

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



TESIS

**EFFECTO DE TRES DOSIS DE 6- BENCILADENINA EN EL
INCREMENTO DE LA FLORACIÓN DE PIÑÓN BLANCO
(*Jatropha curcas* L.) – JUAN GUERRA –
SAN MARTÍN – PERÚ**

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

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:
EYKA SUGEIRE CÓRDOVA MENDOZA**

**TARAPOTO – PERÚ
2017**

**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

**EFFECTO DE TRES DOSIS DE 6- BENCILADENINA EN EL
INCREMENTO DE LA FLORACIÓN DE PIÑÓN BLANCO**

**(*Jatropha curcas* L.) – JUAN GUERRA –
SAN MARTÍN – PERÚ**

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

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:
EYKA SUGEIRE CORDOVA MENDOZA**

Comité de Tesis



**Ing. M.Sc. Segundo Dario Maldonado Vásquez
Presidente**



**Ing. Eybis José Flores García
Secretario**



**Ing. M.Sc. Patricia Elena García Gonzáles
Miembro**



**Ing. M. Sc. Cesar E. Chappa Santa María
Asesor**



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: EYKA SUGEIRE CÓRDOVA MENDOZA		DNI : 73072599
Domicilio: Jr. Osé Olaya N° 910 – Tarapoto		
Teléfono 949821302	Correo Electrónico: eykacordova.ecm1@gmail.com	

2. DATOS ACADÉMICOS

Facultad	: CIENCIAS AGRARIAS
Escuela Académico Profesional : AGRONOMÍA	

3. DATOS DE LA TESIS

Título: “EFECTO DE TRES DOSIS DE 6-BENCILADENINA EN EL INCREMENTO DE LA FLORACIÓN DE PIÑÓN BLANCO (<i>Jatropha curcas</i> L.) – JUAN GUERRA – SAN MARTÍN - PERÚ”
Año de Publicación 2017

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).

EYKA SUGEIRE CÓRDOVA MENDOZA

DNI 73072599

Fecha de recepción: ____ / ____ / ____

DEDICATORIA

Va dedicado a DIOS, a mis padres:
VICTOR CÓRDOVA GATICA y
CARMEN ROSA MENDOZA
REATEGUI y todos los docentes de
la Universidad Nacional de San
Martin - Facultad de Ciencias
Agrarias.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Ronal Gabriel Echeverría Trujillo, al Ing. MSc César Enrique Chappa Santa María, a mis queridos padres VICTOR y CARMEN ROSA, a mi hermano VICTOR FRANCO.

INDICE

Pág.

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	2
III.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
3.1.	Descriptores botánicos aplicados para caracterizar la morfología floral	3
3.2.	Condiciones climatológicas adecuadas para la planta	3
3.3.	Manejo agronómico del cultivo de piñón blanco (<i>Jatropha curcas</i>)	4
3.3.1	Ecología	4
3.3.2	Desmalezado	5
3.3.3	Abonamiento	5
3.3.4	Control fitosanitario	6
3.4.	Inducción floral en Piñón blanco (<i>Jatropha Curcas</i>)	7
3.4.1	Uniformidad de los lotes de Piñon previo a la inducción	7
3.4.2	La inducción floral	7
3.4.3	procedimiento para la inducción	7
3.5.	Hormona reguladora	8
3.6.	Trabajos realizados en Piñón blanco (<i>Jatropha curcas</i>)	12
3.6.1	Estudios con base en la floración de <i>Jatropha curcas</i> , realizados en Colombia.	12

IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	17
4.1	Materiales	17
4.1.1	Ubicación del campo experimental	17
4.1.2	Historia del campo experimental	17
4.1.3	Material biológico	18
4.1.4	Características edafoclimáticas	18
4.2	Metodología	19
4.2.1	Diseño y características del experimento	19
4.2.2	Factores en estudio	20
4.2.3	Tratamientos en estudio	20
4.2.4	Características del campo experimental	21
4.2.5	Conducción del experimento	22
4.2.6	Variables evaluadas	24
V.	RESULTADOS	27
5.1	Número de flores femeninas por inflorescencia	27
5.2	Número de flores masculinas por inflorescencia	28
5.3	Número de flores hermafroditas por inflorescencia	29
5.4	Número de frutos por racimo	30
5.5	Peso de semilla por planta	32
5.6	Rendimiento (kg.ha ⁻¹)	33
5.7	Análisis económico	34
VI.	DISCUSIONES	35
6.1	Número de flores femeninas por inflorescencia	35

6.2	Número de flores masculinas por inflorescencia	38
6.3	Número de flores hermafroditas por inflorescencia	41
6.4	Número de frutos por racimo	43
6.5	Peso de semilla por planta	46
6.6	Rendimiento (kg.ha ⁻¹)	47
6.7	Análisis económico	49
VII.	CONCLUSIONES	51
VIII.	RECOMENDACIONES	52
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
	ANEXO	

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1:	Datos meteorológicos	18
Cuadro 2:	Características físico-químico del suelo	19
Cuadro 3:	Tratamiento en estudio	20
Cuadro 4:	ANVA para el Número de flores femeninas por inflorescencia	27
Cuadro 5:	Prueba de Duncan en el Factor A: Fases	27
Cuadro 6:	Prueba de Duncan en el Factor B: Dosis de BA (6-benciladenina)	27
Cuadro 7:	ANVA para el Número de flores masculinas por inflorescencia	28
Cuadro 8:	Prueba de Duncan en el Factor A: Fases	28
Cuadro 9:	Prueba de Duncan en el Factor B: Dosis de BA (6-benciladenina)	28
Cuadro 10:	ANVA para el Número de flores hermafroditas por inflorescencia	29
Cuadro 11:	Prueba de Duncan en el Factor A: Fases	29
Cuadro 12:	Prueba de Duncan en el Factor B: Dosis de BA (6-benciladenina)	29
Cuadro 13:	ANVA para el Número de frutos por racimo	30
Cuadro 14:	Prueba de Duncan en el Factor A: Fases	30
Cuadro 15:	Prueba de Duncan en el Factor B: Dosis de BA (6-benciladenina)	30
Cuadro 16:	ANVA para el peso de semilla por planta	32
Cuadro 17:	Prueba de Duncan en el Factor A: Fases	32
Cuadro 18:	Prueba de Duncan en el Factor B: Dosis de BA (6-benciladenina)	32
Cuadro 19:	ANVA para el rendimiento	33
Cuadro 20:	Prueba de Duncan en el Factor A: Fases	33
Cuadro 21:	Prueba de Duncan en el Factor B: Dosis de BA (6-benciladenina)	33
Cuadro 22:	Análisis económico	34

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1:	Dispersión y regresión de flores femeninas por inflorescencia	27
Gráfico 2:	Dispersión y regresión de flores hermafroditas por inflorescencia	29
Gráfico 3:	Dispersión y regresión del número de frutos por racimo	30
Gráfico 4:	Interacción para los efectos simples de los niveles del Factor A: Fases dentro de los promedios de los niveles del Factor B: Dosis de BA	31
Gráfico 5:	Interacción para los efectos simples de los niveles del Factor B: Dosis de BA, dentro de los promedios de los niveles del Factor A: Fases.	31

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo de evaluar y determinar las dosis de 6 – Benciladenina tiende a incrementar la floración y el rendimiento del cultivo de Piñón Blanco (*Jatropha curcas* L.), en la Estación Experimental “El Porvenir” - Juan Guerra, así como de realizar el análisis económico de cada tratamiento. La investigación fue realizada en los terrenos de la Estación Experimental “El Porvenir, ubicado en el distrito de Juan Guerra, provincia y región de San Martín. Se utilizó el Diseño Estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial de Dosis de BA (3 dosis) y fase de floración (A1 y A2). Las variables evaluadas fueron: Número de flores femeninas por inflorescencia, número de flores masculinas por inflorescencia, número de flores hermafroditas por inflorescencia, número de frutos por racimo, peso de semilla por planta, rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y análisis económico. Los resultados obtenidos indican que con la dosis de 240 ppm de BA (6-benciladenina), tienden a estimular mayor número de flores femeninas por inflorescencia (29,8), mayor número de frutos por racimo (25,8); sin embargo, por la variabilidad del clima, la dosis referida no repercutió en el peso de la semilla, ni en el rendimiento, traduciéndose en un beneficio costo negativo.

Palabras Claves: Dosis, efecto, Benciladenina, incremento, floración, rendimiento, Juan Guerra.

ABSTRACT

This following research had the aim to evaluate and to determinate the doses of 6 – Benziladenine (BA) increasing flowering and fruit yields of Physic nut in “El Porvenir” Experimental Research Center, and performing an economic analysis of each treatment. The research was carried out in “El Porvenir” Experimental Research Center located in Juan Guerra district, province and region of San Martin. A randomized block design (RBD) was used in a factorial array of three doses of BA and two flowering phases (A1 and A2). The evaluated variables were: number of female flower per inflorescence, number of male flowers per inflorescence, number of hermaphrodite flowers per inflorescence, number of fruits per raceme, weight of seed per plant, yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) and economic analysis. The results shows that a BA dose of 240 ppm tends to stimulate a higher number of female flowers per inflorescence (28,9), higher number of fruit per raceme (25,8); However, because of weather variation, the previously mentioned dose did not affect the seed weigh nor yield turning into a negative cost-benefit rate.

Keywords: dose, effect, Benziladenine, increase blooming, yield, Juan Guerra.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.), se viene fomentando en muchos países con climas tropicales y semitropicales, debido a sus características agronómicas de ser resistente a la sequía y de crecer en suelos pobres.

El piñón blanco (*Jatropha curcas*) en nuestra región, presenta limitaciones en la etapa fenológica de la floración, debido a la variabilidad de la producción de flores femeninas, hermafroditas y masculinas por inflorescencia; es decir, por cada inflorescencia existe un promedio aproximadamente de cinco flores femeninas por cada veinte masculinas, trayendo como consecuencia limitaciones en la producción del cultivo; razón por la cual se estudió el efecto de tres dosis de BA (6 – benciladenina).

En la investigación se tuvo como objetivo evaluar y determinar dosis (80, 160 y 240 ppm) de BA (6-benciladenina) para la primera cosecha del cultivo de Piñón Blanco, con diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial de Dosis de BA (3 dosis) y dos fases de floración (F1 y F2) con la finalidad de incrementar la floración en el piñón blanco (*Jatropha curcas*). El estudio se llevó a cabo en La Estación Experimental el Porvenir-Juan Guerra, obteniendo resultados satisfactorios en el incremento de la floración femenina y hermafrodita en la fase II con dosis de 240 ppm con promedios estadísticamente superiores en la Fase I, respecto en el número de flores femeninas por inflorescencia, número de frutos por racimo.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluación del potencial de diferentes dosis de 6 – Benciladenina y su efecto en el incremento de la floración y rendimiento del cultivo de Piñón Blanco (*Jatropha curcas*), en la Estación Experimental “El Porvenir” – Juan Guerra.

2.2 Objetivos Específicos

Evaluar y determinar el efecto de tres dosis de 6- Benciladenina en el incremento de la floración y rendimiento de *Jatropha curcas* en la Estación Experimental “El Porvenir” – Juan Guerra.

Realizar un análisis económico para cada tratamiento.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Descriptores botánicos aplicados para caracterizar la morfología floral

INIA (2008); Cultivos Energéticos SRL (2008); IICA (1989); Heller (1996); Aponte (1978); describen a la flor del piñón blanco de la siguiente manera:

El piñón es una planta normalmente monoica, con flores masculinas y femeninas en la misma inflorescencia, ocasionalmente se encuentran flores hermafroditas o con flores de un solo sexo. La Inflorescencia es una panícula. El periodo de floración va de 3 a 5 días para las flores femeninas y de 12 a 14 días para las flores masculinas. El número de flores femeninas es menos que las flores masculinas. En la panícula, las flores femeninas están en el centro y las flores masculinas, en la periferia. Su fruto, son cápsulas drupáceas y ovoides; después de la polinización, se forma una fruta trilocular de forma elipsoidal. Las frutas son cápsulas inicialmente verdes, pero volviéndose a café oscuro o negro en el futuro. Las cápsulas de los frutos son de 2,5 a 4 centímetros de largo por 2 centímetro de ancho, elipsoidales y lisas que cuando maduran van cambiando a amarillas. Al inicio son carnosas pero dehiscentes cuando son secas (Hartman y Lago, 1973).

3.2. Condiciones climatológicas adecuadas para planta

Alfonso (2008), indica que el clima para el cultivo de piñón blanco (*Jatropha curcas*) es tropical o subtropical con temperatura media anual a los 24 grados centígrados, pudiendo soportar heladas leves de corta duración siempre que

no sean por debajo de los cero grados centígrados. Se desarrolla en altitudes sobre el nivel del mar hasta 1200 metros preferentemente y con una precipitación pluvial desde 300 hasta 1200 mm., anuales de lluvia.

3.3. Manejo agronómico del cultivo de Piñón blanco (*Jatropha curcas*)

3.3.1. Ecología

Foidl *et al.* (1996), indican que el piñón blanco (*Jatropha curcas*), es ampliamente distribuido en las áreas tropicales, silvestres y cultivadas de América Central, América del Sur, África, India, Sur de Asia Oriental, y Australia. Por lo general, puede crecer con temperaturas entre 15 y 40 C° con lluvias entre 250 y 3000 mm., y su desarrollo es más alterado por temperaturas bajas. Sin embargo, es una planta de campo abierto que requiere de sol intenso tal como se encuentra en la sabana o en el desierto. No está adaptada para crecer bajo la sombra del bosque y no compite con especies de crecimiento rápido de la selva tropical.

Zhang and Jiang (2008), mencionan que se adapta muy bien a los climas áridos y semiáridos, demostrado con mecanismos moleculares de resistencia a la sequía. También puede crecer en una amplia gama de suelos siempre que sean bien drenados y aireados (Kumar y Sharma, 2008).

Achten *et al.* (2008), mencionan que a pesar de que el piñón (*Jatropha curcas*), puede resistir a condiciones ambientales adversas, es obvio que, para el nivel alto de producción de aceites, necesita por lo menos 45 cm. de suelos profundos una cantidad adecuada de nitrato, fosfato y potasio (NPK),

para tener un buen crecimiento y maduración del fruto. Si la fertilización no está disponible, el uso de micorrizas ha demostrado que ayudan a sostener el crecimiento y el desarrollo.

3.3.2. 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 eliminar todo tipo de maleza por los métodos que el productor desee. La tarea debe ser efectuada dos veces el primer año y luego controlar su no propagación (Torres, 2007).

3.3.3. 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, & Rengifo, 2014).

Echevarría (2013), el piñón, aunque es tolerante a suelos de baja fertilidad, sin embargo, sus niveles de producción se eleva 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.

3.3.4. 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 (Echevarría ,2013).

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

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. 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).

3.5. Hormona reguladora

Salisbury y Ross (1994), mencionan que citoquininas o citocininas, son un grupo más reducido de hormonas que deben su nombre a su función (citoquinesis). En conjunto con las auxinas estimulan la división celular. Derivan de adeninas, y las más frecuentes son la quinetina y benciladenina (sintéticas) y la zeatina (natural).

Según Jensen y Salisbury (1994), se les dio el nombre de citocininas debido a que provocan la citocinesis: división de la célula (formación de una nueva pared celular), siendo la división del núcleo simultánea o previa a ella.

En general, los niveles de citocininas son máximos en órganos jóvenes (semillas, frutos y hojas) y en las puntas de las raíces. Parece lógico que se sintetizan en esos órganos, pero la mayoría de los casos no podemos desechar la posibilidad de su transporte desde otro lugar (Rojas y Ramírez, 1987; Salisbury y Ross 1994 y Jensen y Salisbury 1994).

La acumulación de citocininas en el pecíolo implica que las hojas maduras pueden suministrar citocininas a las hojas jóvenes y a otros tejidos

jóvenes a través del floema, siempre que, por supuesto, esas hojas puedan sintetizar citocininas o recibirlas de las raíces (Salisbury y Ross, 1994).

Dos efectos sorprendentes de las citocininas son provocar la división celular y regular la diferenciación en los tejidos cortados (Weaver, 1976). Sin embargo, son las mezclas de hormonas las que se han probado más en los últimos años (Rojas, 1990).

Bang- Zhen and Zeng-Fu (2010), realizó un estudio para determinar los efectos del crecimiento de las plantas del 6-benciladenina (BA) en el desarrollo floral y la determinación del sexo de *Jatropha curcas*. Los resultados obtenidos indican que mediante la aplicación exógena de BA aumentó significativamente el número total de flores por inflorescencia, alcanzando un aumento de 3,6 veces (215 a 784) a 160 mg/l de BA. Por otra parte, los tratamientos de BA indujeron la formación de flores bisexuales, que no se encuentran en las inflorescencias de control, e incremento sustancial en la relación de flores de femeninas a masculinas. En consecuencia, un aumento de 4,5 veces del número de frutos y un aumento de 3,3 veces la producción de semilla al final se observó en las inflorescencias tratados con 160 mg / l de BA, que el resultado fue mayor número de flores femeninas; 156 flores femeninas de un total de 784 (La relación femenina: masculinas fue aumentado de 1:13.4 en el control a inflorescencia a 1:2.4) en comparación al testigo que solo 15 flores femeninas se encontraron de un total de 215. Este estudio indica que el rendimiento de semilla de Piñón

(*Jatropha curcas*) se puede aumentar mediante la manipulación de desarrollo floral y expresión del sexo en la floración.

Sitio de síntesis y transporte de citocininas

Rojas (1990), manifiesta que los niveles de citocinina son máximos en órganos jóvenes (semillas, frutos y hojas) y en las puntas de las raíces. Para las puntas de raíces, casi con seguridad interviene la síntesis porque si las raíces se cortan en forma horizontal, exudan citocininas (debido a la presión de raíz) desde el xilema de las partes inferiores restantes por periodos de hasta 4 días. No es probable que estas partes inferiores puedan almacenar las suficientes citocininas derivadas de alguna otra fuente, y así actuar como fuente a plazo bastante largo para el dilema. Hechos como estos han conducido a la idea difundida que las puntas de las raíces sintetizan la citocinina y las transportan a través del xilema a todas las partes de la planta. Esto podría explicar su acumulación en hojas jóvenes frutos y semillas en los que ocurre. Transporte por xilema, pero en general el floema es un sistema de suministro más eficaz para órganos que tienen transpiración limitada, aunque es probable que las puntas de las raíces si representen una fuente importante de citocinina para diversas partes de la planta.

Efectos fundamentales

- Inducción de iniciación del crecimiento en los tallos y ramas.
- Rompimiento del letargo de las yemas y semillas en muchas especies.
- Un efecto sobre el fenómeno de dominancia apical, aunque este es muy complejo y parece depender de un balance entre citoquininas, giberelinas y

auxinas. Es importante que existe un equilibrio auxina/citoquinina, pues la auxina induce diferenciación de la raíz y la citoquinina diferenciación del tallo.

- La citoquinina influye sobre el transporte de nutrientes tal vez como efecto de la activación del metabolismo.
- Inducción de la partenocarpia en algunos frutos.
- La activación de la división celular en algunos microorganismos.
- La activación de la formación de yemas en hojas separadas de la planta y en algunos musgos.
- Estimulación de la pérdida de agua por transpiración en algunas plantas.
- Estimulación del crecimiento en algunas especies de algas.

Efectos fisiológicos producidos por las citoquininas

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).

Benciladenina

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 (Segura, 2013).

3.6. Trabajos realizados en Piñón Blanco *Jatropha curcas* L.

3.6.1 Estudios con base en la floración de *Jatropha curcas* L., realizados en Colombia.

Bhattacharya y Datta (2005), manifiesta sobre la inflorescencia en *Jatropha curcas* L., la conformación arquitectónica de cada inflorescencias es lo más parecido a una umbela compuesta, las cuales, se encuentran dentro de una misma cohorte, dicha cohorte se conforma de dos inflorescencias una inflorescencia está dispuesta en dicasio, la segunda en monocasio, ubicadas terminalmente en los extremos de cada ramificación; entre el axial de las hojas y las ramas, sus inflorescencias son flores compuestas a manera de panícula, en la cual, el eje principal se ramifica una o más veces y puede sostener las umbelas. En flores masculinas se colocan diez estambres en dos espirales distintas de 5 cada uno en una sola columna en el androceo. El gineceo contiene 3 estilos estrechos y connatos en dos tercios de su longitud, con el estigma dilatado, bifurcado y macizo. Ambas flores, masculinas y femeninas, son conspicuas (6-8mm), de color verdoso-amarillas en su diámetro y pubescente.

Noor and Thohirah (2011), asevera que en *Jatropha curcas*, las flores en cada inflorescencia han manifestado como estrategia polinizadora; alogamia, la cual, se manifiesta en la divergencia o asincronía floral durante el desarrollo de las fases masculina y femenina en la misma inflorescencia, debido a que: “se madura y libera primero el polen a medida que se manifiesta el crecimiento del gineceo en los estilos y los estigmas, desarrollando con menor precocidad las papilas estigmáticas, ya que estas se forman en la fase V del

desarrollo floral” Dicho suceso transcurre en fases tempranas durante la formación de pétalos y sépalos, cuando estos tejidos aún cubren las glándulas nectarinas impidiendo que los compuestos aromáticos volátiles con que es atraído el insecto polinizador se propaguen por el ambiente.

Bhattacharya y Datta (2005), en el ensayo sobre generalidades relacionadas con el mecanismo de floración de *Jatropha curcas* L., indican que las inflorescencias de la planta de Piñón , presentan durante las diferentes fases de desarrollo floral, flores masculinas, hermafroditas y femeninas, las cuales, han manifestado gran variabilidad en la cantidad de flores femeninas que se producen y llegan a ser polinizadas, lo cual puede generar un problema a la hora de estimar las fechas de colecta e incrementar el rendimiento.

Teniendo en cuenta que la fase comprendida desde la inducción floral y la maduración de las características fisiológicas de la semilla en el fruto tarda 90 cerca de días. Sumado a esto, luego de las primeras inflorescencias, la floración se prolonga a partir de brotes nuevos que se desarrollan continuamente en las ramas principales con mayor incidencia en la zona apical de los distintos materiales, lo cual, tiene una duración en promedio de otros 90 días, si se mantienen las condiciones propicias. Después de la segunda floración las plantas entran en una etapa de desarrollo vegetativo. Además, la floración sucede durante el año en épocas de lluvia y las hojas caducan en época seca. Esto significa que en una planta siempre se encontraran flores tiernas, frutos verdes y frutos maduros con una

desuniformidad evidente entre cohortes para concretar los picos de cosecha en el año (Bhattacharya y Datta, 2005).

Heywood (1985), menciona acerca de la documentación basada en el mecanismo de floración en *Jatropha curcas*, el desarrollo de los mecanismos de floración según el tipo de material vegetal se ve influenciados por diversos factores como: latitud y altitud de la zona de estudio, época en que se realizan las observaciones, punto de rocío, luminosidad, humedad relativa, velocidad del viento, tipo de suelo, genotipo empleado, clima, mecanismo de adaptación reproductiva, entre otras. Sin embargo, los rangos periódicos de inicio, duración y finalización de las fases florales no son muy amplios en *Jatropha curcas*. Los documentos que reportan las características florales de la especie *Jatropha curcas*, en Colombia son muy generalizados en conceptos, sin embargo mediante los últimos estudios se ha buscado documentar desde el punto de vista botánico y taxonómico las características que descriptivas que durante la etapa fenológica de floración se convierten en herramientas para quienes están interesados en la identificación y determinación de parámetros genéticos permitiendo entender y asimilar el mecanismo de floración en dicha especie.(Heywood, 1985).

Gifford y Evans (1981), mencionan en la investigación acerca de los efectos de BA en fructificación y desarrollo de semillas, las flores hembras y bisexuales que fueron inducidas en las inflorescencias usando tratamiento de BA produjeron más frutos que las inflorescencias de control. En comparación con las inflorescencias de control, unas 4,5 - veces creció más el número de

frutos que fueron tratadas con 160 mg/L de BA observándose (de 13 a 58 por la inflorescencia). Los índices de fructificación, sin embargo, disminuyeron en todas las inflorescencias tratadas con 80 y 320 mg/L de BA. El análisis de regresión lineal reveló un nioque significativamente la correlación entre la tasa de fructificación y el número de las flores femeninas y bisexuales por inflorescencia las plantas tratadas con BA pero no en las plantas de control que puede ser un resultado de cualquiera limitando las inflorescencia o la escasez de los productos de fotosíntesis (Gifford y Evans, 1981; Sutherland, 1986).

Aunque un bajo porcentaje de los frutos contienen uno a dos semillas, encontramos que la mayor parte de la fruta de *Jatropha* contiene tres semillas. De acuerdo con el hecho que flores femeninas de *Jatropha* normalmente tienen un ovario trilocular. Es raro hallar cuatro semillas en las frutas en nuestro experimento bajo las condiciones normales de crecimiento a pesar de que se han observado en algunos genotipos mexicanos. Aplicando el BA en inflorescencias; sin embargo, produjo cuatro semillas y el número de cuatro semillas aumento con la concentración de BA 80 a 320 mg/l llegando a un 2,0 % de los frutos totales (Gifford y Evans, 1981; Sutherland, 1986).

Pequeño-Granado *et al.* (2015), evaluaron la Inducción organogénica de *Jatropha curcas* L., a partir de hojas jóvenes. Con respecto a la inducción de yemas la mayor respuesta se logró en el tratamiento uno, utilizando el mismo medio básico de (MS) suplementado con 1,0 mg L⁻¹ de 6-bencil-aminopurina (BA) y 0,5 mg L⁻¹ de ácido indol-3-butírico (AIB), logrando la formación de

yemas después de 60 días, el porcentaje de viabilidad se presentó en un 37.5%, mientras que el número de yemas adventicias fue de 2,2, todos los tratamientos presentaron la asociación de callo. Mientras que, en la proliferación de brotes, la mayor respuesta se presentó en el tratamiento dos, más la adición de 0,5 mg L⁻¹ de BA, con un promedio de 5,14 brotes por explante después de cuatro semanas.

IV. MATERIALES Y METODOLOGÍA

4.1 Materiales

4.1.1 Ubicación del campo experimental

El trabajo de investigación, se realizó en una plantación de piñón blanco (*Jatropha curcas* L.) que se encuentra en las instalaciones del Programa de Cultivos Agroindustriales de la Estación Experimental Agraria “El Porvenir” del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), ubicado en el Km 14 de la Carretera Fernando Belaunde Terry tramo Tarapoto-Juanjui, en el Distrito de Juan Guerra, Provincia y Región San Martín.

a. Ubicación Política

Distrito : Juan Guerra

Provincia : San Martín

Departamento : San Martín

Región : San Martín

b. Ubicación Geográfica

Latitud sur : 6°36'15"

Longitud oeste : 76°21'15"

Altitud : 230 m.s.n.m.

4.1.2 Historia de campo experimental

El campo experimental comprende área dedicada netamente al cultivo de piñón durante 07 años anteriormente estas áreas estaban destinados al cultivo de arroz bajo riego.

4.1.3 Material biológico

Piñón blanco "*Jatropha curcas* L."

4.1.4 Características edafoclimáticas

a. Características climáticas

Ecológicamente el lugar donde se desarrolló la investigación en una zona de vida, caracterizada por el bosque seco tropical (bs-T) (Holdridge (1975).

Cuadro 1:
Datos Meteorológicos de los meses de Noviembre 2014 a Julio 2015

Meses	T° Media Mensual (°C)	T° máxima (°C)	T° mínima (°C)	Pp total mensual (mm)	H° Relativa (%)
Nov. 2014	27,5	33,2	22,4	102,7	72,00
Dic. 2014	27,5	33,1	22,3	70,1	72,00
Ene. 2015	26,7	32,7	21,6	96,5	72,00
Feb. 2015	26,5	32,5	21,7	190,0	74,00
Mar. 2015	26,1	32,3	21,6	109,8	76,00
Abr. 2015	25,8	31,9	21,4	240,4	76,00
May. 2015	26,1	32,1	21,4	96,6	74,00
Jun. 2015	25,7	32,2	20,5	68,4	73,00
Jul. 2015	25,9	32,6	20,3	33,0	72,00
Total	237,8	292,6	193,2	1 007,5	661,00
Promedio	26,4	32,51	21,5	112,5	73,4

Fuente: INIA (2014).

Los datos meteorológicos reportados por el INIA (2014) desde noviembre de 2014 a julio de 2015, y según el cuadro 1, se registró temperatura media mensual de 26,4 °C, temperatura máxima °C de 32,51, temperatura mínima °C 21,5 precipitación total mensual de 1 007,5 mm., y humedad relativa media mensual de 73,4 %.

b. Características edáficas

El cuadro 2, nos muestra las características físico-químico del suelo, indicándonos textura Franco Arcillo Arenoso, con pH de 6,50, catalogado como ligeramente ácido, la materia orgánica se encuentra en nivel medio con 2,50%, el nitrógeno es normal con 0,11%, el fósforo asimilable es alto, el potasio disponible es alto con 162 ppm.

Cuadro 2:
Características físico-químico del suelo

Determinaciones		Datos	Interpretación
pH		6,50	Ligeramente Ácido
M.O (%)		2,50	Medio
C.E. (dS/m)		0,15	
N (%)		0,11	Normal
P (ppm)		<4	Alto
K ₂ O (ppm)		162	Alto
Análisis mecánico (%)	(%) Arena	16,24	
	(%) Limo	16,00	
	(%) Arcilla	67,76	
	Clase textural	Franco Arcillo Arenoso	
CIC (meq)		16,90	Bajo
Cationes cambiables (meq)	Ca ⁺⁺ (meq/100 g)	13,29	Bajo
	Mg ⁺⁺ (meq/100 g)	3,29	Bajo
	K ⁺ (meq/100 g)	0,41	Bajo
	Na ⁺ (meq/100 g)	0,00	Bajo
Suma de bases		16,90	

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

4.2 Metodología

4.2.1 Diseño y características del experimento

a. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó en este estudio, correspondió a Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial de Dosis de BA (3 dosis) y fase de floración (A1 y A2), la información

generada en campo definitivo fue procesada con el Programa Estadístico SPSS 22, para la obtención del Análisis de Varianza respectivos, se utilizó la significación del P-valor a niveles de confianza de 0,01 y 0,05 como comparadores de significancia estadística y la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan a una $P < 0,05$ para los promedios de tratamientos en las diferentes variables evaluadas y en los resultados de las variables que tienen diferencias significativas se realizan gráficos de los efectos simples de los promedios por cada nivel.

4.2.2 Factores en estudio

a. Factores en estudio:

Factor A: Fases de floración

A1: Fase 1 = Presencia de botón floral ($>0, \leq 0,5$ cm de diámetro)

A2: Fase 2 = Presencia del pedúnculo floral ($> 0,5$ hasta 1,5 cm de longitud).

Factor B: Dosis de BA (6-benciladenina)

B1: 80 ppm de BA

B2: 160 ppm de BA

B3: 240 ppm de BA.

4.2.3 Tratamientos en estudio

Cuadro 3:

Tratamientos y combinaciones del experimento

Tratamientos	Código	Descripción
T1	A1B1	Fase 1/80 ppm
T2	A1B2	Fase 1/160 ppm
T3	A1B3	Fase 1/240 ppm
T4	A2B1	Fase 2 /80 ppm
T5	A2B2	Fase 2/160 ppm
T6	A2B3	Fase 2/ 240 ppm

A1 = Fase I: presencia de botón floral ($>0, \leq 0,5$ cm de diámetro)

A2 = Fase II: presencia del pedúnculo floral ($> 0,5$ hasta 1,5 cm de longitud)

4.2.4 Características del campo experimental

Repetición	: 03
Tratamientos por bloques	: 07
Ancho de la parcela	: 12 m
Largo de la parcela	: 08 m
N° de surco por parcela	: 02
N° Planta por surco	: 04
Distanciamiento entre surcos	: 3 m
Distanciamiento entre plantas	: 2 m
Distanciamiento de calle entre bloque	: 3 m

Áreas

Áreas de la parcela	: $12\text{ m} \times 8\text{ m} = 96\text{ m}^2$
Área de bloque	: $48\text{ m} \times 10\text{ m} = 480\text{ m}^2$
Área experimental	: $48\text{ m} \times 26\text{ m} = 1248\text{ m}^2$
Área total	: $48\text{ m} \times 28\text{ m} = 1344\text{ m}^2$

N° de planta por experimento

N° planta/ parcela	: 8
N° planta / bloque	: 64
N° planta total	: 192

4.2.5 Conducción del Experimento

a. Instalación del experimento

La instalación del experimento se realizó en la Estación Experimental Agraria “El Porvenir”– San Martín de propiedad del Instituto Nacional de Innovación Agraria “INIA”, que reportan trabajos del cultivo de piñón durante 07 años. Una vez determinado el lugar, se realizó un muestreo de suelo para su análisis físico químico, también se realizó el etiquetado de las tres plantas a evaluarse por tratamiento y en cada planta se realizó un etiquetado de las ramas de acuerdo a como van apareciendo las inflorescencias para cada fase ya distribuidas en los tratamientos se tomaron cuatro ramas al azar por planta (70% del total de ramas por planta que en promedio fueron 6). Esta variable se tomó en consideración a los descriptores de interés específico, que son características de la planta que valorizan el producto comercial o sus residuos y co-productos para *Jatropha curcas L.* (Laviola *et al.*, 2008).

b. Control de malezas

Esta actividad se inició con el desmalezado de la parcela; con ayuda de machete, lampa; la cual tenía 2 meses establecida a un distanciamiento de 2 m entre planta y 3 m entre hileras. Durante el desarrollo del experimento se realizaron 5 deshierbos 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. Fertilización

Se realizó 2 aplicaciones de fertilizantes 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.

d. Aplicación de BA (6- benciladenina) de cada tratamiento

En laboratorio

Preparación del inductor floral de BA (6 -Benciladenina)

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 80 ppm, 160 ppm y 240 ppm de acuerdo al volumen que se necesitó.

En campo

Calibración del equipo aspersor manual

Se procedió realizar la aplicación con agua a 8 plantas para medir el gasto por tratamiento. Posteriormente se procedió a calcular para todos los tratamientos que se realizó la aplicación de BA (6 -Benciladenina) para la primera y segunda fase con las dosis determinadas.

Aplicación

La aplicación de cada tratamiento se realizó en tres fracciones después de la poda se aplicó a nivel foliar de las plantas previamente sembradas al distanciamiento establecido. Se aplicó BA (6- benciladenina) para el incremento de la floración en el cultivo. La aplicación se realizó en horas de la mañana a las 6,30 – 7,00 am se hizo la aplicación con la ayuda de un aspersor manual.

e. Cosecha

Fue manual y solo se realizó la primera cosecha 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.

4.2.6 Variables evaluadas

a. Número de flores femeninas por inflorescencia

La variable se evaluó contando en forma visual las flores femeninas encontradas por cada inflorescencia seleccionada. Para la fase I cuando se da la presencia del botón floral ($>0 \leq 0,5$ cm de diámetro) y para la fase II cuando se da la presencia del pedúnculo floral ($> 0,5$ hasta 1,5 cm de altura), la evaluación se realizó a partir de la segunda semana de enero.

b. Número de flores masculinas por inflorescencia

La variable se contabilizó en forma visual las flores masculinas encontradas en cada inflorescencia seleccionada, Para la fase I cuando se da la presencia del botón floral ($>0 \leq 0,5$ cm de diámetro) y para la fase II cuando se da la presencia del pedúnculo floral ($> 0,5$ hasta 1,5 cm de altura), la evaluación se realizó a partir de la segunda semana de enero.

c. Número de flores hermafroditas por inflorescencia

Para la fase I cuando se da la presencia del botón floral ($>0, \leq 0,5$ cm de diámetro) y para la fase II cuando se da la presencia del pedúnculo floral ($> 0,5$ hasta 1,5 cm de altura), la evaluación se realizó a partir de la segunda semana de enero del presente año.

d. Número de frutos por racimo

Se evaluó el número de frutos en cada inflorescencia por racimo, en 2 racimos por planta (ramas diferentes). Cuando el fruto llegó a su madurez fisiológica, la evaluación se empezó a partir de la segunda semana de abril del presente año.

e. Peso de semilla por planta

Se cuantificó el peso (en gramos) de semillas recolectadas de las tres plantas de cada tratamiento pues solo se realizó una cosecha; conjuntamente después de la colecta de frutos que se realizó la segunda semana de abril del presente año. La semilla es cosechada cuando la cápsula está madura y esta cambia del verde a amarillo.

f. Rendimiento (kg.ha⁻¹)

El rendimiento se obtuvo evaluando el total de las semillas cosechadas por planta, de las 10 plantas seleccionadas al azar y luego se multiplicó por la densidad de siembra para obtener el rendimiento expresándose en kg.ha⁻¹.

g. Análisis económico

Se realizó en función a los resultados del rendimiento de cada tratamiento. La relación Costo/Beneficio de acuerdo a la siguiente fórmula:

Relación Beneficio Costo = Beneficio neto/Costo de producción.

V. RESULTADOS

5.1. Número de flores femeninas por inflorescencia

Cuadro 4: ANVA para el Número de flores femeninas por inflorescencia (transformado \sqrt{x}).

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	GL	Cuadrático promedio	F.C.	P-valor	Interpretación
Bloques	0,001	2	0,001	0,039	0,962	N.S.
FA: Fases	0,548	1	0,548	32,097	0,000	**
FB: Dosis de BA	0,825	2	0,413	24,184	0,000	**
FA * FB	0,131	2	0,065	3,831	0,058	N.S.
Error exp.	0,171	10	0,017			
Total	1,676	17				

Promedio = 5,27 C.V. = 2,5% $R^2 = 89,8\%$

Cuadro 5: Duncan ($P < 0,05$) para promedios de tratamientos en el Factor A: Fases.

FA: Fases	Descripción	Duncan ($P < 0,05$)	
		Promedios	Interpretación
A1	Fase 1	25,9	a
A2	Fase 2	29,6	b

Cuadro 6: Duncan ($P < 0,05$) para promedios de tratamientos en el Factor B: Dosis de BA (6- benciladenina).

FB: Dosis de BA (6- benciladenina)	Descripción	Duncan ($P < 0,05$)	
		Promedios	Interpretación
B1	80	24,7	a
B2	160	28,9	b
B3	240	29,8	b

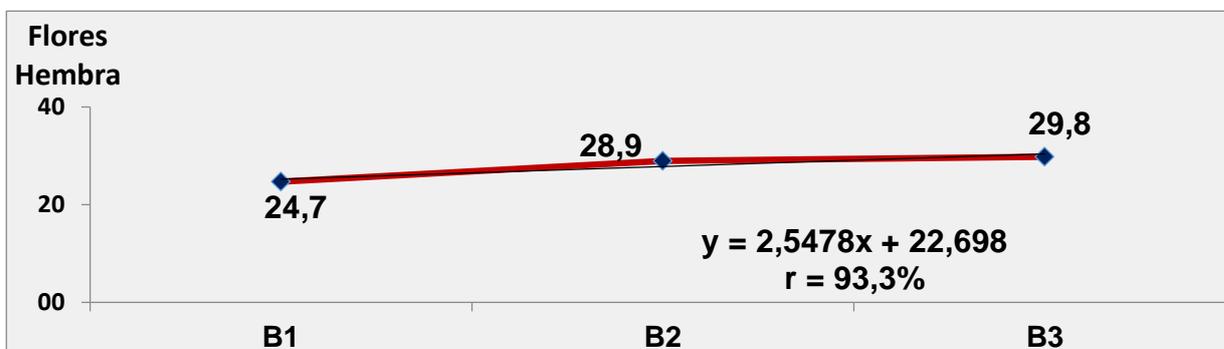


Gráfico 1: Dispersión y regresión para promedios de tratamientos respecto al número de flores femeninas por inflorescencia

5.2. Número de flores masculinas por inflorescencia

Cuadro 7: ANVA para el Número de flores masculinas por inflorescencia (transformado \sqrt{x}).

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	GL	Cuadrático promedio	F.C.	P-valor	Interpretación
Bloques	6,789	2	3,394	1,310	0,312	N.S.
FA: Fases	0,003	1	0,003	0,001	0,974	N.S.
FB: Dosis de BA	2,449	2	1,224	0,473	0,637	N.S.
FA * FB	4,465	2	2,233	0,862	0,452	N.S.
Error exp.	25,904	10	2,590			
Total	39,610	17				

Promedio = 19,72 C.V. = 8,2% $R^2 = 34,6\%$

Cuadro 8: Duncan (P<0,05) para promedios de tratamientos en el Factor A: Fases.

FA: Fases	Descripción	Duncan (P<0,05)	
		Promedios	Interpretación
A1	Fase 1	388,2	a
A2	Fase 2	389,2	a

Cuadro 9: Duncan (P<0,05) para promedios de tratamientos en el Factor B: Dosis de BA (6- benciladenina).

FB: Dosis de BA (6- benciladenina)	Descripción	Duncan (P<0,05)	
		Promedios	Interpretación
B3	240	372,8	a
B2	160	385,7	a
B1	80	408,1	a

5.3. Número de flores hermafroditas por inflorescencia

Cuadro 10: ANVA para el Número de flores hermafroditas por inflorescencia (transformado \sqrt{x}).

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrático promedio	F.C.	P-valor	Interpretación
Bloques	0,017	2	0,009	1,955	0,192	N.S.
FA: Fases	0,000	1	0,000	0,045	0,835	N.S.
FB: Dosis de BA	43,489	2	21,745	4941,955	0,000	**
FA * FB	0,000	2	0,000	0,045	0,956	N.S.
Error experimental	0,044	10	0,004			
Total	43,551	17				

Promedio = 7,16 C.V.= 0,9% $R^2 = 99,9\%$

Cuadro 11: Duncan (P<0,05) para promedios de tratamientos en el Factor A: Fases.

FA: Fases	Descripción	Duncan (P<0,05)	
		Promedios	Interpretación
A2	Fase 2	51,2	a
A1	Fase 1	51,3	a

Cuadro 12: Duncan (P<0,05) para promedios de tratamientos en el Factor B: Dosis de BA (6- benciladenina).

FB: Dosis de BA (6- benciladenina)	Descripción	Duncan (P<0,05)	
		Promedios	Interpretación
B1	80 ppm	26,6	a
B2	160 ppm	54,3	b
B3	240 ppm	80,1	c

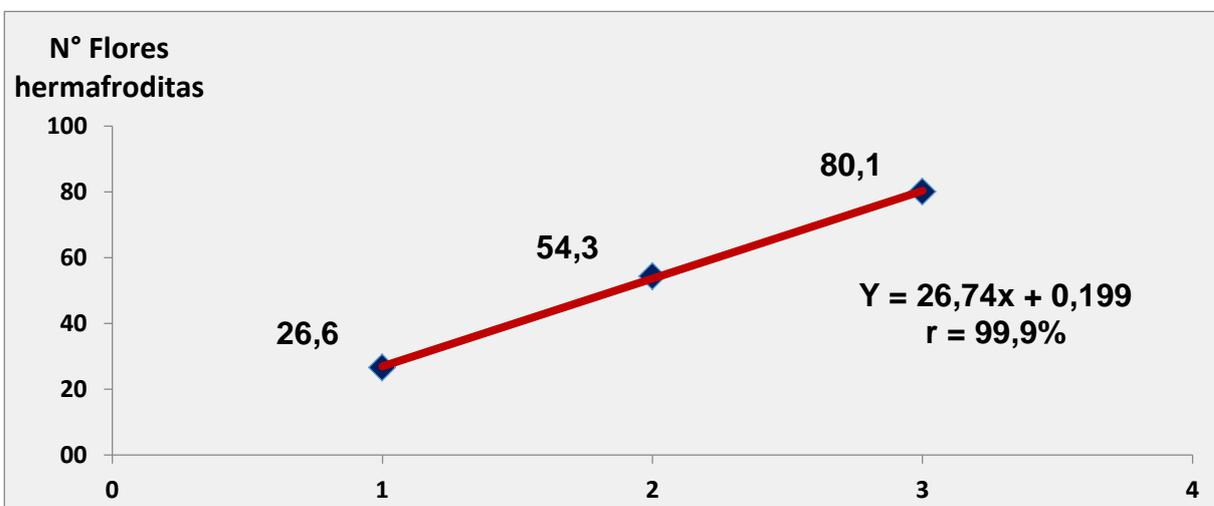


Gráfico 2: Dispersión y regresión para promedios de tratamientos respecto al número de flores hermafroditas por inflorescencia.

5.4. Numero de frutos por racimo

Cuadro 13: ANVA para el Número de frutos por racimo.

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	GL	Cuadrático promedio	F.C.	P-valor	Interpretación
Bloques	1,664	2	0,832	4,142	0,049	*
FA: Fases	25,442	1	25,442	126,694	0,000	**
FB: Dosis de BA	10,189	2	5,095	25,370	0,000	**
FA * FB	10,308	2	5,154	25,664	0,000	**
Error exp.	2,008	10	0,201			
Total	49,611	17				

Promedio = 4,26 C.V. = 10,5% $R^2 = 96,0\%$

Cuadro 14: Duncan (P<0,05) para promedios de tratamientos en el Factor A: Fases.

FA: Fases	Descripción	Duncan (P<0,05)	
		Promedios	Interpretación
A1	Fase 1	10,1	a
A2	Fase 2	30,8	b

Cuadro 15: Duncan (P<0,05) para promedios de tratamientos en el Factor B: Dosis de BA (6- benciladenina).

FB: Dosis de BA (6- benciladenina)	Descripción	Duncan (P<0,05)	
		Promedios	Interpretación
B1	80	11,0	a
B2	160	22,0	b
B3	240	25,8	b

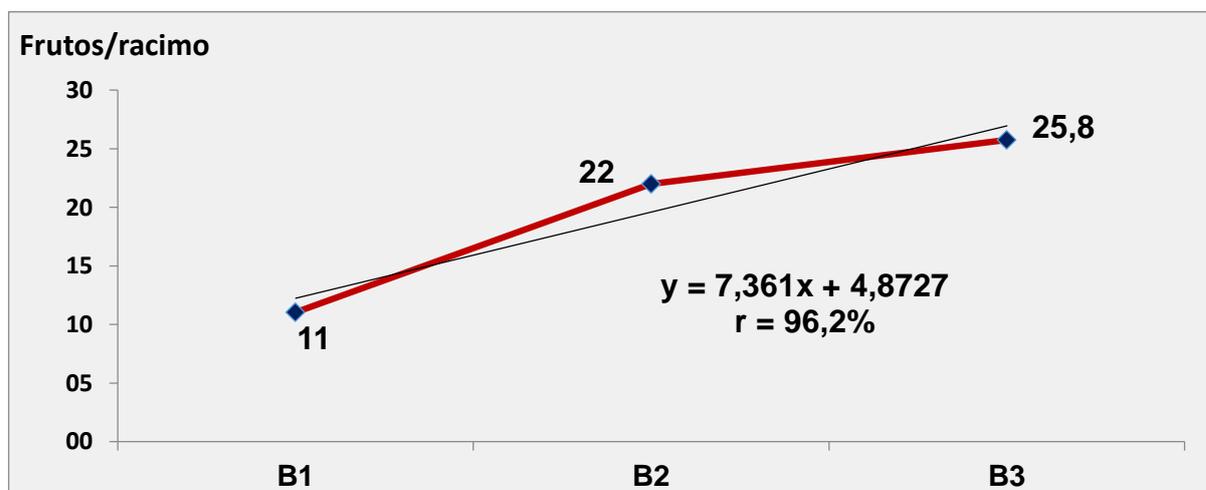


Gráfico 3: Dispersión y regresión para promedios de tratamientos respecto al número de frutos por racimo.

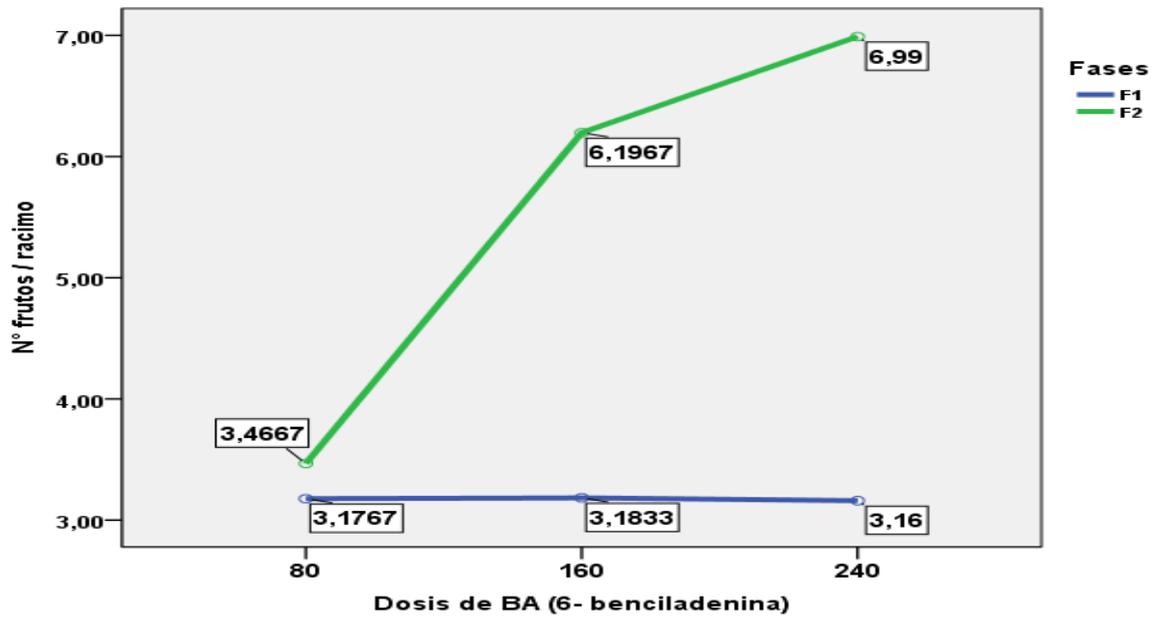


Gráfico 4: Interacción para los efectos simples de los promedios de los niveles del Factor A: Fases dentro de los promedios de los niveles del Factor B: Dosis de BA.

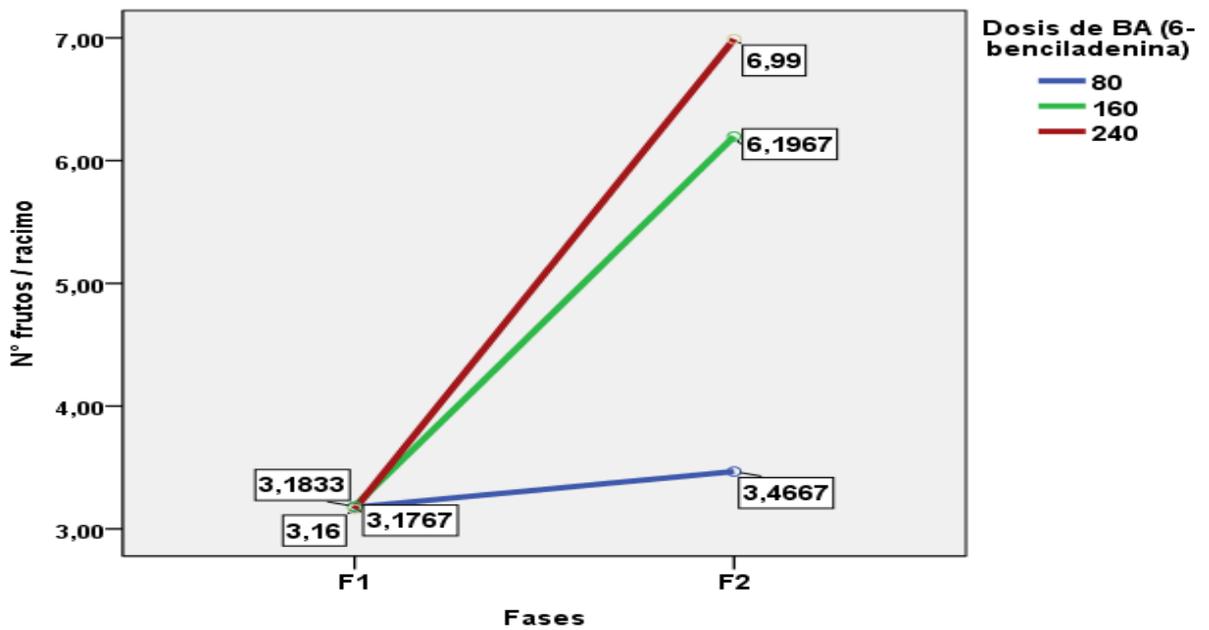


Gráfico 5: Interacción para los efectos simples de los promedios de los niveles del Factor B: Dosis de BA dentro de los promedios de los niveles del Factor A: Fases.

5.5. Peso de semilla por planta

Cuadro 16: ANVA para el Peso de semillas por planta (g).

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	GL	Cuadrático promedio	F.C.	P-valor	Interpretación
Bloques	51,727	2	25,863	0,697	0,521	N.S.
FA: Fases	81,451	1	81,451	2,195	0,169	N.S.
FB: Dosis de BA	353,117	2	176,558	4,758	0,035	*
FA * FB	5,590	2	2,795	0,075	0,928	N.S.
Error exp.	371,046	10	37,105			
Total	862,931	17				

Promedio = 47,82 C.V. = 12,7% $R^2 = 57,0\%$

Cuadro 17: Duncan (P<0,05) para promedios de tratamientos en el Factor A: Fases.

FA: Fases	Descripción	Duncan (P<0,05)	
		Promedios	Interpretación
A1	Fase 1	45,7	a
A2	Fase 2	49,9	a

Cuadro 18: Duncan (P<0,05) para promedios de tratamientos en el Factor B: Dosis de BA (6- benciladenina).

FB: Dosis de BA (6- benciladenina)	Descripción	Duncan (P<0,05)	
		Promedios	Interpretación
B1	80	41,6	a
B3	240	50,1	b
B2	160	51,7	b

5.6. Rendimiento Kg.ha⁻¹

Cuadro 19: ANVA para el Rendimiento en Kg.ha⁻¹

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	GL	Cuadrático promedio	F.C.	P-valor	Interpretación
Bloques	143,687	2	71,843	0,697	0,521	N.S.
FA: Fases	226,206	1	226,206	2,196	0,169	N.S.
FB: Dosis de BA	979,580	2	489,790	4,754	0,035	*
FA * FB	15,493	2	7,746	0,075	0,928	N.S.
Error exp.	1030,224	10	103,022			
Total	2395,189	17				

Promedio = 79,66 C.V. = 12,7% R² = 57,0%

Cuadro 20: Duncan (P<0,05) para promedios de tratamientos en el Factor A: Fases.

FA: Fases	Descripción	Duncan (P<0,05)	
		Promedios	Interpretación
A1	Fase 1	76,12	a
A2	Fase 2	83,21	a

Cuadro 21: Duncan (P<0,05) para promedios de tratamientos en el Factor B: Dosis de BA (6- benciladenina).

FB: Dosis de BA (6- benciladenina)	Descripción	Duncan (P<0,05)	
		Promedios	Interpretación
B1	80	69,34	a
B3	240	83,48	b
B2	160	86,16	b

5.7. Análisis económico

Cuadro 22: Costos de producción, rendimiento y relación Beneficio/Costo por tratamiento.

Tratamientos	Rdto (Kg.ha ⁻¹)	Costo de Producción (S/.)	Precio de venta por Kg (S/.)	Beneficio Bruto (S/.)	Beneficio Neto (S/.)	B/C
T1 (80 ppm)	69,34	8710,42	1,20	83,21	-8627,21	-0,99
T2 (160 ppm)	86,16	8742,38	1,20	103,39	-8638,99	-0,98
T3 (240 ppm)	83,48	8791,10	1,20	100,18	-8690,92	-0,98

VI. DISCUSIONES

6.1 Para el Número de flores femeninas por inflorescencia

El Análisis de Varianza para esta variable evaluada (cuadro 4) detectó diferencias significativas a un $P < 0,05$ para la fuente de variabilidad FA: Fases y diferencias altamente significativas a un $P < 0,01$ para la fuente de variabilidad FB: Dosis de BA (6- benciladenina), donde al menos uno fue diferente a los demás. Esto debido a que los valores de la probabilidad (P-valor) fueron menores que los niveles de riesgo ($\alpha = 0,05$ y $\alpha = 0,01$) determinándose la existencia de un grado de asociación entre las variables de estudio.

El efecto que han ejercido las diferentes dosis de BA (6- benciladenina) en diferentes fases de desarrollo de la planta (los tratamientos estudiados) sobre el número de flores femeninas por inflorescencia es explicado en 89,8% (R^2) es decir, que con la variable evaluada se consiguió una predicción alta de la varianza explicada sobre la varianza no explicada y el Coeficiente de Variabilidad (C.V) con 2,5% refiere una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación en campo definitivo, propuesto por Calzada (1982).

La prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$) también detectó diferencias significativas entre promedios de los niveles del Factor A: Fases (cuadro 5), donde el nivel A2 (Fase 2) obtuvo el mayor promedio con 29,6 flores femeninas por inflorescencia superando estadísticamente al nivel A1

(Fase 1) con quien se obtuvo un promedio de 25,9 flores femeninas por inflorescencia.

Con la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$), también se detectó diferencias significativas entre promedios de los niveles del Factor B: Dosis de BA (6- benciladenina) (cuadro 6), donde los niveles B3 (240 ppm) y B2 (160 ppm) se obtuvieron los mayores promedios con 29,8 y 28,9 flores femeninas por inflorescencia, superando estadísticamente al nivel B1 (80 ppm), quién obtuvo promedio de 24,7 flores femeninas por inflorescencia, respectivamente.

El gráfico 1, nos muestra la dispersión de los promedios de los niveles de Factor B: Dosis de BA (6- benciladenina) y el cual describió una función de respuesta lineal positiva respecto al número de flores femeninas por inflorescencia descrita por la ecuación $Y = 2,5478x + 22,698$ y una alta correlación de 93,3%.

Se observó en campo que por cada 5 flores femeninas existían 20 masculinas, y que con aplicaciones mayores de las dosis (240 ppm) existía mayor número de flores femeninas. Mostrando que la aplicación de BA promueve significativamente el desarrollo floral y produce efectos de feminización en *Jatropha*. Cada tratamiento de BA aumentó significativamente el rendimiento por inflorescencia en *Jatropha* aumentando el número total de flores tanto la proporción de flores femeninas y la inducción de las flores bisexuales.

El desarrollo floral y la determinación del sexo de flores son críticos para optimizar el rendimiento de semillas de plantas monoicas. Hartman y Lago (1973), mencionan que en Colombia, en condiciones de terraza alta sobre suelos oxisoles obtuvieron en promedio entre 2 y 8 frutos por racimo; en condiciones del valle intramontano del Tolima se estiman en promedio de 10 frutos por racimo, en el experimento se encontraron que con dosis de 240 ml se incrementó notoriamente en el número de flores femeninas con 12,24 en relación al control que obtuvo 2,79 en promedio; esto indica que la concentración de fitohormona influye en el incremento de flores, corroborando (Bang y zheng, 2010) quién manifiesta que se incrementó notoriamente el número de flores tanto masculinas como femeninas; resultado en mayor número de flores femeninas, 156 flores femeninas con total de 784 por racimo (La relación femenina: masculina aumentó de 1:13.4 en el control inflorescencia a 1:2.4) en comparación al testigo que sólo 15 flores femeninas se encontraron con total de 215, probablemente la producción baja obtenida en el experimento se deba a las condiciones climáticas desfavorables (INIA, 2014) que se presentó durante el desarrollo del experimento, observándose tiempos lluviosos y soleados, siendo congruente la presente apreciación con Hartman y Lago (1973), quien menciona que la formación de flores está relacionada con el periodo de lluvias. La floración cede durante el año en épocas de lluvia y las hojas caducan en época seca, puede florear nuevamente después de producir frutos cuando las condiciones permanecen favorables.

El uso de auxinas es también muy importante dentro del proceso de inducción floral, siendo citadas por Barceló *et al.*, (1992), quienes atribuyen

que aplicando AIA, se produce la duplicación del ADN y en la mitosis forma células binucleadas, cuando a estas se añade citoquininas se da un aumento de la mitosis acompañada de citocinesis.

Los resultados obtenidos pueden ser comparados con los encontrados por Bang y Zeng (2010), quienes estudiaron el efecto de Benciladenina en el rendimiento de la semilla de la planta *Jatropha curcas*, obteniendo que el porcentaje de las flores femeninas fuera proporcional a la concentración del tratamiento de BA. Las flores femeninas obtuvieron el 29.99% del total florezca en inflorescencias tratadas con 320 mg/L de BA; pero, sólo para el 6.96% en las inflorescencias de control. La relación femenina: masculina se crecía de 1:13.4 en la inflorescencia de control a 1:2.4 en inflorescencia tratada con 320 mg/L de BA, resultando en un 4,3 veces crezca en el porcentaje de las flores femeninas. Las inflorescencias tratadas con 160 mg/L de BA produjeron los números máximos del total florecen (784) y las femeninas florecen (156), en contraste con las inflorescencias de control en que sólo 15 flores femeninas se encontraban entre un total de 215 flores.

6.2 Para el número de flores masculinas por inflorescencia

El Análisis de Varianza para esta variable evaluada (cuadro 7) no detectó diferencias significativas para ninguna fuente de variabilidad, donde al parecer todos los tratamientos alcanzaron promedios estadísticamente iguales entre sí. La razón de este resultado se debió a que los valores de la probabilidad (P-valor) fueron mayores que los niveles de riesgo ($\alpha=0,05$ y $\alpha= 0,01$)

determinándose la inexistencia de ningún grado de asociación entre las variables de estudio.

El efecto que han ejercido las diferentes dosis de BA (6- benciladenina) en diferentes fases de desarrollo de la planta (los tratamientos estudiados) sobre el número de flores masculinas por inflorescencia es explicado solamente en 34,6% (R^2) es decir, que con la variable evaluada no se consiguió una predicción suficientemente contundente de la varianza explicada sobre la varianza no explicada y el Coeficiente de Variabilidad (C.V) con 8,2% refiere una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación en campo definitivo, propuesto por Calzada (1982).

La prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$) no detectó diferencias significativas entre promedios de los niveles del Factor A: Fases (cuadro 8), donde con los niveles A2 (Fase 2) y A1 (fase 1), obtuvieron promedios de 388,2 y 389,2 flores masculinas por inflorescencia respectivamente, siendo estadísticamente iguales entre sí.

Con la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$), tampoco detectó diferencias significativas entre promedios de los niveles del Factor B: Dosis de BA (6- benciladenina) (cuadro 9), donde con los niveles B3 (240 ppm), B2 (260 ppm) y B1 (80 ppm) obtuvieron promedios estadísticamente iguales entre sí, con 372,8; 385,7 y 408,1 flores masculinas por inflorescencia respectivamente.

Partimos explicando los resultados obtenidos, manifestando que BA (6-benciladenina) es una hormona que pertenece al grupo de las citoquininas, y estas son hormonas vegetales naturales que derivan de adeninas sustituidas y que promueven la división celular en tejidos no meristemáticos. También se conoce que las citoquininas favorecen el movimiento de sustancias hacia las áreas tratadas con las mismas, que se transforman en sumideros con una elevada actividad metabólica. Este fenómeno se denomina “acumulación dirigida” o “transporte dirigido” por citocininas. Como se observó en el experimento que las variaciones de las flores masculinas van de acuerdo a las flores femeninas por lo que la relación era por cada 5 hembras existían 20 machos la aplicación de la hormona no repercutió mucho en el número de flores masculinas. La aplicación de citocininas estimula la progresión del ciclo celular. En primer lugar, a nivel de la fase G1, citocininas más otras hormonas (auxinas) inducen la acumulación de ciclinas y por tanto promueven un nuevo ciclo celular (Smith & Atkins, 2002). Las Citocininas también estimularían la entrada a la fase M, probablemente por activación de una fosfatasa.

Las citocininas causan una dominancia apical reducida o anulada, con brotación y crecimiento de yemas axilares. Pueden iniciar brotes adventicios en porciones de las hojas, venas y pecíolos intactos (Howell *et al.*, 2003). Son las hormonas claves para inducir la formación de nuevos brotes en diversos explantes *in vitro* (hojas, raíces, medula, cotiledones). Junto a auxinas, promueven la producción de tejidos no organizados denominados callos, de los cuales es también posible inducir la formación de brotes y/o raíces (Skoog y Miller, 1965), como también de embriones somáticos conducentes a plantas.

6.3 Para el número de flores hermafroditas por inflorescencia

El Análisis de Varianza para esta variable evaluada (cuadro 10) no detectó diferencias significativas para las fuentes de variabilidad FA: Fases ni para la interacción FA*FB, pero si detectó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para la fuente de variabilidad FB: Dosis de BA (6- benciladenina), donde al menos uno fue diferente a los demás. Este resultado se debió a que los valores de la probabilidad (P-valor) fueron menores que los niveles de riesgo ($\alpha = 0,05$ y $\alpha = 0,01$) determinándose la existencia de un grado de asociación entre las variables de estudio.

El efecto que han ejercido las diferentes dosis de BA (6- benciladenina) en diferentes fases de desarrollo de la planta (los tratamientos estudiados) sobre el número de flores hermafroditas por inflorescencia es explicado en 99,9% (R^2); es decir, que con la variable evaluada se consiguió una predicción alta de la varianza explicada sobre la varianza no explicada y el Coeficiente de Variabilidad (C.V) con 0,9% refiere una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación en campo definitivo, propuesto por Calzada (1982).

Con la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$) no se detectó diferencias significativas entre promedios de los niveles del Factor A: Fases (cuadro 11), donde los niveles A1 (Fase 1) y A2 (fase 2) obtuvieron los mayores promedios con 51,3 y 51,2 flores hermafroditas por inflorescencia respectivamente, siendo estadísticamente iguales entre sí.

Con la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$), se detectó diferencias significativas entre promedios de los niveles del Factor B: Dosis de BA (6- benciladenina) (cuadro 12), donde el nivel B3 (240 ppm) obtuvo el mayor promedio con 80,1 flores hermafroditas por inflorescencia, superando estadísticamente a los niveles B2 (160 ppm) y B1 (80 ppm) con quienes se obtuvieron promedios de 54,3 flores y 26,6 flores hermafroditas por inflorescencia respectivamente.

El gráfico 2, nos muestra la dispersión de los promedios de los niveles de Factor B: Dosis de BA (6- benciladenina) y el cual describió una función de respuesta lineal positiva respecto a las flores hermafroditas por inflorescencia descrita por la ecuación $Y = 26,74x + 0,199$ y una alta relación de correlación con 99,9%.

En la aplicación hormonal no todos los tratamientos tuvieron efecto en la formación de flores. Como se muestra en los tratamientos con mayor dosis la presencia de un mayor número de flores hermafroditas con la aplicación de 240 ppm. Bang y Zeng (2010), señala que los tratamientos de BA indujeron la formación de flores bisexuales, que no se encontraron en la inflorescencia control, mientras que Rojas (1987), cita que al igual que otros procesos el papel de las citoquininas en determinación del sexo es poco conocido; sin embargo, en algunas especies como el abeto la mezcla de GA y BAP induce la formación de un mayor número de conos masculinos.

Por su parte Bang y Zeng (2010), en su informe de la Benciladenina una forma de tratamiento que aumenta el rendimiento de la semilla de la planta *Jatropha curcas* como biocombustibles. Encontraron que el número y porcentaje de flores de sexuales de diferentes tipos de *Jatropha* trataron con varias concentraciones de BA. Hasta el 3.09% de flores en inflorescencias tratadas con 320 mg/L de BA era flores bisexuales, que no se proporcionaba en las inflorescencias de control.

6.4 Para el Número de frutos por racimo

El Análisis de Varianza para esta variable evaluada (cuadro 13) detectó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para las fuentes de variabilidad FA: Fases. FB: Dosis de BA (6- benciladenina) y para la interacción FA*FB, donde al menos uno fue diferente a los demás. Este resultado se debió a que los valores de la probabilidad (P-valor) fueron menores que los niveles de riesgo ($\alpha = 0,05$ y $\alpha = 0,01$) determinándose la existencia de algún grado de asociación entre las variables de estudio.

El efecto que han ejercido las diferentes dosis de BA (6- benciladenina) en diferentes fases de desarrollo de la planta (los tratamientos estudiados) sobre el número de frutos por racimo es explicado en 96,0% (R^2) en otras palabras, con la variable evaluada se consiguió una predicción alta de la varianza explicada sobre la varianza no explicada y el Coeficiente de Variabilidad (C.V) con 10,5% refiere una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación en campo definitivo, propuesto por Calzada (1982).

La prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$) también detectó diferencias significativas entre promedios de los niveles del Factor A: Fases (cuadro 14), donde el nivel A2 (fase 2) obtuvo el mayor promedio con 30,8 frutos por racimo y superando estadísticamente al nivel A1 (fase 1) con quien se obtuvo un promedio 10,1 frutos por racimo.

La prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$), también detectó diferencias significativas entre promedios de los niveles del Factor B: Dosis de BA (6- benciladenina) (cuadro 15), donde con los niveles B3 (240 ppm) y B2 (160 ppm), se obtuvieron los mayores promedios con 25,8 y 22,0 frutos por racimo, respectivamente, superando estadísticamente al nivel B1 (80 ppm), con quien se obtuvo un promedio de 11,0 frutos por racimo.

En el gráfico 3, presentamos la dispersión de los promedios de los niveles de Factor B: Dosis de BA (6- benciladenina) y el cual describió una función de respuesta lineal positiva respecto al número de frutos por racimo descrita por la ecuación $Y = 7,361x + 4,8727$ y una alta relación de correlación con 96,2%.

Es importante destacar que si bien el Análisis de Varianza detectó diferencias significativas para la interacción, la interacción para los efectos simples de los promedios del factor A dentro de los promedios del factor B y viceversa (gráficos 4 y 5) estos no han sido detectados visiblemente, aunque con cierta tendencia cuando la dosis de BA (6-benciladenina) se incrementó de 80 hasta 240, el número de frutos por racimos se incrementó en la fase 2

(F2), sin embargo subrayamos que el incremento de las dosis de BA (6-benciladenina) en la fase 1 (F1), no implicó ninguna diferencia sustantiva entre niveles.

De las observaciones y evaluaciones en campo definitivo del número de frutos por racimo, indicamos que la fase 2 se obtuvo mayor número de frutos, pero una de las variables de pérdida de frutos fue los efectos climáticos también se tuvo la presencia de ácaro, pulgones y chinches, este último afectando a los frutos pequeños. Por lo que en algunos frutos solo se encontraron dos semillas.

Las flores hembras y bisexuales recientemente inducidas en las inflorescencias usando tratamiento de BA produjeron más frutos que las inflorescencias de control. En comparación con las inflorescencias de control, unas 4.5- veces creció más el número de frutos que fueron tratadas con 160 mg/L de BA observándose (de 13 a 58 por la inflorescencia). Los índices de fructificación, sin embargo, disminuyeron en todas las inflorescencias tratadas con 80 y 320 mg/L de BA. El análisis de regresión lineal reveló una significativa correlación entre la tasa de fructificación y el número de las flores femeninas y bisexuales por inflorescencia las plantas tratadas con BA pero no en las plantas de control que puede ser un resultado de cualquiera limitando la inflorescencia o la escasez de los productos de fotosíntesis (Gifford & Evans, 1981; Sutherland, 1986).

6.5 Para el Peso de semilla por planta

El Análisis de Varianza para esta variable evaluada (cuadro 16) solo detectó diferencias significativas ($P < 0,05$) para la fuente de variabilidad FB: Dosis de BA, donde al parecer al menos uno de los tratamientos alcanzó promedios estadísticamente diferentes al de los demás. Esto debido a que uno de los valores de la probabilidad (P-valor) fue menor a los niveles de riesgo ($\alpha = 0,05$ y $\alpha = 0,01$) determinándose la existencia de algún grado de asociación entre las variables de estudio.

El efecto que han ejercido las diferentes dosis de BA (6- benciladenina) en diferentes fases de desarrollo de la planta (los tratamientos estudiados) sobre el peso de la semilla por planta es explicado solamente en 57,0% (R^2); es decir, que con la variable evaluada se consiguió una débil predicción de la varianza explicada sobre la varianza no explicada; sin embargo, el Coeficiente de Variabilidad (C.V) con 12,7% 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).

Con la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$), tampoco se detectó diferencias significativas entre promedios de los niveles del Factor A: Fases (cuadro 17), donde con los niveles A1 (fase 1) y A2 (fase 2) se obtuvieron promedios de 45,7 y 49,9 para el peso de semilla por planta, respectivamente, siendo estadísticamente iguales entre sí. La prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$), si detectó diferencias significativas entre promedios de los niveles del Factor B: Dosis de BA (6- benciladenina)

(cuadro 18), donde con los niveles B2 (160 ppm) y B3 (240 ppm) se alcanzaron promedios estadísticamente iguales entre sí, con 51,7 g y 50,1 g, respectivamente, superando estadísticamente al nivel B1 (80 ppm) con quien se alcanzó un promedio de 41,6 g de peso de semilla por planta.

Es importante indicar que el peso promedio del peso de semillas por planta fue de 47,82 g y en cada fruto se encontró de 2 a 3 semillas, debido a presencia de chinches que hicieron que no todos los frutos cuajaran con tres semillas; en casos raros se encontraron cuatro semillas por fruto. Según Gifford y Evans (1981) y Sutherland (1986), aunque exista un bajo porcentaje de los frutos que contienen uno a dos semillas, encontró que la mayor parte de la fruta de *Jatropha* contiene tres semillas. De acuerdo con el hecho que flores femeninas de *Jatropha*, normalmente tienen un ovario trilocular. Siendo muy raro hallar cuatro semillas en los frutos y bajo las condiciones normales de crecimiento a pesar de que se han observado en algunos genotipos mexicanos, aplicando BA en inflorescencias, sin embargo, se produjo cuatro semillas y el número de cuatro semillas aumentó con la concentración de BA 80 a 320 mg/l llegando a un 2.0 % de los frutos totales.

6.6 Para el rendimiento

El Análisis de Varianza para esta variable evaluada (cuadro 19) solo detectó diferencias significativas ($P < 0,05$) para la fuente de variabilidad FB: Dosis de BA, donde al parecer al menos uno de los tratamientos alcanzó promedios estadísticamente diferentes al de los demás. Esto debido a que uno de los valores de la probabilidad (P-valor) fue menor a los niveles de riesgo ($\alpha = 0,05$

y $\alpha = 0,01$) determinándose la inexistencia de algún grado de asociación entre las variables de estudio.

El efecto que han ejercido las diferentes dosis de BA (6- benciladenina) en diferentes fases de desarrollo de la planta (los tratamientos estudiados) sobre el rendimiento es explicado solamente en 57,0% (R^2) es decir, que con la variable evaluada se consiguió una débil predicción de la varianza explicada sobre la varianza no explicada, sin embargo el Coeficiente de Variabilidad (C.V) con 12,7% refiere una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación en campo definitivo, propuesto por Calzada (1982).

Con la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$), tampoco se detectó diferencias significativas entre promedios de los niveles del Factor A: Fases (cuadro 20), donde con los niveles A1 (fase 1) y A2 (fase 2) se obtuvieron promedios de 76,12 y 83,21 $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de rendimiento respectivamente, siendo estadísticamente iguales entre sí. La prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$), si se detectó diferencias significativas entre promedios de los niveles del Factor B: Dosis de BA (6- benciladenina) (cuadro 21), donde con los niveles B2 (160 ppm) y B3 (240 ppm) se alcanzaron promedios estadísticamente iguales entre sí, con 86,16 y 83,48 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de rendimiento respectivamente y superando estadísticamente al nivel B1 (80 ppm) quien obtuvo un promedio de 69,34 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de rendimiento.

Es importante manifestar que el cultivo de piñón blanco tiene un tipo de floración monoica y de polinización cruzada, además de que la liberación del polen se da antes que el estigma este receptivo (protandria), por lo que esta situación fisiológica no ayuda a una polinización sincronizada repercutiendo en el rendimiento, por lo que se hace necesario contar por lo menos con una colmena de abejas, que contribuya a una polinización más efectiva (Echevarría y Valles, 2009).

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 (Cabrera, 2016)

6.7 Análisis económico

El análisis estadístico de los tratamientos estudiados (cuadro 22), fue construido en base al rendimiento en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ por tratamiento, el costo de producción en Nuevos Soles, la relación Beneficio/Costo en Nuevos Soles por tratamiento y con precio actual al por mayor en el mercado local, calculado en S/: 1,20 Nuevos Soles por kg de piñón Blanco. Los resultados obtenidos nos indican que todos los tratamientos estudiados, tuvieron un beneficio/costo negativo, resultados como consecuencia del ataque de plagas, de la inherencia de las fuertes precipitaciones ocurridas durante el desarrollo del experimento y así mismo por ser la primera producción del cultivo del piñón Blanco.

La evidencia de los bajos rendimientos bajos en el presente experimento con $69,34 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $86,16 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y $83,48 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para los tratamientos T1 (80 ppm), T2 (160 ppm) y T3 (83,48 pm) respectivamente, se sustenta en que la primera cosecha del cultivo de Piñón blanco (*Jatropha curcas*) se da desde el primer año, 90 días después de la floración, se debe tener en cuenta que en los primeros años los rendimientos siempre son bajos hasta que la planta muestre su potencial de rendimiento (4° y 5° año), corroborado por Echevarría y Valles (2009), estos mismos autores sostienen que los resultados de la producción variaran de acuerdo a las características del suelo, precipitación y riego complementario, estructura de las plantaciones y edad de las plantas. Respecto a la productividad, el cultivo de piñón blanco empieza a producir de manera más estable al cabo del tercer año de sembrado, su producción se incrementa año tras año durante los primeros cinco años y a partir de allí se estabiliza (Echevarría y Valles, 2009).

VII. CONCLUSIONES

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

VIII. RECOMENDACIONES

En merito a las conclusiones obtenidas, se recomienda:

- a. El estudio permitió identificar que se la aplicación de fitohormonas permitió incrementar las flores femeninas y hermafroditas, por lo que se recomienda aplicaciones de BA (6- benciladenina) con una dosis de 240 ppm en la fase II del cultivo de Piñón blanco.
- b. Con el objetivo de aumentar los efectos del incremento de flores femeninas y hermafroditas conseguidas con la aplicación de fitohormonas y en razón de que las abejas son los insectos más eficientes y manejables para incrementar la polinización entomófila y por ende el rendimiento, se recomienda realizar experimentos posteriores considerando al menos una colmena por hectárea.
- c. Realizar futuros experimentos que incluyan la aplicación hormonal mezclando citoquininas y auxinas, incluyendo además diferentes dosis de fertilización, para ver la influencia de estos en rendimiento del cultivo de Piñón Blanco.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Achten, W. M. J., Verchot, L., Franken, y. J., Mathijs, E., and Singh, V. P., Aerts, R. and Muys, B. (2008). *Jatropha bio-diesel production and use*. Biomass and Bioenergy 35, 1063–1084. doi: 10.1016/j.biombioe.2008.03.003.
2. Alfonso, J. (2008). *Manual para el cultivo de piñón (Jatropha curcas) en Honduras*. La Lima- Honduras.
3. Aponte, H. C. (1978). *Estudio de Jatropha curcas L. como recurso biótico*. Diploma tesis. Universidad Veracruz, Xalapa-Enríquez, Veracruz, México.
4. Bang, Z. and Zeng, F. (2010). *Benciladenina una forma de tratamiento que aumenta el rendimiento de la semilla de la planta Jatropha curcas como biocombustibles*.
5. Barceló, C. J. y otros. (1992). *Fisiología vegetal*. Cap. 17 (p 344-361). Ediciones Pirámide S.A. Madrid. 823 p.
6. Bhattacharya, A., Datta, K., Datta, S.k. (2005). *Floral biology, floral resource constraints and pollination limitation in Jatropha curcas L. Pakistan J. Biol. Sci.*, 8: 456-460.
7. Cabrera, R. (2016). *Determinación del Momento Oportuno para la Inducción floral de Jatropha curcas L. Utilizando BA(6- Benciladenina) en Juan Guerra- San Martín – Perú*
8. Calzada, B. (1982). *Métodos Estadísticos para la Investigación*. Editorial Milagros S.A. Lima-Perú. 644 Págs.
9. Cultivos Energéticos SRL. (2008). http://www.jatrophacurcas_web.com.ar/.

10. Delgado, H. (2014). *Manual para la Inducción floral en Piñón Blanco (Jatropha curcas L.)*. Tarapoto: IDEART.
11. Echeverria, R. (2013). *Manual de producción de piñon blanco jatropha curcas L.* Tarapoto- San Martín: Estilos Gráficos.
12. Echeverria, R., Valles, A. y Rengiffo, L. (2014). *Manejo del cultivo de piñon blanco* Tarapoto- San Martín
13. Echeverria, R. y Valles, A. (2009). *Manejo del cultivo de piñon blanco (jatropha curcas)* en la Region San Martín.
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. Foidl, N., Foidl, G., Sanchez, M., Mittelbach, M. and Hackel, S. (1996). *Jatropha curcas L. as a source for the production of biofuel in Nicaragua*. Bioresource Technology 58, 77–82.
16. Guerrero, A. (2012). *Biología floral en Jatropha curcas L.* Llanos.
17. Gifford, R. M. y Evans, L. T. (1981). *Photosynthesis, carbon partitioning, and yield*. Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol 32:485–509.
18. Hartman, L.; Lago, R. C. A. (1973). *Rapid preparation on fatty acid methyl esters from lipids*. Laboratory Practice, London. 22 (6): Pp. 475-476.
19. Heller, J. (1996). *Physic nut; Jatropha curcas L.* IPGRI IPK Italy Germany. International Pllant genetic Resources Institute. Pp 29,
20. Heywood, V. (1985). *Las plantas con flores*. Editorial Reverté. Madrid, España. 332 p.

21. Holdridge, (1975). *Ecología basada en zonas de vida*, trad. Del inglés por Humberto Jiménez Saa. San José, Costa Rica, IICA. Libros y Materiales Educativos N°. 34. 216 p.
22. Howell, S. H., Lall, S. y Che, P. (2003). *Cytokinins and shoot development*. Trends Plant Science 8: 453-459.
23. IICA y Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia. (1989). “*Compendio de Agronomía Tropical*”- Tomo II – Editorial IICA, San José, Costa Rica – Pág. 613 – 614.
24. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2008), “*Manejo del Cultivo de Piñón (Jatropha curcas) en la Región San Martín*” www.inia.gob.pe.
25. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2014), “*Datos meteorológicos de la estación experimental “El Porvenir*”.
26. Jensen, W. y Salisbury, F. (1994). *Botánica*. Primera edición español. Ed. McGraw-Hill, S.A. México. 762 Págs.
27. Kumar, A. and Sharma, S. (2008). *An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (Jatropha curcas L.): A review*. Industrial Crops and Products 28, 1–10.
28. Laviola *et al.*, (2008). *Programa cooperativo de investigación, Desarrollo innovación agrícola para los trópicos Suramericanos*.
29. Noor, C; Noor, A.; Thohirah, L. A. and Nur, A. (2011). *Psyquay Abdullah Flowering and Fruit Set Under Malaysian Climate of Jatropha curcas L.* American Journal of Agricultural and Biological Sciences 6 (1): 142-147
30. Pequeño-Granado, R. E; Vázquez-Alvarado, J. A. Santos-Haliscak, A. I. Luna-Maldonado, G. Moreno-Degollado, L. Iracheta-Donjuan, P. López-Gómez, M. Castellanos-Juárez, y M.C. Ojeda-Zacarías (2014). *Inducción*

organogénica de Jatropha curcas L. a partir de hojas jóvenes.
Polibotánica no.39 México feb. 2015. 11p.

31. Rojas, M y Ramírez, H. (1987). *Control hormonal del desarrollo de las plantas.* Primera edición, Ed. Limusa. México. 239 Págs.
32. Rojas, M. (1990). *Fisiología vegetal aplicada.* 4ta ed. Interamericana Mc Graw-Hill México, F.
33. Salisbury, F y Ross, C. (1994). *Fisiología Vegetal.* 1^{era} Edición. Grupo Editorial Iberoamericana. México. 759 Págs.
34. 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.
35. Skoog, F & Miller, C. O. (1965). *Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissues cultured in vitro.* In: *Molecular and Cellular Aspects of Development*, E. Bell ed., Harper and Row, New York, pp. 481-494.
36. Smith, P. M. y Ca, A. (2002). *Purine biosynthesis.* Big in cell division, even bigger in nitrogen assimilation. *Plant Physiology* 128: 793-802.
37. Sutherland, S. (1986). *Floral sex ratios, fruit-set, and resource allocation in plants.* *Ecology* 67:991–1001.
38. Torres, C. (2007). *Jatropha curcas.* Plantines Empresa de Cultivos Energeticos SRL Cooperativa El Rosario Ltda. Obtenido de <http://jatrophaargentina.blogspot.com>
39. Valles, A., Echevarría, R., & Rengifo, L. (2014). *Abonamiento químico y orgánico del piñón blanco Jatropha curcas L.* Trapoto: IDEART.

40. Weaver, R. (1976). *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*. Editorial Trillas, México. 622 Págs.
41. Zhang, J. and Jiang, L. (2008). *Acid-catalyzed esterification of Zanthoxylum bungeanum seed oil with high free fatty acids for biodiesel production*. *Bioresour Technology* 99, 8995–8998. doi: 10.1016/j.bior.

Anexos



Foto 1: Delimitación del área
Fuente: Eyka S. Córdova Mendoza, 2014



Foto 2: Abonamiento de las plantas
Fuente: Eyka S. Córdova Mendoza, 2014



Foto 3: Aparición del botón floral
Fuente: Eyka S. Córdova Mendoza, 2015



Foto 4: Etiquetado de las ramas
Fuente: Eyka S. Córdova Mendoza, 2015



Foto 5: Aplicación de la hormona (6- benciladenina).
Fuente: Eyka S. Córdova Mendoza, 2015



Foto 6: Floración en F1
Fuente: Eyka S. Córdova Mendoza, 2015



Foto 7: Floración en F2
Fuente: Eyka S. Córdova Mendoza, 2015

Costos de Producción del cultivo de piñón: Tratamiento 1

T1				
Rubro	Unidad de medida	Cantidad	Valor Unitario	Costo Total
COSTOS VARIABLES				
Mano de obra				
Alineado y estaqueado de campo	Jornal	2	30	60,00
Poseado	Jornal	22	30	660,00
Arreglo de acequias	Jornal	2	30	60,00
Trasplante	Jornal	10	30	300,00
Riegos	Jornal	8	30	240,00
Deshierbo	Jornal	10	30	300,00
Podas	Jornal	8	30	240,00
Abonamiento orgánico	Jornal	5	30	150,00
Cosecha	Jornal	30	30	900,00
Trillado	Jornal	5	30	150,00
Selección y clasificación	Jornal	10	30	300,00
Aplicación de BA	Jornal	1	30	30,00
Sub total mano de obra		112		3 360,00
Insumos				
Plantón de piñón	Unidad	1666	0,5	833,00
Sipi – Q	Litro	2	30	60,00
Grow more 20-20-20	kilogramo	1	10	10,00
Costales de polipropileno	Cientos	2	50	100,00
Rafia	cono	1	4	4,00
BA (6- benciladenina)	gramos	0,48	19,1	9,17
Sub total de insumos				1 016,17
Bienes				
Carretillas	Unidades	1	120	120,00
Machetes	Unidades	2	10	20,00
Cavadora	Unidades	22	30	660,00
Tijeras de podar	Unidades	2	35	70,00
Baldes de 20 L	Unidades	2	20	40,00
Regaderas	Unidades	2	25	50,00
Bandejas para traslado de plántones	Unidades	100	20	2000,00
Sub total de insumos				2 960,00

Costos de Producción del cultivo de piñón: Continuación del anexo

	Maquinaria				
	Rastra	hora	4	45	180,00
	Arado	hora	2	45	90,00
	Surcado	hora	1	30	30,00
	Subtotal				300,00
	Combustible				
	Petróleo	galón	12	11.7	140,40
	Sub total				140,40
	Servicios				
	Análisis de suelo	muestra	1	60	60,00
	Sub total de servicios				60,00
	Imprevistos 10% de c. variables				783,6568
	Total de costos variables				7836,57
	COSTOS FIJOS				
	Vehículo (transporte)	kg	1	1,2	1,20
	Depreciación	unidad	1	89	89,00
	Total de costos fijos				90,20
	COSTO TOTAL (C.V+C.F)				8710,42

Costos de Producción del cultivo de piñón: Tratamiento 2

T2				
Rubro	Unidad de medida	Cantidad	Valor Unitario	Costo Total
COSTOS VARIABLES				
Mano de obra				
Alineado y estaqueado de campo	Jornal	2	30	60,00
Poseado	Jornal	22	30	660,00
Arreglo de acequias	Jornal	2	30	60,00
Trasplante	Jornal	10	30	300,00
Riegos	Jornal	8	30	240,00
Deshierbo	Jornal	10	30	300,00
Podas	Jornal	8	30	240,00
Abonamiento orgánico	Jornal	5	30	150,00
Cosecha	Jornal	30	30	900,00
Trillado	Jornal	5	30	150,00
Selección y clasificación	Jornal	10	30	300,00
Aplicación de BA	Jornal	1	30	30,00
Sub total mano de obra		112		3360,00
Insumos				
Plantón de piñón	Unidad	1666	0,5	833,00
Sipi – Q	Litro	2	30	60,00
Grow more 20-20-20	kilogramo	1	10	10,00
Costales de polipropileno	Cientos	2	50	100,00
Rafia	Cono	1	4	4,00
BA (6- benciladenina)	Gramos	0.98	39	38,22
Sub total de insumos				1045,22
Bienes				
Carretillas	Unidades	1	120	120,00
Machetes	Unidades	2	10	20,00
Cavadora	Unidades	22	30	660,00
Tijeras de podar	Unidades	2	35	70,00
Baldes de 20 L	Unidades	2	20	40,00
Regaderas	Unidades	2	25	50,00
Bandejas para traslado de plantones	Unidades	100	20	2000,00
Sub total de insumos				2960,00

Costos de Producción del cultivo de piñón: Continuación del anexo

Maquinaria				
Rastra	Hora	4	45	180,00
Arado	Hora	2	45	90,00
Surcado	Hora	1	30	30,00
Subtotal				300,00
Combustible				
Petróleo	Galón	12	11,7	140,40
Sub total				140,40
Servicios				
Análisis de suelo	Muestra	1	60	60,00
Sub total de servicios				60,00
Imprevistos 10% de c. variables				786,562
Total de costos variables				7865,62
COSTOS FIJOS				
Vehículo (transporte)	Kg	1	1,2	1,20
Depreciación	Unidad	1	89	89,00
Total de costos fijos				90,20
COSTO TOTAL (C.V+C.F)				8742,38

Costos de Producción del cultivo de piñón: Tratamiento 3

T3				
Rubro	Unidad de medida	Cantidad	Valor Unitario	Costo Total
COSTOS VARIABLES				
Mano de obra				
Alineado y estaqueado de campo	Jornal	2	30	60,00
Poseado	Jornal	22	30	660,00
Arreglo de acequias	Jornal	2	30	60,00
Trasplante	Jornal	10	30	300,00
Riegos	Jornal	8	30	240,00
Deshierbo	Jornal	10	30	300,00
Podas	Jornal	8	30	240,00
Abonamiento orgánico	Jornal	5	30	150,00
Cosecha	Jornal	30	30	900,00
Trillado	Jornal	5	30	150,00
Selección y clasificación	Jornal	10	30	300,00
Aplicación de BA	Jornal	1	30	30,00
Sub total mano de obra		112		3360,00
Insumos				
Plantón de piñón	Unidad	1666	0,5	833,00
Sipi – Q	Litro	2	30	60,00
Grow more 20-20-20	kilogramo	1	10	10,00
Costales de polipropileno	Cientos	2	50	100,00
Rafia	Cono	1	4	4,00
BA (6- benciladenina)	gramos	1,44	57,3	82,51
Sub total de insumos				1089.51
Bienes				
Carretillas	Unidades	1	120	120,00
Machetes	Unidades	2	10	20,00
Cavadora	Unidades	22	30	660,00
Tijeras de podar	Unidades	2	35	70,00
Baldes de 20 L	Unidades	2	20	40,00
Regaderas	Unidades	2	25	50,00
Bandejas para traslado de plántones	Unidades	100	20	2000,00
Sub total de insumos				2960,00

Costos de Producción del cultivo de piñón: Continuación del anexo

Maquinaria				
Rastra	Hora	4	45	180,00
Arado	Hora	2	45	90,00
Surcado	Hora	1	30	30,00
Subtotal				300,00
Combustible				
Petróleo	Galón	12	11,7	140,40
Sub total				140,40
Servicios				
Análisis de suelo	muestra	1	60	60,00
Sub total de servicios				60,00
Imprevistos 10% de c. variables				790,9912
Total de costos variables				7909,91
COSTOS FIJOS				
Vehículo (transporte)	Kg	1	1,2	1,20
Depreciación	Unidad	1	89	89,00
Total de costos fijos				90,20
COSTO TOTAL (C.V+C.F)				8791,10