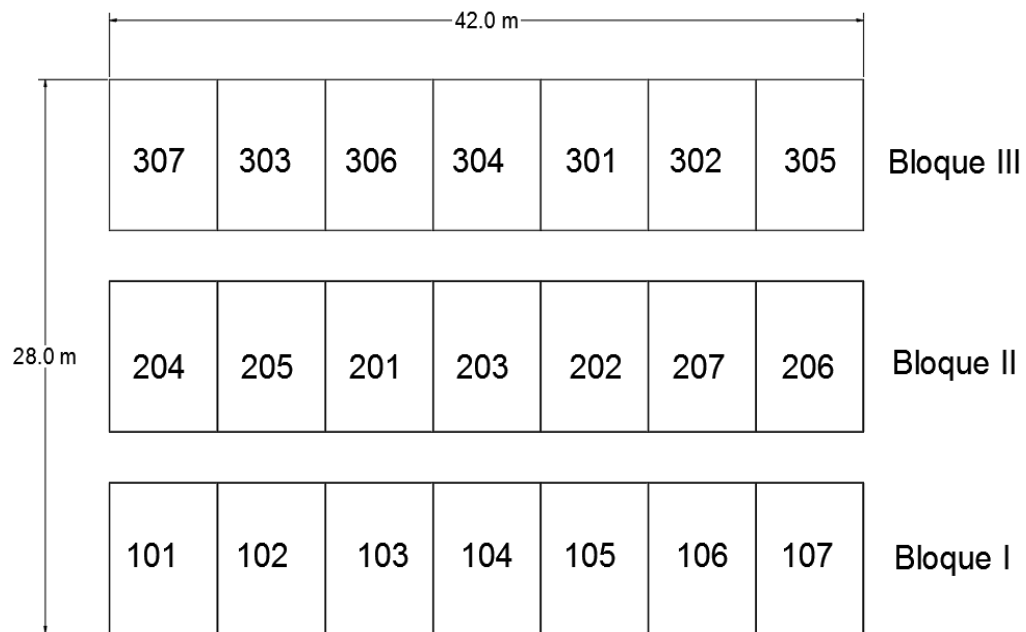
ANEXOS

ANEXO N° 1: Mapa de localización del proyecto en la EE INIA de Juan guerra.

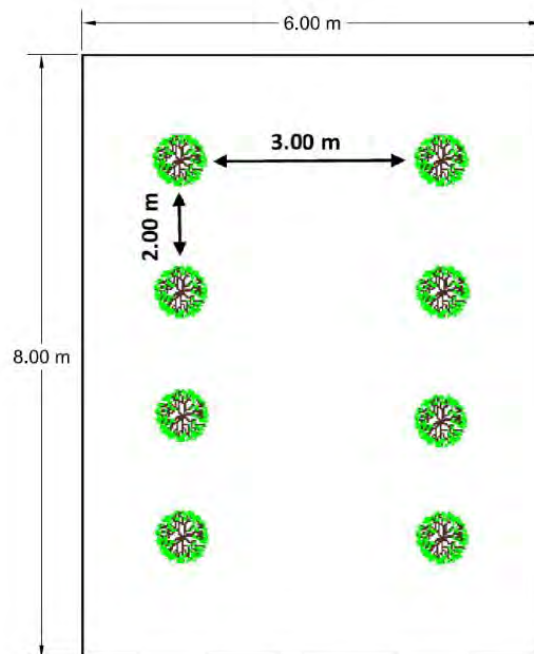


Fuente: Elaboración propia

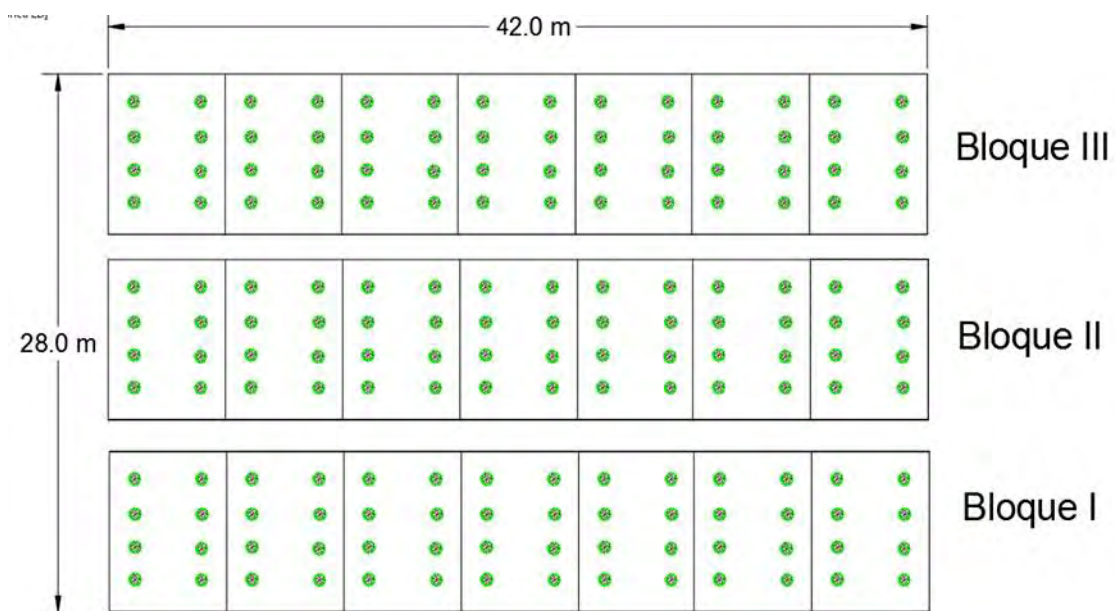
ANEXO N° 2: Diseño del experimento



ANEXO N° 3: Detalle de la unidad experimental



ANEXO N° 4: Croquis de la parcela experimental



ANEXO N° 5: Resultados de los análisis físico-químico del suelo



INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS, FERTILIZANTES Y ALIMENTOS

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELOS – CARACTERIZACIÓN

N° Solicitud : AS0181-14
 SOLICITANTE : Proyecto Fomento del Piñon-EEA El Porvenir-INIA (att. Livinston Rengifo Gonzales)
 PROCEDENCIA : Juan Guerra-San Martín-San Martín
 Exprim./cultivo actual: n/d

FECHA DE MUESTREO : 29/05/2014
 FECHA DE RECEP. LAB : 06/06/2014
 FECHA DE REPORTE : 27/06/2014

Número de la muestra				pH	C.E dS/m	CaCO ₃ (%)	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	ANÁLISIS MECÁNICO			C.I.C. efectiva	C.I.C.	CATIONES CAMBIABLES					Suma de bases	% Sat. de bases	
											Arena	Limo	Arcilla			CLASE TEXTURAL	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺			Al ³⁺ +H ⁺
Lab.	Campo														meq/100								
14	06	0742	M1	6.50	0.15	0.00	2.50	0.11	<4	162	16.24	16.00	67.76	Fra-Arc-Are	16.99		13.29	3.29	0.41	0.00	0.00	16.99	100.00

MÉTODOS:
 TEXTURA : HIDRÓMETRO
 pH : POTENCIÓMETRO Suspensión Suelo-Agua relación 1:2.5
 CONDUCT. ELÉCTRICA : CONDUCTÍMETRO Suspensión Suelo-Agua relación 1:2.5
 CARBONATOS : GAS - Volumétrico
 FOSFORO : OLSEN MODIFICADO EXTRACT. NaHCO₃ =0.5M , pH 8.5 Esp. Vis
 POTASIO : OLSEN MODIFICADO EXTRACT. NaHCO₃ 0.5M o Acetato de Amonio 1 N , pH 8.5 Esp. Absorción Atómica
 MATERIA ORGANICA : WALKLEY y BLACK y sobrelimite por gravimetría (>10%)
 CALCIO Y MAGNESIO : EXTRACT. KCl 1N o Acetato de Amonio 1N Esp. Absorción Atómica
 ACIDOS INTERC. : EXTRACT. KCl 1N, Volumetría

Nota: el laboratorio no se responsabiliza por la metodología aplicada para la toma de la muestra del presente reporte

La Banda de Shilcayo, 27 de Junio del 2014

INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
 Tarma - Perú

 Dr. Enrique Ajevado Gardini
 Coordinador General

Fuente: Laboratorio de suelos del ICT-Banda de Shilcayo - 27/06/14

ANEXO N° 6: Análisis físico-químico del suelo – microelemntos



INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS, FERTILIZANTES Y
ALIMENTOS
REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELOS – MICROELEMENTOS

N° Solicitud : AS0181-14
 SOLICITANTE : Proyecto Fomento del Piñon-EEA El Porvenir-INIA (att. Livinston Rengifo Gonzales)
 PROCEDENCIA : Juan Guerra-San Martín-San Martín
 Experim./cultivo actual: n/d

FECHA DE MUESTREO : 29/05/2014
 FECHA DE RECEP. LAB: 06/06/2014
 FECHA DE REPORTE : 27/06/2014

Número de la muestra			Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	B (ppm)	S (ppm)
Lab.	Campo							
14	06	0742	62.40	1.80	10.40	0.80	<0.4	<10

METODOLOGIA :
 Fe, Cu, Zn y Mn : OLSEN Modificado extrac. NaHCO3 =0.5M , pH 8.5 y lectura en Abs. Atómica
 BORO : Extraccion / Espectroscopia UV-Vis (λ=555 nm)
 AZUFRE : Extraccion / Turbidimetria

Nota: el laboratorio no se responsabiliza por la metodología aplicada para la toma de la muestra del presente reporte

La Banda de Shilcayo, 27 de Junio del 2014

INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
 Tarma / Perú

 Dr. Enrique Arevalo Gardini
 Coordinador General

Fuente: Laboratorio de suelos del ICT-Banda de Shilcayo - 27/06/14

ANEXO N° 7 Secuencia de fotos de actividades realizadas.

PLANTACIÓN DE PIÑÓN



FOTO N° 1



FOTO N° 2

LIMPIEZA DEL CAMPO



FOTO N° 3



FOTO N° 4

ETIQUETAS PARA PLANTAS



FOTO N° 5



FOTO N° 6

ETIQUETADO DE PLANTAS



FOTO N° 7



FOTO N° 8

APLICACIÓN DE TORTA DE PIÑÓN



FOTO N° 9



FOTO N° 10

PODA



FOTO N° 11



FOTO N° 12

APLICACIÓN DE ABONO



FOTO N° 13



FOTO N° 14

APLICACIÓN DE HORMONA



FOTO N° 15



FOTO N° 16



FOTO N° 17



FOTO N° 18

CONTROL DE PLAGAS



FOTO N° 19



FOTO N° 20

CONTEO DE FLORES



FOTO N° 21



FOTO N° 22

COSECHA



FOTO N° 23



FOTO N° 24

FRUTOS COSECHADOS



FOTO N° 25



FOTO N° 26