



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

TESIS DE GRADO
INGENIERO AGROPECUARIO

**Hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de
palma aceitera (*Elaeis guineensis*).**

AUTOR
MARTIN ALFREDO JIMENEZ CARPIO

DIRECTOR
ING. FREDDY AGUSTIN SABANDO AVILA MSc.

QUEVEDO – LOS RÍOS - ECUADOR

2015



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

**Hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de
palma aceitera (*Elaeis guineensis*).**

TESIS DE GRADO

Presentada a la Comisión Académica y Administrativo de la Unidad de Estudios
a Distancia como requisito previo a la obtención del título de: **INGENIERO
AGROPECUARIO**

Aprobado:

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Ing. Carmen Samaniego Armijos M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

Lcdo. Héctor Castillo Vera M.Sc
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Neptali Franco Suescum M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Martin Alfredo Jiménez Carpio, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Martin Alfredo Jiménez Carpio

CERTIFICACIÓN

Ing. Freddy Agustín Sabando Ávila MSc, docente tutor de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Certifico: que el señor Martin Alfredo Jiménez Carpio realizó la tesis de grado titulada: **Hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*)**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con la disposición reglamentaria establecida para el efecto.

Ing. Freddy Agustín Sabando Ávila MSc.

DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento a:

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Realizar la tesis final es un esfuerzo constante que requiere de perseverancia y paciencia es todo un proceso de aprendizaje que te enriquece la vida y te llena de satisfacción.

Antes que a todos, quiero agradecer a Dios, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.

Con respeto y con mucho amor agradezco eternamente a mis padres, mis hermanos por su paciencia, alegría y su apoyo incondicional. Siendo ellos mi fortaleza, para superarme cada día, durante todos mis años de estudio, a mis maestros, por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

DEDICATORIA

La presente investigación va dedicada a mi familia, en especial a mis padres y hermanos quienes me brindaron toda su comprensión en los momentos más difíciles de mi carrera.

Padres queridos, en este trabajo está impregnado su esfuerzo y sacrificio diario, por ser ustedes mi inspiración para alcanzar mis metas, por haber fomentado en mí el anhelo de superación y triunfo en la vida.

Martin

ÍNDICE

ÍNDICE	PÁGINAS
CAPÍTULO I.....	xiii
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	xiii
1.1 INTRODUCCIÓN	2
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.2.1 General	3
1.2.2 Específicos	3
1.3 HIPÓTESIS.....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1.1 Origen	6
2.1.2 Características botánicas.....	6
2.1.3 Clasificación taxonómica	6
2.1.4 Importancia socioeconómica del cultivo.....	7
2.1.5 Por semilla	8
2.1.6 Reguladores de crecimiento	9
2.1.6.1 Auxinas	10
2.1.6.2 Citoquininas	12
2.1.6.3 Giberelinas.....	12
2.1.7 Investigaciones relacionadas.....	13
CAPÍTULO III.....	16
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
3.1. Materiales y métodos.....	17

3.1.1	Localización y duración de la investigación	17
3.1.2	Condiciones meteorológicas	17
3.2	Diseño experimental y análisis estadístico	18
3.2.1	Delineamiento del experimento	19
3.2.2	Factores en estudios.....	19
3.2.2.1	Factor A (Hormona)	19
3.2.2.2	Factor B (Dosis)	19
3.2.3	Unidad experimental.....	20
3.2.4	Manejo del experimento.....	20
3.2.4.1	Recepción y almacenamiento de semillas	21
3.2.5	Germinación de semillas.....	21
3.2.5.1	Procedimiento para germinación de semillas guineensis.....	21
3.2.6	Datos tomados y métodos de evaluación.	22
3.2.6.1	Tiempo de germinación.....	22
3.2.6.2	Porcentaje de germinación	22
3.2.6.3.	Vigor.....	22
2.1.6.1	Evaluación económica	22
	CAPÍTULO IV.	24
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1.	RESULTADOS Y DISCUSION	25
4.1.1	Hormónas	25
4.1.2	Concentración hormonal.....	25
4.1.3	Interacción entre las hormónas y las dosis	25
4.1.4	Variedad de hormona	27
4.1.5	Concentración hormonal.....	27
4.1.6	Interacción entre las hormonas y las concentraciones	27
4.1.7	Variedad de hormona	29

4.1.8	Concentración hormonal.....	29
4.1.9	Interacción entre las hormonas y las concentraciones	30
4.1.10	Análisis económico	31
	CAPÍTULO V.	33
	Conclusiones y Recomendaciones.....	33
5.1	CONCLUSIONES	34
5.2	RECOMENDACIONES.....	35
	CAPÍTULO VI.	36
	BIBLIOGRAFÍAS	36
6.1	LITERATURA CONSULTADA	37
	CAPÍTULO VII.	39
	Anexos.....	39

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINAS
1. Condiciones meteorológicas para el efecto de diferentes reguladores de crecimiento para estimular la germinación en semilla y desarrollo de plántulas de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i>).....	17
2. Descripción y cantidad de materiales utilizados, para el efecto de diferentes reguladores de crecimiento para estimular la germinación en semilla y desarrollo de plántulas de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i>)	18
3. Esquema del análisis de varianza para el efecto de diferentes reguladores de crecimiento para estimular la germinación en semilla y desarrollo de plántulas de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i>).	18
4. Unidad experimental para el efecto de diferentes reguladores de crecimiento para estimular la germinación en semilla y desarrollo de plántulas de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i>).....	20
5. Caracterización fenotípica de la semilla germinada para cada tratamiento, esta variable se expresó en porcentaje.....	22
6. Promedios del tiempo de germinación para las hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i>). Quevedo.2015.....	25
7. Promedios de los días de germinación para las hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i>). Quevedo. 2015.....	26
8. Promedios del porcentaje de germinación para las hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i>). Quevedo. 2015.....	27

9.	Promedios del porcentaje de germinación para las hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i>). Quevedo. 2015.....	28
10.	Promedios de la variable Vigor para las hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i>). Quevedo. 2015.....	29
11.	Promedios de la variable Vigor para las hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i>). Quevedo. 2015.....	30
12.	Análisis económico de los tratamientos para las hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i>). Quevedo. 2015.....	32

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se realizó, en el cantón Quinindé de la provincia de Esmeraldas, cuya ubicación geográfica es: 00° 13'33" de latitud Norte y 73° 26'00" de longitud oeste, a una altura de 115 m.s.n.m., teniendo como objetivo mejorar el sistema de germinación en semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) a través del uso de reguladores de crecimiento, aplicando un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial tres por tres con 9 tratamientos, tres repeticiones y ocho observaciones por unidad experimental, teniendo como variable la días de germinación, porcentaje de germinación y vigor distribuidos en los siguientes tratamientos: T1 A1 Ácido naftalenacético (ANA) + B1 125 L⁻¹, T2 A1 Ácido naftalenacético (ANA) + B2 250 mg L⁻¹, T3 A1 Ácido naftalenacético (ANA) + B3 500 mg L⁻¹, T4 A2 Ácido indolacético (AIA) + B1 125 mg L⁻¹, T5 A2 Ácido indolacético (AIA) + B2 250 mg L⁻¹, T6 A2 Ácido indolacético (AIA) + B3 500 mg L⁻¹, T7 A3 Ácido giberélico (AG3)+ B1 125 mg L⁻¹, T8 A3 Ácido giberélico (AG3)+ B1 250 mg L⁻¹ y T9 A3 Ácido giberélico (AG3)+ B1 500 mg L⁻¹.

Los resultados, en la variable de germinación no registraron diferencia estadística lo cual lo cual se obtuvieron promedio que van de 7.33 a 14 días, en el porcentaje de germinación se obtuvieron promedio que van de 59.72 a 79.16 % existiendo una igualdad estadísticamente en todo los tratamientos y en la variable vigor obtuvieron promedio que van de 46.68 a 88.67 % no existiendo diferencia estadística según la prueba de Tukey al 0.05%.

Se concluye que la utilización de reguladores de crecimiento con diferente concentraciones el tratamiento T9 (A3 Ácido giberélico (AG3)+ B1 500 mg L⁻¹ BAP influyó positivamente en las tres variables estudiadas en la semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*).

Palabras clave: Germinación, *Elaeis guineensis*, Reguladores de crecimiento y Vigor

ABSTRACT

The research was conducted in the Quinindé canton in the province of Esmeraldas, whose geographical location: 00 ° 13'33 "north latitude and 73 ° 26'00" west longitude at an altitude of 115 meters above sea level, aiming at improving the system germination seed oil palm (*Elaeis guineensis*) through the use of growth regulators, using a completely randomized design factorial arrangement with three for three with 9 treatments, three replicates and eight observations per experimental unit, with the variable days of germination, germination percentage and vigor distributed in the following treatments: T1 A1 naphthaleneacetic acid (NAA) + B1 125 L⁻¹, T2 A1 naphthaleneacetic acid (NAA) + B2 250 mg L⁻¹, T3 A1 naphthaleneacetic acid (NAA) + B3 500 L⁻¹ mg, T4 A2 indoleacetic acid (IAA) + B1 125 mg L⁻¹ T5 A2 indoleacetic acid (IAA) + B2 250 mg L⁻¹ T6 A2 indoleacetic acid (IAA) + B3 500 mg L⁻¹, T7 A3 gibberellic acid (GA3) + B1 125 L⁻¹ mg, T8 A3 gibberellic acid (GA3) + B1 250 mg L⁻¹ and T9 A3 gibberellic acid (GA3) + B1 500 mg L⁻¹.

The results in the variable germination showed no statistical difference which which average ranging from 7.33 to 14 days, the germination percentage was obtained average were obtained ranging from 59.72 to 79.16% and there is a statistically equal in all treatments and the force moving average ranging from 46.68 to 88.67% with no statistical difference according to Tukey test at 0.05% were obtained.

It is concluded that the use of growth regulators with different concentrations treatment T9 (A3 gibberellic acid (GA3) + B1 500 mg BAP L⁻¹ positively influenced the three variables studied in the seed oil palm (*Elaeis guineensis*).

Keywords: Germination, *Elaeis guineensis*, growth regulators and Vigor

CAPÍTULO I.

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

Para los países tropicales, la palma de aceite (*Elaeis guineensis*) representa una alternativa de excelentes perspectivas para el futuro. Este cultivo produce 10 veces más del rendimiento de aceite proporcionado por la mayoría de los otros cultivos oleaginosos y con materiales genéticos más recientes la diferencia en rendimiento es cada vez mayor y los problemas de salud achacados a las grasas hidrogenadas tendrán que abrirle paso al aceite de palma para la fabricación de productos a base de grasa vegetal (Andrade, 2008).

Según la Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera, hasta el 2010 existían en Ecuador 248 199 ha de palma aceitera las cuales se cultivan principalmente en las provincias de Esmeraldas con 152 679 ha, Los Ríos con 31 276 ha, Sucumbíos y Orellana con 24 102 ha, Pichincha con 16 871 ha y Santo Domingo con 16 364 ha (ANCUPA, 2010).

Sin embargo, uno de los problemas primordiales en la calidad de las semillas es el deterioro, el cual es un proceso irreversible, que demerita la calidad fisiológica al presentar un porcentaje bajo de germinación, principalmente en aquellas que no tienen un manejo adecuado de postcosecha, lo cual ocasiona que se tenga poca emergencia y por consecuencia un bajo establecimiento de plántulas en campo, generando así una reducción en los rendimientos por unidad de superficie.

Una alternativa en el empleo de semilla con deterioro incipiente es el uso de productos hormonales para eficientar el potencial fisiológico de la semilla y así evitar los problemas mencionados anteriormente, en donde los fitorreguladores sintéticos aplicados a semillas han sido utilizados principalmente para romper la latencia de algunas especies, así como activar y/o acelerar el proceso de germinación de las mismas, estos productos son una buena alternativa para promover la germinación de la semilla en virtud de que se han tenido

problemas en la germinación oportuna debido a diversos factores ambientales, de nutrición y de sustancias orgánicas presentes en bajas cantidades.

Dentro de las hormonas utilizadas se encuentran las giberelinas, citoquininas y auxinas. Las giberelinas se pueden definir como un compuesto que estimula la división o prolongación celular, o ambas cosas al igual que las auxinas. Por su parte las citoquininas promueven la inducción de brotes. Por otro lado el ácido fúlvico estimula la producción y elongación de raíces y el crecimiento de tallos, la estimulación de la germinación.

Existe una gran cantidad de resultados de investigaciones relacionadas con la calidad de las semillas, pero la utilización de productos químicos que actúan como bioestimulantes han sido poco estudiados en semillas, sobre todo en cultivos perennes, es por ello que el presente trabajo pretende determinar el efecto y las dosis óptimas de tres fitorreguladores en la germinación de semillas de palma aceitera.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General

- Mejorar el sistema de germinación en semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) a través del uso de reguladores de crecimiento.

1.2.2 Específicos

- Evaluar el efecto de distintas concentraciones hormonales sobre la germinación de semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*)
- Determinar el mejor tratamiento para la germinación en semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*).

- Establecer los costos de producción sobre la germinación en semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*).

1.3 HIPÓTESIS

- El tratamiento 500 mg L⁻¹ ANA influirá positivamente en la germinación de la semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*).
- El tratamiento 250 mg L⁻¹ AIA influirá positivamente en la germinación de la semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*).
- El tratamiento 125 mg L⁻¹ AG3 influirá positivamente en la germinación de la semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*).

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.1 Origen

La palma aceitera es originaria de África, central y oriental de la región del Golfo de Guinea, extendiéndose aproximadamente hasta los 15 grados de latitud norte y sur. Desde tiempos remotos la planta crece de forma silvestre, siendo su fruto utilizado para la extracción del aceite para consumo humano. Durante el siglo XX se transforma en cultivo comercial, estableciéndose en varios países africanos para luego ser introducida en América difundiéndose y adaptándose rápidamente por todo el continente. Se distinguen varias regiones de Venezuela, Colombia, Brasil, Ecuador y Centroamérica (ACUPALMA, 2008).

2.1.2 Características botánicas

La familia de las palmas Arecaceae, siempre ha formado un grupo distinto a las monocotiledóneas, el género *Elaeis* se basó en palmas introducidas en la Martinica y la palma de aceite recibió su nombre botánico de Jacquin (1763). En la actualidad hay tres especies aceptadas de *Elaeis*, las dos primeras son *E. guineensis* y *E. oleífera* son las palmas de aceite africana y americana, la tercera es *Elaeis odora* y no es cultivada y se conoce poco de ella (Corley y Tinker, 2009).

2.1.3 Clasificación taxonómica

La palabra "*Elaeis*" proviene del griego Eleia = Olivo, y por proceder de la palabra Guinea= *guineensis*, que hace referencia a la característica de producir aceite. Nombre común o vulgar: Palmera del aceite, Palma de aceite, Palma aceitera, Palma Aceitera de aceite, Corozo de Guinea, Palma aceitera oleaginosa, Palmera aabora, Palmera Aceitera, Palmera de Guinea (Corley y Tinker, 2009).

División: Fanerógamas,
Tipo: Angiosperma,
Clave: Monocotiledónea,
Orden: Palmales,
Familia: Palmaceae,
Tribu: Coccoinea
Género: *Elaeis* (*guineensis* y *oleífera*).
Especie: *guineensis*

Nombre científico: *Elaeis guineensis*, (Corley y Tinker, 2009).

2.1.4 Importancia socioeconómica del cultivo

Siempre ha sido imposible estimar con exactitud la producción mundial del aceite y de la almendra de palma aceitera debido a las cantidades de producto que no son registradas porque provienen de palmares nativos, parcelas de pequeños propietarios, fincas y se utilizan para propósitos domésticos del agricultor o se venden localmente. Las estimaciones sugieren que la producción mundial se elevó de 2,2 millones de toneladas de aceite de palma y 1,2 millones de almendra de palma en 1972 a 21 millones de toneladas de aceite, 6 millones de toneladas de almendras y 2,6 millones de toneladas de aceite de almendras en el 2000 (Corley y Tinker, 2009).

Las favorables condiciones climáticas ubican al Ecuador en un lugar de privilegio para el cultivo de la palma aceitera, actividad que reúne todos los requisitos para convertirse en uno de los ejes de desarrollo social y de gran aporte para la economía.

El cultivo de la palma aceitera promueve importantes inversiones de aproximadamente 600 millones de dólares, genera fuentes de trabajo e impulsa el progreso de extensas zonas del Ecuador; no solo por el cultivo de esta oleaginosa perenne, sino por los negocios que se generan alrededor de la misma, además según datos estadísticos de ANCUPA en el 2009, se han sembrado cerca de 23 000 ha de palma africana. La inversión total tanto en

siembra como en el proceso de industrialización de la palma asciende a \$ 1 380 230 000, generando cerca de 168 667 empleos tanto directos como indirectos (ANCUPA, 2010).

En la actividad agrícola se encuentran empleadas directamente alrededor de 60000 personas y se calcula que en los negocios relacionados a la comercialización e industrialización se ha generado adicionalmente 30000 plazas de trabajo (Andrade, 2008).

2.1.5 Por semilla

Para propagar un cultivo perenne como la palma aceitera y entregar semillas de alto rendimiento o con características heredables se requiere como mínimo de 10 años desde la polinización controlada hasta la selección de progenitores (ANCUPA, 2010).

Para la germinación, las semillas de palma africana necesitan pasar por un período de sesenta a ochenta días, a una temperatura entre 38 C y 40 C y a una humedad de 22%. Por esta razón, las semillas de esta especie son sometidas a un proceso denominado calentamiento, que consiste en calentar las semillas, que anticipadamente se colocaron en agua hasta el punto de ebullición en que alcanzan 22% de humedad, en un cuarto con condiciones controladas a temperaturas de 40 durante un mes, en bolsas plásticas selladas con quinientas unidades, para mantener la humedad de 22%. En general, la germinación de un lote de semilla se completa después de un mes a partir de la finalización del período de calentamiento y están listas para ser sembradas en los viveros entre los quince a veintiún días después de que el embrión ha sido emitido, (ANCUPA, 2010).

2.1.6 Reguladores de crecimiento

Las hormonas vegetales o fitohormonas son sustancias químicas orgánicas que ocurren naturalmente, de relativamente bajo peso molecular y activas en pequeñas concentraciones. Son moléculas específicas involucradas en la inducción y regulación del crecimiento y desarrollo de las plantas. Estas sustancias son sintetizadas en un lugar específico y traslocadas al lugar de acción (Hartmann *et al.* citado por: Martínez 2007).

La utilización de hormonas vegetales tiene gran importancia ya que no sólo son parte del mecanismo interno que regula la función vegetal, sino que ellas pueden inducir una respuesta específica en cultivo. También existen ciertas sustancias químicas, algunas naturales y otras sintéticas, que muestran efectos hormonales en plantas, éstos son clasificados como reguladores del crecimiento vegetal (Hartmann *et al.* citado por: Martínez 2007).

En todas las familias de plantas, incluyendo la Arecaceae, el aspecto más importante para combatir la recalcitrancia durante el cultivo *in vitro* es la selección adecuada de los reguladores de crecimiento que se incorporan en el medio de cultivo.

Al respecto, es muy importante tener en cuenta que los explantes se encuentran bajo el control de reguladores de crecimiento tanto endógenos como exógenos y que el balance de estos es el que determina el resultado final (Jiménez, 2005). Por ejemplo, Jiménez *et al.* (2005) mostraron la participación de las hormonas endógenas en la respuesta embriogénica en zanahoria, mientras que, en palma dátíl, Amador *et al.* (2013) determinaron que la aplicación exógena de reguladores de crecimiento es indispensable para la producción de callo embriogénico. Esa interacción entre reguladores de crecimiento exógenos y hormonas endógenas ha sido estudiada previamente en varias especies (Jiménez, 2005).

2.1.6.1 Auxinas

La mayoría de las moléculas que integran este grupo son derivados indólicos, aunque también se encuentran algunos compuestos fenoxiacéticos, benzoicos o picolínicos con actividad auxínica. Las auxinas se encuentran en la planta en mayores cantidades en las partes donde se presentan procesos activos de división celular, lo cual se relaciona con sus funciones fisiológicas asociadas con la elongación de tallos y coleóptilos, formación de raíces adventicias, inducción de floración, diferenciación vascular, algunos tropismos y promoción de la dominancia apical (McSteen y Zhao 2008).

Las Auxinas son las fitohormonas responsables de las nastias y tropismos, además participan en una gran variedad de fenómenos dentro de la planta. Así en el desarrollo del fruto es consecuencia de la liberación de auxinas por la semilla. De hecho muchos cultivadores inducen el desarrollo del fruto en flores no polinizadas mediante la aplicación de auxinas a las flores (Smith y Bayer, 2009).

Otro fenómeno gobernado por las auxinas es la dominancia apical o inhibición del desarrollo de las yemas laterales por la yema apical. Como vemos el abanico de procesos gobernados por las auxinas es muy variado. Sin embargo, su mecanismo de acción no se conoce con certeza (Smith y Bayer, 2009).

Entre las auxinas sintéticas, destaca el ácido α -naftalen-acético (1-ANA) y el ácido 4-diclorofenoxiacético, (2,4-D), estos compuestos comúnmente son usados en el desarrollo de raíces y frutos, etc. Las auxinas más utilizadas en cultivo de tejidos son el Ácido 2,4 Diclorofenoxiacético (2,4-D), el Ácido Naftalenacético (ANA), el Ácido Indolacético (AIA), y el Ácido Indolbutírico (AIB), siendo el AIB y el ANA auxinas sintéticas. Las auxinas son sintetizadas a partir de L-triptófano en primordios de hoja, hojas jóvenes y semillas en desarrollo. Sus funciones incluyen: participación en los períodos S y G1 del ciclo celular; promoviendo la duplicación del ADN, aumento de la extensibilidad

de la pared celular, participación en la diferenciación celular, estimulación de foto y gravitropismos, regulación de la abscisión, participación en el fenómeno de dominancia apical (UNSL, 2011).

Por otro lado la auxina fue la primera hormona que se descubrió en las plantas intervienen en actividades de la planta como el crecimiento del tallo, la formación de raíces, la inhibición de las yemas laterales, la abscisión de las hojas y frutos y en la activación de las células del cambium; estas sustancias se sintetizan en el ápice caulinar y son transportados basipetamente desde el ápice a las partes inferiores de la planta (Taíz y Zeiger, 2006).

Cabe mencionar, que el propósito de tratar con auxinas a las semillas es aumentar el porcentaje de germinación que forman raíces, acelerar la iniciación de ellas, aumentar el número y calidad de las raíces y mejorar la uniformidad del enraizamiento. Dentro de los reguladores de crecimiento del tipo auxina que influyen en la germinación tenemos: el ácido indolacético (AIA), el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA), sin embargo, las dos últimas a menudo son más eficaces cuando se utilizan en combinación, que cualquiera de ambos utilizados por separado (Taíz y Zeiger, 2006).

Durante varias décadas se han desarrollado numerosos estudios para revelar el papel de cada fitohormona, cuyas funciones incluyen una variedad muy amplia de procesos fisiológicos. Se ha dilucidado el rol de las auxinas en procesos de crecimiento, floración, dominancia apical, crecimiento celular de los meristemas y formación de raíces en estaca leñosas; las giberelinas participan en la germinación de semillas e inducen la formación de flores y frutos; por su parte, las citoquininas retardan la caída de la hoja y el envejecimiento e inducen la diferenciación celular y la formación de nuevos tejidos; mientras que el ácido abscísico es responsable del cierre de estomas cuando hay déficit hídrico o inhibe el crecimiento vegetal en momentos de crisis, produciendo una especie de letargo; y por último, el etileno (McSteen y Zhao 2008).

2.1.6.2 Citoquininas

Las citoquininas han sido consideradas estructuralmente como derivadas de adeninas o purinas, y dentro de este grupo se incluyen la kinetina, zeatina y benzilaminopurina. Debido a su variación estructural se ha llegado a clasificar en citoquininas isoprenoides y aromáticas (Sakakibara, 2006).

Se cree que las citoquininas son sintetizadas en tejidos jóvenes o meristemáticos como ápices radiculares, yemas del tallo, nódulos de raíces de leguminosas, semillas en germinación, especialmente en endospermas líquidos y frutos jóvenes; desde donde se transportan vía xilema hacia la hoja donde se acumula, para luego ser exportada vía floema hacia otros órganos como los frutos. La biosíntesis y homeostasis de citoquininas, están finamente controladas por factores internos y externos como el nivel de otras fitohormonas y las fuentes de nitrógeno inorgánico, además su mecanismo de translocación está relacionado con el mismo sistema de transporte de purinas y nucleósidos tanto a nivel de toda la planta, como a nivel celular (Sakakibara 2006).

Las sustancias naturales incluyen kinetina, zeatina, e Isopentiladenina (2ip). La benciladenina (BA o BAP) es una sustancia sintética. Otras sustancias con actividad de citoquinina son thiourea, difenilurea, TDZ (thidiazuron) y CPPU (N-2- cloro-4-piriduln-fenilurea). Estas sustancias son esenciales para la división celular y su interacción con las auxinas es una de las relaciones primordiales en la propagación *in vitro* de plantas. Las citoquininas también actúan en plantas intactas para retrasar o reducir la senescencia, retardar el rompimiento de la clorofila y las proteínas celulares (Martínez, 2007).

2.1.6.3 Giberelinas

Las giberelinas representan un grupo de diterpenoides acídicos encontrados en angiospermas, gimnospermas, helechos, algas y hongos; sin embargo, no

parecen estar presentes en bacterias. Se han aislado más de 68 giberelinas libres y 16 conjugadas, muchas de las cuales representan intermediarios en la ruta sintética y carecen de actividad hormonal (Hartmann *et al.* citado por: Martínez 2007).

Las giberelinas son designadas típicamente con un número (p.e. GA₃, GA₄, GA₅,...) basadas en el orden cronológico de su aislamiento e identificación. Mientras que se ha demostrado que las giberelinas inducen elongación de tallos y otras respuestas (p.e. incremento en el diámetro radial en tallos (coníferas), inducción del florecimiento), su papel preciso en las plantas se mantiene desconocido. Varias giberelinas se encuentran frecuentemente en la misma planta (Hartmann *et al.* citado por: Martínez 2007).

La molécula básica de las diferentes formas es la giberelinas, un diterpenoide de 20 carbonos. Sin embargo algunas carecen del grupo metilo y por lo tanto tienen sólo 19 carbonos (referidas como las C₁₉-GA's). Individualmente las giberelinas se diferencian entre ellas en el estado de oxidación de la estructura de anillo y los carbonos y grupos hidroxilo presentes. Las giberelinas también se encuentran como glucósidos (típicamente de glucosa) o otras formas inactivas unidas en plantas y secciones de ellas. Varias de éstas pueden ser fácilmente convertidas a las formas libres por hidrólisis (Hartmann *et al.* citado por: Martínez 2007).

2.1.7 Investigaciones relacionadas.

En una investigación justificada por el bajo porcentaje de germinación de las semillas de los híbridos *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* (OxG). Para esto se evaluó el efecto de tres tratamientos: Estratos (Exterior, Medio, Interior); Humedad de las semillas (18%-22%, 20%-24%, 22%-26%) y Días de calentamiento (60, 70, 80, 90 y 100 días a 39°C). La metodología utilizada se basó en el protocolo para germinar semillas Ténera de la especie *Elaeis guineensis* (testigo). El ANOVA indicó diferencias significativas para Estratos,

Humedad de las semillas, Días de calentamiento y la interacción Humedad de las semillas días de calentamiento (Guerrero *et al.*, 2010),

Se encontró que las semillas OxG del estrato Exterior del racimo germinan 8,9% y 14,3% más que los estratos Medio e Interno, respectivamente. El mejor tratamiento para germinar semillas OxG consistió en: Hidratar las semillas hasta que alcanzan 20% de humedad, luego calentarlas durante 70 días a 39°C, nuevamente hidratarlas hasta 24% de humedad y colocarlas a germinar; con esta combinación se alcanzó un promedio de 40,4% de germinación.

Se identificó que además de baja germinación, los híbridos OxG presentan bajo vigor germinativo, entendido como el tiempo transcurrido desde el momento que germinan las primeras semillas hasta que finaliza el periodo de germinación, debido a madurez diferencial de los embriones (Guerrero *et al.*, 2010).

En una investigación sobre tratamientos pre germinativos para romper la dormancia física impuesta por el endocarpio de Mistol (*Ziziphus Mistol Grisebach*), en la Universidad Santiago del Estero, Argentina, determinó que la remoción completa es el método óptimo, resultando también adecuados el desgaste manual de la zona basal y la inmersión en ácido sulfúrico para una mayor producción de plántulas de esta especie (Araos y Del Longo, 2006).

Se evaluó el efecto de la adición de tres reguladores de crecimiento vegetal (RCV) sobre la respuesta germinativa y crecimiento de plántulas en las especies *Ferocactus histrix* y *F. latispinus* (Cactaceae). Grupos de semillas se germinaron con la adición de diferentes concentraciones (125, 250, 500 ppm) de ácido indolacético (AIA), ácido naftalenacético (ANA) y ácido giberélico (AG3), mientras que otras semillas (control) se sembraron con agua destilada solamente. Los porcentajes más altos de germinación (55-75%) en ambas especies de *Ferocactus*, se registraron en el tratamiento control (Araos y Del Longo, 2006).

El AIA a una concentración de 125 ppm promovió 51% de germinación en *F. latispinus* al noveno día del experimento, un 62% de germinación se registró para *F. hirtus* en el sexto día con 250 ppm de ANA; mientras que el porcentaje de germinación más bajo (< 40%) se observó en ambas especies con 125 y 250 ppm de AG3. Se concluye que la adición de RCV no incrementa de manera significativa la germinación de semillas y tampoco favorece el crecimiento de plántulas, dado que las plántulas más vigorosas se obtuvieron con el control (Araos y Del Longo, 2006).

Cuando el porcentaje de germinación es mayor al 70% el polen es bueno. Si el porcentaje de germinación está comprendido entre 40% y 70% habrá que utilizarlo inmediatamente, menor al 40% es mejor eliminarlo. El porcentaje tan bajo puede ser por causas genéticas (aunque esta causa es muy rara), inflorescencias recolectadas después de la antesis, temperatura del secamiento del polen mayor a 40 °C, humedad del polen mayor al 10% (García, 2005).

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales y métodos

3.1.1 Localización y duración de la investigación

La presente investigación se realizó, en el cantón Quinindé de la provincia de Esmeralda, que se encuentra ubicado geográficamente a: 00° 13'33" de latitud Norte y 73° 26'00" de longitud oeste, a una altura de 115 m.s.n.m. La investigación tuvo una duración de 120 días. Las condiciones meteorológicas se resumen en el cuadro 1. La investigación de campo se realizó en cuatro meses.

3.1.2 Condiciones meteorológicas

Cuadro 1. Condiciones meteorológicas en el efecto de diferentes reguladores de crecimiento para estimular la germinación en semilla y desarrollo de plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*).

Parámetros	Promedio
Temperatura anual	20 – 35
Precipitación anual mm	1200 – 2090
Humedad relativa	80 – 88%
Heliofania Horas/luz/año	849,90
Suelo	Franco

FUENTE: INNAMI 2015

3.1.3. Materiales y equipos

En la presente investigación se utilizaron los siguientes equipos y materiales:

Cuadro 2. Descripción y cantidad de materiales utilizados, para el efecto de diferentes reguladores de crecimiento para estimular la germinación en semilla y desarrollo de plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*).

Producto	Detalle	Cantidad
Ácido naftalenacético	Dosis	3
Ácido indolacético	Dosis	3
Ácido giberélico	Dosis	3
Agua destilada	Litros	1
Saco yute (lona)	Unidad	1
Vitavax 300	500gr	1
Benomil	500gr	1
Fundas plasticas 6x10	Ciento	1
Aspersor	Unidad	1
Guantes	Par	1
Semillas de palma	Unidad	216
Termometro	Unidad	1

3.2 Diseño experimental y análisis estadístico

Se aplicó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial tres por tres con 9 tratamientos, tres repeticiones y ocho observaciones por unidad experimental. Para establecer diferencias estadísticas entre tratamientos se utilizó la prueba de rangos de múltiples de Tukey ($P \leq 0,05$).

Cuadro 3. Esquema del análisis de varianza para el efecto de diferentes reguladores de crecimiento para estimular la germinación en semilla y desarrollo de plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*).

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamiento	$(t-1)$	8
Factor A	$(a - 1)$	2
Factor B	$(b - 1)$	2
A X B	$(a - 1) (b - 1)$	4
Error experimental	$(ab) (r - 1)$	18
Total	$axb \times r - 1 = 27 - 1 =$	26

3.2.1 Delineamiento del experimento

Número de unidades experimentales	216
Número de tratamientos	9
Número de repeticiones	3
Número de plantas / tratamiento	24

3.2.2 Factores en estudios

Se emplearon tres concentraciones hormonales: A1 Ácido naftalenacético (ANA), A2 Ácido indolacético (AIA) y A3 Ácido giberélico (AG3), se detalla a continuación:

3.2.2.1 Factor A (Hormona)

- A1 Ácido naftalenacético (ANA)
- A2 Ácido indolacético (AIA)
- A3 Ácido giberélico (AG3)

3.2.2.2 Factor B (Dosis)

- B1 125 mg L⁻¹
- B2 250 mg L⁻¹
- B3 500 mg L⁻¹

3.2.3 Unidad experimental

En la presente investigación se utilizaron 216 semillas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*).

Cuadro 4. Unidad experimental para el efecto de diferentes reguladores de crecimiento para estimular la germinación en semilla y desarrollo de plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*).

Tratamientos	Unidad experimental	Repeticiones	Número de semillas por tratamientos
T1 A1B1	8	3	24
T2 A1B2	8	3	24
T3 A1B3	8	3	24
T4 A2B1	8	3	24
T5 A2B2	8	3	24
T6 A2B3	8	3	24
T7 A3B1	8	3	24
T8 A3B2	8	3	24
T9 A3B3	8	3	24
TOTAL			216

3.2.4 Manejo del experimento

Para el inicio de la investigación, fue necesaria la preparación de los materiales, los cuales se utilizaron en la forma indicada en el procedimiento de germinación.

3.2.4.1 Recepción y almacenamiento de semillas

Una vez que las semillas fueron recibidas, se realizó la verificación de la cantidad disponible (conteo) y el estado de las mismas. Posteriormente se colocaron a temperatura controlada de 22 grados °C $\pm$ 1. Las semillas permanecieron almacenadas hasta que inició la germinación.

3.2.5 Germinación de semillas

3.2.5.1 Procedimiento para germinación de semillas guineensis.

1. Se remojó las semillas, las que flotaron fueron eliminadas (Tiempo de remojo 7 días).
2. Luego del remojo se procedió a secar las semillas sobre una lona bajo sombra, posteriormente se aplicó el fungicida (Vitavax 4gr) como protectante para hongos.
3. Se calentó las semillas durante 80 días en el interior de una nevera obsoleta (simulando un cuarto de calentamiento) con un foco a una temperatura de 39 °C $\pm$ 1°C. Las semillas que presentaron hongos se descartaron de la funda en que se encontraban, luego las semillas fueron rociadas con una solución de benomilo en una dosis de 5gr/Lt.
4. Luego del calentamiento se ingresó a las semillas a un segundo remojo. Las semillas flotante se eliminaron (Tiempo de remojo 4 días).
5. Se secaron las semillas de cada tratamiento sobre una lona bajo sombra. Se aplicó el fungicida (Benomilo 4gr) como protectante de hongos cuando las semillas estaban ya separadas por tratamiento.
6. Se incorporó las hormonas (reguladores de crecimiento) por medio de aspersiones a razón de 125 mg L⁻¹; 250 mg L⁻¹ y 500 mg L⁻¹. Luego se

colocó las semillas en la nevera adecuándola a 27 °C, las semillas con hongos fueron descartadas de la funda.

7. A partir de los 10 días se realizó revisiones semanales y separamos semillas germinadas (punto blanco).

3.2.6 Datos tomados y métodos de evaluación.

3.2.6.1 Tiempo de germinación

En esta variable las semillas cumplen la fase de germinación y se la determino desde el primer día colocada en la funda hasta la salida del punto blanco.

3.2.6.2 Porcentaje de germinación

En esta variable el porcentaje de semillas germinada se lo determinó mediante una regla de tres simple, es decir el número de semilla germinada dividido por el número de semilla total multiplicado por 100.

3.2.6.3. Vigor

Cuadro 5. Caracterización fenotípica de la semilla germinada para cada tratamiento, esta variable se expresó en porcentaje.

Categorías	Características de las semillas
Bajo	Semillas con un punto blanco (25 – 50%).
Medio	Semillas con una formación de plúmula (50 – 75%).
Alto	Semillas con una formación de plúmula (75 – 100%).

2.1.6.1 Evaluación económica

Para determinar la evaluación económica de los costos, se la clasifíco en costos variables y fijos. Dentro de los costos variables se consideraron los costos directos, indirectos y suministros. Los costos fijos se establecieron

mediante la obra directa e indirecta, depreciación de herramientas y equipos, así como los gastos administrativos. Para la depreciación se utilizó la forma de la línea recta: valor del bien menos valor del salvamento dividido para la vida útil.

Se lo realizó según costos de producción por cada tratamiento.

Es el ingreso por concepto de los tratamientos. Se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$IT = P * PP$$

Donde:

IB = Ingreso total

P = Producto

PP = Precio del producto

Costo total de los tratamientos

Se calculó mediante la fórmula siguiente:

$$CT = CF + CV$$

CT = Costos Totales

CF = Costos fijos

CV = Costos variables

Utilidad

Se la obtuvo, utilizando la fórmula:

$$U = IT - CT$$

Utilidad = Ingresos totales – Costos Totales

Relación Beneficio/Costo

Se determinó la relación beneficio/costo, utilizando la fórmula:

$$\text{Relación beneficio/costo} = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Costos totales}}$$

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1 Hormonas

Para el efecto simple del tiempo de germinación en la utilización de reguladores de crecimiento para estimular la germinación utilizando varias concentraciones se observó diferencia significativa (Cuadro 6 y 7).

4.1.2 Concentración hormonal

Para el efecto simple de las concentraciones hormonales de AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*), no se observó diferencias significativas entre las concentraciones de este factor (Cuadro 6).

Cuadro 6. Promedios del tiempo de germinación para las hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). Quevedo. 2015.

Efecto simple de los tratamientos		Días de germinación
A1	ANA	8.78 a
A2	AIA	12.77 b
A3	AG3	8.78 a
B1	125 mg L ⁻¹	11.33 a
B2	250 mg L ⁻¹	9.56 a
B3	500 mg L ⁻¹	9.44 a
CV. %		29.36

Los promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad

4.1.3 Interacción entre las hormonas y las dosis

En el Cuadro 7, se muestran los promedios de los días de germinación para las hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en lo cual se obtuvieron promedios que van de 7.33 a

14 días siendo según la prueba de Tukey estadísticamente igual. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Guerrero *et al.*, (2010) quienes utilizaron humedad y días de calentamiento donde con humedad de las semillas (18%-22%, 20%-24%, 22%-26%) y días de calentamiento (60, 70, 80, 90 y 100 días a 39°C), donde el mejor tratamiento lo alcanza el 20% de humedad, luego de calentarlas durante 70 días a 39°C, nuevamente se las hidrató hasta 24% de humedad y se las puso a germinar.

Por otro lado estos resultados concuerdan con Araos y Del Longo, (2006) quienes utilizaron semillas y se germinaron con la adición de diferentes concentraciones (125, 250, 500 ppm) de ácido indolacético (AIA), ácido naftalenacético (ANA) y ácido giberélico (AG3), ya que esta hormona ayudan a romper la dormancia física impuesta por el endocarpio.

Cuadro 7. Promedios de los días de germinación para las hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). Quevedo. 2015.

TRATAMIENTOS			Días de germinación	Signifacación
T1	A1B1	A1 Ácido naftalenacético (ANA) + B1 125 mg L ⁻¹	10.00	a
T2	A1B2	A1 Ácido naftalenacético (ANA) + B2 250 mg L ⁻¹	9.00	a
T3	A1B3	A1 Ácido naftalenacético (ANA) + B3 500 mg L ⁻¹	7.33	a
T4	A2B1	A2 Ácido indolacético (AIA) + B1 125 mg L ⁻¹	14.00	a
T5	A2B2	A2 Ácido indolacético (AIA) + B2 250 mg L ⁻¹	12.00	a
T6	A2B3	A2 Ácido indolacético (AIA) + B3 500 mg L ⁻¹	12.33	a
T7	A3B1	A3 Ácido giberélico (AG3)+ B1 125 mg L ⁻¹	10.00	a
T8	A3B2	A3 Ácido giberélico (AG3)+ B1 250 mg L ⁻¹	7.67	a
T9	A3B3	A3 Ácido giberélico (AG3)+ B1 500 mg L ⁻¹	8.67	a
CV(%)			29.36	

Los promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey (al 5% de probabilidad).

De acuerdo al análisis estadístico el tratamiento T4 A2 Ácido indolacético (AIA) + B1 125 mg L⁻¹ demoró más tiempo en la fase de germinación con 14 días como se refleja en el presente cuadro.

4.1.4 Variedad de hormona

Para el efecto simple del porcentaje de germinación con la utilización de reguladores de crecimiento para estimular la germinación utilizando varias concentraciones no se observó diferencia significativa (Cuadro 7).

4.1.5 Concentración hormonal

Para el efecto simple de las concentraciones hormonales de AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*), no se observó diferencias significativas entre las concentraciones de este factor (Cuadro 8).

Cuadro 8. Promedios del porcentaje de germinación por el factor A y el factor B, para las hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). Quevedo. 2015.

Efecto simple de los tratamientos		Porcentaje de germinación
A1	ANA	69.44 a
A2	AIA	59.72 a
A3	AG3	79.26 a
B1	125 mg L ⁻¹	61.11 a
B2	250 mg L ⁻¹	73.61 a
B3	500 mg L ⁻¹	73.61 a
CV. %		24.74

Los promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad

4.1.6 Interacción entre las hormonas y las concentraciones

En el Cuadro 9, se muestran los promedios del porcentaje de germinación para las hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma

aceitera (*Elaeis guineensis*) aquí se pueden observar promedios que van de 59.72 a 79.16 % existiendo una igual estadísticamente según la prueba de Tukey. Estos resultados están por encima de los obtenidos por Guerrero *et al.*, (2010) quienes utilizaron humedad y días de calentamiento donde con humedad de las semillas al (18%-22%, 20%-24%, 22%-26%) y días de calentamiento (60, 70, 80, 90 y 100 días a 39°C), hidratando las semillas hasta un 24% y colocándolas a germinar; se alcanzó un promedio de 40,4% de germinación.

En una investigación sobre tratamientos pre germinativo para romper la dominancia física Araos y Del Longo (2006); en las especies *Ferocactus histrix* y *F. latispinus* (Cactaceae), grupos de semillas se germinaron con la adición de diferentes concentraciones (125, 250, 500 ppm) de ácido indolacético (AIA), ácido naftalenacético (ANA) y ácido giberélico (AG3), mientras que otras semillas (control) se sembraron con agua destilada solamente. Los porcentajes más altos de germinación (55-75%) en ambas especies de *Ferocactus*, se registraron en el tratamiento control, la diferencia es que en la investigación realizada si influyo la utilización de las hormonas.

Cuadro 9. Promedios del porcentaje de germinación por tratamiento para las hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). Quevedo. 2015.

Tratamientos			Días de germinación	Signifacación
T1	A1B1	A1 Ácido naftalenacético (ANA) + B1 125 mg L ⁻¹	70.83	a
T2	A1B2	A1 Ácido naftalenacético (ANA) + B2 250 mg L ⁻¹	66.67	a
T3	A1B3	A1 Ácido naftalenacético (ANA) + B3 500 mg L ⁻¹	70.83	a
T4	A2B1	A2 Ácido indolacético (AIA) + B1 125 mg L ⁻¹	37.50	a
T5	A2B2	A2 Ácido indolacético (AIA) + B2 250 mg L ⁻¹	75.00	a
T6	A2B3	A2 Ácido indolacético (AIA) + B3 500 mg L ⁻¹	66.68	a
T7	A3B1	A3 Ácido giberélico (AG3)+ B1 125 mg L ⁻¹	75.00	a
T8	A3B2	A3 Ácido giberélico (AG3)+ B1 250 mg L ⁻¹	79.17	a
T9	A3B3	A3 Ácido giberélico (AG3)+ B1 500 mg L ⁻¹	83.33	a
CV(%)			24.74	

NOTA: Los promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey (al 5% de probabilidad).

De acuerdo al análisis estadístico el tratamiento T9 A3 Ácido giberélico (AG3)+ B1 500 mg L⁻¹ demostró tener mayor porcentaje de germinación como se refleja en la figura 2. Por lo tanto se rechazan las hipótesis planteadas que a continuación dicen. El tratamiento 500 mg kg⁻¹ ANA influirá en la germinación de la semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). El tratamiento 250 mg kg⁻¹ AIA influirá en la germinación de la semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). El tratamiento 125 mg kg⁻¹ AG3 influirá en la germinación de la semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*).

4.1.7 Variedad de hormona

Para el efecto simple del vigor con la utilización de reguladores de crecimiento para estimular la germinación utilizando varias concentraciones no se observó diferencia significativa (Cuadro 10).

4.1.8 Concentración hormonal

Para el efecto simple de las concentraciones hormonales de AIA, ANA, AG3 la variable de vigor en semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*), no se observó diferencias significativas entre las concentraciones de este factor (Cuadro 10).

Cuadro 10. Promedios de la variable Vigor por el factor A y el factor B, para las hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). Quevedo. 2015.

Efecto simple de los tratamientos		Vigor (Porcentaje)
A1	ANA	73,55 a
A2	AIA	68,22 a
A3	AG3	80,89 a
B1	125 mg L ⁻¹	64,79 a
B2	250 mg L ⁻¹	79,78 a
B3	500 mg L ⁻¹	78,11 a
CV. %		25,07

Los promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad

4.1.9 Interacción entre las hormonas y las concentraciones

En el Cuadro 11, se muestran los promedios de la variable de vigor para las hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) donde podemos observar promedios que van de 46.68 a 88.67 % no existiendo diferencia estadística según la prueba de Tukey. Pero con la aplicación de la hormona de giberelinas con 500 pmp se obtiene más planta vigorosa.

Estos resultados están por encima en una investigación sobre tratamientos pre germinativo para romper la dominancia física Araos y Del Longo (2006); en las especies *Ferocactus histrix* y *F. latispinus* (Cactaceae), grupos de semillas se germinaron con la adición de diferentes concentraciones (125, 250, 500 ppm) de ácido indolacético (AIA), ácido naftalenacético (ANA) y ácido giberélico (AG3), mientras que otras semillas (control) se sembraron con agua destilada solamente en la que si influyo la utilización de las hormonas.

Cuadro 11. Promedios de la variable Vigor por tratamiento para las hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). Quevedo. 2015.

TRATAMIENTOS			VIGOR	SIGNIFICACIÓN
T1	A1B1	A1 Ácido naftalenacético (ANA) + B1 125 mg L ⁻¹	78.00	a
T2	A1B2	A1 Ácido naftalenacético (ANA) + B2 250 mg L ⁻¹	70.66	a
T3	A1B3	A1 Ácido naftalenacético (ANA) + B3 500 mg L ⁻¹	72.00	a
T4	A2B1	A2 Ácido indolacético (AIA) + B1 125 mg L ⁻¹	46.68	a
T5	A2B2	A2 Ácido indolacético (AIA) + B2 250 mg L ⁻¹	84.33	a
T6	A2B3	A2 Ácido indolacético (AIA) + B3 500 mg L ⁻¹	73.68	a
T7	A3B1	A3 Ácido giberélico (AG3)+ B1 125 mg L ⁻¹	69.68	a
T8	A3B2	A3 Ácido giberélico (AG3)+ B1 250 mg L ⁻¹	84.33	a
T9	A3B3	A3 Ácido giberélico (AG3)+ B1 500 mg L ⁻¹	88.67	a
CV (%)			25.07	25.07

Los promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey (al 5% de probabilidad).

4.1.10 Análisis económico

Se establecieron los costos de germinación y producción de planta de palma aceitera (Cuadro 10) para cada uno de los tratamientos evaluados y se obtuvieron los siguientes resultados:

El tratamiento que mostró el menor rentabilidad fue el T4 A2B1 (A2 Ácido indolacético (AIA) + B1 125 mg L⁻¹) con un valor de 55.52% de rentabilidad.

El tratamiento que presentó la mejor rentabilidad fue el T7 A3B1 (A3 Ácido giberélico (AG3)+ B1 125 mg L⁻¹) con 110.71%. La rentabilidad se basó tanto en los costos, así como en la cantidad de semillas germinada totales que se obtuvieron por cada tratamiento.

CUADRO 12. Análisis económico de los tratamientos para las hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). Quevedo. 2015.

	ANA			AIA			AG3		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
COSTO POR SEMILLA									
MATERIALES DE CAMPO	125 mg L⁻¹	250 mg L⁻¹	500 mg L⁻¹	125 mg L⁻¹	250 mg L⁻¹	500 mg L⁻¹	125 mg L⁻¹	250 mg L⁻¹	500 mg L⁻¹
Semilla de palma	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6
ANA, AIB Y AG3	1,10	1,28	1,92	2,33	2,56	2,98	2,43	3,56	4,56
Jornales	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50
Guantes	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Benomil	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Aspersor manual	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Fundas plasticas 6 x 10	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Vitavax	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Termometro	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Saco de yute	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
COSTO TOTAL	31,19	31,37	32,01	32,42	32,65	33,07	32,52	33,65	34,65
Semilla germinada por tratamiento	17	16	15	9	16	16	18	18	19
Costo unitario por palma	0,55	0,51	0,47	0,28	0,49	0,48	0,55	0,53	0,55
Valor unitario por semilla germinada en el mercado	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Total de ingresos	34,00	32,00	30,00	18,00	32,00	32,00	36,00	36,00	38,00
Beneficio neto	34,00	32,00	30,00	18,00	32,00	32,00	36,00	36,00	38,00
Relacion beneficio costo	1,09	1,02	0,94	0,56	0,98	0,97	1,11	1,07	1,10
Rentabilidad	109,02	102,01	93,73	55,52	98,02	96,77	110,71	106,99	109,67

CAPÍTULO V.

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Al evaluar el tiempo de germinación de tres reguladores de crecimiento (ANA, AIB y AG3) se determinó una disminución en el día de germinación al realizar el análisis estadístico no hubo diferencia estadística.
- El tratamiento T9 (A3 Ácido giberélico (AG3)+ B1 500 mg L⁻¹ BAP) influyó positivamente en la germinación de la semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*), en el vigor.
- El análisis visual del vigor demuestra que todas las plántulas presentaron buena coloración, siendo este de una excelente estructura de hoja acorde a su estado fisiológico.
- El tratamiento que presentó la mejor rentabilidad fue el T7 (125 mg L⁻¹ de AG3) CON 110.71% y el más bajo fue el T4 (250 mL⁻¹ AIA) con 55.52%.
- Esta metodología podría convertirse en un mecanismo de generación de ingresos secundarios, especialmente para los productores, de planta de palma.
- Durante el análisis del vigor de las plantas, se concluye que no existe clorosis en la semilla, que manifieste alguna deficiencia de nutriente hasta la germinación.

5.2 RECOMENDACIONES

En función de las conclusiones obtenidas en la presente investigación, se recomienda:

- Usar Ácido naftalenacético (ANA), Ácido indolacético (AIA) y Ácido giberélico (AG3) en el tratamiento de la semilla debido a que se obtiene mejores resultados como: mayor porcentaje de germinación a un corto tiempo y obtener planta con buen sistema radicular.
- También con la utilización de Ácido naftalenacético (ANA), Ácido indolacético (AIA) y Ácido giberélico (AG3) en los sistemas productivos no se contaminaría el suelo y tendríamos una alternativa viable y sumamente importante para lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sustentable.
- Realizar investigaciones con soluciones nutritivas aplicadas a los sustratos para tener plántulas más vigorosas utilizando promotores de crecimiento.

CAPÍTULO VI.

BIBLIOGRAFÍAS

6.1 LITERATURA CONSULTADA

- Andrade, V.** 2008. Presente y Futuro de las oleaginosas en el Ecuador. Cultivos Energéticos Alternativos. Consultado 3 enero. 2015. Disponible en: <http://publicaciones.pucesi.edu.ec/documentos/libros/cultivos/59-74.pdf>.
- ANCUPA (Asociación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, EC).** 2010. Estadísticas. Superficie de Palma de Aceite Nacional. Consultado 3 mayo. 2015. Disponible en: http://www.ancupa.com/index.php?option=com_content&view=article&id=32&Itemid=75
- Acupalma,** 2008, Disponible en www.acupalma.com. Generalidades de la Palma Aceitera/docs. Consultado 21 de Octubre/2008.
- Amador, K. Díaz, J, Loza, S y Bivián, E.** 2013. Efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal Sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas De dos especies de *ferocactus* (cactaceae). Polibotánica. Núm. 35 pp. 109-131, ISSN 1405-2768; México.
- Araoz, Del Longo.** 2006. Tratamientos pregerminativos para romper la dormancia física impuesta por el endocarpo en *Ziziphus mistol* Grisebach. Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Córdoba. España. Consultado el 17 de abril del 2015. Disponible en: <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/Q13-08-araoz.pdf>
- Bernal, F.** 2001. El cultivo de la Palma de Aceite y su beneficio. Guía General para el nuevo palmicultor, FEDEPALMA.
- Corley, R.; Tinker, P.** 2009. La palma de aceite. World Agriculture Series. Cuarta Edición.
- García, K.;** 2005; “Aplicación de cuatro dosis de polen en Palma Africana (*Oleífera* x *Guineensis*) en cultivo de renovación código 1327”; Tesis de Grado ESPEA; Shushufindi, Ecuador. p8-13.
- Guerrero, J.; Bastidas, S. y Garcías, J.** 2010. Estandarización de una metodología para germinar Semillas del híbrido interespecíficos *Elaeis oleífera* H.B.K. x *Elaeis guineensis* J. Revista de Ciencias Agrícolas, Vol XXVII No. 1 Pags. 132 - 146.

- Hartmann, H. y D. Kester.** 2001. Propagación de Plantas. Principios y Prácticas. Octava Reimpresión. Editorial Continental. México. 760 p.
- (INAMHI).** 2013. Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología. www.inamhi.gob.ec.
- .Jiménez, V. M.** 2005. INVOLVEMENT OF PLANT HORMONES AND PLANT GROWTH REGULATORS ON IN VITRO SOMATIC EMBRYOGENESIS. PLANT GROWTH REGULATION 47: 91-110.
- Martínez, A.** 2007. Estudio de inducción de embriogénesis somática y organogénesis en embriones cigóticos de xate (*Chamaedorea elegans* Mart). Universidad de San Carlos de Guatemala. Septiembre, 2007. Consultado 5 enero 2015. Disponible en: biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2559.pdf.
- McSteen P, Zhao Y.** 2008. Plant hormones and signaling: common themes and new developments. Dev Cell 14: 467–473. Consultado el 11 de abril del 2015. Disponible en la <http://www.plantphysiol.org/content/149/1/46.full.pdf+html>.
- Sakakibara, H.** 2006. Cytokinins: activity, biosynthesis, and translocation. Annu Rev Plant Biol 57: 431–449. Consultado el 11 de abril del 2015. Disponible en la <http://www.plantphysiol.org/content/149/1/46.full.pdf+html>.
- Smith, R. y Bayer, E.** 2009. Auxin transport-feedback models of patterning in plants, Plant, Cell and Environment, 32: 1258-1271. Consultado 12 febrero 2015. Disponible en: http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Posgrados/CB/UBBMP/PlanEstCB/Auxinas_2012_VMLV.pdf
- Taiz, L; y Zeiger, E.** 2006. Fisiología Vegetal. Universitat Jaume. 3º Edición.
- Universidad Nacional de San Luis (UNSL).** 2011. Reguladores de crecimiento. Consultado 05 may. 2012. Disponible en: bd.unsl.edu.ar/download.php?id=746

CAPÍTULO VII.

Anexos

ANEXO 1. Análisis de variancia en el tiempo de germinación para las hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). Quevedo. 2015.

f.V.	g.l.	S.c.	c.m.	FT	Probabilidad
Factor A	2	96.000	48.000	54.454	0.014
Factor B	2	20.222	10.111	11.471	0.339
AB	4	5.778	1.444	0.1639	
Error	18	158.667	8.815		
Total	26	280.667			
CV%	29.36				

ns = no significativo al 5 % de probabilidad según la prueba de Tukey

ANEXO 2. Análisis de variancia del porcentaje de germinación para las hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). Quevedo. 2015.

f.V.	g.l.	S.c.	c.m.	FT	Probabilidad
Factor A	2	1.701.389	850.694	54.454	0.0820 ns
Factor B	2	937.500	468.750	11.471	0.2316 ns
AB	4	1.527.778	381.944	0.1639	0.3095 ns
Error	18	5.312.500	295.139		
Total	26	9.479.167			
CV%	24.74				

ns = no significativo al 5 % de probabilidad según la prueba de Tukey

ANEXO 3. Análisis de variancia de la variable vigor para las hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). Quevedo. 2015.

f.V.	g.l.	S.c.	c.m.	FT	Probabilidad
Factor A	2	728.000	364.00	10.516	0.3699 ns
Factor B	2	1.216.667	608.333	17.574	0.2008 ns
AB	4	1.731.333	432.833	12.504	0.3254 ns
Error	18	6.230.667	346.148		
Total	26	9.906.667			
CV%	25.07				

ANEXO 4. Materiales utilizados en el proceso de germinación



Figura 1. Fungicida en polvo y semillas utilizadas en remojo.



Figura 2. Apertura y aplicación del fungicida vitavax 4gr.

ANEXO 5. Revisión de los tratamientos



Figura 3. Revisión de los tratamientos de las semillas en proceso de germinación.



Figura 4. Observación de los tratamientos y separación de semillas no germinadas.

ANEXO 6. Revisión de semillas germinadas



Figura 5. Revisión e identificación de semillas con hongos.

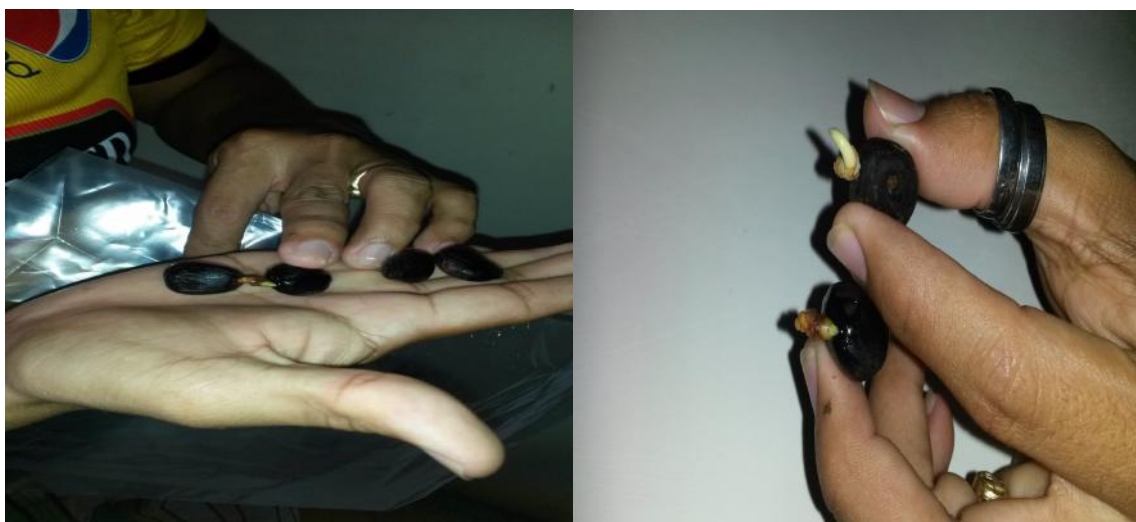


Figura 6. Separación de semillas que contienen hongos.