

Manejo en previvero y vivero de palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. dentro del proyecto de inducción y desarrollo floral mediante la aplicación de reguladores de crecimiento desarrollado en el Campo Experimental Palmar de la Vizcaína, Santander.

Yulimar Capacho Leal

Universidad de Pamplona, Facultad de Ciencias Agrarias,
Programa de Ingeniería Agronómica, Departamento de Agronomía.

Trabajo de grado modalidad práctica empresarial presentado como requisito para optar al título
de Ingeniero Agrónomo

I.A. MSc en Ciencias Agrarias Walter Eliecer Zuleta Celedón

Biólogo, Ph.D. Cristihian Jarri Bayona Rodríguez

Pamplona, 2020

Dedicatoria

Dedico este trabajo al creador, por permitir lograr una de mis metas más anheladas. Por guiar mis pasos por el camino al éxito y fortalecerme siempre que sentía desfallecer. A mis padres, que son la luz de mis ojos, a ellos que han sabido educarme formando una persona perseverante, con sentimientos, sencillez y valores, a ellos y a Dios debo mi vida y este gran logro. De igual manera a mi familia en general en especial a mis abuelos por sus grandes consejos, por ser el mejor ejemplo de superación, sencillez y humildad. A mis tías Olga, Francy y al sacerdote Libardo Orduz por su paciencia y apoyo en los momentos difíciles. Por último, a mi gran amigo Felipe Carillo quien estuvo conmigo desde el primer momento que inicié mi formación académica, por nuestra dedicación, confianza, apoyo y gran amistad que creció y fortaleció a lo largo del tiempo, Dios permita que esta perdure y cumplamos cada una de nuestras metas.

Agradecimientos

Agradezco a Dios, creador por apoyarme y guiarme por el camino al éxito y ayudarme a superar cada obstáculo y adversidad a lo largo de mi vida.

A mis queridos padres, quienes son el pilar fundamental de este gran logro, su dedicación, esfuerzo y noches de desvelo lograron ser uno de mis principales fuentes de inspiración para luchar sin desfallecer, con perseverancia y sencillez por esta gran meta tan anhelada por toda mi familia, gracias mis amores por brindar su confianza y apoyo a lo largo de mi vida.

Al sacerdote Libardo Orduz, por apoyarme de una y mil maneras para lograr este título tan anhelado por todos, por ser uno de mis grandes amigos desde la infancia esos que nunca fallan a pesar de los tropiezos que se tiene en la vida, por escuchar y brindarme una mano amiga en esos momentos de felicidad y tristeza.

A la Universidad de Pamplona y facultad de ciencias agrarias por brindar su conocimiento durante mi formación académica logrando culminar uno mis grandes logros.

A mi tutor académico Walter Eliecer Zuleta, por su apoyo en la construcción de este trabajo y por haber brindado sus conocimientos a lo largo de mi formación académica.

A la corporación Centro de Investigación de Palma de Aceite (Cenipalma) por haberme dado la oportunidad de pertenecer a este gran grupo de investigadores y permitir adquirir un poco de su conocimiento.

Al Doc. Cristihian Bayona y al Ing. Arley Caicedo por toda la colaboración brindada durante la elaboración de este proyecto, además por su enorme comprensión y dedicación

A los mejores auxiliares de campo Pedro Parada y Wilson Díaz, por su entrega al trabajo eficiente y por transmitir todo su conocimiento sin recibir nada a cambio.

Mil gracias a todos por su apoyo.

Tabla de contenido

Introducción	14
Problema.	16
Planteamiento del problema	16
Justificación	17
Objetivos.....	19
Objetivo general.....	19
Objetivos específicos	19
Marco de referencias	20
Marco contextual	20
Marco Teórico	21
Reseña histórica	21
Fisiología y morfología de la palma de aceite	21
Previvero y vivero de palma de aceite.....	24
Selección y descarte de plántulas	25
Cultivar Themba.....	25
Fertilización	26
Reguladores de crecimiento, estimulación de la floración	28
Marco Legal.....	39
Palmicultor.....	39

Normatividad ambiental	39
Protección de las variedades vegetales	39
Normativas problemas fitosanitarios	40
Normativas académicas Universidad de Pamplona	40
Metodología	42
Localización	42
Material vegetal y manejo agronómico	42
Adecuación de vivero	45
Aclimatación de palmas	45
Trasplante de palmas a vivero	46
Diseño experimental	47
Preparación de reguladores de crecimiento	48
Ácido giberélico AG ₃	50
6- Benzylaminopurine (6-BAP)	51
Promalina (giberelinas A ₄ +A ₇ , 2 %, y Benciladenina 2 %)	52
Aplicación de los reguladores de crecimiento	54
Seguimiento de variables para la obtención de las palmas para el desarrollo de la investigación realizada por Cenipalma	55
Descarte de semillas en previvero	55
Descarte de las plántulas en vivero	55

Garantizar el número de palmas necesarias para la investigación	56
Parámetros de crecimiento y desarrollo preaplicación de los tratamientos:	56
Parámetros de crecimiento postaplicación de los tratamientos.....	57
Resultados y Discusión.....	64
Descarte de semillas en previvero y germinación de semillas	64
Descarte de palmas anormales en vivero	65
Plántulas mellizas	70
Destino de las palmas, descartes y palmas para la investigación	71
Golpe de sol en vivero.....	72
Fertilización foliar.....	73
Parámetros de crecimiento y desarrollo pre y postaplicación de los reguladores de crecimiento.	73
Parámetros preaplicación.....	73
Parámetros postaplicación:	74
Posible inductor floral en palma de aceite	74
Conclusiones	75
Recomendaciones	76
Bibliografía	77
Anexos	86

Lista de tablas

Tabla 1. Cantidades y épocas de aplicación de fertilizantes en vivero de palma aceitera.	28
Tabla 2. Estado del arte de los reguladores de crecimiento en la inducción floral en diferentes especies.	32
Tabla 3. Ácido giberélico en la germinación de semillas.	35
Tabla 4. AG _{4/7} Inductor de la floración.	36
Tabla 5. Diclorofenoxiacético	37
Tabla 6. Inducción de la floración con 6-Bencilaminopurine.	38
Tabla 7. Reguladores de crecimiento para la aplicación en plantas de <i>E. guineensis</i>	48
Tabla 8. Cantidad de solventes y solutos para la preparación de AG ₃	50
Tabla 9. Cantidad de solvente y soluto de 6-BAP.	52
Tabla 10. Cantidades de solventes y solutos para la preparación de promalina.	53
Tabla 11. Característica de plántulas anormales en previvero.	58
Tabla 12. Características de plantulas anormales en vivero.	61
Tabla 13. Características de palmas descartadas.	67
Tabla 14. Clasificación de palmas según su finalidad.	71
Tabla 15. Numero de hojas en palmas de vivero.	73

Lista de figuras

Figura 1. Plántula normal y anormal de palma de aceite en previvero y vivero.....	25
Figura 2. Preparación del sustrato.....	43
Figura 3. Previvero de palma de aceite.....	44
Figura 4. Mantenimiento del vivero.....	45
Figura 5. Aclimatación de palmas en casa malla y fertilización foliar.....	46
Figura 6. Transplante de palmas a vivero.....	47
Figura 7. Reguladores de crecimiento.....	49
Figura 8. Preparación de AG ₃	51
Figura 9. Preparación de 6-BAP.....	52
Figura 10. Promalina.....	53
Figura 11. Aplicación de reguladores de crecimiento.....	54
Figura 12. Descarte de semillas en previvero.....	65
Figura 13. Porcentaje de palmas descartadas.....	67
Figura 14. Palmas descartas.....	69
Figura 15. Palmas mellizas.....	70
Figura 16. Palmas con golpe de sol en vivero.....	72
Figura 17. Recolección de suelo para siembra de semillas y adecuación del vivero.....	86
Figura 18. Suelo cernido con tamiz.....	86
Figura 19. Semillas cultivar Themba.....	87
Figura 20. Siembra de semillas.....	87
Figura 21. Estado inicial del vivero.....	88
Figura 22. Adecuación del vivero.....	88

Figura 23. Verificación del sistema de riego.	89
Figura 24. Primer descarte de plántulas en previvero.	89
Figura 25. Plántulas en previvero.....	90
Figura 26. Planta melliza en previvero.....	90
Figura 27. Ahoyado para siembra.	91
Figura 28. Trasplante de palmas a vivero.....	91
Figura 29. Palmas con golpe de sol.....	92
Figura 30. Resiembra palmas.....	92
Figura 31. Descarte de palma melliza en vivero.....	93
Figura 32. Numero de hojas por línea.	93
Figura 33. Etiquetas para marcación en vivero.....	94
Figura 34. Reguladores de crecimiento.	94

Lista de anexos

Figura 17. Recolección de suelo para siembra de semillas y adecuación del vivero.....	86
Figura 18. Suelo cernido con tamiz.....	86
Figura 19. Semillas cultivar Themba.....	87
Figura 20 Siembra de semillas.....	87
Figura 21. Estado inicial del vivero.....	88
Figura 22. Adecuación del vivero.....	88
Figura 23. Verificación del sistema de riego.....	89
Figura 24. Primer descarte de plántulas en previvero.....	89
Figura 25. Plántulas en previvero.....	90
Figura 26. Planta melliza en previvero.....	90
Figura 27. Ahoyado para siembra.....	91
Figura 28. Trasplante de palmas a vivero.....	91
Figura 29. Palmas con golpe de sol.....	92
Figura 30. Resiembra palmas.....	92
Figura 31. Descarte de palma melliza en vivero.....	93
Figura 32. Numero de hojas por línea.....	93
Figura 33. Etiquetas para marcación en vivero.....	94
Figura 34. Reguladores de crecimiento.....	94

Barrancabermeja, 21 de septiembre de 2020.

Señores:

Comité de trabajo de grado.

Programa de Ingeniería Agronómica.

Facultad de Ciencias Agrarias.

Universidad de Pamplona.

Cordial saludo:

Por medio de la presente, hago costar mi aceptación como tutor/director de la pasantía empresarial denominada “**Desarrollo y crecimiento en pre-vivero y vivero de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) para la inducción y desarrollo floral mediante la aplicación de reguladores de crecimiento, en el Campo Experimental Palmar de la Vizcaína, Santander**” desarrollada por la estudiante **Yulimar Capacho Leal**, como opción de grado para optar al título de Ingeniera Agrónoma. Así mismo, doy mi visto bueno para la presentación del anteproyecto reiterando mi apoyo como asesor de la estudiante durante el desarrollo de su pasantía hasta su presentación y evaluación.

Atentamente



Cristhian Bayona Rodríguez Ph.D

CC 79.724.697

Investigador asociado II, Cenipalma

E-mail: cbayona@cenipalma.org

Cel.: 314 2970688

Pamplona, 21 de septiembre de 2020.

Señores

Comité de trabajo de grado

Cordial saludo

Por medio de la presente hago constar la aceptación como tutor académico de la práctica empresarial del estudiante Yulimar Capacho Leal. Se encuentra realizando su trabajo de grado modalidad práctica empresarial. **Desarrollo y crecimiento en previvero y vivero de palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq, para la inducción y desarrollo floral mediante la aplicación de reguladores de crecimiento, en el Campo Experimental Palmar de La Vizcaína, Santander**, para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Apruebo la presentación del anteproyecto y reitero mi apoyo durante el desarrollo de su pasantía.

Atentamente,



Walter Eliécer Zuleta Celedón
Docente Ingeniería Agronómica

Introducción

La palma de aceite en Colombia es uno de los principales renglones del sector agroindustrial del país, con una producción de 469.423 toneladas de aceite en crudo (Fedepalma, 2019). En el contexto internacional, Colombia es el cuarto productor mundial de aceite de palma (después de Indonesia, Malasia y Tailandia) y el primero de América (Fedepalma, 2018).

La palma de aceite (*E. guineensis*) es la oleaginosa más productiva del planeta; una hectárea sembrada produce entre 6 y 10 veces más aceite que las demás oleaginosas. La palma es una planta perenne, pertenece a la familia *Arecaceae*. Se desarrolló en áreas tropicales y subtropicales, su crecimiento es continuo, posee un tallo único de tipo pleonántico, donde en las axilas de las hojas aparecen las inflorescencias masculinas y femeninas, las cuales pueden tener un periodo desde la diferenciación hasta la emergencia de dos a tres años dependiendo de las condiciones ambientales (Forero Hernández et al., 2012).

En el proceso de germinación, al embrión emerge y forma un botón denominado hipocótilo, el cual adquiere una protuberancia plumular, mientras que desde el extremo del mismo emerge la radícula. La parte basal es el haustorio, que cumple la función de transportar los nutrimentos del endospermo (R. Corley & Tinker, 2003). Después de la germinación, es importante tener un buen previvero, donde se forma una hoja pequeña de forma lanceolada, y después de 30 o 40 días, la palma tiene entre cuatro o más hojas lanceoladas verdes siendo este el momento óptimo para el trasplante a vivero (Franco, 2009). Durante el previvero y el vivero, se realizó un proceso de selección de plantulas denominado descarte y tiene como propósito garantizar plantas en buenas condiciones fisiológicas que cumplan con todos los estándares garantizando palmas sanas, vigorosas y productivas para sembrar en el sitio definitivo

Los reguladores de crecimiento, son compuestos orgánicos naturales, que en pequeñas cantidades, pueden fomentar, inhibir o modificar el crecimiento de las plantas ejerciendo una profunda influencia en los procesos fisiológicos (Cossio, 2013). Uno de los principales reguladores de crecimiento es el ácido giberélico, es importante en el alargamiento de los segmentos de las plantas ya que permite estimular la elongación, además está relacionado en los procesos de iniciación de la floración, por lo cual es sumamente vital para la fertilidad de las plantas masculinas y femeninas (Alcántara et al., 2019). Por otra parte, cabe resaltar que esta sustancia tiene la capacidad de inducir la germinación de las semillas y estimula el crecimiento embrionario (Alcántara et al., 2019)

A partir de esto, la Corporación Centro de Investigación de Palma de Aceite, Cenipalma, busca acelerar el desarrollo fisiológico de la palma, induciendo la floración en un tiempo máximo de un año desde el momento de la germinación de la semilla, esto sin fines comerciales, teniendo como objetivo realizar estudios en condiciones controladas para evaluación de marchitez letal; debido al tiempo de duración de la práctica empresarial (cuatro meses), se realizó un subproyecto desarrollando diferentes labores de manejo en previvero y vivero de *E. guineensis*, además un descarte de plantas con anormalidades fisiológicas, con el fin de suministrar palmas de buen porte para la inducción de la floración con la aplicación de reguladores de crecimiento. Por otro lado, en cuanto a los parámetros preaplicación las plantas presentaban homogeneidad en su formación y una diferencia de dos, tres y cuatro hojas la cual no fue muy significativo al momento de la aplicación, por otro parte, posterior a la aplicación no se observó un efecto negativo o positivo a causa de las diferentes dosis y productos.

Problema.

Planteamiento del problema

Uno de los objetivos principales de Cenipalma es desarrollar métodos fisiológicos y/o bioquímicos para la selección de materiales genéticos promisorios y el manejo de las principales limitantes del cultivo de palma. Dentro de las limitaciones por problemas sanitarios se encuentra la relacionada con la Marchitez Letal que afecta principalmente la Zona Oriental de Colombia, de la cual se conoce que su vector es *Haplaxius Crudus* Van Duzee, en tanto el agente causal se desconoce (Arango et al., 2011). Esta es una enfermedad sistémica y letal, que solo se presenta en la etapa reproductiva de la palma. Dada la gravedad de su impacto es necesario llevar a cabo estudios con celeridad y precisión. Por ello se lleva a cabo un proyecto que busca desarrollar una metodología para inducir la formación de inflorescencias de forma temprana por medio de la implementación de reguladores de crecimiento. Por todo lo anterior, es indispensable obtener plántulas de vivero con homogeneidad, calidad y con características fisiológicas similares que permitan llevar a cabo un adecuado proyecto Investigativo.

Justificación

La palma de aceite, es un cultivo perenne, en las fases iniciales de desarrollo del cultivo se realizan labores de manejo como fertilización y descarte de palmas anormales, con el fin de consolidar la producción de palmas sanas, vigorosas y productivas (Franco, 2002). Por lo que, con este estudio, se buscó garantizar palmas de buen porte con el fin de obtener plantas homogéneas con características fisiológicas similares, para iniciar desarrollo del macroproyecto planteado por Cenipalma el cual tiene como objetivo principal estimular la inducción y desarrollo floral en plantas pequeñas (vivero) mediante la aplicación de reguladores de crecimiento. Todo esto con el fin de estimular la formación de inflorescencias al año de la germinación de la semilla, acordando el tiempo, logrando con esto desarrollar diferentes investigaciones sobre la marchitez letal (ML), el cual es un problema fitosanitario que se desarrolla cuando la palma alcanza su etapa reproductiva y que dada su gravedad debe estudiarse bajo condiciones controladas con precisión y severidad. Debido a la modalidad de práctica empresarial y al periodo corto de tiempo con el que se dispone solo apoyare las fases iniciales del desarrollo de la investigación lo que consiste en garantizar palmas de calidad, homogéneas con buenas características fisiológicas y el desarrollo de la aplicación de los diferentes reguladores de crecimiento propuestos por Cenipalma.

Por otro lado, se utilizará el cultivar Themba, ya que este es uno de los más susceptibles a la ML, según lo reportada en la zona oriental de Colombia. Este es generaciones avanzadas de cultivares anteriormente conocidos como Deli x Ghana. También este se desempeña muy bien en ambientes variados, incluyendo zonas con un déficit hídrico anual de hasta 300 mm, con baja luminosidad y en tierras altas. Además, este cultivar muestra buena tolerancia al complejo pudrición común de flecha/arqueo foliar y tiene baja incidencia de la enfermedad del anillo rojo,

pues su menor longitud foliar crea un ambiente menos favorable para el picudo (*Rhynchophorus palmarum*) transmisor de la enfermedad (ASD, 2005),

En otro orden de ideas, las fitohormonas regulan las respuestas a las plantas frente a estrés abiótico y biótico por medio de acciones sinérgicas o antagónicas entre ellas se encuentran auxinas, citocininas, giberelinas, ácido abscísico, etileno, poliaminas, jasmonatos y brassinosteroides (Schmelz et al., 2003). Las giberelinas regulan varios procesos de brotación, elongación del tallo, número de hojas, contenido de clorofila (Rani & Singh, 2013) rompimiento de la dormancia y germinación (Rebers, 1994) por estas razones a las giberelinas las han considerado como la hormona universal de floración, el proceso de la transición floral aún se encuentra en investigación (Kamenestsky y Okubo, 2013) en general se reportan como sustituyente de día largo y reemplazadoras de frío (Morales, Silva, 2016)

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el desarrollo y crecimiento en previvero y vivero de palma de aceite (*E. guineensis*) para suministrar palmas de buen porte con el fin de inducir tempranamente el desarrollo floral mediante la aplicación de reguladores de crecimiento.

Objetivos específicos

- Calcular los porcentajes de mortalidad y descarte de acuerdo a los criterios de selección de Cenipalma.
- Garantizar el número de palmas necesarias para la aplicación de los reguladores de crecimiento.
- Analizar los parámetros de crecimiento y desarrollo pre y postaplicación de los tratamientos con los reguladores de crecimiento.

Marco de referencias

Marco contextual

La Corporación Centro de investigación en palma de aceite (CENIPALMA), fue creada en 1991 por los palmicultores colombianos, reunidos en el XVIII Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite. Se creó como una corporación de carácter científico y técnico, sin fines de lucro, cuyo propósito es generar, adaptar y transferir tecnología en el cultivo de la palma de aceite, su procesamiento y consumo (Cenipalma, n.d.) .

El Centro cuenta con campos experimentales que Fedepalma le entregó en carácter de comodato, en cada una de las cuatro zonas palmeras, zona, norte, oriental, suroccidental y central, esto para desarrollar ahí las investigaciones y actividades de extensión.

En la zona central, el Campo Experimental Palmar de La Vizcaína (CEPV), ubicado en el municipio de Barrancabermeja - Santander. Esta es la sede del Programa de Biología y Mejoramiento Genético de Cenipalma, cuyos objetivos estratégicos son mejorar el estatus sanitario sectorial y superar la problemática sanitaria; incrementar la productividad; optimizar la rentabilidad palmera; aprovechar oportunidades y mitigar riesgos del negocio; y fortalecer institucionalidad para el sector de la palma de aceite (Fedepalma, 2019b).

Además, Cenipalma cuenta con programas y proyectos enfocados en las áreas de biología y mejoramiento; agronomía; plagas y enfermedades; validación; y procesamiento. Todo esto, con el fin de desarrollar e implementar procesos de investigación y extensión en el sector palmero (Angarita, 2018).

Marco Teórico

Reseña histórica

La palma de aceite (*E. guineensis*) existe en forma silvestre, semi-silvestre o estado cultivado en zonas tropicales de África, Sureste Asiático y América (R. Corley, 1976). Según la evidencia de los fósiles, polen y la lingüística respaldan que la palma de aceite es originaria del golfo de Guinea al occidente de África (Raymond, W, 1961).

Esta especie fue propagada por medio de la agricultura migratoria que condujo al movimiento de pueblos a través de bosques, garantizando la expansión de la especie. Por otro lado, se introdujo a América por medio de los colonizadores y comerciantes portugueses, que usaban los frutos como parte de su dieta alimenticia (L. Garcia, 2006)

En 1932, el señor Florentino Claes introdujo a Colombia las primeras palmas que fueron sembradas con fines ornamentales en algunos pueblos y lugares específicos de la región amazónica y en la Estación Agrícola de Palmira, en el Valle del Cauca. Ya en 1945, la United Fruit Company se interesó en la siembra, producción y comercializan, iniciando plantaciones en la zona bananera del departamento del Magdalena, con palmas procedentes de Honduras. Desde entonces, se ha incrementado el área de producción de palma de aceite en Colombia (Bernal, 2001).

Fisiología y morfología de la palma de aceite

La palma es una planta monocotiledónea; después de la germinación, las raíces adventicias dan lugar a raíces secundarias antes de la formación de la primera hoja. Varios miles

de raíces cilíndricas salen de un bulbo radical, del cual surgen las raíces primarias. La mayoría se desarrolla horizontalmente en los primeros 50 centímetros del suelo (Melado, 2008).

Las semillas germinadas tienen una o dos hojas incipientes, de color blanco cremoso no funcionales, es decir no fotosintéticamente activa, al transcurrir un mes se forma una hoja pequeña de color verde y de forma lanceolada. Al transcurrir entre 30 a 40 días después de la siembra de las semillas, las plántulas pueden tener cuatro o más hojas lanceoladas verdes y es justo el momento óptimo para realizar el trasplante. Al llegar los cuatro meses desde la siembra, las plántulas deja de emitir hojas lanceoladas y comienza a producir hojas bifurcadas (Franco, 2009).

La Palma de Aceite tiene un falso tronco o "estípite" sin ramificaciones basales. Crece entre 35 y 60 centímetros por año, de acuerdo a las condiciones ambientales y al genotipo, puede llegar a una altura de 25 metros o más. Posee sólo un punto de crecimiento vegetativo o "meristemo apical", localizado en la parte central del ápice del tronco. El ápice, se ubica en la cumbre de la Palma dentro de las hojas jóvenes (palmito). El meristemo apical es responsable de la producción de primordios foliares e inflorescencias (Pérez Leal, 2017).

El estípite lleva la corona, penacho simétrico formado por 30 a 40 hojas pinadas, ubicadas en espiral alrededor de la yema vegetativa que protegen la hoja central, llamada flecha (Nieto et al., 1996). Durante los primeros cinco o seis años de vida de la Palma, aparecen entre 30 y 40 hojas por año. Luego se reducen a 20 o 24, antes de iniciarse el período de decadencia de la planta. Entre la formación de la yema foliar y la muerte de la hoja transcurren un poco más de cuatro años (Revisión realizada por: (Figueredo, 2013)

El número de las inflorescencias, depende del ritmo de la producción de hojas (Gerritsma & Soebagyo, 1999), estas inician su desarrollo y crecimiento en la axila de cada hoja, cada palma tiene en promedio entre 45-50 foliolos que no llegan a abrirse durante las etapas de la planta (Breure, C, 1984); la tasa de producción de hojas, inflorescencias está determinado por la edad de la palma (Broekmans, 1957), la tasa foliar puede variar dependiendo del material vegetal a razón de más o menos 1 hoja palma/año (Gerritsma & Soebagyo, 1999). El inicio e incremento de formación de inflorescencias se debe a la cantidad de suministros de carbohidratos producidos (Pallas, B., Mialet-Serra, I., Rouan, L., Clement-Vidal, A., Caliman, J. P., & Dingkuhn, 2013), generando una mayor relación fuente-demanda. Al momento de la planta sufrir un estrés por sequía esta puede llegar a reducir la tasa de iniciación foliar (Breure, 1994) y por ende la formación de inflorescencias.

La determinación sexual de las inflorescencias de la palma, puede ser diferenciado por la morfología de las inflorescencias masculinas y femeninas, en el caso de las masculinas pueden desarrollar un mayor número de brácteas iniciadas en el raquis masculino (Corley, R. H. V., Hew, C. K., Tam, T. K., & Lo, 1973). Según las investigaciones, el desarrollo de las inflorescencias puede variar según los clones, la iniciación de las brácteas se da en las hojas 10 o antes de del primer raquis en la hoja 10 (Corley, R. H. V., Ng, M., & Donough, 1995), por lo que Corley, 2016 pudo especular que la diferenciación del sexo ocurre en la hoja 29, pero que es reversible hasta la hoja 10 (R. Corley, 1976). Por otro lado, la proporción de inflorescencias está determinado por el aborto (R. Corley, 1976), el estrés por déficit hídrico (Bredas, J., & Scuvie, 1960), todo esto disminuyendo la fructificación (Corley, R. H. V., & Lee, 1992), los abortos se pueden ocurrir entre los 4 y 6 meses después de la antesis (Broekmans, 1957). Se han reportado abortos de inflorescencias femeninas durante un periodo sensible de desarrollo, en el caso de las

inflorescencias masculinas se da en momentos específicos (Corley, R. H. V., Ng, M., & Donough, 1995), una de las causas se debe a la defoliación de la planta.

Otra afectación en el racimo es el malogro, se produce alrededor de los 2 o 4 meses después de la antesis (Sparnaaij, 1960), su principal causa puede ser una mala polinización, falta de fotoasimilados para su desarrollo esto a causa del estrés hídrico o radiación solar. Según Corley & Tinker, 2003 la tasa de malogro esta entre, el 1,5 % y mayor a 25%, sin embargo, este tema sigue en investigación.

Previvero y vivero de palma de aceite

El previvero es una de las etapas fundamentales para el inicio, formación y desarrollo de plantas, en este se debe contar con suelo rico en materia orgánica y disponibilidad de mano de obra para realizar labores de siembra, descarte y manejo agronómico. Según Raygada, I, 2005 el principal objetivo del previvero y vivero es producir palmas de calidad al menor costo.

El vivero es de suma importancia pues el desarrollo inicial de las palmas ocurre en esta fase. En él los principales factores de crecimiento como nutrición, agua y luz son controlados. Existe una relación directa entre el desarrollo de las palmas en el vivero, su crecimiento y productividad (precocidad) en el campo, principalmente durante los primeros años (Ortiz & Fernandez, 1993)

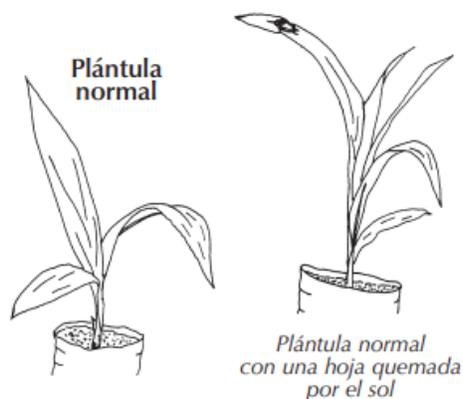
El manejo que se le proporcione al vivero influye positiva o negativamente en aspectos tales como: Duración del período improductivos (se extiende o se acorta el periodo entre la siembra y las primeras cosechas), rendimiento (racimos de fruta fresca ha⁻¹ año⁻¹) y costos de mantenimiento (Ordoñez, Marroquin, Ronaldo, 2018)

Selección y descarte de plántulas

La selección y descarte de plantas tiene como propósito identificar y eliminar las plantas anormales del previvero y vivero (tabla 11-12), se consolida como una de las prácticas en el manejo agronómico de las plantas. El proceso de selección consiste en hacer una observación detallada de las plantas para identificar las anormales y luego darles el manejo requerido según el origen de tal anomalía (Franco, 2002).

Figura 1.

Plántula normal y anormal de palma de aceite en previvero y vivero.



Nota: Fuente: Charles & Boutin, (2005)

Cultivar Themba

La genética del cultivar Themba se refiere a generaciones avanzadas del cultivar anteriormente conocido como Deli x Ghana (originarios de Costa Rica y Nigeria respectivamente). Themba tiene un crecimiento vertical moderado y produce racimos de buen tamaño con frutos grandes y bien formados. Además, se destaca por tener hojas cortas, característica que permite plantarla a 160 palmas por hectárea. Otras ventajas de este cultivar es

que se desempeña muy bien en ambientes variados, incluyendo zonas con un déficit hídrico anual de hasta 300 mm, con baja luminosidad y en tierras altas (ASD, 2005)

Fertilización

La aplicación de fertilizantes en palma aceitera es ciertamente un factor clave que determina el nivel de rendimiento. Sin embargo, varias prácticas agronómicas influyen sobre el potencial de respuesta de las palmas a la aplicación de los fertilizantes. Por ejemplo, toda plantación debería iniciarse con el mejor material de siembra disponible, una selección rigurosa en la etapa de vivero, y el uso de técnicas de preparación de los suelos que ocasionen un mínimo de daño a la estructura y que conserven la materia orgánica (Durán et al., 1999)

Fertilización del previvero.

Si se utiliza suelo de calidad, no se requiere el uso de fertilizantes en el previvero debido a que, durante las primeras seis semanas, la plántula joven extrae la mayoría de sus requerimientos nutricionales de la semilla. Generalmente, no se recomienda la aplicación de fertilizante granulado en un previvero debido a que se pueden quemar las hojas. Si el suelo es de un estándar inferior, se deben colocar cantidades pequeñas de nutrientes antes de sembrar la semilla. En ciertos casos, cuando las plántulas del previvero tienen poco vigor, se debe aplicar fertilizante foliar. Las plántulas deben ser rociadas con el fertilizante hasta que la mezcla se escurra por las hojas. No se debe aplicar fertilizantes foliares durante días muy cálidos y/o condiciones secas, o a plántulas que se encuentran bajo estrés de humedad (ASD, 1996)

Fertilización en vivero.

La fertilidad de los suelos utilizados en los viveros tiene un gran impacto en el desarrollo de las palmas, por lo cual los planes nutricionales deben estar acordes con ella (Rincón et al., 2012). Se calibran con medidores (cuchara, gramera) para aplicar la cantidad correcta de fertilizante, que luego se distribuye en círculo alrededor del tallo de la plántula. Se debe distribuir uniformemente el fertilizante (no se debe aplicar como un bloque sólido) en un círculo de aproximadamente 5 cm alrededor de la base de la plántula. La aplicación incorrecta de una cantidad excesiva de urea causa daño al sistema radicular de la plántula. El fertilizante no debe tocar ninguna parte de la plántula (ASD, 1996) (Buitrago, 2010)

Fertilizantes compuestos.

Se usan generalmente fertilizantes compuestos o mezclas físicas que proveen de todos los nutrientes necesarios en una sola aplicación. Existen muchas marcas disponibles en el mercado, pero solo se deben usar marcas de fertilizantes con una buena reputación (Rankine & Fairhurst, 2004).

Las dos mezclas de fertilizantes más utilizadas se indican a continuación y las dosis de aplicación se describen en la Tabla 1.

- A 15-15-6-4 (N-P-K-Mg)
- B 12-12-17-2 + EM (N-P-K-Mg + elementos menores)

Tabla 1.

Cantidades y épocas de aplicación de fertilizantes en vivero de palma aceitera.

Edad*	Cantidad g/planta	Tipo	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
				g/planta		
1	5	A	0,8	0,8	0,3	0,2
3	7	B	0,8	0,8	1,2	0,1
5	7	A	1,1	1,1	0,4	0,3
7	10	B	1,2	1,2	1,7	0,2
10	10	A	1,5	1,5	0,6	0,4
13	10	B	1,2	1,2	1,7	0,2
16	15	A	2,3	2,3	0,9	0,6
19	15	B	1,8	1,8	2,6	0,3
22	20	A	3,0	3,0	1,2	0,8
25	20	B	2,4	2,4	3,4	0,4
28	20	B	2,4	2,4	3,4	0,4
32	25	B	3,0	3,0	4,3	0,5
	10	Kieserita				2,7
36	25	B	3,0	3,0	4,3	0,5
	20	Muriato de potasio				12,0
40	25	B	3,0	3,0	4,3	0,5
44	30	B	3,6	3,6	5,1	0,6
48	30	B	3,6	3,6	5,1	0,6
	20	Kieserita				5,4
52	30	B	3,6	3,6	5,1	0,6
56	30	B	3,6	3,6	5,1	0,6
	30	Kieserita				8,1
Total	404		41,9	1,9	62,7	24,0

* Semanas después del trasplante al vivero principal.

Nota: Fuente: Rankine & Fairhurst, (2004)

Reguladores de crecimiento, estimulación de la floración

Los reguladores de crecimiento vegetal son compuestos sintetizados químicamente u obtenidos de otros organismos, cumplen un papel importante en la regulación de diferentes procesos bioquímicos a nivel celular en los organismos vegetales (Alcántara et al., 2019). En

pequeñas cantidades, fomentan, inhiben o modifican el crecimiento de los vegetales ejerciendo una profunda influencia en los procesos fisiológicos (Cossio, 2013).

Estos se pueden clasificar según su estructura molecular, la actividad a nivel vegetal y los efectos inhibidores o estimulantes, algunos ejemplos de fitohormonas son: auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico, ácido salicílico, poliaminas, ácido jasmonico, brasinoesteroides y etileno.

El etileno, su biosíntesis se incrementa en plantas sometidas a estrés y se asocia con procesos de senescencia y maduración, todo esto relacionándose con la abscisión de hojas, marchitamiento de flores, maduración de frutos y otros procesos relacionados con el envejecimiento, ya que participa en la degradación de la clorofila (Santner & Estelle, 2009). Mientras que el ácido abscísico es responsable del cierre de estomas cuando hay déficit hídrico o inhibe el crecimiento vegetal en momentos de crisis. las citoquininas retardan la caída de la hoja y el envejecimiento e inducen la diferenciación celular y la formación de nuevos tejidos(McSteen & Zhao, 2008)

En palma de aceite, se reporta el uso de fitohormonas como el ácido 1- naftaleacetico (ANA) (dosis optima 1200 ppm), este regulador auxínico ayuda en la formación de frutos partenocárpicos en Híbrido interespecífico OxG, aplicado en estados fenológicos 603, 607, 700 y 703, obteniendo como resultado racimos con peso superior y una mayor extracción de aceite a lo obtenido con la polinización asistida. En los estados (700 y 703) donde la inflorescencia ha perdido su receptibilidad al polen y no se realizó la polinización asistida, las aplicaciones de ANA produce un efecto positivo permitiendo el desarrollo y llenado de frutos partenocárpicos, toda esta tecnología es más conocida como la polinización artificial.

Otras técnicas de inducción floral en palma

Según Corley, 1976, el raleo es una técnica que aumenta la proporción de inflorescencias femeninas respecto al total, a diferencia de las palmas sin ralear. La gran producción de frutos aumenta los componentes de rendimiento, debido a la alta demanda de carbohidratos producidas por las hojas (Broekmans, 1957). El raleo conduce a aumentar la producción fotosintética, generando una alta demanda de carbohidratos para los racimos que no fueron raleados, además de reducir la tasa de abortos por palma (R. Corley, 1976; (Breure, C.J., Menendez, T. & Powell, 1990)

Historia y desarrollo del ácido giberélico.

En 1926, el investigador Eiichi Kurosawa descubrió que los síntomas de la enfermedad “Bakanae” en plántulas de arroz era causada por un hongo (Arrondo, Odriozola, 1987). Posteriormente, un grupo de investigadores encontraron que era inducida por una sustancia química secretada por el hongo (*Gibberella fugikuroi*), llamada después giberelina (AG) debido al origen del hongo que la producía (Gupta & Chakrabarty, 2013). Ya en la década de 1950, los científicos de la Universidad de Tokio separaron y caracterizaron 3 giberelinas diferentes de la muestra de giberelina A, y las llamaron giberelina A1, A2 y A3. (Gupta & Chakrabarty, 2013).

Ácido giberélico.

Los AG son reguladores endógenos del crecimiento de las plantas, que tienen compuestos diterpenoides tetracíclicos (Gupta & Chakrabarty, 2013), está involucrado en muchos procesos metabólicos durante distintas etapas del desarrollo vegetal, tales como la germinación de semillas, el crecimiento del tallo, la inducción floral, el desarrollo de polen y el crecimiento del fruto (Bohórquez-sandoval et al., 2011). Las giberelinas aseguran una mayor formación de flores

masculinas (estaminadas) lo contrario sucede con las auxinas que estimulan la formación de flores femeninas (pistiladas) y por tanto el cuajado (Sonnewald, 2013).

Según Kozłowska, 2007, el ácido giberélico (AG_3) se ha utilizado para estimular el desarrollo de las flores en varias plantas de la familia *Araceae*, incluidas *Colosacia*, *Caladium*, *Dieffenbachia*, *Spathiphyllum*, *Syngonium* y *Zantedeschia* (revisado por Brooking y Cohen 2002). Alcatraces híbridos, criados por especies *Zantedeschia rehmannii* Engl., *Z. elliottiana* (Watson) Engl., *Z. albomaculata* (Hook.) Baill., Y *Z. pentlandii* (Watson) (Kozłowska et al., 2007).

Se ha reportado que los AG promueven la floración en especies anuales y bienales, pero inhiben la floración en plantas perennes (Hung et al., 2016), . Por otro lado, Muñoz-Fambuena et al., 2012a dice que el AG_3 inhibe la floración en cítricos, aguacate, melocotón, ciruela y níspero. Pero se ha demostrado que en diferentes especies (tabla 2) el AG_3 aumenta el número total de brotes vegetativos y brotes florales (Corr y Widmer1987), también mejora el rendimiento de las flores y prolonga el tiempo de floración ((Kozłowska et al., 2007). (Muñoz-Fambuena et al., 2012). Así mismo, las altas dosis de AG_3 provocan un crecimiento vegetativo e inhiben la floración, sucediendo lo contrario con las bajas concentraciones ya que promueven la inducción floral y el crecimiento vegetativo (Pérez-Barraza et al., 2008).

Tabla 2.

Estado del arte de los reguladores de crecimiento en la inducción floral en diferentes especies.

Regulador de crecimiento	Dosis	Especie	Autor	Característica
AG ₃	500 ppm	<i>Xanthosoma spp</i>	(Guerrero, Rivas, Argelia & Florian, Najares, Lidia, 2008)	La aplicación cada dos semanas induce la floración temprana y aumenta el número de flores por planta. La estructura floral más encontradas fueron brácteas, desarrolladas en brácteas múltiples, brácteas que desarrollaban hojas de bandera, brácteas que cubrían hojas de bandera.
		<i>Leucadendron sp</i>	(Saransig Leon, 2006)	Incremento del largo del tallo floral
	1000 ppm	<i>Xanthosoma spp</i>	(Guerrero, Rivas, Argelia & Florian, Najares, Lidia, 2008)	En dosis altas, la floración era tardía en comparación con el testigo lo que conlleva a tener un menor número de flores.
	25 y 50 mg árbol ⁻¹	Aguacate Hass <i>Persea americana</i>	(Salazar, Garcia, 2007)	Incremento el desarrollo de las inflorescencias hasta tres semanas, las altas concentraciones (2.5 g. arbol ⁻¹) incrementa el número de yemas inactivas reduciendo la producción de inflorescencias.
		Coliflor (<i>Brassica oleraceae</i>)	(Gonzales et al., 2007)	Indujo la floración y genero una mayor altura en la planta, pero en dosis 5 mg· L ⁻¹ permite la acumulación de mayor cantidad de biomasa.
		<i>Lactuca sativa</i>	(Ayala, Hernandes et al., 2000)	Se tiene un efecto positivo ya que se induce la emisión del tallo floral logrando un adelanto de 28 días en comparación con el testigo (10 ppm de AG ₃), promueve el crecimiento del tallo floral, aumenta el diámetro de la inflorescencia, todo lo anterior logrando un aumento en el rendimiento del cultivo. Por otro lado, se acorta el tiempo para la producción de semillas.
		Mango Tommy Atkins y Ataulfo	(Pérez-Barraza et al., 2008)	Inhibieron la floración en las yemas de mango cuando se aplican antes de iniciar la floración estimulando el crecimiento vegetativo

AG3	50 mg /litro	Cultivo invitro de girasol	(Arbabian et al., 2011)	Aumenta la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas y ayuda a mejorar el crecimiento de las plántulas
	00 mg.L-	<i>Tulipa gesneriana</i> L	(Ramzan et al., 2014)	Acelera el proceso de la germinación, disminuye aproximadamente 27 días la emergencia de la flor esto aumentando el tamaño de la flor, produciendo flores atractivas, brillantes y resistentes con una mayor calidad
	125 ml/l	<i>Lisianthus (Eustoma grandiflorum)</i>	(Monsalves Pérez, 2015)	Floración a los 270 días después de la aplicación (DDA), tamaño más corto de la inflorescencia,
	150 ppm	Tomate	(Serna et al., 2017)	Las plantas presentaron un buen desarrollo en cuanto a la altura, aunque la calidad de sus frutos es muy baja, también se reduce el ciclo del cultivo en una semana.
	200 mg L-1	Girasol	(Montalvo, Sierra et al., 2018)	Se adelanta la floración 26 días con respecto al testigo (cero aplicaciones), incrementa su área foliar y el rendimiento del grano
		Fresa (<i>Fragaria x ananasa</i>)	(Thi et al., 2019)	Promovió el área foliar, el peso fresco de la hoja y el peso fresco de la planta, además, un bajo contenido de clorofila.
	250 ml	<i>Eustoma grandiflorum</i>	(Monsalves Pérez, 2015)	Floración a los 260 DDA, aumento en la longitud de la vara floral, mayor distancia entre nudos (5,7 cm longitud internodal), mejor tamaño de los botones florales. Según (Casella et al., 2012) a medida que se aumenta la concentración de AG ₃ se reduce los días de la floración.
	2,500 mg	<i>Epipremnum aureum</i> (araceae)	(Hung et al., 2016)	La deficiencia de giberelinas en esta planta es la principal responsable de la floración tímida, por lo que al aplicar AG ₃ en las plantas de crecimiento vertical y horizontal, se generó la aparición de inflorescencias en la séptima y octava semana respectivamente después de la aplicación, además, cada una de las plantas produjo entre una y tres inflorescencias típicas.

AG ₃ y/o nitrato de potasio (KNO ₃)		Café	(Unigarro, Muñoz, Carlos et al., 2019)	En el proceso de inducción de nudos no repercutió significativamente en la cantidad de botones florales o en la distribución de la floración, mientras que la combinación de GA ₃ +KNO ₃ disminuyó la tasa de crecimiento absoluta para la variable altura en 21%
Luz roja (FR) + AG ₃		Sorgo	(Williams & Morgan, 1979)	La FR acelera la iniciación en el genotipo temprano, mientras que el AG ₃ acelera la iniciación floral, promueve el alargamiento del tallo, también inducen la iniciación floral en 30 a más de 80 genotipos. Por otro lado, la luz roja no acelera la floración.
Acido salicílico	200 mg. L-1	Fresa (fragaria x ananasa)	(Thi et al., 2019)	Induce la formación de flores de forma acelerada en un 85% y en 4.3 inflorescencias por planta.
2,4-Dicloacetico	2 mg L-1	<i>Cuscuta reflexa</i>	(Das et al., 2011)	En cultivo invitro sobre un medio modificado de medio Murashige y Skoog, se induce la formación de yemas florales después de 10 a 15 días del desarrollo del callo

Nota: Fuente: Archivo personal, 2020.

Giberelinas en la germinación de semillas

El AG₃ tiene la capacidad de inducir la germinación de las semillas (tabla 3) y alta capacidad estimulante en el crecimiento embrionario (Alcántara et al., 2019), ya que el embrión libera la giberelina y esta viaja hasta la región del endospermo de la semilla. Luego permite la inducción enzimática de la amilasa, haciendo que el almidón se desintegre hasta convertirse en azúcar que usará el embrión para sintetizar las proteínas de la planta y terminar con el estado de inactividad (Lopez Calle, 2018).

Tabla 3.

Ácido giberélico en la germinación de semillas.

Regulador de crecimiento	dosis	Especie	Autores	Característica
AG3	100 mg. L ⁻¹	<i>Tulipa gesneriana L.</i>	(Ramzan et al., 2014)	Acelera el proceso de la germinación, disminuye aproximadamente 27 días la emergencia de la flor esto aumentando el tamaño de la flor, produciendo flores atractivas, brillantes y resistentes con una mayor calidad
	200 ppm	Papaya	(Lopez Calle, 2018)	Se acelera la germinación ya que a los ocho días alcanzó mayor germinación con un 12.75 plantas/ día y con un porcentaje de 96% de plantas germinadas

Nota: Fuente: Archivo personal, 2020.

AG_{4/7} inductor de la floración

En cultivos perennes como el pino, la aplicación de AG_{4/7} promueve la floración sobre plantas jóvenes de semillas e injertos de material adulto (Ross, 1977).

Tabla 4.AG_{4/7} Inductor de la floración.

Regulador de crecimiento	Dosis	Especie	Autor	Característica
AG _{4/7}	500 mg. L ⁻¹	pino chino (<i>Pinus tabuliformis</i>)	(Zhao et al., 2011)	promueve la estimulación de la flor (estróbilos femeninos) y el cono inmaduro
	1000 mg. L ⁻¹	Pino oregon (<i>Pseudotsuga menziesii</i>) (Mirb.) Franco).	(Gutiérrez C, 2007)	En aplicaciones foliares la dosis óptima para la inducción floral con un promedio de 100 flores/plantas mayoritariamente masculinas
	13000 mg/L	Pino Oregón (<i>Pseudotsuga menziesii</i>) (Mirb.)	(Gutiérrez C, 2007)	inhiben la floración y causa mortalidad en plantas por posible toxicidad
6 Bencilaminopurina	500 mg. L ⁻¹	Pino chino (<i>pinus tabuliformis</i>)	(Zhao et al., 2011)	Aumentó significativamente la producción de flores femeninas y de conos inmaduros.
Cloruro de cloromecuat	1000 mg .L ⁻¹	Pino chino (<i>pinus tabuliformis</i>)	(Zhao et al., 2011)	Aumenta significativamente el número de estróbilos masculinos

Nota: Fuente: Archivo personal, 2020.

Diclorofenoxiacetico (2,4 D)

El ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) es un herbicida perteneciente al grupo de los fenoxi derivados en donde también se encuentra el 2,4-DB, de modo de acción sistémica y selectiva para el control de malezas de hoja ancha. El ácido 2,4-D puede reaccionar con hidróxidos y alcoholes para formar sales y ésteres, respectivamente, con propiedades muy diferentes (C. Garcia & Garcia, Ayala, 2015).

Según la agencia internacional de investigación del Cáncer (IARC), órgano dependiendo de la organización Mundial de la Salud (OMS), el 22 de junio de 2015, realizó una publicación donde se clasificaba el 2,4 D como posiblemente cancerígeno para el ser humano, este herbicida ha sido de uso agrícola durante muchos años en el control de arvenses (RAP-AL; (Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para America Latina, 2015)

Tabla 5.

Diclorofenoxiacetico

Regulador de crecimiento	dosis	Especie	Autor	Característica
2,4 D	100 ppm	Batata	(Mutasa et al., 2013)	Cerca de la concentración óptima para la inducción floral en batata. Las plantas presentaron pocos desordenes fisiológicos. Las plantas sin aplicación no se iniciaron yemas ni indujo la floración

Nota: Fuente: Archivo personal, 2020

6-Benzylaminopurine

La 6-bencilaminopurina, pertenece a las citoquininas, está demostrado que, acelera el crecimiento de las células de las plantas, retrasando la senescencia, preservando así mismo el color en verduras (Interchemtechnologies, 2009), también estimula la división celular, emergencia de brotes laterales (manzanas, naranjas), formación de brotes basales (rosas, orquídeas); floración (ciclamen, cactus); Conjunto de frutas (uvas, naranjas, melones) (Hormonales, n.d.)

Tabla 6.

Inducción de la floración con 6-Bencilaminopurine.

Regulador de crecimiento	Dosis	Especie	Autor	Característica
6Bencilaminopurina	500 mg. L ⁻¹	Pino chino (<i>pinus tabuliformis</i>)	(Zhao et al., 2011)	Aumentó significativamente la producción de flores femeninas y de conos inmaduros.
	300 mg L ⁻¹	Manzana "fuji" <i>Malus domestica</i> Borkh	(Youmei et al., 2016)	aumenta la tasa de floración, restringió el crecimiento de los brotes y cambió los componentes de los brotes. La mayoría de los brotes comenzaron a dejar de crecer 32 días después de la floración, marcando el inicio de la inducción floral

Nota: Fuente: Archivo personal, 2020

Marco Legal.

Palmicultor

Decreto 1730 de 1994 por lo cual reglamenta la ley 138 del 9 de junio de 1994, “Por la cual se establece la cuota para el fomento de la Agroindustria de la Palma de Aceite y se crea el Fondo del Fomento Palmero”. Se reconoce que la actividad agrícola que tiene por objeto el cultivo, la recolección y el beneficio de su fruto hasta obtener: palmiste, aceite de palma y sus fracciones.

Normatividad ambiental

Ley 99 de 1993 - Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones

Protección de las variedades vegetales

Ley 243 de 1995 - por la cual se aprueba el convenio internacional para la protección de las obtenciones vegetales, UPOV del 2 de diciembre de 1961, revisado en ginebra el 10 de noviembre de 1972 y el 23 de octubre de 1978.

Ley 61 de 1985 - por la cual se adopta la palma de cera (*Ceroxylom quindiuense*) como árbol nacional.

Decreto 533 de 1994 - por el cual se reglamenta el régimen común de derechos de los obtentores de variedades vegetales.

Resolución 1155 de 2002 Ica - por la cual se actualizan las tarifas para los servicios de producción de semillas para siembras y registros de obtentores de variedades vegetales.

Resolución 720 de 2001 Ica - derogado - por la cual se actualizan las tarifas para los servicios de producción de semillas para siembras y registro de obtentores de variedades vegetales

Normativas problemas fitosanitarios

Resolución N°. 004170 (02-DIC-2014) “por medio de la cual se declaran las plagas de control oficial en el cultivo de Palma de Aceite en el territorio nacional y se establecen las medidas fitosanitarias para su manejo y control.

Que el cultivo de Palma de Aceite en Colombia está expuesto a riesgos fitosanitario, debido a que en estos existen o se pueden presentar condiciones ambientales favorables para el desarrollo de plagas con alto riesgo de generar epidemias si no se efectúa un manejo oportuno

El ICA en sus actividades de inspección, vigilancia y control ha encontrado la presencia de las enfermedades Marchitez letal (ML), Anillo rojo (AR), Marchitez sorpresiva (MS). Pudrición del cogollo (PC), plagas *Strategus aloeus* y *Rhynchophorus palmarum* en el cultivo de Palma de Aceite (ICA, 2014)

Normativas académicas Universidad de Pamplona

Acuerdo No.186 02 de diciembre de 2005 Por el cual compila y actualiza el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado.

Artículo 36. Modalidades de Trabajo de Grado: El Trabajo de Grado, puede desarrollarse en las siguientes modalidades:

Práctica Empresarial: comprende el ejercicio de una labor profesional del estudiante en una empresa, durante un período de tiempo. Cuando el estudiante seleccione esta modalidad, deberá presentar al Director de Departamento el anteproyecto, que debe contener: nombre de la empresa, descripción de las características de la empresa, objetivos de la práctica, tipo de práctica a desarrollar, tutor responsable de la práctica en la empresa, cronograma de la práctica, presupuesto (si lo hubiere) y copia del convenio interinstitucional Universidad – Empresa o carta de aceptación de la empresa.

Metodología

Localización

El trabajo se desarrolló con la modalidad de práctica empresarial en el Campo Experimental Palmar de la Vizcaína (CEPV) - Cenipalma, ubicado en la vereda Peroles municipio de Barrancabermeja – Santander, se sitúa a 6°59'3.22" N - 73°42'20.93" W, con una altitud de 125 metros sobre el nivel del mar, 29 °C de temperatura media, 81 % de humedad relativa, y 3.500 mm de precipitación anual.

Material vegetal y manejo agronómico

Este proyecto hace parte de una investigación realizada por Cenipalma, debido al periodo corto de tiempo de la modalidad práctica empresarial (cuatro meses), se generó un subproyecto dentro del trabajo macro, que tuvo como objetivo apoyar las fases iniciales de este, garantizando buenos resultados.

El desarrollo del proyecto dio inició con la preparación del sustrato (figura 2), para esto se utilizaron dos carretadas de suelo recolectado en un bosque del campo experimental, este fue cernido y luego mezclado con sustrato de coco en proporción 1:2.

Figura 2.

Preparación del sustrato.



Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020

Posterior a esto se sembraron 600 semillas, cultivar Themba (estadio fenológico 004) de *E. guineensis*, en bandejas de germinación cada una para 24 semillas, una semilla por agujero, estas se sembraron a una profundidad de 1 cm (figura 3) teniendo en cuenta que la plúmula quedara hacia la parte exterior y la radícula hacia el inferior. Al momento de la siembra se descartaron aquellas semillas que tuvieran fracturas en plúmula y radícula, afectación por hongos o alguna malformación (figura 3,E,F).

Figura 3.

Previvero de palma de aceite. A, B, C: Siembra de semillas. D: estadio 09 (aparición de hojas ligulares a través de la superficie del suelo). E, F: semilla no desarrollada. G: estadio 100 (una hoja lanceolada sin abrir). H: estadio 102 (aparición de la segunda hoja lanceolada abierta)



Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020

Adecuación de vivero

En el vivero se realizaron diferentes labores de mantenimiento, como el llenado con tierra de aquellos valdes que no tenían la cantidad suficiente de suelo (figura 3, A,B), además se realizó la aplicación de herbicida con ingrediente activo glifosato, en dosis 300 cm/bomba 20 Lt, para el control de arvenses en la periferia y calles del vivero. Igualmente se verifico el funcionamiento del sistema de riego (figura 4,A), siendo necesario reemplazar 3 aspersores que se encontraban averiados.

Figura 4.

Mantenimiento del vivero. A: verificación del sistema de riego. B, C: suelo para llenado de valdes.



Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020

Aclimatación de palmas

Al cumplirse 2 meses las bandejas de germinación fueron trasladadas del vivero a casa malla con el fin de adaptarlas a altas temperaturas, además se dejaron 6 a 7 días sin riego, logrando la compactación del suelo para realizar la extracción de las plantas. Asimismo, se realizó una fertilización foliar complejo de NPK con alta concentración de micronutrientes

especialmente con zinc y boro, en dosis de 2 mL/L, con el fin de ayudar al desarrollo y crecimiento de estas (figura 5)

Figura 5.

Aclimatación de palmas en casa malla y fertilización foliar.



Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020

Trasplante de palmas a vivero

El trasplante de plántulas se llevó a cabo aproximadamente a los tres meses después de la siembra (dds), encontrándose en estadio 102 (figura 6), sembrando una palma por recipiente (balde), este mismo día se realizó la selección de las plántulas con crecimiento anormal, además se aplicó riego durante tres días seguidos, también se monitorearon realizando una observación minuciosa sobre la evolución y adaptación de las palmas.

Figura 6.*Transplante de palmas a vivero*

Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020

Diseño experimental

El experimento se estableció a los 15 días después del trasplante en vivero (3 meses después de la siembra -estadio 102), bajo un diseño al azar, el cual cuenta con un total de 25 tratamientos y 20 repeticiones (500 palmas totales), donde una palma es una unidad experimental, el arreglo de la parcela está dividida en forma de aplicación única (una sola aplicación) y continúa (aplicaciones durante 4 semanas, día por medio) y en subparcelas con reguladores de crecimiento con concentración de 50, 100, 250, 500 y 1000 ppm de Promalina (giberelinas A₄+A₇, 2 %, y Benciladenina 2 %) y Ácido giberélico (AG₃) con pureza > 90 %, y 5, 10, 25 y 50 ppm de 6-Benzylaminopurine (figura 7), previamente disueltos en 5 mL de etanol al 96 % y 4 mL de Tween 80 (tabla 7), las aplicaciones se iniciaron aproximadamente 15 días después del trasplante, asperjando 3 mL por palma.

Tabla 7.

Reguladores de crecimiento para la aplicación en plantas de E. guineensis.

Tratamiento	Regulador	Concentración (ppm)	Aplicación
T1	AG ₃	1000	Continua
T2	AG ₃	500	Continua
T3	AG ₃	250	Continua
T4	AG ₃	100	Continua
T5	AG ₃	50	Continua
T6	Promalina	1000	Continua
T7	Promalina	500	Continua
T8	Promalina	250	Continua
T9	Promalina	100	Continua
T10	Promalina	50	Continua
T11	6-Benzylaminopurine	50	Continua
T12	6-Benzylaminopurine	25	Continua
T13	6-Benzylaminopurine	10	Continua
T14	6-Benzylaminopurine	5	Continua
T15	AG ₃	1000	Única
T16	AG ₃	500	Única
T17	AG ₃	250	Única
T18	AG ₃	100	Única
T19	AG ₃	50	Única
T20	promalina	1000	Única
T21	Promalina	500	Única
T22	Promalina	250	Única
T23	Promalina	100	Única
T24	Promalina	50	Única
T25	Agua	Testigo	-

Nota: Fuente: (Rivera et al., n.d.)

Preparación de reguladores de crecimiento.

Para cubrir el área de la planta se requiere aplicar por aspersion 3 mL, lo que daría un volumen total de 780 mL para todas las aplicaciones por regulador de crecimiento, este volumen

se aumentó a 1 litro, garantizando mayor cantidad de producto para todas las palmas. La preparación está dividida en dos volúmenes cada uno con 500 mL, el primer volumen se preparó con dos días de anticipación, obtenido así la cantidad requerida para 6 aplicaciones (2 semanas), al culminar este periodo de tiempo se realizará la preparación del volumen y cantidades de producto faltante.

Para realizar el pesaje se utilizó una balanza analítica, obtenido con esto cantidades exactas de AG_3 y 6-Benzilaminopurene, para evitar errores los solutos fueron pesados en miligramos.

Figura 7.

Reguladores de crecimiento.



Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020

Ácido giberélico AG₃

Se inició la preparación del AG₃, pesando 500 mg (para 500 mL/ de solución) sobre un papel aluminio que luego se depositó en un beaker de 50 mL (figura 8, A,B), a este mismo recipiente se añadieron 5 mL de etanol al 96% y se mezcló con ayuda de un agitador mecánico, permitiendo obtener homogeneidad de la solución, ya estando diluido el producto se adicionaron 4 mL de un surfactante hidrofílico (Tween 80), los cuales fueron medidos en una micropipeta de 5 mL. Por último, la solución se agregó en un atomizador y se aforo con agua destilada a 500 mL, siendo 491 mL la cantidad exacta faltante (figura 8, C). Este mismo procedimiento se realizó para 500, 250, 100 y 50 ppm de AG₃. A continuación, se encuentran las cantidades de cada concentración en mg/500 mL.H₂O (tabla 8)

Tabla 8.

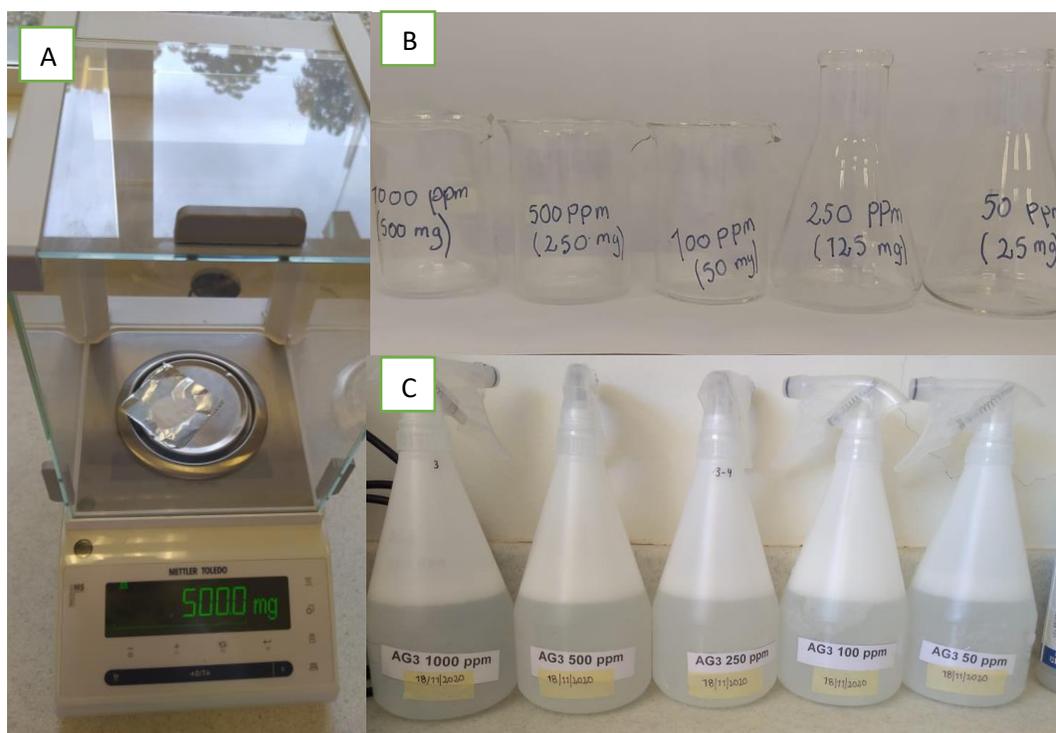
Cantidad de solventes y solutos para la preparación de AG₃.

ppm	g/L	g/500 mL H ₂ O	Mg/500 mL H ₂ O	mL de alcohol 96%	mL Tween 80
1000	1	0,5	500	5	4
500	0,5	0,25	250	5	4
250	0,25	0,125	125	5	4
100	0,1	0,05	50	5	4
50	0,05	0,025	25	5	4
Total		0,95	950	25	20

Nota: Fuente: Archivo personal, 2020.

Figura 8.

Preparación de AG3. A, B: pesaje. C: producto listo (500 mL)



Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020

6- Benzylaminopurine (6-BAP)

Para la preparación de este regulador, se pesó 25 mg (50 ppm) de 6-BAP (Tabla 9) en un beaker con ayuda de la balanza analítica, en el mismo recipiente se añadieron 20 mL de H₂O destilada y se mezcló con ayuda del agitador magnético (figura 9), luego la solución fue envasada en un erlenmeyer de 500 mL, el cual se aforo y nuevamente se expuso la solución en el agitador magnético, con una temperatura de 38.0 °C durante 4 minutos aproximadamente, después de esto se esperó a que esta estuviera aun temperatura ambiente y se añadió a él atomizador definitivo, este mismo procedimiento se realizó para 25, 10 y 5 ppm (tabla 9)

Tabla 9.*Cantidad de solvente y soluto de 6-BAP.*

ppm	g/L	g/500 mL	mg/500 mL	mL de Tween 80
50	0,05	0,025	25	4
25	0,025	0,0125	12,5	4
10	0,01	0,005	5	4
5	0,005	0,0025	2,5	4
Total	0,09			

*Nota: Fuente: Archivo personal, 2020.***Figura 9.***Preparación de 6-BAP.**Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020****Promalina (giberelinas A₄+A₇, 2 %, y Benciladenina 2 %)***

Para la preparación de este producto se tuvo en cuenta la cantidad de gramos totales de cada regulador, siendo A₄+A₇ el mayor ingrediente activo con un valor de 20.78 g/L a comparación de 6- Benciladenina (18,91 g/L), por lo que en 1000 ppm se tiene una cantidad de

48.12 mL/L (1000 ppm/20.78 g/L=48.12 mL/L). El primer paso fue medir 24.06 mL (1000 ppm) de promalina con una micropipeta de 50 mL y agregar en un Erlenmeyer (500 mL), en este mismo recipiente se añadieron 4 mL de tween 80 y se aforo a 500 mL en un atomizador (figura 10), lo mismo se realizó para 500, 250, 100 y 50 ppm (tabla 10).

Tabla 10.

Cantidades de solventes y solutos para la preparación de promalina.

ppm	mL/L	mL Tween 80	
		mL/500mL	80
1000	48,12	24,06	4
500	24,06	12,03	4
250	12,03	6,015	4
100	4,8	2,4	4
50	2,4	1,2	4
Total	91,41	45,705	4

Nota: Fuente: Archivo personal, 2020

Figura 10.

Promalina.



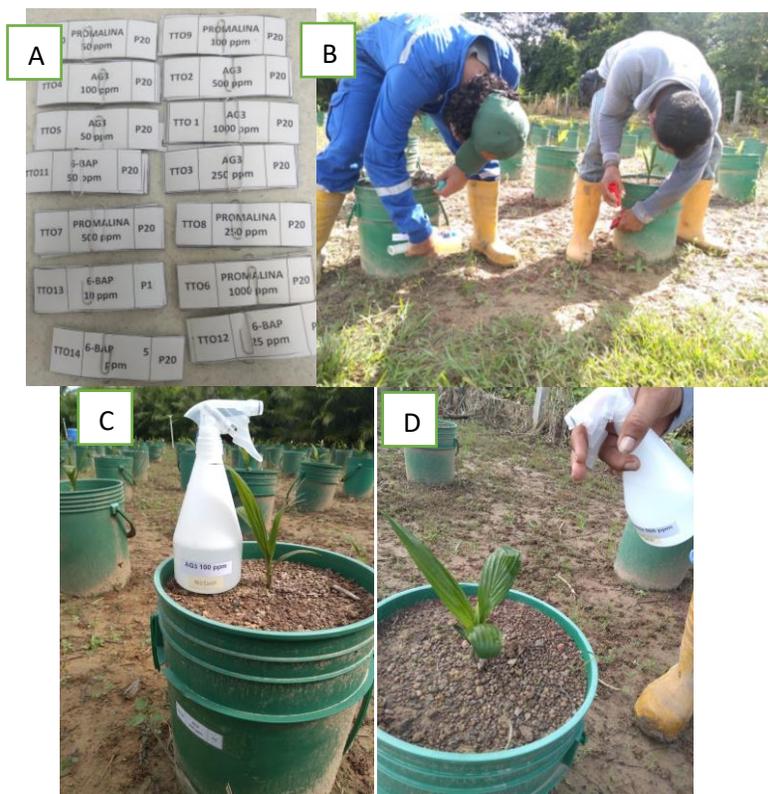
Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020

Aplicación de los reguladores de crecimiento

Se inició la aplicación de los reguladores de crecimiento cuando las palmas cumplieron 15 días de ser trasplantadas al vivero. El primer día se realizó la aplicación a las 500 palmas cada una con su tratamiento correspondiente en arreglo único y continuo. En el caso de las aplicaciones continuas, se están realizando día por medio hasta cumplirse un tiempo de 4 semanas. Cabe resaltar que teniendo en cuenta el tamaño de la planta se está aplicando 3 mL/aplicación/palma. Por otro lado, los baldes fueron etiquetados uno a uno, con el número del tratamiento, regulador y el número de la palma para la identificación correcta de cada tratamiento (figura 11).

Figura 11.

Aplicación de reguladores de crecimiento. A, B: Marcación. C, D: aplicación



Nota: Fotografías: Archivo persona, 2020.

Seguimiento de variables para la obtención de las palmas para el desarrollo de la investigación realizada por Cenipalma

La palma de aceite es un cultivo perenne, por lo cual en este trabajo se hizo un seguimiento a pocas variables debido al periodo corto de tiempo con el que se contó en la práctica empresarial. Las variables fueron:

Descarte de semillas en previvero

fueron descartadas al momento de la siembra aquellas semillas que presentaban lecciones o atrofia, malformación en la plúmula y radícula, esto con el fin de evitar sembrar semillas inviables. Además, se tuvo en cuenta el porcentaje de total de semillas emergidas (% E) y la mortalidad de las que no se desarrollaron y crecieron, por lo que fue necesario utilizar las siguientes formulas:

$$\%E = \frac{\text{No. plantulas emergidas}}{\text{No. de semillas sembradas}} * 100$$

$$\%Mortalidad = \frac{\text{No. plantulas no emergidas}}{\text{No. de semillas sembradas}} * 100$$

Descarte de las plántulas en vivero

Este se efectuó al momento del trasplante a vivero (aproximadamente 3 meses dds), se excluyeron aquellas palmas que presentaran características de malformación en sus hojas y tallos. Este descarte fue más riguroso que los realizados en una plantación, por lo que se descartaron plantas con anomalías como se describen en la tabla 11, siendo muy eficientes y

excluyendo plantas que tuvieran hasta una mínima malformación en cuanto al tamaño, coloración y desarrollo general de la planta.

Además, se tuvo en cuenta que la tasa total de pérdidas tiene que ser menor al 15%, ya que si el valor es mayor se tiene pérdidas económicas (Charles & Boutin, 2005)

Garantizar el número de palmas necesarias para la investigación

Por medio del descarte, se eliminaron las palmas con malformación, siendo indispensable que las plantas restantes completaran un número total de 500 palmas con buen desarrollo fisiológico como lo son la calidad, vigorosidad y color verde homogéneo en sus hojas, todo esto para contar con el material vegetal necesario para el desarrollo de la investigación desarrollada por Cenipalma.

Parámetros de crecimiento y desarrollo preaplicación de los tratamientos:

Número de hojas: el conteo de número de hojas expandidas se realizó a 5 días antes de la aplicación de los reguladores, este consistió en contar el número de hojas de cada una de las palmas, además se observó que todas las plantas tuvieron homogeneidad en el número de hojas, color y vigorosidad de todas las plantas, en cuanto al número de hojas por planta fueron registrados en el siguiente formato:

Figura.

Formato para el registro del numero de hojas

linea	palma	# de hojas	observacion	linea	palma	# de hojas	observacion	
1	1			2				
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
3	1			4				
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							

Nota: Fuente: Archivo personal, 2020

Por otro lado, se observó que todas las plantas contaran con vigorosidad y con un color homogéneo en sus hojas.

Parámetros de crecimiento postaplicación de los tratamientos

Apariencia de la planta: se llevó a cabo una observación visual de todas las palmas de cada uno de los tratamientos, a los 0 y 15 días después de la aplicación, para esto se tendrá en cuenta la forma y color de las hojas, estípites, con el objetivo de identificar algún tipo de efecto o señal de fitotoxicidad por las dosis de los reguladores.

Tabla 11.

Característica de plántulas anormales en previvero. (Franco, 2009). Imágenes tomadas de ((Viverplant, n.d.; Sena, 2008; Hermosa & Poveda, 2019; Franco, 2002)

Estadio fenológico	Plántulas anormales en previvero	
102-109 - 121	Plántula rizada	Muestra parte o la totalidad de la superficie en la hoja rizada o arrugada se trata de anomalías genéticas sólo cuando son casos aislados, cuando se encuentran muchas plántulas de este tipo en previvero puede tratarse de manejo de deficiencia de la humedad.
		
	Plántula enana	Su tamaño de dos a tres veces inferior al promedio de las plántulas que la rodean. Se trata de la anomalía genética sólo cuando son eventos aislados y en este caso sólo se eliminan del previvero.
		

102 –

109 - 121

Plántulas Sus hojas se despliegan o doblan a manera de
enrolladas pitillo. Se deben eliminar del previvero.



Plántulas Sus hojas aparecen encrespadas y toman
retorcidas diferentes direcciones, esto puede deberse a que
las semillas fueron sembradas en posición
invertida.



Plántula tipo pasto Hojas angostas y parecen cintas, son muy similares a un pasto.



Plántula plegada Tiene pegado el limbo foliar, con lo que solo una parte de la hoja abre y otra permanece plegada como un acordeón en reposo. Cuando aparecen muchas plántulas de este tipo se debe al manejo de la deficiencia de humedad.



Plántula albina o quimera Tiene longitudes de color amarillo en la superficie de la hoja



Nota: Fuente: Franco, 2009

Tabla 12. Características de plantas anormales en vivero. (Franco, 2009). Imágenes tomadas de: (Charles & Boutin, 2005)(Sena, 2008)

Estadio fenológico		Plántulas anormales en vivero	
121- 129-	Plántula	Su crecimiento es bastante vertical, las hojas forman	
131- 139-	erecta	un Angulo agudo con el eje vertical de la palma.	
141- 143-			
145- 149			

Plántula plana Emite hojas nuevas cada vez más cortas y con una apariencia plana en la parte del follaje



Plántulas juveniles No emite hojas pinnadas y continúa produciendo lanceoladas.



plántula gigante Su crecimiento es exuberante, por lo general son 1,5 o 2 veces más grande que el promedio. Se trata de anomalías genética, solo en casos excepcionales, pero se deben eliminar del vivero

Plántulas con entrenudos amplios La distancia de separación entre los foliosos de la hoja es más amplia de lo normal. Cuando las plántulas están muy juntas y tienen más de un año de edad, este fenómeno se conoce como etiolación.



Plántulas con entrenudos cortos Se trata de plántulas con distancia de separación de foliolos en la hoja más corta de lo normal



Plántulas enanas Creen demasiado lento, tanto su tamaño solo llega a un 50% o menos del promedio general.

Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos son producto del apoyo en uno de los experimentos desarrollados por Cenipalma, logrando garantizar plantas de buenas características fisiológicas y apoyando en la ejecución de diferentes labores agronómicas.

Descarte de semillas en previvero y germinación de semillas

Al momento de la siembra las semillas se encontraban en estadio 004, diferenciada la plúmula de la radícula, en esta primera fase se descartaron dos semillas, la cuales presentaban daño mecánico por la atrofia de radícula y plúmula (figura 12, C), se cree que esto sucedió a causa del roce unas con otras, esto debido al movimiento en el momento de ser transportadas, lo que altero su integridad, desarrollo y crecimiento. Por lo tanto, 598 semillas fueron aptas para la siembra en previvero, de esta cantidad tan solo 570 germinaron e iniciaron su desarrollo fisiológico, obteniendo con esto un porcentaje de germinación del 95,32% y una mortalidad del 4,68% (28 semillas), a causa del hongo que se desarrolló en la plúmula y radícula dificultando el desarrollo y formación de raíces adventicias y hojas ligulares (figura 12, A), siendo este porcentaje medianamente alto debido a que las semillas fueron preseleccionadas con altos estándares de calidad y manipulación en el proceso de producción, ya que serían empleadas con fines investigativos.

$$\%E = \frac{570 \text{ plantulas emergidas}}{598 \text{ semillas sembradas}} * 100 = 95.32 \% \text{ semillas emergidas}$$

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{28 \text{ plantulas no emergidas}}{598 \text{ de semillas sembradas}} * 100 = 4.68\%$$

Figura 12.

Descarte de semillas en previvero. A, B: semillas no germinas a causa de hongo. C: desprendimiento de plúmula y radícula. D: semilla no desarrollada.



Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020

Descarte de palmas anormales en vivero

Dentro de la labor de selección para el trasplante de palmas a vivero, se tuvieron en cuenta aquellas plantas con crecimiento vigoroso y con buenas características fisiológicas, como lo fueron: color verde oscuro, hojas vigorosas, sin arrugamiento, ni plegamiento y sin manchas,

por otro lado, fueron excluidas aquellas que presentaran alguna anomalía en cuanto a su formación.

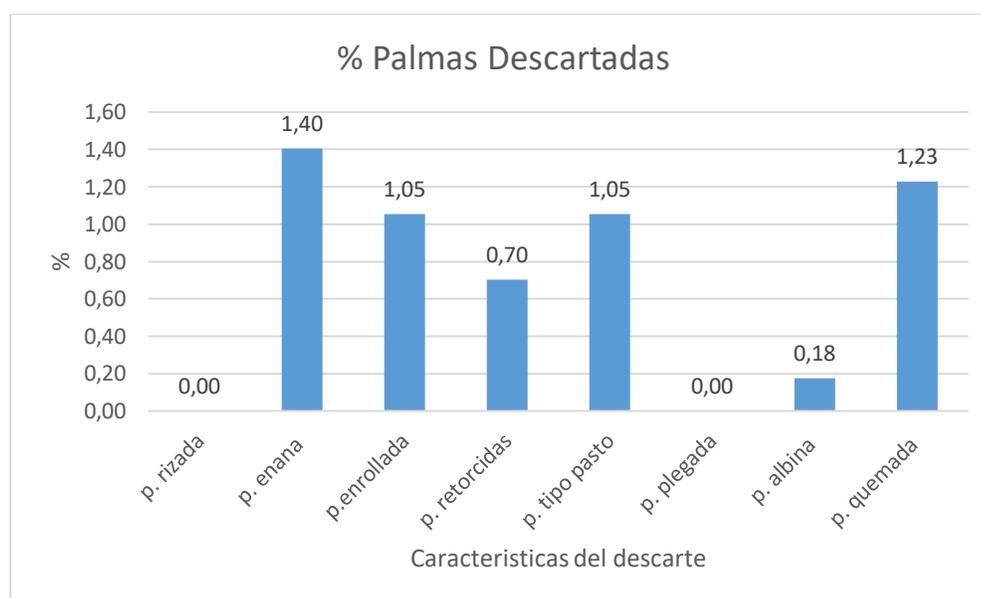
En total se descartaron 32 plantas que presentaban hojas plegadas, retorcidas, enrolladas, albinas (manchas amarillas longitudinales), hojas con forma de pasto (superficie foliar demasiado angosta y alargada) (figura 13) y aquellas que su tamaño era inferior comparadas con las demás palmas. Las características más encontradas fueron palmas enanas y quemadas con 8 y 7 individuos respectivamente, no se presentaron palmas con hojas rizadas y plegadas.

Según Corley & Hardon, (1973) las palmas de vivero sometidas a sequía disminuyen su eficiencia fotoquímica después de los 35°C, produciendo un cierre estomático entre los 39 y 42°C. Por lo que se cree que la principal causa de la lámina foliar quemada fue el cambio de temperatura durante la aclimatación ya que en condiciones externas la temperatura oscila entre 30 a 35°C y en la casa malla estas pueden estar en un rango de 35 a 40° C, otro motivo de esta característica foliar es la disminución del riego al que fueron sometidas las palmas, provocando en estas un estrés que se vio reflejado en la coloración de las hojas y afectando los diferentes procesos fotoquímicos de las plantas, cabe resaltar que todas las palmas con quemaduras foliares tenían un tamaño menor a la población en general.

Por otro lado, se desconoce la causa de la malformación en las hojas, pero se supone que puede ser causado por la forma en la que la plúmula se desarrolló, por lo que esto podría ser genético y estar relacionado con la calidad, debido a los procesos mecánicos de la obtención de la semilla.

Tabla 13.*Características de palmas descartadas.*

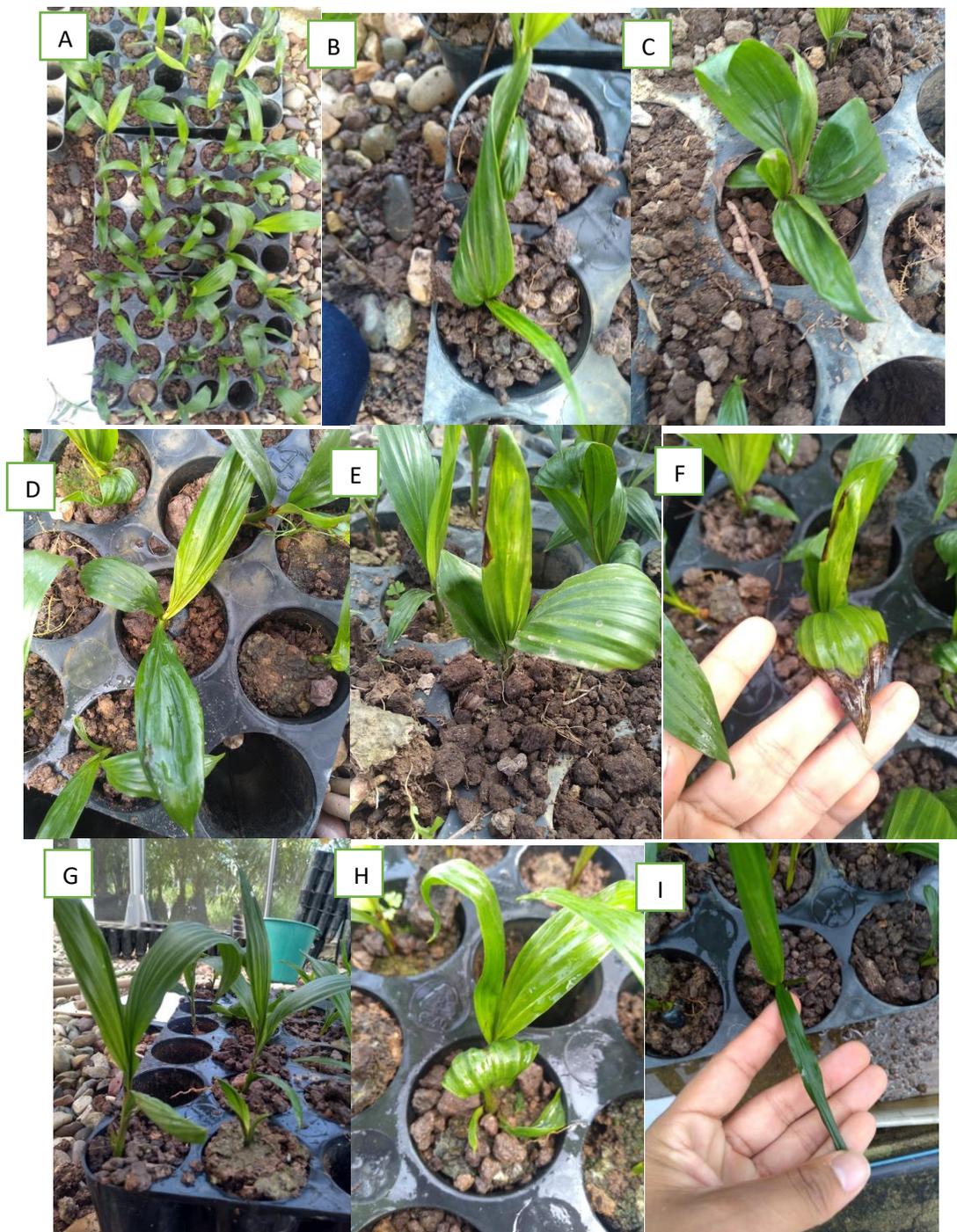
Fecha	Estadio	Característica de anomalía	Numero de palmas	% de palmas descartadas
4/11/2020	102	P. Rizada	0	0,00
4/11/2020	102	P. Enana	8	1,40
4/11/2020	102	P. Enrollada	4	1,05
4/11/2020	102	P. Retorcidas	6	0,70
4/11/2020	102	P. Tipo Pasto	6	1,05
4/11/2020	102	P. Plegada	0	0,00
4/11/2020	102	P. Albina (quimera)	1	0,18
4/11/2020	102	P. Quemada	7	1,23
Total			32	5,61

*Nota: Fuente: Archivo personal, 2020***Figura 13.***Porcentaje de palmas descartadas.**Nota: Fuente: Archivo personal, 2020*

De acuerdo con Franco (2009) expresa que la presencia de palmas con hojas rizadas y plegadas se debe a la deficiencia de humedad, como se observa en la figura 13 no se encontraron palmas con estas anormalidades ya que se contó con un sustrato rico en materia orgánica impidiendo la pérdida de la humedad, además el aportaba la cantidad de agua necesaria para el desarrollo de las plantas.

Figura 14.

Palmas descartas. A: palmas restantes del trasplante. B: enrollada. C:D: planta albina. E, F: quemadura de hojas. G: planta con crecimiento normal y enana (derecha) H: retorcida I: hoja en forma de pasto



Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020.

Plántulas mellizas

Las plantas mellizas (figura 15) son aquellas que se desarrollan a partir de una semilla poliembrionaria, esto se presenta cuando en el cigoto se crea más de un embrión sin importar sus orígenes(Franco, 2009)

Dentro de las 500 palmas trasplantadas a vivero, 44 plantas presentaban esta característica, siendo sembradas debido a su buena vigorosidad, altura, coloración verde en sus hojas y buen desarrollo radicular. Al transcurrir diez días se escogió entre las dos palmas la que tenía un mejor desarrollo para ser parte del tratamiento, la restante fue cortada y extraída del suelo.

Figura 15.

Palmas mellizas.



Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020

Destino de las palmas, descartes y palmas para la investigación

Se logró garantizar las 500 palmas necesarias para la investigación: inducción y desarrollo floral mediante la aplicación de reguladores de crecimiento, teniendo un restante de 38 individuos con un porcentaje de 6,30% para la resiembra por si alguna planta sufría algún tipo de decaimientos como un golpe de sol, secamiento de sus hojas o la muerte en vivero.

Tabla 14.

Clasificación de palmas según su finalidad.

	Numero de palmas	% total	% palmas descartadas	% semillas sin desarrollo y muertas
Palmas en vivero	500	83,33	-	-
Descarte palmas anormales	32	5,33	5,33	-
Sin desarrollo (No germinadas)	28	4,67	4,50	4,50
Descarte en la siembra	2	0,33	0,33	0,33
Palmas resiembra	38	6,33	-	-
Total	600	100	10,16	4,83

Nota: Fuente: Archivo personal, 2020

Según CIRAD la tasa máxima de pérdidas tolerables en previvero son 5% semillas sin desarrollo y muertas y un 10% plantas anormales, obteniendo así un 15% de descarte total (Charles & Boutin, 2005). En esta investigación se obtuvo un porcentaje del 10,16% de descarte total (62 palmas), estando este dentro del rango normal del descarte, en cuanto a las semillas no desarrolladas y excluidas en el momento de la siembra se obtuvo un porcentaje de 4,83%, con una diferencia mínima de 0,17% con el rango normal, en cuanto a las palmas descartadas por

anormalidades su porcentaje fue moderado ya que fue del 5,33% teniendo una diferencia del 4,67%.

El descarte es una parte fundamental de cualquier cultivo, ya sea con fines investigativos o comerciales, ya que con esto se está garantizando palmas fisiológicamente desarrolladas.

Golpe de sol en vivero.

En el proceso de monitoreo en vivero de las 500 palmas, tan solo en 10 de ellas se presentó golpe de sol, observándose en la lámina foliar una coloración amarillo marrón (figura 16), pero en 3 palmas la afectación fue severa, siendo necesario el reemplazo de estas.

Figura 16.

Palmas con golpe de sol en vivero



Nota: Fotografías: Archivo personal, (2020).

Fertilización foliar

En cuanto a la fertilización foliar realizado en previvero ayudo a fortalecer el buen desarrollo de las plantas, mejorando el crecimiento general de estas, aumentando en un periodo corto de tiempo su vigorosidad.

Parámetros de crecimiento y desarrollo pre y postaplicacion de los reguladores de crecimiento.

Parámetros preaplicación

Las palmas en vivero, cuentan con 2, 3 y 4 hojas expandidas (tabla 15), presentando 3 hojas la mayor cantidad de plantas con un porcentaje de 75,6%, y un mínimo de 2 hojas 11 palmas (2,2 %), siendo este un valor relativamente bajo comparado con las demás palmas. La gran mayoría de palmas presentaban homogeneidad en cuanto a color, vigorosidad, pero una diferencia en cuanto al número de hojas.

Tabla 15.

Numero de hojas en palmas de vivero.

numero de hojas	palmas con esta cantidad de hojas	%
2	11	2,2
3	378	75,6
4	111	22,2
Total	500	100

Nota: Fuente: Archivo personal, 2020

Parámetros postaplicación:

Al haber transcurrido 2 semanas después de la primera aplicación y haber realizado 6 aplicaciones en este tiempo, no se presentó alguna fitotoxicidad o efectos negativo o positivo en las plantas. Cabe decir que en palma de aceite debe transcurrir mínimo un periodo de tiempo de 20 o 30 para observar alguna fitotoxicidad, esto dependiendo de las concentraciones, producto y edad de la planta. Debido al tiempo de la práctica no se logró observar algún efecto negativo a causa de los reguladores de crecimiento.

Possible inductor floral en palma de aceite

La hipótesis planteada es que al menos uno de los reguladores aplicados podrá estimular de manera temprana la aparición de estructuras reproductivas forzando alcanzar la madurez fisiológica de las palmas en vivero. Aunque en muchos cultivos el AG tuvo un efecto positivo, en esta especie no se encuentran reporte alguno sobre la inducción temprana. En ese orden de ideas tan solo al finalizar el proceso de investigación se tendrá un resultado en el que se acepte la hipótesis o se refute lo que conllevará a la generación de nuevas preguntas de investigación

Conclusiones

Se descartó un total de porcentaje de 10,16%, siendo este un valor bajo ya que el descarte normal tiene que ser menor a un 15%, si el valor es mayor se estaría generando pérdidas en material vegetal y por ende pérdidas económicas.

La selección correcta de palmas logro garantizar las 500 palmas con buenas características fisiológicas, porte, vigorosidad y sanidad vegetal, vitales para la ejecución y aplicación de reguladores de crecimiento utilizados para inducir el desarrollo floral en palma de aceite en edades tempranas.

El descarte de palmas anormales es una labor de vital importancia ya que garantiza palmas de buenas características fisiológicas, garantizando la eficiencia de los procesos fisiológicos de la palma.

Se concluyó, en cuanto a los parámetros preaplicacion, la gran mayoría de palmas presentaban homogeneidad en cuanto a su color, vigorosidad, pero una diferencia de 2, 3 y 4 hojas expandidas por palma, siendo 3 hojas la característica más presentada en las plantas del vivero, ya que 378 individuos tenían esta particularidad.

Al transcurrir 2 semanas después de la primera aplicación no se presentaron efectos negativos en el crecimiento y desarrollo normal de la palma. Por otro lado, a la planta le toma mínimo 20 o 30 días expresar alguna característica fisiológica negativa, que conlleve a impedir su desarrollo. Debido al tiempo de la práctica no se logró observar algún efecto negativo a causa de los reguladores de crecimiento.

Recomendaciones

Se recomienda continuar con el desarrollo de la investigación hasta obtener resultados.

Realizar fertilización foliar en previvero, ayudando a un buen desarrollo de las palmas.

Se recomienda realizar la siembra y trasplante de palmas a vivero en horas de baja intensidad lumínica y ser cuidadosos al momento de la manipulación del material vegetal en previvero y vivero para evitar fracturas, alteraciones, daños mecánicos en semillas y plántulas.

Utilizar la balanza analítica u otro tipo de gramera donde se pueda garantizar las cantidades exactas de cada producto.

Se recomienda diluir perfectamente el soluto con el solvente, evitando tener pérdidas de los productos por precipitaciones. Al momento de diluir 6-Benzylaminopurina, realizarlo solo con agua destilada ya que, en etanol, acetona y Hidroxido de sodio (NaOH) el producto no se diluye.

Bibliografía

- Alcántara, J., Geovanna, A., Jonathan, A., & Sánchez, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 32, 109–129. Recuperado el 28 de septiembre del 2020 de <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf>
- Angarita, C. E. (2018). *Recuperacion y sistematizacion de la memoria historica del Campo Experimental Palmar de la Vizcaina, de la Corporacion Centro de investigacion en Palma de aceite (Cenipalma) de Barrancabermeja, Santander*. procesos de investigación y extensión en el sector palmero.
- Arango, M., Ospina, C., Sierra, J., & Martínez, G. (2011). Myndus crudus : vector del agente causante de la marchitez letal en palma de aceite en Colombia. In *Revista Palmas* (Vol. 32, Issue 2, pp. 13–25). Recuperado el 6 de agosto del 2020 de [http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Fedepalma/Semanario Palmero/12 - 13 abril/Guía de bolsillo plagas.pdf](http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Fedepalma/Semanario%20Palmero/12%20-%2013%20abril/Gu%C3%ADa%20de%20bolsillo%20plagas.pdf)
- Arrondo, Odriozola, E. (1987). Giberelina. *Soc. Catalana Micol*, 11, 23–27.
- ASD, C. R. (1996). Vigésimo curso internacional de palama de aceite. *Nutricion*.
- ASD, C. R. (2005). Características Agronómicas De La Variedad Themba. *ASD - Costa Rica. Semillas y Clonmes de Palma de Aceitera de Alto Rendimiento*, 4. Recuperado el 6 de agosto del 2020 de http://www.asd-cr.com/images/PDFs/PROMOCIONALES/Themba_PDF-LR.pdf
- Bernal, F. (2001). El cultivo de la palma de aceite y su beneficio. Guía general para el nuevo palmicultor. In *Fedepalma*. Publicación de la Federación Nacional de Cultivadores de

Palma de Aceite - Fedepalma y del Centro de Investigación en Palma de Aceite -
Cenipalma.

- Bohórquez-sandoval, C., Álvarez-herrera, J. G., & Niño-medina, R. C. (2011). *Giberelinas y 6-Bencilaminopurina en la plantulacion de semillas de tomate (Solanum lycopersicum L.) Hibrido Adrale Rz F1*.
- Bredas, J., & Scuvie, L. (1960). *perc, u des influences climatiques sur les cycles de production du palmier à huile*. 14 (4).
- Breure, C.J., Menendez, T. & Powell, M. S. (1990). The effect to planting density on the yield components of oil palm (*Elaeis guineensis*). *Experimental Agriculture*, 117–124.
- Breure, C, J. (1984). Development of leaves in oil palm (*Elaeis guineensis*) and determination of leaf opening rate. *Exp. Agric*, 30(4), 467–472.
- Breure, C. J. (1994). Development of leaves in oil palm (*Elaeis guineensis*) and determination of leaf opening rate. *Exp. Agric*, 30(4), 467–472.
- Broekmans, A. F. M. (1957). Growth, flowering and yield of the oil palm in Nigeria. *J. West Afr. Inst. Oil Palm Res*, 2, 187–220.
- Buitrago, F. (2010). Manejo nutricional integrado para disminuir el tiempo en vivero de la palma de aceite (*Elaeis guineensis*) en el municipio de Cadozzi-Cesar, Colombia [Universidad del Magdalena]. In *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Cenipalma. (n.d.). *¿Que es Cenipalma?* Recuperado el 1 de octubre del 2020 de <https://www.cenipalma.org/que-es-cenipalma/>
- Charles, J., & Boutin, D. (2005). *Recomendaciones para el manejo de previvero y vivero* (p. 21). Unidad Comercialisacion de material vegetal Cirad.
- Corley, R. H. V., & Lee, C. H. (1992). The physiological basis for genetic improvement of oil

- palm in Malaysia. *Euphytica*, 60 (3), 179–184.
- Corley, R. H. V., Hew, C. K., Tam, T. K., & Lo, K. K. (1973). Optimal spacing for oil palms. In: Wastie, R. L., & Earp, D. A. (Eds.). *Proceedings of the International Oil Palm Conferenc*, . *Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur*, 16–18.
- Corley, R. H. V., Ng, M., & Donough, C. R. (1995). Effects of defoliation on sex differentiation in oil palm clones. *Exp. Agric*, 31 (2).
- Corley, R. (1976). Inflorescence abortion and sex differentiation. *Oil Palm Research*, 1, 37–54.
- Corley, R., & Tinker, P. (2003). *The oil palm* (Fourth). Science Ltd.
- Corley, T. (2016). *The oil palm*.
- Cossio, L. (2013). Reguladores del crecimiento en plantas. *Guia de Estudio UNNE*, 29.
- Durán, N., Salas, R., Chinchilla, C., & Peralta, F. (1999). Manejo de la nutrición y fertilización en palma aceitera en Costa Rica. *XI Congreso Nacional Agronómico/ III Congreso Nacional de Suelos*, 305–316.
- Fedepalma. (2018). *El Palmicultor*. 552, 15.
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmicultor/issue/view/1353>
- Fedepalma. (2019a). Balance económico del sector palmero colombiano en el primer trimestre de 2019. *Boletín Económico*, 12.
- Fedepalma. (2019b). *Lineamientos para orientar la inversión de los recursos del fondo de fomento palmero*. Recuperado el 15 de octubre del 2020 de <http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/2020lineamientos.pdf>
- Figueredo, J. A. (2013). Asistencia técnica y transferencia de tecnología para el mantenimiento de 100 hectáreas de palma de aceite en el municipio de Tauramena Casanare. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). Recuperado el 6 de octubre del

2020 de <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Forero Hernández, D. C., Hormaza Martínez, P. A., Moreno Caicedo, L. P., & Ruiz Romero, R.

(2012). *Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite*.

Franco, P. (2002). *Boletín Técnico N°. 14. Selección y descarte de plantulas anormales de*

Palma de Aceite en viveros. Publicación del Centro de Investigación en Palma de Aceite - Cenipalma.

Franco, P. (2009). Técnico profesional en producción de Palma de Aceite. Módulos específicos

de cultivo. siembra de material vegetal. *Convenio de Asociación Entre Fedepalama, Uniminuto, Unad y Udenar.*, 53.

García, C., & García, Ayala, W. A. (2015). Informe final de servicio desarrollados, en finca

“santa Anita”, línea A-3 (lado Sis), municipio de San José la Máquina, Suchitepe. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53, 47. Recuperado el 6 de agosto del 2020 de <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

García, L. (2006). *Generalidades de la palma de aceite*. presentación digital.

Gerritsma, & Soebagyo. (1999). An analysis of the growth of leaf area of oil palms in Indonesia.

Exp. Agric., 35(3), 293–308.

Gupta, R., & Chakrabarty, S. K. (2013). Gibberellic acid in plant: Still a mystery unresolved.

Plant Signaling and Behavior, 8(9). Recuperado el 6 de agosto del 2020 de <https://doi.org/10.4161/psb.25504>

Hermosa, R., & Poveda, R. (2019). *Siembra de híbridos interespecíficos (OxG) como alternativa para el Ecuador*. Primer. Recuperado el 6 de agosto del 2020 de

<http://www.ancupa.com/wp-content/uploads/2019/10/2.-ROBERTO-HERMOSA.pdf>

Hormonales, P. (n.d.). *6-Benzylaminopurine hormona reguladora del crecimiento de plantas*

- citoquininas 6-BAP*. Recuperado el 8 de agosto del 2020 de <http://m.bestplanthormones.com/plant-growth-regulator/cell-division-plant-hormones/6-benzylaminopurine-plant-growth-regulator.html>
- Hung, C.-Y., Qiu, J., Sun, Y.-H., Chen, J., Kittur, F. S., Henny, R. J., Jin, G., Fan, L., & Xie, J. (2016). Gibberellin deficiency is responsible for shy-flowering nature of *Epipremnum aureum*. *Scientific Reports*, 6(1), 28598.
- ICA. (2014). *Resolucion N° 004170 (02 Diciembre del 2014)* (p. 9).
- Interchemtechnologies. (2009). *Características de Seis B.A.P.*
- Kozłowska, M., Rybus-Zajac, M., Stachowiak, J., & Janowska, B. (2007). Changes in carbohydrate contents of *Zantedeschia* leaves under gibberellin-stimulated flowering. *Acta Physiologiae Plantarum*, 29(1), 27–32. Recuperado el 28 de septiembre del 2020 de <https://doi.org/10.1007/s11738-006-0004-3>
- Lopez Calle, Z. (2018). “*Efecto de concentracion de acido giberelico en la germinacion y crecimiento de plantulas de papaya (carica papaya L.), bajo condiciones de vivero*”. 1–110. Recuperado el 30 de agosto del 2020 <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1290>
- Martínez, G. (2010). Pudrición del cogollo , Marchitez sorpresiva , Anillo rojo y Marchitez letal en la palma de aceite en América Bud Rot , Sudden Wilt , Red Ring and Lethal Wilt of Introducción. *Palmas*, 31(1), 43–53.
- McSteen, & Zhao. (2008). Plant Hormones and Signaling: Common Themes and New Developments. *Developmental*, 14, 467–473.
- Melado H, L. (2008). *Modelo de Cultivo de Palma Aceitera (Elaeis guineensis Jacq) en Honduras*. Universidad Politecnica de Madrid escuela tecnica superior de ingenieros agronomos.

- Morales, Silva, J. (2016). *Efecto de los tratamientos termicos en la inudccion floral y cambios bioquimicos en el gnero Polianthes* [centro de investigacion y asistencia tecnologica y diseño del estado de Jalisco A.C]. Recuperado el 20 de agosto del 2020 de <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/69/1/Jaime David Morales Silva.pdf>
- Muñoz-Fambuena, N., Mesejo, C., González-Mas, M. C., Iglesias, D. J., Primo-Millo, E., & Agustí, M. (2012). Gibberellic Acid Reduces Flowering Intensity in Sweet Orange [Citrus sinensis (L.) Osbeck] by Repressing CiFT Gene Expression. *Journal of Plant Growth Regulation*, 31(4), 529–536.
- Nieto, L., Gómez, & y Lozano, C. (1996). Identificación y reproducción del complejo pudrición de cogollo de la Palma de Aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Revista Palmas*, 17(2), 63–67.
- Ordoñez, Marroquin, Ronaldo, R. (2018). Introduccion de tecnologia de tubete en la produccion de plantulas en previvero de plama africana (*Elaeis guineensis* Jacq. Arecaceae) en finca el Guamerun, Sayaxche, peten. [Universidad Rafael Landivar]. In *Journal of Linguistics* (Vol. 3, Issue 2).
- Ortiz, R., & Fernandez, O. (1993). Cultivo de la Palma Aceitera. *Universidad Estatal a Distancia*.
- Pallas, B., Mialet-Serra, I., Rouan, L., Clement-Vidal, A., Caliman, J. P., & Dingkuhn, M. (2013). E•ect of source/sink ratios on yield components, growth dynamics and structural characteristics of oil palm (*Elaeis guineensis*) bunches. E•ect of source/sink ratios on yield components, growth dynamics and structural characteristics of oil palm (*Elaeis gu.* *Tree Physiol.*, 33(4), 409–424.
- Pérez-Barraza, M. H., Vázquez-Valdivia, V., & Osuna-García, J. A. (2008). Uso de giberelinas

para modificar crecimiento vegetativo y floración en mango “Tommy atkins” y “Ataulfo.”
Revista Chapingo, Serie Horticultura, 14(2), 169–175.

- Pérez Leal, F. (2017). Fisiología vegetal: Morfogénesis, crecimiento y desarrollo vegetal reguladores de crecimiento. *Fisiología Vegetal*, 382. Recuperado el 27 de septiembre de 2020 de:
<http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3201/000026083L.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
- Rani, P., & Singh, P. (2013). Impact of gibberellic acid pretreatment on growth and flowering of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). *Plant Physiology*, 5, 33–31.
- Rankine, I., & Fairhust, T. (2004). *Guía de campo de palma aceitera: Fase vivero* (p. 112). IPNI.
- RAP-AL; (Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina. (2015). *El herbicida 2,4 d fue reclasificado como posiblemente cancerígeno por la agencia internacional de investigación de cáncer, IARC, de la organización mundial de la salud.* RAP-AL. Recuperado el 28 de septiembre del 2020 [https://rap-al.org/el-herbicida-24-d-fue-reclasificado-como-posiblemente-cancerigeno-por-la-agencia-internacional-de-investigacion-del-cancer-iarc-de-la-organizacion-mundial-de-la-salud/#:~:text=La Agencia Internacional de Investigación del Cáncer \(IARC\)%25](https://rap-al.org/el-herbicida-24-d-fue-reclasificado-como-posiblemente-cancerigeno-por-la-agencia-internacional-de-investigacion-del-cancer-iarc-de-la-organizacion-mundial-de-la-salud/#:~:text=La Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC)%25)
- Raygada, I, R. (2005). “Manual Técnico para el cultivo de la palma aceitera.” *Comisión Nacional Para El Desarrollo y Vida Sin Drogas (DEVIDA)*, 27–80.
- Raymond, W, D. (1961). The oil palm industry. *Trop. Sci*, 3, 69.
- Rebers, M. (1994). Tesis Doctorado en Ciencias Agrícolas y Ambientales. Gibberellins and the cold
Rebers, M. (1994). Tesis Doctorado en Ciencias Agrícolas y Ambientales.

- Gibberellins and the cold requirement of tulip. Universidad Wageningen, 125.requirement of tulip. *Universidad Wageningen*, 125.
- Rincón, A., Edna, G., & and Cristancho, J. (2012). Contenidos de nutrimentos en diferentes estructuras de palmas híbridas O x G bajo condiciones comerciales de vivero. *Palmas*, 33(1), 11–21.
- Rivera, Y., Ayala, I., & Romero, M. (n.d.). Protocolo: induccion y desarrollo floral en plantas de vivero de palma de aceite (*Elaeis guineensis*) mediante el uso de reguladores de crecimiento. *Programa de Biología y Mejoramiento de La Palma, Cenipalma, Supplement*, 9.
- Ross, D. (1977). Influences of Gibberellins and Cultural Practices on Earty Flowering of Douglas-Fir Seedlings and Grafts. *Third World Consuttation on Forest Tree Breeding*, 997–1008.
- Santner, & Estelle. (2009). Recent advances and emerging trends in plant hormone signaling. *Nature*, 459.
- Schmelz, E., Engelberth, J., Alborn, H., O'donnell, P., Sammons, M., H, T., & Tumlinson Iii, J. (2003). Simultaneous analysis of phytohormones, phytotoxins, and volatile organic compounds in plants. *Nacional Academy Sciences*, 0552–10557.
- Sena. (2008). *Unidad 1. previveros y viveros de cultivo de palma de aceite*. Recuperado el 27 de septiembre de 2020 de: <https://es.slideshare.net/yurley88/unidad-1-previveros-y-viveros-de-cultivo-de-la-palma-de-aceite>
- Sonnewald, U. (2013). *Physiology of Development BT - Strasburger's Plant Sciences: Including Prokaryotes and Fungi* (A. Bresinsky, C. Körner, J. W. Kadereit, G. Neuhaus, & U. Sonnewald (eds.); pp. 411–530). Springer Berlin Heidelberg.

Sparnaaij, L. D. (1960). The analysis of bunch production in the oil palm. *West Afr. Inst. Oil Palm Res*, 3, 109–180.

Viverplant. (n.d.). *Hoja rizada*. Recuperado el 01 de septiembre del 2020 de:

<https://gramho.com/media/2280940750420543221>

Anexos

Figura 17.

Recolección de suelo para siembra de semillas y adecuación del vivero.



Nota: Fotografía: Archivo personal, 2020

Figura 18.

Suelo cernido con tamiz.



Nota: Fotografías, Archivo personal, 2020

Figura 19.

Semillas cultivar Themba.



Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020

Figura 20

Siembra de semillas.



Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020

Figura 21.

Estado inicial del vivero.



Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020

Figura 22.

Adecuación del vivero.



Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020

Figura 23.

Verificación del sistema de riego.



Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020

Figura 24.

Primer descarte de plántulas en previvero.



Nota: fotografías: Archivo personal, 2020

Figura 25.

Plántulas en previvero.



Nota: fotografías: Archivo personal, 2020

Figura 26.

Planta melliza en previvero



Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020

Figura 27.

Ahoyado para siembra.



Nota: Fotografías: archivo personal, 2020

Figura 28.

Trasplante de palmas a vivero.



Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020

Figura 29.

Palmas con golpe de sol.



Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020

Figura 30.

Resiembra palmas.



Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020

Figura 31.

Descarte de palma melliza en vivero.



Nota: Fotografía: Archivo personal, 2020

Figura 32.

Numero de hojas por línea.

línea	palma	# de hojas	observacion	línea	palma	# de hojas	observacion
	1	3			1	4	
	2	4			2	4	
	3	5			3	3	
	4	3			4	3	
	5	3			5	3	
	6	4			6	2	
	7	3			7	3	
	8	4			8	3	
	9	2			9	2	
	10	4			10	2	
	1	4			1	3	
	2	2			2	2	
	3	3			3	2	
	4	3			4	3	
	5	3			5	3	
	6	3			6	3	
	7	3			7	2	
	8	4			8	2	
	9	3			9	3	
	10	4			10	2	
	1	2			1	2	
	2	3			2	2	
	3	2			3	2	
	4	4			4	2	
	5	3			5	2	
	6	4			6	2	
	7	4			7	2	
	8	2			8	2	
	9	4			9	2	
	10	3			10	2	
	1	3			1	4	
	2	4			2	3	
	3	3			3	2	
	4	4			4	4	
	5	4			5	2	
	6	4			6	4	
	7	4			7	4	
	8	2			8	4	
	9	2			9	2	
	10	4			10	2	
	1	2			1	3	
	2	2			2	3	
	3	3			3	3	
	4	3			4	2	
	5	3			5	3	
	6	3			6	3	
	7	2			7	3	
	8	3			8	3	
	9	2			9	2	
	10	2			10	3	

Nota: fotografía: Archivo personal, 2020

Figura 33.*Etiquetas para marcación en vivero.**Nota: fotografías: Archivo personal, 2020***Figura 34.***Reguladores de crecimiento.**Nota: Fotografías: Archivo personal, 2020*