

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE NITRATO DE PLATA PARA INDUCCIÓN DE FLORES ESTAMINADAS
EN LÍNEAS ENDOGÁMICAS DE PIÑÓN (*Jatropha curcas*, L.), EN RETALHULEU
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

JOSÉ CARLOS GARCÍA CORZO
CARNET 21127-06

COATEPEQUE, ENERO DE 2016
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE NITRATO DE PLATA PARA INDUCCIÓN DE FLORES ESTAMINADAS
EN LÍNEAS ENDOGÁMICAS DE PIÑÓN (*Jatropha curcas*, L.), EN RETALHULEU
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
JOSÉ CARLOS GARCÍA CORZO

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

COATEPEQUE, ENERO DE 2016
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENE
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

LIC. JAIME ORLANDO BARRIOS DE LEON

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

ING. JACINTA IMELDA MÉNDEZ GARCÍA

LIC. ABEL ESTUARDO SOLÍS ARRIOLA

LIC. LUIS ALBERTO DE LEON MALDONADO

Coatepeque, 13 de enero de 2016

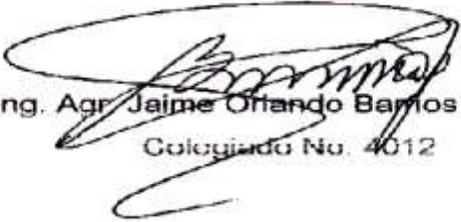
Honorables Miembros del Consejo Revisor
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Universidad Rafael Landívar
Campus Central, Guatemala

Honorables Miembros del Consejo:

Con un saludo cordial me dirijo a ustedes, deseándoles bendiciones y éxitos en sus labores diarias.

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante José Carlos García Corzo, carné 21127-06, titulado: **“Evaluación De Nitrato de Plata para Inducción de Flores Estaminadas En Líneas Endogámicas de Piñón (*Jatropha Curcas*, L.), En Retalhuleu”**. El cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente:



Ing. Agr. Jaime Orlando Barrios de León
Colegiado No. 4012



Universidad
Rafael Landívar

Escuela Jovita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06397-2015

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Sistematización de Práctica Profesional del estudiante JOSÉ CARLOS GARCÍA CORZO, Carnet 21127-06 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 06139-2015 de fecha 7 de noviembre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE NITRATO DE PLATA PARA INDUCCIÓN DE FLORES ESTAMINADAS EN LÍNEAS ENDOGÁMICAS DE PIÑÓN (*Jatropha curcas*, L.), EN RETALHULEU

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 13 días del mes de enero del año 2016.


ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A

Dios todo poderoso por darme la fortaleza y el entendimiento para poder alcanzar mis metas.

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR, por participar en mi formación académica y hacer de mí un mejor profesional.

Ing. Jaime Orlando Barrios de León, por su apoyo y paciencia en la revisión y correcciones en la presente investigación.

GUATROPHA SA. Por abrir las puertas para que pudiera realizar la investigación.

Ing. Imelda Mendez. Por su apoyo incondicional para poder salir adelante en cada una de las etapas de la carrera.

DEDICATORIA

A

Dios: Quién siempre me da su infinito amor, fortaleza para superar las diferentes etapas de la vida y me bendice con las personas que me rodean.

Padres: Carlos Enrique García Muracao y Dilvia Vrishet Corzo Gonzales por su apoyo y amor incondicional en cada una de las etapas de mi vida por siempre estar a mi lado.

Abuelita: Adriana Muracao por ser como una segunda madre con por sus consejos y su amor.

Familia: Mis hermanos y tíos que han sido de mucho apoyo en todos los encada día de mi vida.

Hijos: por ser mi motivación para seguir adelante y seguir mejorando como persona y como profesional.

Tío: Hugo Antonio García Muracao (QEPD) por apoyarme y por escucharme en cada uno de los aspectos de mi vida y siempre tener su cariño en cada aspecto de mi vida.

ÍNDICE

CONTENIDO	PAGINA
RESUMEN.....	i
SUMMARY	ii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES	2
2.1. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1.1. Generalidades del cultivo de piñón (<i>Jatropha curcas L.</i>).....	2
2.1.2 Descripción botánica del piñón (<i>Jatropha curcas L.</i>).....	2
2.1.3. Importancia económica del piñón (<i>Jatropha curcas L.</i>)	3
2.1.4. Ciclo vegetativo del cultivo de piñón (<i>Jatropha curcas L.</i>).....	4
2.1.5. Modificación de la expresión del sexo en <i>Cannabis sativa L.</i>	4
2.1.6. Procedimiento de mezcla de nitrato de plata (AgNO_3)	4
2.1.7 Otros usos del nitrato de plata (AgNO_3).	5
2.1.8 Efecto del nitrato de plata sobre el cultivo del calabacín (<i>Cucurbita pepo L.</i>).....	5
2.1.9 Diferenciación floral y control del sexo en floración de zucchini (<i>Cucurbita pepo L.</i>).....	6
2.2. Nitrato de plata	7
2.3. LOCALIZACIÓN	8

2.4.1 Organigrama de la empresa GUATROPHA S.A.....	10
III. JUSTIFICACIÓN	11
IV. OBJETIVOS	12
4.1. GENERAL	12
4.2. ESPECÍFICOS	12
V. HIPÓTESIS	13
VI. PLAN DE TRABAJO	14
6.1 Descripción del área de trabajo específico	14
6.2 Programa a desarrollar	14
6.2.1. Metodología	14
6.2.2. Material vegetal	14
6.2.3. Actividades de aplicación del nitrato de plata	14
6.2.4. Diseño experimental	18
6.2.5. Modelo estadístico.....	18
6.2.6. Tratamientos.....	19
6.2.7. Distribución de las parcelas experimentales de nitrato de plata (AgNO ₃) durante el primer experimento.....	20
6.2.8. Toma de datos.....	20
6.2.11. VARIABLES DE RESPUESTA	21
6.3. METAS PROPUESTAS.....	24

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
7.1 Aplicación de nitrato de plata.....	25
7.1.1. Distribución de las parcelas experimentales de nitrato de plata (AgNO ₃) durante el segundo experimento	26
7.1.2. Distribución de las parcelas experimentales de nitrato de plata (AgNO ₃) durante el segundo experimento	28
7.2. Muestreo de número de flores por planta.....	29
7.3. Conteo del número de flores por planta.....	30
7.4. Análisis de Varianza	33
VIII. CONCLUSIONES.	34
IX. RECOMENDACIONES.	35
X. BIBLIOGRAFÍA	36
XI. ANEXO.....	38

ÍNDICE DE CUADROS.

CUADRO	PÁGINA
1. Clasificación taxonómica de <i>Jatropha curcas</i> L.....	2
2. Colores utilizados por tratamiento en la aplicación de cinco dosis de AgNO ₃ , en <i>Jatropha curcas</i> L.....	17
3. Dosis de nitrato de plata (AgNO ₃) expresado en gramos	18
4. Dosis inicial de aplicación de (AgNO ₃) aplicado en piñón (<i>Jatropha curcas</i> L.) durante la investigación	19
5. Cronograma de actividades realizado en la sistematización de práctica profesional iniciada en el mes de febrero del 2013 hasta agosto del 2013.....	23
6. Dosis expresada en partes por millón en gramos de AgNO ₃ e identificación de colores.	25
7. Dosis expresada en partes por millón y gramos de AgNO ₃ e identificación de colores.	27
8. Conteo de las flores pistiladas.....	30
9. Frecuencia de aumento de dosis de Nitrato de plata (AgNO ₃)	31

ÍNDICE DE FIGURAS.

FIGURA	PÁGINA
1. Organigrama de la empresa GUATROPHA.S.A.....	10
2. Distribución de los tratamientos en el campo.	20
3. Distribución de los tratamientos en el campo.	26
4. Distribución de los tratamientos en el campo.	28
5. Grafica de Sistematización.	22
6. Siembra de la parcela experimental de AgNO_3	15
7. Riego profundo de 8 horas antes de la siembra de la parcela.....	16
8. Amarilla miento por la dosis de nitrato de plata de 40,000 y 50,000 ppm (AgNO_3)	32
9. Plantas sometidas a riego por goteo después de la siembra	38
10. Presentación de nitrato de plata (AgNO_3).....	38
11. Pesado del nitrato de plata (AgNO_3), antes de la disolución en agua	39
12. Atomizadores y cintas de colores utilizados para la aplicación y diferenciación de los tratamientos	39
13. Aplicación del nitrato de plata (AgNO_3), a las plantas sometidas al tratamiento	40
14. Planta con crecimiento detenido por aplicaciones de nitrato de plata (AgNO_3)	40
15. Quemaduras en follaje por la dosis de 40,00 y 50,000 ppm de (AgNO_3).....	41
16. Lesiones en tallo por la dosis de 40,00 y 50,000 ppm de (AgNO_3),	41

17. Conteo de plantas con daños causados por la aplicación de nitrato de plata (AgNO_3).	42
18. Floraciones abiertas después de la aplicación de nitrato de plata (AgNO_3),	42
19. Floraciones con el tratamiento después aplicación de nitrato de plata (AgNO_3), en la dosis de 100 ppm a 10,000 ppm	43
20. Floraciones abiertas después de la aplicación de nitrato de plata (AgNO_3) en la dosis de 200 ppm a 20,000 ppm.....	43
21. Floraciones abiertas después de la aplicación de nitrato de plata (AgNO_3) en la dosis de 300 ppm a 30,000 ppm.....	44
22. Floraciones abiertas después de la aplicación de nitrato de plata (AgNO_3) en la dosis de 400 ppm a 40,000 ppm.....	44

“Evaluación De Nitrato de Plata para Inducción de Flores Estaminadas En Líneas Endogámicas de Piñón (*Jatropha Curcas*, L.), En Retalhuleu”

Resumen

El presente informe de sistematización de práctica profesional realizada en la empresa GUATROPHA S.A. ubicada en el departamento de Retalhuleu en la finca San Luis del municipio de Retalhuleu, la empresa se encarga de producir nuevas variedades de piñón (*Jatropha curcas* L). Durante el proceso de producción se encontró el problema de que las plantas presentan únicamente floraciones femeninas haciendo imposible continuar con la endogamia por lo que requería se evaluara un inductor de flores estaminadas. Se utilizó el agente químico nitrato de plata (AgNO_3), se evaluaron diferentes concentraciones de AgNO_3 . La evaluación se realizó con un diseño de bloques al azar para determinar la dosis adecuada de (AgNO_3) para lograr la inducción temporal de cambio de sexo en plantas de piñón. Las dosis evaluadas fueron de 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, 500 ppm de nitrato de plata, llegando hasta las dosis de 10,000 ppm, 20,000 ppm, 30,000 ppm, 40,000 ppm y 50,000 ppm, dejando un intervalo de 30 días entre cada repetición del experimento después de la apertura de las flores. No se generó el efecto deseado de cambio de sexo ya que ninguno de los tratamientos utilizados presentó un resultado positivo pese al aumento de las dosis del producto. Descartando el nitrato de plata en las dosis evaluadas como agente de cambio de sexo en el piñón.

**“Evaluation of Silver Nitrate for Induction of Flowers Formation in Indogamic
Lines of (*Jatropha Curcas L.*) In Retalhuleu”**

Summary

The present report of professional systematization was performed in GUATROPHA SA in the San Luis farm in the department of Retalhuleu. The company produces new varieties of *Jatropha Curcas L.* During the production process the problem occurred in that the plants only produces female flowers, thus making it impossible to continue with the inbreeding. For that reason a flower inductor was evaluated. The chemical agent Silver Nitrate (AgNO_3) was used in different concentrations. The evaluation was conducted in randomly picked lots as to determine the adequate dose of AgNO_3 in order to induce temporal sex change in the plants. The evaluated doses were: 100ppm, 200ppm, 300ppm, 400ppm, 500ppm, 10000ppm, 20000ppm, 30000ppm, 40000ppm and 50000ppm. Between each experiment, a 30 days interval was respected after flowering. The desired effect was not achieved since none of the doses used resulted in a sex change in the flowers thus leading to the conclusion that Silver Nitrate, in the evaluated doses, is not a sex change agent in *Jathropha curcas L.*

I. INTRODUCCIÓN

La sistematización de práctica profesional tiene como objetivo la participación e involucramiento en las actividades de las empresas agrícolas, para poder desarrollar las habilidades y conocimientos aprendidas durante los años de estudio, en este caso en la empresa GUATROPHA S.A donde se realizó la sistematización de práctica profesional, tiene como función el mejoramiento genético y liberación de nuevas variedades de *Jatropha curcas* L, con el objetivo de tener mayor rendimiento en producción de frutos. La empresa se encuentra ubicada en el departamento de Retalhuleu y cuenta con 8 hectáreas de cultivo, es para la empresa de interés elaborar un estudio para inducir temporalmente un cambio de sexo en las flores de *Jatropha curcas* L. por medio de una estimulación aplicando nitrato de plata (AgNO_3) induciendo así la floración estaminada, ya que la empresa cuenta con dificultades para continuar con el proceso de mejoramiento genético utilizando el método de la endogamia.

En este estudio se realizó un diseño experimental de bloques al azar para poder determinar la dosis adecuada para la inducción de cambio de sexo en la floración, para ello se seleccionó un área de 360 m^2 para iniciar con la aplicación de (AgNO_3), fue dividida en 5 repeticiones y cada una consto de 5 unidades experimentales con un área de 18 m^2 y un total de 6 plantas por cada unidad experimental para obteniendo un total de 30 plantas por repetición.

II. ANTECEDENTES

2.1. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.1. Generalidades del cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.)

A. Origen del piñón (*Jatropha curcas* L.)

Es una planta oleaginosa de porte arbustivo, con más de 3500 especies agrupadas en 210 géneros. Es originaria de México y Centroamérica, crece en la mayoría de los países tropicales, se le cultiva en América Central, Sudamérica, Sureste de Asia, India y África Torres, (2012).

B. Clasificación taxonómica

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de *Jatropha curcas* L.

Clasificación	Taxón
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Euphorbiales
Familia:	Euphorbiaceae
Género:	<i>Jatropha</i>
Especie:	<i>curcas</i>

Torres, (2012).

2.1.2 Descripción botánica del piñón (*Jatropha curcas* L.)

La especie *J. curcas* es un arbusto o árbol pequeño de 2 a 6 m de altura, con corteza blanco-grisácea, con crecimiento simpodial discontinuo debido a que la yema terminal se bifurca generando yemas laterales, las cuales, pueden ser dos o más, dependiendo

del material, exuda látex translúcido y en el endospermo de sus semillas sintetiza gran cantidad de ácidos grasos insaturados, entre los que figura con gran importancia el ácido linoleico, ya que debido a la incidencia de este aceite posee condiciones óptimas como materia prima para la producción de biodiesel con fines aeronáuticos, al no solidificarse con gran facilidad durante el incremento de la altura en comparación al aceite de palma Guerrero, (2009).

Las inflorescencias se forman terminalmente en el axial de las hojas en las ramas. Ambas flores, masculinas y femeninas, son pequeñas (6-8 mm), verdoso amarillo en el diámetro y pubescente. Cada inflorescencia rinde un manojito de aproximadamente 10 o más frutos ovoides o más. El desarrollo del fruto necesita 90 días desde la floración hasta que madura la semilla Torres, (2012).

2.1.3. Importancia económica del piñón (*Jatropha curcas L.*)

El mercado total de combustible renovable de aviación solo se prevé que aumente a más de \$ 100 mil millones durante la próxima década, Pike Research predice que la *Jatropha* hará una contribución importante al mercado mundial de biodiesel en el año 2014. Bloomberg New Energy Finance previsiona que la *Jatropha* se convertirá en la primera cosecha de energía para lograr la paridad de costos con el combustible para aviones a base de petróleo (SG Biofuels, 2009)

Este impulso se debe principalmente a la viabilidad económica del cultivo. Híbridos Elite de *Jatropha* de SGB pueden producir crudo sostenible de aceite de *Jatropha*, hoy por menos de \$ 99 por barril. Esto se debe a una combinación de bajos costos de los insumos (costos de uso de la tierra están entre 10 y 20 por ciento de los de los cultivos alimentarios), y el aumento de los rendimientos a través de la endogamia y la biotecnología SG Biofuels, (2009)

2.1.4. Ciclo vegetativo del cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.)

Es una planta perenne, cuyo ciclo productivo se extiende de 45 a 50 años. Es de crecimiento rápido y con una altura normal de 2 a 3 m. En condiciones especiales llega hasta 5 m. El grosor del tronco es de 20 cm, con crecimiento desde la base en distintas ramas Torres, (2012).

2.1.5. Modificación de la expresión del sexo en *Cannabis sativa* L.

Según Mohán (1985), la manipulación química de la expresión del sexo fue investigada por Jaiswal y Sett usando *Cannabis sativa* L. Una de las razones principales por las que se eligió *cannabis* es que crece abundante y naturalmente en la India. Las plantas en la etapa y el sexo vegetativos llegan a ser distinguible solamente cuando aparecen las flores; las flores masculinas y femeninas parecen absolutamente diferentes. Se determino la ausencia del par de cromosomas del sexo, la *C. sativa* se enumera en la literatura como planta en la cual una base cromosómica del sexo determina cual será el sexo que poseerá cada flor.

Las flores masculinas pueden ser inducidas en plantas femeninas del cannabis por el uso de giberelinas y agentes del antietileno, tales como nitrato de plata (AgNO_3), complejo aniónico del Disulfato de plata (STS).

2.1.6. Procedimiento de mezcla de nitrato de plata (AgNO_3)

Consiste en dos proporciones (A y B) que se mezclan inicialmente por separados.

Pieza A: consiste en 5 g de nitrato de plata mezclado en 500 mL de agua destilada.

Parte B: consiste en 2.5 g de tiosulfato de sodio (anhidro) en 500 mL de agua destilada.

La pieza A se mezcla por separado de la parte B, se procede a realizar la mezcla de la parte A con la parte B, mezclando lentamente hasta homogenizar ambas partes.

Ambas proporciones deben mezclarse por separado, ya que el nitrato de plata se disuelve en un período de quince segundos, y el tiosulfato de sodio tiene un espacio más largo, de cuarenta y cinco segundos, para disolverse.

La solución de trabajo del tiosulfato de sodio mezclada con nitrato de plata se rocía en las plantas femeninas seleccionadas hasta la salida de la floración, haciendo periódicamente aspersiones uniformes en el área de la floración.

Como resultado de las aplicaciones ahora tiene lo que se le llamo una "planta de F>M"; quiere decir que una planta femenina producirá las flores masculinas.

Observe que el (AgNO_3), y el tiosulfato de sodio pueden causar manchas marrones o sequedad en las partes de la planta expuestas al compuesto cuando se ha utilizado en exceso en plantas de *Cannabis sativa* L.

2.1.7 Otros usos del nitrato de plata (AgNO_3).

Se le pueden dar uso al nitrato de plata, para el manejo postcosecha de plantas para arreglos florales de la familia Asteraceae, ya que es particularmente importante en el mercado florista, para su conservación es necesario sumergir las flores durante 10 segundos en (AgNO_3), utilizando una concentración de (1000 ppm), se ha demostrado que la vida en florero se extiende con este tratamiento, haciendo que las plantas disminuyan su producción de Etileno. Muller, C, (2009).

2.1.8 Efecto del nitrato de plata sobre el cultivo del calabacín (*Cucurbita pepo* L.)

Según García, I (2003), la aplicación de inhibidores de Etileno, tanto a nivel de síntesis (AVG), como a nivel de receptores el nitrato de plata (AgNO_3) aumenta el número de flores masculinas y permite la autofecundación de las variedades ginoicas de pepino. La acción del Etileno afecta prácticamente a todas las etapas del desarrollo de las plantas.

Aunque el etileno ha sido clásicamente considerado la hormona de la senescencia, en la actualidad sabemos que esta hormona participa en la regulación del crecimiento, desarrollo o las funciones de ciertos órganos en la mayoría de las especies. También actúa como modulador importante en la respuesta a estreses bióticos y abióticos. Los

procesos controlados por el Etileno pueden estar regulados a nivel de la biosíntesis de Etileno, a nivel de la percepción o durante la señalización de la respuesta a la hormona en los distintos tejidos de la planta.

Un efecto muy característico del Etileno sobre el crecimiento de las plantas es la denominada triple respuesta sobre plántulas crecidas en oscuridad, que consiste en un acortamiento y engrosamiento del hipocotíleo y de la raíz, pronunciación de la curvatura en gancho de la zona apical, y proliferación de los pelos de la raíz. También es conocido su papel feminizante, sobre las especies monoicas de cucurbitáceas.

La regulación de estos procesos no sólo está modulada por los niveles endógenos de Etileno, sino también por el balance entre distintas hormonas. Muchas respuestas a la acción del Etileno pueden estar afectadas, directa o indirectamente, por la estimulación (principalmente por las auxinas) o la inhibición, por parte de otros reguladores del desarrollo, de la producción de Etileno.

2.1.9 Diferenciación floral y control del sexo en floración de zucchini (*Cucurbita pepo* L).

Según Giménez, M (2010), el nitrato de plata (AgNO_3), favorecen la masculinización en pepino y melón. El ácido indolacético (IAA), aunque menos efectivo que el etileno, también favorece la feminización en pepino y melón. Por el contrario, las giberelinas (GAS), al igual que el (AgNO_3), promueven la masculinización de líneas ginoicas de pepino, lo que permite su mantenimiento y conservación como líneas de mejora. Las GAS producen resultados similares en melones y calabacines.

Desde el punto de vista botánico una flor es un eje de crecimiento limitado (braquiblasto) portador de hojas especializadas, adaptadas y modificadas para la reproducción sexual (esporofilos); en ellas tiene lugar la formación de los gametofitos (meiosis), la fecundación y la formación del embrión. Dicho de otra forma son braquiblastos portadores de microporofilos (flor masculina de calabacín) y braquiblasto con megaporofilos (flor femenina).

El calabacín es una especie monoica, en la que las flores masculinas o femeninas se desarrollan en las axilas de cada hoja a lo largo del desarrollo de la planta. Esto hace que el cuajado del fruto de esta especie sea dependiente de polinizadores o de tratamientos químicos con auxinas sintéticas que inducen partenocarpia.

Aunque el calabacín está menos estudiado que otras cucurbitáceas, el control genético del sexo depende de interacciones medioambientales y hormonales. En pepino, la especie más estudiada en este sentido, las diferentes formas sexuales se pueden explicar en base a la segregación de dos genes. El gen dominante F determina ginoecia, y el gen dominante M inhibe la formación de estambres en los botones florales, determinando flores femeninas.

Las hormonas juegan un papel de gran importancia en la regulación del sexo de las cucurbitáceas. En general, el Etileno y las auxinas promueven feminización, mientras que las giberelinas producen masculinización. La hormona más importante en la regulación de este proceso es, sin duda, el Etileno.

2.2. Nitrato de plata

Según Pojuan, A (2011) el nitrato de plata es una sal inorgánica. Este compuesto es muy utilizado para detectar la presencia de cloruro en otras soluciones. Cuando está diluido en agua reacciona con el cobre formando nitrato de cobre, se filtra y lo que se queda en el filtro es plata

Propiedades físicas y químicas del nitrato de plata

- Fórmula Molecular: AgNO_3
- Sinónimo: Piedra infernal.
- Masa molar: 169.87 g/mol.
- Densidad: 4.35 g/cc.
- Forma: Cristalina.
- Color: Incoloro.

- Olor: Inoloro pero ligeramente tóxico.
- pH: 5.4–6.4 (100 g/l agua 20 °C.)
- Punto de descomposición: 212 °C
- Descomposición termal: > 444 °C
- Solubilidad en agua: 2160 g/l (20 °C)
- Solubilidad en etanol: 20.8 g/l
- Incombustible: Favorece la formación de incendios por desprendimiento de oxígeno. Posibilidad de formación de vapores peligrosos por incendio en el entorno. En caso de incendio pueden producirse óxidos de nitrógeno.

2.3. LOCALIZACIÓN

Las instalaciones de Guatropa S.A. se encuentran ubicadas en el municipio de Retalhuleu, a una elevación de 226 msnm y se localiza en las coordenadas UTM 0641885, 1606221. En el departamento de Retalhuleu, se identifican tres zonas de vida bien definidas: bs-S Bosque Seco Subtropical, bh-S(c) Bosque húmedo Subtropical (cálido), bmh - SC(c) Bosque muy húmedo subtropical (Holdridge, 1985).

Vías de acceso

Para llegar al departamento de Retalhuleu desde la ciudad capital, se debe conducir por la carretera CA-9 rumbo al sur. Al llegar a Escuintla, cruzar a mano derecha por la carretera CA-2, se debe pasar por Siquinalá y Mazatenango, hasta llegar a la cabecera de Retalhuleu.

También cuenta con un pequeño aeropuerto, ubicado sobre la carretera 95 que se dirige al puerto de Champerico. En ese aeropuerto tiene su base el Comando Aéreo del Sur, para viajar vía aérea solo se puede hacer en vuelos privados (SG Biofuels, 2010)

2.4. Descripción de la actividad de la institución

En Guatropha S.A. se cuenta con programas privados e intensivos de selección y mejoramiento genético y reproducción. Están identificando y desarrollando las líneas más productivas y regionalmente adaptadas de nuestra colección de germoplasma. Mediante cruzamientos para combinar rasgos importantes y endogamia para mejorar la uniformidad, se han alcanzado avances significativos, incluyendo el desarrollo de JMax 100™, primer cultivar élite optimizado para Guatemala, con rendimientos proyectados 100 por ciento mayores a las variedades existentes.

Por medio de la experiencia en pruebas agronómicas de campo, Guatropha S.A, se enfoca en un rango de temas relacionados a la reducción de costos de los insumos y aumentos de rentabilidad.

Se están tratando temas relacionados con plagas y enfermedades, a través del desarrollo de plantas resistentes a las pestes y patógenos y mejoras moleculares que tiene en cuenta la estructura de la tierra y factores nutricionales de las plantas, por lo que para esto el área denominada Breeding es la encargada de formular los nuevos híbridos que se requieren para poder tener una mejora en la producción.

2.4.1 Organigrama de la empresa GUATROPHA S.A.

En la figura 1 se muestra cómo está organizada GUATROPHA S.A.

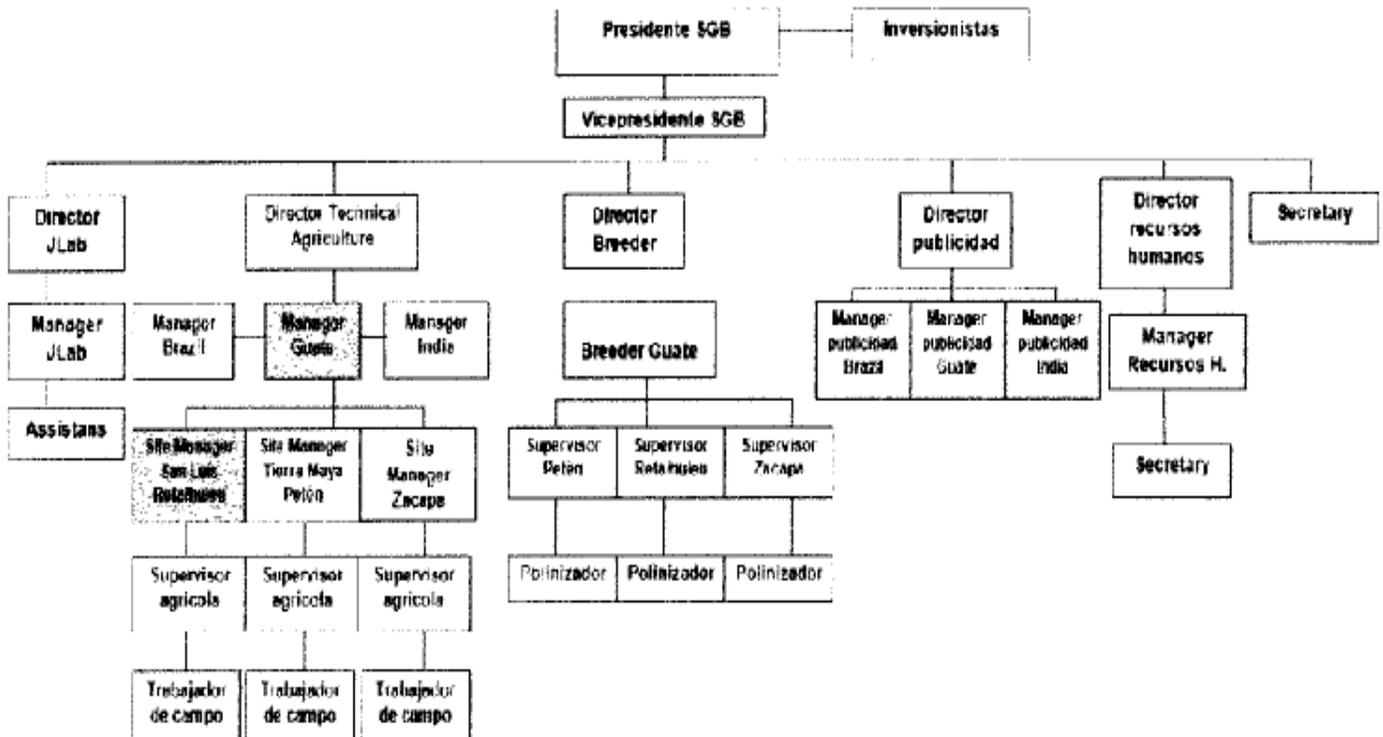


Figura 1. Organigrama de la empresa GUATROPHA.S.A.

SG Biofuels, (2010)

III. JUSTIFICACIÓN

La empresa GUATROPHA S.A., se dedica al mejoramiento genético de la especie *Jatropha curcas* L, con el propósito de incrementar los niveles de producción y concentración de aceite que poseen las semillas de esta planta, debido a que estas son de gran importancia ya que deben tener un alto contenido energético para la producción de biocombustible.

Actualmente la empresa cuenta con el problema que algunas de las plantas mejoradas presentan floraciones femeninas, lo que reduce las posibilidades de continuar con el método de endogamia, éstas plantas son variedades mejoradas, muestran ausencia de flores estaminadas, es de vital importancia determinar un método que permita inducir temporalmente la floración estaminada y posteriormente extraer el polen de las mismas para trabajar un método de autopolinización, y así obtener una línea pura.

Se realizó una investigación en busca de un compuesto químico que tuviera efectos en las hormonas de las plantas para inducir un cambio temporal de sexo en las floraciones de *Jatropha curcas* L. durante la investigación se encontraron precedentes de la manipulación química de la expresión del sexo en plantas *Cannabis sativa* L. utilizando nitrato de plata (AgNO_3), otro precedente en el cultivo de *Cucurbita pepo* L, haciendo la diferenciación floral y control del sexo en la floración utilizando (AgNO_3).

Se optó utilizar el (AgNO_3), ya que en dos especies diferentes el efecto fue positivo en la en el cambio de sexo, se realizaron pruebas en plantas de *Jatropha curcas* L. con la finalidad del lograr el cambio en la expresión del sexo para continuar con la endogamia.

IV. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

- Determinar el efecto de las aplicaciones de diferentes concentraciones de nitrato de plata (AgNO_3), con líneas endogámicas para estimular la formación temporal de flores masculinas en plantas de piñón (*Jatropha curcas L.*).

4.2. ESPECÍFICOS

- Cuantificar el número de flores masculinas y femeninas en plantas de piñón, en función de la concentración de AgNO_3 aplicada.
- Determinar la cantidad de polen obtenido en flores masculinas obtenidas por la inducción utilizando AgNO_3 .
- Evaluar el nivel de viabilidad del polen obtenido de flores masculinas producto de la inducción por AgNO_3 .
- Cuantificar el número de flores producidas por planta sometidas a inducción por AgNO_3 .

V. HIPÓTESIS

Al menos una dosis de nitrato de plata podrá influir en el cambio de sexo de flores pistiladas a flores estaminadas en el piñón (*Jatropha curcas L.*)

Según la segregación Mendeliana algunos tratamientos producirán un 50% flores masculinas y un 50 % flores femeninas, otros producirán 25% flores masculinas y un 75% flores femeninas en función de la aplicación de nitrato de plata.

Algunas de las plantas que presenten floraciones masculinas producirán polen por inducción de nitrato de plata.

El polen será viable en las plantas polinizadas, utilizando el polen recolectado de las plantas sometidas al tratamiento de nitrato de plata

VI. PLAN DE TRABAJO

6.1 Descripción del área de trabajo específico

El trabajo se realizó en las instalaciones de investigación de la empresa GUATROPHA S.A., en la cual se seleccionó un área de 360 m² para iniciar con el método de aplicación de nitrato de plata (AgNO₃), la cual fue dividida en cinco repeticiones y cada una tuvo cinco unidades experimentales con un área de 18 m² y un total de seis plantas por cada unidad para tener un total de treinta plantas por repetición.

6.2 Programa a desarrollar

6.2.1. Metodología

6.2.2. Material vegetal

El material vegetal utilizado para este ensayo fueron estacas proveniente de *Jatropha curcas* L. de dos años de edad. Para ello se seleccionaron las mejores estacas (enraizamiento y follaje, con un tamaño de 0.45 m y un número de cinco yemas, y un diámetro de 0.0254 m). Se utilizaron únicamente estacas con tipo de floración pistilada.

6.2.3. Actividades de aplicación del nitrato de plata

Se procedió a realizar las siguientes actividades en las parcelas seleccionadas:

A. Preparación del terreno

Se realizó la eliminación de las malezas del terreno mediante limpias manuales y posteriormente se realizó la mecanización utilizando arado y rastra para tener un suelo profundo de aproximadamente 0.45 m para un buen desarrollo radicular de las plantas, a su vez se hicieron dos aplicaciones de cal agrícola (CaCO₃) para regulación del pH del suelo.

B. Numeración de las parcelas

Se procedió a identificar las parcelas mediante la numeración correspondiente, se identificaron con una estaca de madera con su número correlativo del 631 al 635 según el código de la empresa.

C. Siembra de la parcela.

Se realizó la siembra de las estacas en campo definitivo a un distanciamiento de 2.00 m entre calle y 1.5 m entre planta véase en la figura 6.



Figura 6. Siembra de la parcela experimental de AgNO_3 ,
García, (2013)

Dentro de las labores implementadas en la siembra de la parcela experimental se mecanizó el área utilizando arado, rastra y surqueadora, labor realizada para profundizar el suelo para tener una mejor profundidad y estimular un buen desarrollo radicular en las plantas y la surqueadora para tener un surco parejo al momento de la siembra.

La parcela antes de la siembra fue sometida a un riego profundo el cual fue de ocho horas, durante ocho días antes de la siembra para poder realizar la siembra y no sufrieran estrés hídrico en la siguiente imagen se puede observar el riego antes de la parcela antes de la siembra y el nivel de humedad del suelo (figura 7).



Figura 7. Riego profundo de 8 horas antes de la siembra de la parcela.

García, (2013)

D. Identificación de plantas a utilizar

Se procedió a determinar el número de plantas, seleccionando las que tienen el código de plantas FO (Female Only) que se requieren para la investigación, las cuales se procedieron a pintar de un color designado que utiliza la empresa para identificar las plantas pistiladas

E. Trazado de parcelas

Se procedió a identificar las parcelas a trabajadas, de acuerdo al número de parcela o código que asignó por la empresa, el cual ayudó a tener un control y mejor identificación de las parcelas.

F. Procedimiento

Las plantas seleccionadas fueron marcadas utilizando un listón, el cual fue de un color para cada tratamiento, a las treinta plantas a evaluar se le cubrirán las floraciones con bolsas de agribón.

Cuadro 2. Colores utilizados por tratamiento en la aplicación de cinco dosis de AgNO_3 , en *Jatropha curcas L*

Dosis (ppm)	Color
100	Blanco
200	Amarillo
300	Verde
400	Rosado
500	Violeta

G. Intervalo de aplicación

A todos los tratamientos se les realizaron las aplicaciones simultaneas vía folia, por lo que se tomó un intervalo de aplicación, realizando tres aplicaciones; se realizaron semanalmente hasta ver el resultado en las floraciones, las plantas se iniciaron las aplicaciones a 20 días después de la siembra en campo. El intervalo fue de un día de por medio entre cada aplicación, haciendo tres aplicaciones a la semana.

H. Elaboración de la Mezcla

La mezcla del producto se realizó en el laboratorio utilizando un vaso descartable en el que se aplicaron 100 cc de agua purificada y después se procedió a pesar el AgNO_3 , y fue en las concentraciones que a continuación se dan a conocer en el siguiente cuadro.

Cuadro 3. Dosis de nitrato de plata (AgNO_3) expresado en gramos

Dosis (ppm)	Peso (g)
100	0.01
200	0.02
300	0.03
400	0.04
500	0.05

Luego de la disolución en el vaso descartable se procedió a completar las dosis con 900 cc de agua purificada para luego poder aplicárselo a las plantas en campo definitivo en una dosis de 25cc por planta.

6.2.4. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar.

Para este experimento se seleccionaron seis plantas por unidad experimental, de las cuales se procedió a tomar una lectura del número de inflorescencias masculinas que se produjeron en cada una de las plantas, según la dosis de (AgNO_3) correspondiente.

6.2.5. Modelo estadístico

El modelo estadístico aplicado fue:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + E_{ij}$$

Donde

- μ es la media general de la variable de respuesta
- A_i es el efecto de la i -ésima dosis (AgNO_3)
- B_j es el efecto del j -ésimo bloque o repetición
- E_{ij} es el residuo o error aleatorio (dentro) asociado a la i -ésima dosis del j -ésimo bloque o repetición.

6.2.6. Tratamientos

Se realizó un estudio en la India utilizando plantas de *Cannabis sativa* L., el cual consistió en utilizar nitrato de plata para lograr inducir las al cambio temporal de sexo, se determinó que la dosis que obtuvo un resultado positivo fue la dosis de 0.042 g de nitrato de plata + 25 ml agua destilada.

Partiendo de la dosis de 0.042 g de (AgNO₃), se procedió a realizar las pruebas en *Jatropha curcas* L. en la empresa GUATROPHA.S.A. Utilizando las dosis de (AgNO₃), que a continuación se dan a conocer en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Dosis inicial de aplicación de (AgNO₃) aplicado en piñón (*Jatropha curcas* L.) durante la investigación

Tratamiento	Dosis (ppm)
1	100
2	200
3	300
4	400
5	500

6.2.7. Distribución de las parcelas experimentales de nitrato de plata (AgNO₃) durante el primer experimento

Se evaluaron los tratamientos en cinco repeticiones, distribuidas en la siguiente forma.

Repetición I				
T1 100 ppm	T3 300 ppm	T4 400 ppm	T2 200 ppm	T5 500 ppm
Repetición II				
T2 200ppm	T3 300 ppm	T1 100 ppm	T4 400 ppm	T5 500 ppm
Repetición III				
T4 400 ppm	T5 500 ppm	T1 100 ppm	T3 300 ppm	T2 200 ppm
Repetición IV				
T2 200 ppm	T5 500 ppm	T4 400 ppm	T3 300 ppm	T1 100 ppm
Repetición V				
T2 200 ppm	T5 500 ppm	T3 300 ppm	T1 100 ppm	T4 400 ppm

Figura 2. Distribución de los tratamientos en el campo. (García, 2013)

6.2.8. Toma de datos.

Se realizaron dos tomas de datos a la semana en un período de dos días para evaluar los efectos del nitrato de plata, por lo que se procedió a ver el desarrollo de las plantas, observando el comportamiento de la plantas hasta la floración.

6.2.11. VARIABLES DE RESPUESTA

➤ **Número de flores por planta**

Para esta variable se realizó un conteo del número total de inflorescencias y se obtuvo el promedio por planta, mediante un conteo manual del número de flores por planta en general para ver si no se tiene un cambio en el número de flores según los datos de la empresa haciendo una medición después de la floración cada ocho días después de que las plantas muestren floración y hasta la apertura de las mismas.

➤ **Número de flores estaminadas por planta**

Se realizó un conteo de las flores que presenten cambio de sexo en cada uno de los tratamientos en evaluación, se realizó un muestreo por planta la cual tuvo como objetivo identificar plantas que respondieron al cambio de sexo con el tratamiento para esto se realizaron dos observaciones semanales a las plantas hasta la apertura de las floraciones para detectar si presentaron floraciones pistiladas.

➤ **Peso del polen por flor y por planta**

Esta medición se realizó principalmente para determinar la cantidad de polen que produce una flor (g) y el total de polen obtenido del tratamiento, tomando de cada una de las plantas el polen, pesándolo en una balanza analítica utilizando papel parafinado y cajas petri para su conservación.

➤ **Fertilidad del polen**

Se realizó una prueba en plantas de piñón (*Jatropha curcas* L.) para determinar la fertilidad del polen obtenido por la aplicación de nitrato de plata (AgNO_3), haciendo una polinización con el polen recolectado de las plantas que den positivo al cambio de sexo.

SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICAS EN PIÑÓN (*Jatropha curcas* L.)

Las actividades a realizar durante la práctica se muestran en la figura 5.

SISTEMATIZACIÓN DE PRACTICAS

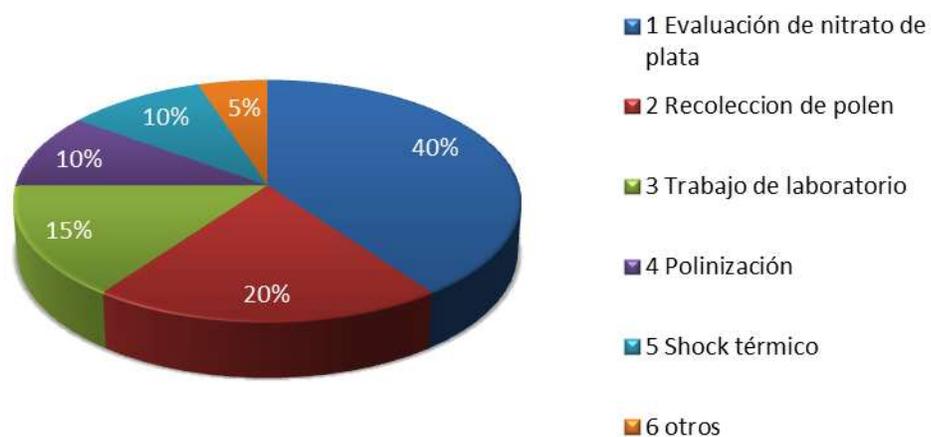


Figura 5. Grafica de Sistematización.

Cuadro 5. Cronograma de actividades realizado en la sistematización de práctica profesional iniciada en el mes de febrero del 2013 hasta agosto del 2013

Actividades a realizar	Semanas																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Evaluación de nitrato de plata (AgNO ₃)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X														
Recolección de polen										X	X	X	X	X										
Trabajo en laboratorio										X	X	X	X	X										
Polinización														X	X	X	X							
Choqué térmico																X	X	X	X					
Otras actividades																				X	X	X	X	X

6.3. METAS PROPUESTAS

- Determinar la dosis adecuada de AgNO_3 , para lograr el cambio de sexo de la floración pistilada a estaminada.

- Instruir al personal de campo para la aplicación de AgNO_3 , a las plantas que se desee dar el tratamiento, con la finalidad de que se aplique la metodología correcta de aplicación.

- Determinar lotes de plantas que estuvieron sujetas a una estimulación permanente de nitrato de plata (AgNO_3), para la producción de polen a gran escala.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Aplicación de nitrato de plata.

Se determinó que el producto demostró tener un efecto negativo en la masculinización, se procedió a hacer una revisión minuciosa a las floraciones sometidas a la aplicación de AgNO_3 , buscando indicios de polen o estambres en las floraciones, de los cuales no se encontró ningún rasgo de cambio en las flores revisadas.

Se realizó un nuevo experimento utilizando una dosis mayor de nitrato de plata AgNO_3 , para tratar de estimular el cambio de sexo incrementando la dosis de 1000 en 1000 ppm para observar si se puede inducir el cambio de sexo a las plantas se inició a replicar el experimento con estas dosis haciendo el mismo número de aplicaciones que se tiene previsto según el plan de trabajo realizado en el ensayo anterior, en el siguiente cuadro se puede observar las dosis en ppm el peso en gramos y la identificación de los colores a utilizar para el nuevo experimento.

Cuadro 6. Dosis expresada en partes por millón en gramos de AgNO_3 e identificación de colores.

Dosis en ppm	Peso (g)	Color
1000	0.1	Blanco
2000	0.2	Amarillo
3000	0.3	Verde
4000	0.4	Rosado
5000	0.5	Violeta

7.1.1. Distribución de las parcelas experimentales de nitrato de plata (AgNO₃) durante el segundo experimento

Se evaluaron los tratamientos en cinco repeticiones, distribuidas en la siguiente forma.

Repetición I				
T1 1000 ppm	T3 3000 ppm	T4 4000 ppm	T2 2000 ppm	T5 5000 ppm
Repetición II				
T2 2000 ppm	T3 3000 ppm	T1 1000 ppm	T4 4000 ppm	T5 5000 ppm
Repetición III				
T4 4000 ppm	T5 5000 ppm	T1 1000 ppm	T3 3000 ppm	T2 2000 ppm
Repetición IV				
T2 2000 ppm	T5 5000 ppm	T4 4000 ppm	T3 3000 ppm	T1 1000 ppm
Repetición V				
T2 2000 ppm	T5 5000 ppm	T3 3000 ppm	T1 1000 ppm	T4 4000 ppm

Figura 3. Distribución de los tratamientos en el campo. (García, 2013)

Nuevamente se realizó un conteo de las floraciones del experimento, haciendo una revisión de las floraciones pero se constató que no presentaron floraciones masculinas, debido a la ausencia de masculinización se descartaron las dosis de 1000 a 5000 ppm del segundo experimento.

Se realizó un tercer experimento aumentando la dosis de 10,000 en 10,000 ppm con este aumento de las dosis se pretendía lograba el cambio de sexo en las inflorescencias esta siendo una dosis de mayor concentración pretendía ser prometedor para inducir a las floraciones al cambio de sexo, en el siguiente cuadro se da a conocer el incremento de la dosis, su peso en gramos y su identificación mediante colores.

Cuadro 7. Dosis expresada en partes por millón y gramos de AgNO_3 e identificación de colores.

Dosis (ppm)	Peso (g)	Color
10,000	1	Blanco
20,000	2	Amarillo
30,000	3	Verde
40,000	4	Rosado
50,000	5	Violeta

Se evaluaron los tratamientos en cinco repeticiones, distribuidas en la siguiente forma.

7.1.2. Distribución de las parcelas experimentales de nitrato de plata (AgNO₃) durante el segundo experimento

Repetición I				
T1 10000 ppm	T3 30000 ppm	T4 40000 ppm	T2 20000 ppm	T5 50000 ppm
Repetición II				
T2 20000 ppm	T3 30000 ppm	T1 10000 ppm	T4 40000 ppm	T5 50000 ppm
Repetición III				
T4 40000 ppm	T5 50000 ppm	T1 10000 ppm	T3 30000 ppm	T2 20000 ppm
Repetición IV				
T2 20000 ppm	T5 50000 ppm	T4 40000 ppm	T3 30000 ppm	T1 10000 ppm
Repetición V				
T2 20000 ppm	T5 50000 ppm	T3 30000 ppm	T1 10000 ppm	T4 40000 ppm

Figura 4. Distribución de los tratamientos en el campo. (García, 2013)

Se realizaron las aplicaciones según el plan de trabajo elaborado, se determinó que aun con el incremento de las dosis del producto no se encontraron flores masculinas en ninguno de los tratamientos, durante la revisión encontramos que las plantas demostraron tener susceptibilidad, en dos de las dosis del producto, debido a este efecto se suspendieron las pruebas en campo.

7.2. Muestreo de número de flores por planta.

Se realizó un muestreo general de todas las plantas sometidas al tratamiento de nitrato de plata AgNO_3 , permitiendo ver el número de plantas que presentaron floraciones y el número de flores por plantas, se pretendía observar si las plantas tenían algún efecto adverso después de la aplicación del nitrato de plata, se realizó un conteo de las plantas que presentaron floración, estas plantas presentan flores tipo corimbo las que llegan a producir frutos mediante racimos; se contó el número de ramificaciones que presenta este tipo de flor para poder tener control y promedio de las flores y verificar si se incrementaba o disminuía el número de floraciones.

Se procedió a identificar las plantas con flores abiertas y se identificaron utilizando un listón rojo y se procedió a contar el número de flores que tenían e identificando en masculinas y femeninas que presentaran las plantas después del tratamiento de AgNO_3 manteniendo una observación de las mismas para poder ver si no tenían algún efecto de aborto por las aplicaciones del producto.

Pero se constato que las plantas no presentaron ningún tipo de aborto o atrofio en las floraciones ya que no presentó ninguna pérdida de floraciones

7.3. Conteo del número de flores por planta.

Se realizó un conteo después que las plantas abrieron las flores se procedió a observar, el número de flores que dieran positivo al cambio de sexo en las plantas, se examinaron cada una de las flores minuciosamente cada una para ver si no presentaba algún signo de polen o estambres.

Cuadro 8. Conteo de las flores pistiladas.

Tratamiento (ppm)	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Repetición IV	Repetición V
100	12	17	11	15	10
200	20	21	25	27	16
300	15	11	17	22	14
400	20	24	30	37	21
500	33	37	26	30	32
1000	40	41	35	35	43
2000	33	26	32	45	25
3000	28	33	28	32	21
4000	22	28	40	38	20
5000	44	50	18	33	36
10,000	69	38	48	45	10
20,000	43	30	28	37	16
30,000	30	28	25	36	8
40,000	19	52	42	26	18
50,000	0	0	0	0	0

Durante el conteo y calcificación de las floraciones según su sexo no se encontró floraciones estaminadas en ninguno de los tratamientos, pese a que se realizaron tres experimentos y las plantas sometidas a diferentes dosis de producto no se logro la masculinización.

Posiblemente una de las principales causas de que no se produjera el cambio de sexo es que según los estudios realizados en otros cultivos el AgNO_3 obtuvo un resultado positivo, dan a conocer que el nitrato de plata es un agente inhibidor del etileno en las plantas, ayudando a la masculinización de las floraciones, pese a que durante la investigación se realizaron tres aplicaciones semanales, durante las

cuales se replicaron el experimento incrementando la dosis en la frecuencia que se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 9. Frecuencia de aumento de dosis de Nitrato de plata (AgNO_3)

Tratamiento	Dosis 1 (ppm)	Dosis 2 (ppm)	Dosis 3 (ppm)
1	100	1000	10,000
2	200	2000	20,000
3	300	3000	30,000
4	400	4000	40,000
5	500	5000	50,000

El experimento del AgNO_3 , se replicó tres veces con el objetivo de inducir las al cambio de sexo, se esperaba que en altas concentraciones se lograran la inhibición del etileno ya que contribuye con la feminización de las plantas, pero esto no fue posible sino que únicamente logramos de terminar que las dosis con mayor concentración tienen un efecto intoxicante por lo que se decidió finalizar el experimento al sobrepasar el límite en la tolerancia de las plantas al AgNO_3 .

Se determinó que las plantas son susceptibles a las dosis de cuarenta mil y cincuenta mil partes por millón véase en anexos figura 15 y 16, se demuestran los daños en las hojas y tallo causados por estas dosis, las hojas presentando un amarillamiento y el tallo demuestra lesiones en el área que entro en contacto con la solución de AgNO_3 .

Las plantas que fueron sometidas al tratamiento de diez mil, veinte mil treinta mil y cuarenta mil partes por millón, mostraron tener tolerancia a estas dosis debido a que no presentaron síntomas de intoxicación, estas después del tratamiento que

aun con estas dosis las floraciones siguen siendo femeninas en su totalidad como puede véase en anexos.

Por lo que las plantas que fueron sometidas a este tratamiento de 50,000 ppm mostro este por lo que se cancelaron las aplicaciones en las plantas ya que otro efecto fue el amarillamineto (clorosis) y senescencia prematura de las hojas como se observa en la figura 8.



Figura 8. Amarilla miento por la dosis de nitrato de plata de 40,000 y 50,000 ppm (AgNO₃) García, (2013)

Por lo que en esta dosis mostró, aparte de retrasar considerablemente el crecimiento de las plantas también provocó quemaduras en el follaje y lesiones en el tallo de las plantas por lo que esta dosis causa intoxicación.

Por el daño causado, se realizo un conteo de plantas que presentaron quemaduras tomando el dato de toda el área experimental la cual consta de 150

plantas sometidas a los distintos tratamientos de nitrato de plata, el resultado del conteo de las plantas se expresa en el anexo 17.

El resultado por el tratamiento de 40000 ppm y 50000 ppm causo intoxicación en cada unidad experimental que consta de 6 plantas por tratamiento, haciendo un total de 60 plantas con daños en el follaje y lesiones en el tallo por las altas concentraciones de nitrato de plata (AgNO_3) véase en anexo 18

7.4. Análisis de Varianza

No se realizó análisis estadístico debido a que ninguno de los tratamientos presento cambio de sexo en las floraciones.

No se obtuvo ningún resultado en los tratamientos, pese al aumento de las dosis aplicadas a los tratamientos.

Debido a esto no se realizó la contabilidad de floraciones masculinas debido a que en ninguno de los tratamientos se produjo la modificación de sexo.

VIII. Conclusiones.

Las plantas de piñón *Jatropha curcas* L. no presentaron ningún síntoma de cambio de sexo de flores femeninas a masculinas en ninguna de las dosis evaluadas de nitrato de plata.

Las plantas no demostraron tener ninguna reducción en las floraciones femeninas ya que se corroboró con los datos de la empresa y se constató que están dentro de los parámetros de la empresa.

No habiendo resultado de cambio de sexo en las plantas no se determinó la cantidad de polen, debido a que las plantas no produjeron floraciones masculinas en ninguno de los tratamientos.

Se descarta la evaluación del nivel de viabilidad del polen ya que no pudo obtenerse en ninguno de los tratamientos el cambio de sexo en las floraciones, por consiguiente no se realizaron pruebas en campo sobre viabilidad.

IX. Recomendaciones.

No utilizar el nitrato de plata para cambio de sexo en las plantas de piñón *Jatropha curcas L.* debido a que no tiene efecto en ninguna de las dosis utilizadas obtuvo un resultado positivo en el cambio sexo en las floraciones.

Realizar pruebas del nitrato de plata como agente inhibidor de crecimiento en las plantas de piñón *Jatropha curcas L.*, no excediendo las 30,000 ppm para no provocar intoxicación en las plantas.

Utilizar otro tipo de agente estimulante para la inducción temporal de cambio de sexo en plantas de *Jatropha curcas L.*

X. BIBLIOGRAFÍA

.Muller, C, (2009). Artículo de Manejo postcosecha de Margarita Silvestre *Callistephus chinensis* L. consultado en 13 de abril del 2014 en http://www.sap.uchile.cl/descargas/manejo_prod%20y%20postcosecha_cultivos/P_ostcosecha_flores_C.Muller.pdf

Consultado en artículo de ECURED **nitrate de plata AgNO₃**. Consultado el 27 febrero de 2013 en http://www.ecured.cu/index.php/nitrato_de_plata#nitrato_de_plata.

García, I (2003) tesis de efecto de los tratamientos hormonales con etileno sobre la incidencia de flor pegada y otros parámetros de calidad en calabacín Universidad De Almería, Escuela Superior De Ingeniería

Giménez, M. (2010) tesis de Efectos Del Etileno Y El 1-Mcp Sobre La Calidad Poscosecha De Los Frutos De Diferentes Variedades De Calabacín Conservados En Frío Universidad De Almería, Escuela Superior De Ingeniería

Guerrero, J. (2009). DESCRIPTORES MORFOLÓGICOS Y AGRONÓMICOS CON APLICACIÓN EN PIÑÓN (*Jatropha curcas* L.) Universidad de los Llanos (Unillanos). Villavicencio, Colombia. 150 p.

Holdridge, L.R. (1985). Mapa de Zonas de Vida para Guatemala. Según las formaciones vegetales y parámetros bioclimáticos. 1ra. ed. Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:600000. 4h.

Mohan, R. (1985) Modificación de la expresión del sexo en *Cannabis sativa* L. India.

Sgbiofuels. Artículo sobre importancia económica del cultivo del Piñón (*Jatropha curcas* L.) consultado el 12 de Febrero de 2013. Disponible en: (<http://www.sgbiofuels.com>)

Sgbiofuels. Artículo sobre importancia económica del cultivo del Piñón (*Jatropha curcas* L.) consultado el 12 de Febrero de 2013. Disponible en: (<http://www.sgbiofuels.com>)

Torres, C. (2012). Ficha Técnica *Jatropha Curca* L. Editado en Argentina. Consultado el 12 de Febrero de 2013. Disponible en: http://www.jatrophacurcasweb.com.ar/docs/ficha_tecnica_200807.pdf

XI. ANEXO



Anexo 9. Plantas sometidas a riego por goteo después de la siembra, García, (2013)



Anexo 10. Presentación de nitrato de plata (AgNO_3)
García, (2013)



Anexo 11. Pesado del nitrato de plata (AgNO_3), antes de la disolución en agua
García, (2013)



Anexo 12. Atomizadores y cintas de colores utilizados para la aplicación y diferenciación de los tratamientos. García, (2013)



Anexo 13. Aplicación del nitrato de plata (AgNO_3), a las plantas sometidas al tratamiento García, (2013)



Anexo 14. Planta con crecimiento detenido por aplicaciones de nitrato de plata (AgNO_3) García, (2013)



Anexo 15. Quemaduras en follaje por la dosis de 40,00 y 50,000 ppm de (AgNO₃) García, (2013)



Anexo 16. Lesiones en tallo por la dosis de 40,00 y 50,000 ppm de (AgNO₃), García, (2013)

Anexo 17. Conteo de plantas con daños causados por la aplicación de nitrato de plata.

Tratamiento.	Plantas dañadas
100 ppm	0
200 ppm	0
300 ppm	0
400 ppm	0
500 ppm	0
1000 ppm	0
2000 ppm	0
3000 ppm	0
4000 ppm	0
5000 ppm	0
10000 ppm	0
20000 ppm	0
30000 ppm	0
40000 ppm	30
50000 ppm	30



Anexo 18. Floraciones abiertas después de la aplicación de nitrato de plata (AgNO_3), García, (2013)



Anexo 19. Floraciones con el tratamiento después aplicación de nitrato de plata (AgNO_3), en la dosis de 100 ppm a 10,000 ppm las floraciones son completamente femeninas García, (2013)



Anexo 20. Floraciones abiertas después de la aplicación de nitrato de plata (AgNO_3) en la dosis de 200 ppm a 20,000 ppm, las floraciones son completamente femeninas García, (2013)



Anexo 21. Floraciones abiertas después de la aplicación de nitrato de plata (AgNO_3) en la dosis de 300 ppm a 30,000 ppm, demuestra flores completamente femeninas, García, (2013)



Anexo 22. Floraciones abiertas después de la aplicación de nitrato de plata (AgNO_3) en la dosis de 400 ppm a 40,000 ppm, demuestra flores completamente femeninas, García, (2013)