UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

DE INGENIERO AGRÓNOMO

COMPORTAMIENTO DE CUATRO CLONES DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis Jacq*). EN EL PROCESO DE ACLIMATACION EN LA FASE DE PRE VIVERO

AUTOR

LUIS ALBERTO CASTRO VELIZ

DIRECTOR

Ing. Agr. MSc. IGNACIO SOTOMAYOR HERRERA

QUEVEDO - LOS RÍOS – ECUADOR

2012

Tesis presentada al Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agrarias como requisito previo para la obtención del Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

COMPORTAMIENTO DE CUATRO CLONES DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis Jacq*). EN EL PROCESO DE ACLIMATACION EN LA FASE DE PRE-VIVERO

APROBADA:

Ing. Agr. M.Sc. Ignacio Sotomayor Herrera
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Agr. Simón Ampuño Muñoz
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Agr. Ramiro Gaibor
MIEMBRO DE TRIBUNAL

Ing. Agr. Pedro Rosero
MIEMBRO DE TRIBUNAL

CERTIFICACIÓN

Ing. Agr. M.Sc. Ignacio Sotomayor Herrera, Docente de la Facultad de Ciencias Agrarias de la **UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**, Certifico: Que el egresado: **LUIS ALBERTO CASTRO VELIZ**, realizó las actividades necesarias para la elaboración de la Tesis de grado titulada "**COMPORTAMIENTO DE CUATRO CLONES DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis Jacq*). EN EL PROCESO DE ACLIMATACION EN LA FASE DE PRE VIVERO"**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Agr. M.Sc IGNACIO SOTOMAYOR HERRERA.

DIRECTOR DE TESIS DE GRADO

DEDICATORIA

Con amor primero darle las gracias a Dios ya que sin el nada fuera posible.

A mis padres la señora Elvia Véliz y Paterson Fuentes por su confianza y su dedicación, indispensables en mi formación personal y profesional.

A m i querido abuelo, Sra. Segundo Véliz, por brindarme siempre su amor y confianza.

A mis hermanos por el apoyo incondicional.

A mis tíos por estar presentes en el desempeño en mi vida académica y brindando amor y fuerza para seguir adelante

LUIS CASTRO VELIZ

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su apoyo incondicional, amor y confianza, por guiarme y estar siempre en cada etapa de mi vida y por permitirme ser quien hoy soy.

Mi padre, Paterson Fuentes Mesías, por darme la vida, por guiarme por el buen camino, por mi formación como persona y como profesional y por apoyarme siempre en mis necesidades y en mis sueños.

Mi madre, Elvia Vèliz Arriaga, quien con su amor, ternura, apoyo y comprensión, se convirtió en mi mejor amiga y guía. Madre, por lo que significas en mi vida, le pido a Dios que nos de vida para compartirla juntos y para hacerte la madre mas feliz del mundo. TE AMO.

A mi hermano por estar presente y brindarme siempre su confianza y conocimientos en la elaboración de la tesis.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ).

A la Facultad de Ciencias Agrarias y la Escuela de Ingeniería Agronómica de la UTEQ.

Un agradecimiento especial al Ing. M.Sc. IGNACIO SOTOMAYOR HERRERA, director de tesis y por su confianza y amistad brindada.

A la Ing. SILVIA SAUCEDO M.Sc., por compartir con nosotros sus conocimientos y experiencias sobre el amplio mundo de la biotecnología.

Al ingeniero RAMIRO GAIBOR por su apoyo incondicional y sugerencias durante la ejecución del trabajo de tesis.

A mis queridos amigos: Espinoza Jonathan, Miguel Martínez, Samuel Mendieta, Vera Fabricio, Freddy Ríos, Suarez Chiquito, Fabricio Garcés, Mise Chanalata, Erick Benálcazar, Jonathan López, Bernardo Castro, Adrián Cabezas, Jefferson Zambrano con quienes compartieron hermosos momentos de mi vida universitaria y fuera de ella.

Al personal docente de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, que con sus elevados valores profesionales y sus amplias experiencias en la agricultura y docencia, se han dignado en contribuir en sus conocimientos y guía para mejorar nuestra formación académica

AUTORÍA

Las ideas expuestas en el presente trabajo de investigación, así como los resultados, y discusión son de exclusiva responsabilidad del autor.

LUIS CASTRO VELIZ

ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA i
CONTRAPORTADA ii
CERTIFICACIÓN iiii
DEDICATORIA iv
AGRADECIMIENTOS v
AUTORÍA vii
ÍNDICE GENERAL viii
ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS xi
ÍNDICE DE ANEXOS xii
ÍNDICE DE FOTOS xiii
I. INTRODUCCIÓN 1
B. Objetivos 3
1. General 3
2. Específicos 3
C. Hipótesis 3
II. REVISIÓN DE LITERATURA 4
A. Cultivo de la palma aceitera 4
1. Origen de la palma africana 4
2. Historia de Palma Aceitera en el Ecuador 4
3. Clasificación botánica 5
4. Taxonomìa y morfologia 6
5. Propagaciòn in-vitro palma africana 8
6. Clones compactos 9
7. Metodología de selección 10
8. Aclimatación 11
8.1. Aclimatación de plantas in – vitro 12

8.2. Factores que controlan el proceso de aclimatación 13
III. MATERIALES Y METODOS 14
A. Localización 14
B. Características climáticas 14
C. Materiales y equipos a utilizados 14
D. Material genético 15
E. Metodología 15
F. Tratamientos bajo estudio 16
G. Diseno experimental 16
H. Delineamiento experimental 17
I. Manejo del experimento 17
1 Proceso de aclimataciòn 17
2 Disinfeccion del suelo 18
3 Siembra de clones 18
4 Eliminaciòn del tejido muerto (seco) 19
5 Control de malezas 19
6 Manejo de plagas y enfermedades 19
7 Riego 19
J. Registro de datos 20
1 Altura de planta (cm) 20
2 Diametro del tallo (cm) 20
3 Crecimiento apical (cm) 20
4 Mortalidad de plantas 20
5 Sobrevivencia 20
K. Análisis económico para establecer los costos de los tratamientos 21
1 Ingreso bruto 21
2 Costos totales de los tratamientos 21
3 Beneficio neto de los tratamientos 22

4 Rentabilidad 22
IV. RESULTADOS 23
A. Variables relacionadas con la aclimatación de los clones 23
1 Mortalidad de planta (%) 24
2 Sobrevivencia (%) 25
3 Atura mensual de las plantas (cm) 25
4 Crecimiento apical de la planta (cm) 27
5 Diámetro del tallo (mm) 28
6 Análisis económico 29
7 Costos de aclimatación (%) 30
V. DISCUSIÓN 31
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 33
VII. RESUMEN 34
VIII. SUMMARY 35
IX. BIBLIOGRAFÍA CITADA 36

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros.

Cuadro 1. Esquema del ADEVA 16

Cuadro 2. Promedio de sobrevivencia (%) de clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*), en el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero 25

Cuadro 3. Altura mensual de las plantas (cm) de cuatro clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*), en el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero 26

Cuadro 4. Crecimiento apical de cuatro clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*), en el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero 27

Cuadro 5. Diámetro del tallo de cuatro clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*), en el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero 28

Cuadro 6. Análisis económico y rentabilidad del proceso de aclimatación de cuatro clones de palma aceitera en la fase de pre-vivero 29

Cuadro 7. Costos de aclimatación de cuatro clones de palma aceitera (Elaeis guineensis jacq), en la fase de pre-vivero..... 30

Gráficos.

Grafico 1. Mortalidad (%) en el comportamiento de cuatro clones de palma aceitera (Elaeis guineensis jacq). En el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero..... 24

ÍNDICE DE ANEXOS

Cuadros.

Cuadro 1. Registro diario del primer mes de horas luz de cuatro clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*). En el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero. 40

Cuadro 2. Registro diario del segundo mes de horas luz de cuatro clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*). En el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero. 41

Cuadro 3. Registro diario del tercer mes de horas luz de cuatro clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*). En el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero 42

Cuadro 4. Registro semanas de temperatura de cuatro clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*). En el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero..... 43

Cuadro 5. Registro semanas de humedad del sustrato de cuatro clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*). En el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero 43

Cuadro 6. Análisis económico para establecer los costos de aclimatación de los clones en la fase de pre-vivero..... 44

Cuadro 7. Cuadro quincenal de mortalidad por repetición en el comportamiento de cuatro clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*). En el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero..... 45

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Siembra de los clones en las cámaras húmedas 46

Foto 2. Implementos utilizados para la aclimatación (luxómetro, medidores de temperatura y sustrato) 47

Foto 3. Fumigación drench y foliar 48

Foto 4. Mortalidad 49

Foto 5. Cirugía 50

Foto 6. Quemaduras por horas luz 51

Foto 7. Retiro de la capa de plástico y de sarán durante el proceso de aclimatación 52

Foto 8. Registro de datos (grosor del tallo, altura de la planta y crecimiento apical) 53

Foto 9. Plantas en su empaque (funda con gel nutritivo) 54

Foto 10. Pre-lavado antes de la siembra (para hidratar a los clones) 54

Foto 11. Plantas aclimatadas 55

Foto 12. Estructura interna y externa del pre-vivero para el proceso de la aclimatación de clones de palma africana 56

I. INTRODUCCIÓN

La palma aceitera (*Elaeis guineensis Jacq.*) es un cultivo de gran importancia económica y social en el Ecuador con una superficie sembrada de 240.000 ha y una producción nacional de 2.226,775 t aceite. La palma aceitera representa una de las fuentes de ingreso más importantes del sector agrícola. En el 2009 se exportó alrededor de 218.109 t. de aceite de palma, ubicándose en el noveno productor a nivel mundial (ANCUPA, 2010).
Las condiciones climatológicas del Ecuador hacen que sus tierras sean óptimas para el cultivo de palma aceitera, actividad que reúne ciertas características peculiares y llevan la cosecha de esta planta a convertirse en industria con un potencial para el desarrollo social y económico de la población. El cultivo genera importantes puestos de trabajo e impulsa el desarrollo agropecuario del país, además, compone una serie de negocios subyacentes. Se estima que esta actividad crea 60 mil puestos de trabajos directos y 30 mil indirectos en actividades relacionadas (Armendáriz, 2002).

La palma aceitera tiene diversos usos. El aceite no refinado, es materia prima para la elaboración del combustible de origen vegetal llamado Biodiesel; refinado, puede utilizarse en la industria agroalimentaria (aceite comestible, margarinas, platos precocidos, etc). En la Unión Europea su consumo es el 60% destinado al sector alimenticio y el 25% para uso industrial (Corpei, 2008).

Debido a la demanda que existe en la actualidad por la palma aceitera, se está expandiendo el área de cultivo y por lo tanto surge la necesidad de utilizar semilla de buena calidad y certificada en la fase de vivero, para asegurar un buen rendimiento de la plantación. La propagación vegetativa (in-vitro) se ha aplicado en varias especies para incrementar la productividad y resolver problemas en la semilla o de la producción y puede realizarse a través de varias técnicas entre los que se encuentran la micropropagación por la técnica de cultivo de tejidos. Esto favorece los programas de mejoramiento para la propagación de clones de alto valor genético, (Doquinta, 2000).

El cultivo *in vitro* de tejidos vegetales se perfila como una herramienta biotecnológica eficiente, que contribuye a la producción a gran escala de plantas. Sin embargo, esta técnica necesita superar las limitaciones que se presentan en la fase de aclimatación de las plántulas, tratando de hacer uso eficiente de los microorganismos beneficiosos que forman parte de la microbiota habitual del suelo (Roveda *et al.*, 2007) y que normalmente son eliminados en estos sistemas de propagación por el uso de sustratos estériles (Pedraza et al., 2001).

Las plántulas producidas mediante la técnica de cultivo de tejidos requieren de un manejo especial, el cual difiere un poco de aquel normalmente proporcionado a las plantas provenientes de semilla. La principal diferencia es que los clones deben pasar por un proceso inicial de aclimatación o endurecimiento como parte de la etapa de pre-vivero. El endurecimiento implica mantener los clones dentro de la cubierta plástica bajo sombra para reducir el estrés que les puede causar el cambio brusco de ambiente entre el laboratorio y el pre vivero. El 'shock de trasplante' puede reducirse considerablemente, si el proceso de aclimatación se realiza durante un periodo con días nublados, alta humedad relativa y temperaturas moderadas, lo cual ocurre normalmente en días de lluvia.

El proceso de aclimatación de las plántulas obtenidas por cultivo in vitro es muy complejo, sobre todo en especies leñosas, por lo que el estricto control de las condiciones ambientales durante esta fase, es determinante en su sistema de micro propagación. En el presente trabajo se establecen las condiciones ambientales en que deben desarrollarse las plantas producidas *in vitro* de *Elaeis guineensis Jacq*, así como las atenciones culturales que se deben proporcionar para logar su aclimatación exitosa.

B. Objetivos

1. General.

- Evaluar el comportamiento de cuatro clones de palma aceitera *(Elaeis guineensis Jacq*). en el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero.

2. Específicos.

- Establecer cuáles clones de palma aceitera responden mejor a la fase de aclimatación.

- Establecer los costos de aclimatación de los clones en la fase de pre-vivero.

C. Hipótesis

Bajo condiciones controladas de luminosidad, se reduce el shock del trasplante de los clones de palma aceitera obtenidos *in vitro* y con esto se garantiza mayor supervivencia y alto porcentaje de plantas vigorosas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. Cultivo de la palma aceitera

1. Origen de la palma africana

Según las investigaciones y datos históricos, la palma africana es originaria de las costas del golfo de Guinea en el África occidental, la cual se ha expandido de forma natural a lo largo de las márgenes de los ríos. La palma africana llegó a América tropical debido a los colonizadores y comerciantes de esclavos portugueses, quienes utilizaron los frutos de la palma africana como alimento en los viajes transatlánticos, según la historia en el siglo XVI. De esta manera, se estableció la palma africana por primera vez de forma antröpica, detrás de la línea costera, en la región de San Salvador (Bernal, 2001)

2. Historia de palma aceitera en el Ecuador

Las primeras plantaciones de palma aceitera en el Ecuador se remontan al año 1953 en el cantón Santo Domingo de Los Colorados, Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y en el cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas, sitios en los que se inician los cultivos a pequeña escala. El crecimiento del sector Palmicultor se da en el año de 1967, época en la cual ya se habían sembrado alrededor de 1000 hectáreas (Armendáriz., 2002). Posteriormente ha habido un crecimiento sostenido de las actividades extendiéndose el mismo aun en consideradas marginadas.

Las provincias con mayor producción de palma aceitera son Esmeraldas con el 38% de la superficie sembrada a nivel nacional , Pichincha con 16% y Los Ríos 25%. En menor escala se produce en las provincias de Cotopaxi, Guayas, Imbabura, Manabí, Napo y Sucumbíos. Los cantones con plantaciones más representativas son Quinindé, Santo Domingo de los Colorados y Buena Fe (Censo Palmero, 2005).

En el país existen 39 plantas extractoras de palma aceitera que producen aceite rojo (crudo), distribuido principalmente en Santo Domingo de los Colorados, Quininde y en la región oriental ecuatoriana. Además, el país cuenta con 6 industrias de refinación que adquieren el aceite crudo y lo transforman principalmente en productos comestibles. El producto de este cultivo (la fruta de palma), a más de convertirse en aceite vegetal, sirve de materia prima para la producción de otros productos comestibles y no comestibles. Algunas empresas aprovechan para obtener grasas específicas, diferentes tipos de jabones, cosméticos. Las extractoras aprovechan la fruta, de la cual se obtiene aceite rojo que a través de procesos físicos se pueda obtener una parte líquida llamada oleína y otra solida llamada estearina, que sirven para producir manteca, margarina, y aceite vegetal. A su vez dentro del palmiste existe una almendra de la cual se extrae aceite de torta de palmiste; este último producto, por sus componentes proteicos, sirve de insumo principal para preparar alimento balanceado para ganado bovino y equino. Otras extractoras obtienen beneficios inclusive de los desperdicios de la fruta (raquis) y los utilizan como material orgánico para mejorar el suelo (Censo Palmero, 2005).

3. Clasificación botánica

El género *Elaeis*, comprende dos especies de palma aceitera de interés económico; la más usada en plantaciones comerciales es *Elaeis guineensis* Jacq., o palma africana. La otra especie, conocida como palma americana, es *Elaeis oleifera*, que se la encuentra en poblaciones naturales a lo largo de Centroamérica, Panamá y Sur América, y es de interés en programas de mejoramiento genético, para la obtención de híbridos interespecíficos con la palma aceitera africana. Este cruzamiento es conocido también como híbridos O x G, que son caracterizados por su tasa de crecimiento reducido, aceite con alto contenido de ácidos grasos insaturados y resistencia a ciertas enfermedades. A pesar de estas buenas características, los híbridos interespecíficos no son usados extensivamente en plantaciones comerciales, debido a que su productividad de aceite por hectárea es por ahora, inferior a la palma aceitera *E. guineensis*, y porque requiere costos adicionales de manejo como la necesidad de la polinización asistida. Las descripciones siguientes se refieren a la palma aceitera (Escobar *et al*., 2006)

4. Taxonomía y morfología.

Reino:	Vegetal
Clase:	Monocotiledónea
Orden:	Palmales
Familia:	Palmácea
Tribu:	Cocoineae
Género:	Elaeis
Especie:	Guineensis

Elaeis viene del griego "*elaia*", que significa aceite. El género *Elaeis* comprende tres especies: *E. guineensis* y *E. oleifera* (antes llamada *E. melanococca*) son la palmas africana y la palma americana respectivamente. La tercera especie era conocida como Barcellaodora pero actualmente se la conoce como *Elaeis odora* No se cultiva y poco se sabe de ella. Como una especie aparte de *E. guineensis*, ya que se distingue en las características de sus flores y frutos, en vista de sus pequeñas diferencias en caracteres menores, se duda que sea correcto dividirlas en dos especies (Corley y Tinker, 2003).

La Inflorescencia: La palma es una planta monoica. Las flores aparecen en espigas aglomeradas en un gran espádice que se desarrolla en la axila de la hoja. Esta inflorescencia puede ser masculina o femenina. La inflorescencia masculina está formada por un eje central. De él parten unas espigas denominadas dedos que son cilíndricos y largos (de 500 a 1500 flores estaminadas) y se insertan en el raquis de la espiga, en espiral. La inflorescencia femenina es un racimo globoso en cuyo centro lleva un raquis esférico en el que se insertan ramillas o espigas con 6-12 flores cada una. La flor presenta un ovario esférico tricarpelar, con un óvulo en cada cavidad. El ovario se encuentra coronado por un estigma trífido, cuyas caras exteriores poseen papilas receptoras del polen. En la palma aceitera, las flores masculinas y femeninas se encuentran en inflorescencias diferentes, a pesar de encontrarse ambas dentro de la misma planta. Además de estar separadas en el espacio, también lo están en el tiempo, ya que cuando el polen está formado y dispuesto, el estigma no está apto para recibirlo. Por ello, la palma aceitera es una planta proterandra (Raygada, 2005).

Sistema reproductivo: La palma aceitera es una especie monoica, con inflorescencias unisexuales masculinas y femeninas separadas y producidas en ciclos alternados en un mismo individuo. La palma es una especie clásica de polinización cruzada por viento e insectos.

Las inflorescencias femeninas y masculinas son similares en su conformación general; tienen un eje central o raquis fibroso a partir del cual emergen ramillas (espigas) con las flores. Cuando jóvenes estas estructuras están cubiertas por dos espatas que emergen de la base y cubren toda la inflorescencia hasta poco antes de la floración (antesis). El eje central lleva numerosas brácteas triangulares y la mayoría de éstas contienen espigas. Cada inflorescencia femenina de una palma adulta (8 años) posee alrededor de 150 espigas y en cada espiga se pueden encontrar alrededor de 785 flores. Consecuentemente, una inflorescencia femenina puede llegar a tener más de 100,000 flores; de las cuales apenas entre 1,000 y 3,600 llegan a convertirse en frutos. La floración o antesis se completa en un periodo de 2-3 días desde la base de las espigas hacia arriba (Escobar *et al*., 2006).

El fruto: Uno de los óvulos es fecundado y da lugar al fruto .El fruto de la palma aceitera es una drupa, que consta de exocarpio o cáscara, mesocarpio o pulpa, que es de donde se obtiene el aceite de palma y de endocarpio, que junto con la almendra constituyen la semilla, de donde se extrae el aceite de palmiste. Los frutos se agrupan en racimos y cada fruto desarrollado puede adoptar distintas formas dependiendo de la posición que ocupe en el mismo, Su coloración exterior varía de negro a rojo. Un racimo presenta de peso medio unos 25 kilos y cada fruto pesa unos 10 gramos. La cantidad media de frutos por racimo es de 1000-3000 frutos por racimo (Raygada, 2005).

Tronco: El tronco es erecto, constituido de tejido fibroso que circunda la médula y tiene un punto de crecimiento único: La yema o meristemo apical.

El tronco comienza a desarrollarse a partir de los tres años de edad y tiene una tasa de crecimiento entre 35 y 70 cm por año, la cual varía de acuerdo con las condiciones ambientales y la variedad. El tronco de la palma aceitera puede alcanzar hasta 25 m de alto

o más, aunque la altura para realizar una cosecha en forma económica es de 15 a 18 m. (Escobar *et al*., 2006)

Sistema radicular: La palma aceitera posee un sistema de raíces adventicias esencialmente superficial y la mayor parte del cual se concentra en los primeros 30-50 cm de profundidad del suelo, pero se puede extender lateralmente hasta 20 metros del tronco. La red de raíces adventicias, que consiste en miles de raicillas vivas y muertas, constituye un anclaje muy sólido para la palma.

El sistema radical está constituido por raíces primarias de 6 a 10 mm de diámetro con un promedio de 5 m de longitud que parten de un enorme bulbo (base de la palma). Las raíces primarias dan origen alas secundarias de 1 a 4 mm, de diámetro y éstas a su vez dan origen a las raíces terciarias de 0.5 a 1.5 mm con una longitud de 10 cm aproximadamente. Por último, las raíces cuaternarias de 0.2 a 0.5mm de diámetro y de 1 a 4 mm de longitud, se originan de las raíces terciarias. Debido a las características del sistema radical de la palma aceitera, es esencial evitar el encharcamiento, y la compactación y labranza excesiva de la capa superficial del suelo en plantaciones establecidas, particularmente en plantaciones jóvenes (Escobar *et al*., 2006).

5. Propagación in vitro de palma africana

El establecimiento de plantaciones para la producción de materia prima con calidad controlada y en menores espacios territoriales, requiere de un proceso de domesticación ordenado, con material genético conocido que garantice la calidad de la materia prima. Para ello, el cultivo in vitro de esta especie es una alternativa interesante, por la necesidad de masificar la producción con la seguridad de contar con productos de calidad homogénea. Esta tecnología se ha venido desarrollando en la Universidad Agraria "La Molina" (UNALM) desde el año 1993, lográndose la estandarización de la producción in vitro (Domínguez & Tapia, 2000).

6. Clones compactos

ASD (Agricultura Services & Development) trabajó en la investigación y reproducción de clones compactos de palma aceitera desde 1980. El trabajo de más de 25 años ha consolidado la tecnología de cultivo de tejidos, la selección de palmas superiores y los procedimientos para el endurecimiento de los clones. En el año 2002 se inició la evaluación de los primeros clones en lotes comerciales. Los datos de los primeros tres años de producción comercial en una muestra de siete lotes (250 ha), que incluyen clones con diferentes características y comportamiento, muestran que éstos tienen en promedio menor rendimiento inicial que las variedades de semillas. En él se compara el desempeño de los clones comparado con la variedad Deli x Nigeria (Escobar y Alvarado 2004; Alvarado et al., 2007).

El valor esperado de los clones compactos no es solo su uniformidad y alta producción, sino también la posibilidad de poder sembrarlos a densidades mayores que la estándar de 143 plantas/ha. En un lote experimental sembrado en el 2005, en el que se evaluaron varias densidades, la productividad del primer año en dos clones (Tornado y Fran) superó el obtenido en la variedad de referencia (Deli x AVROS). Asimismo, la longitud foliar fue claramente menor en los clones, lo que hace que toleren esas mayores densidades de siembra sin que se reduzca la producción de fruta. El carácter compacto se manifiesta más claramente conforme aumenta la edad de la plantación. En palmas menores a dos años, la diferencia en la longitud foliar con las variedades *Elaeis guineensis* fue entre 0.2 y 1 metro. No obstante, las diferencias observadas en palmas compactas de semilla y clones de nueve años de edad fueron de 1.5-2 metros y 2.5-3 metros, respectivamente con respecto al testigo *guineensis.* En lo que concierne al incremento anual en altura del tronco, se observó una diferencia superior a dos metros entre los materiales compactos y el testigo *Elaeis guineensis* a los nueve años de edad. Se evaluaron siete clones BC2 compactos comparados con una variedad testigo AVROS DxP originada de semillas. Se usó una densidad de 170 palmas por hectárea y un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones y 12 palmas por parcela. La producción de racimos fue evaluada durante tres años a partir del tercer año después de la siembra. La altura del tronco desde el suelo hasta la base de la hoja

41 (cm) y el largo de la hoja 17 (pecíolo + raquis, cm), fueron medidos a los 51 meses después de la siembra. Los análisis de racimos fueron realizados durante los 43 a 60 meses después de la siembra (Escobar y Alvarado 2004; Alvarado *et al*., 2007).

7. Metodología de selección

El mejoramiento genético de la palma de aceite, por ser un cultivo perenne de tardío rendimiento, presenta problemas de tipo operativo, puesto que cada ciclo genético ocupa entre 9 y 10 años y grandes áreas experimentales (densidad de siembra tradicional 143 palmas/ha) que limitan el número de familias y palmas a evaluar en cada ciclo. Por otra parte, las características determinantes de la producción son gobernadas por genes de tipo cuantitativo de baja heredabilidad, en los cuales para lograr progreso genético se debe estudiar su comportamiento en diferentes ambientes, que implican más de un ciclo de selección aumentando los costos de investigación, aparte que los objetivos no se obtienen si no hay continuidad en el trabajo y manejo de información.

CORPOICA en la Estación Experimental El Mira desarrolló y ejecuta desde 1993 una metodología de trabajo que disminuye entre 5 y 6 años el tiempo requerido en cada ciclo de selección; que es eficiente en el uso de área experimental, puesto que reduce en 43% la superficie requerida por el sistema tradicional y como consecuencia, reduce los costos de investigación. La metodología acelerada se recomienda para transferir genes de alta expresión y de fácil observación en campo, donde el objetivo inmediato no sea la producción. Se puede aplicar en otras especies perennes.

La palma de aceite es un cultivo perenne, de tardío rendimiento, por lo cual cada ciclo genético tarda entre 9 y 10 años usando el sistema de mejoramiento tradicional, que involucran un año entre polinización y germinación, un año en vivero, dos a tres años en fase juvenil y cinco años de registros de producción y análisis de racimos. Por otra parte, la densidad tradicional de siembra (143 palmas/ha) no permite evaluar un gran número de familias en cada ciclo.

Por otra parte, las características determinantes de la producción de aceite (peso y número de racimos, frutos en racimo, pulpa en fruto, aceite en pulpa, aceite en racimo) son gobernadas por genes de tipo cuantitativo, de baja heredabilidad, en los cuales para alcanzar progreso genético se debe estudiar su comportamiento en diferentes ambientes que implican más de un ciclo de selección (Ortiz y Colmenares, 2011).

8. Aclimatación

La aclimatación es la etapa final necesaria en todos los esquemas de micro propagación. Las plantas deben adaptarse a nuevas condiciones ambientales tales como, baja humedad relativa, alta intensidad de luz, fluctuaciones de temperatura y constante estrés de resistencia a enfermedades. La calidad intrínseca de las plántulas in vitro es uno de los más importantes factores que gobierna estos sucesos durante la transición a ex vitro de ellos. La excesiva pérdida de agua por transpiración y un debilitado aparato fotosintético son los mayores problemas que se tiene que superar (Luya, 1999). En la etapa de aclimatación es fundamental que los clones sean de buena calidad, porque de ello depende el porcentaje de supervivencia, la velocidad de crecimiento y la producción final de estos en la fase de campo (Morgado, Carneiro, Leles, Barroso,2000).

El mayor porcentaje de pérdidas de plantas producidas in vitro ocurren en su fase de transferencia al suelo cuando deben adaptarse a las nuevas condiciones del ambiente edáfico. Casi todo el esfuerzo investigativo del cultivo de tejidos se perdería si las plantas que se regeneran murieran cuando se intenta desarrollarlas en un ambiente que en un comienzo les resulta desfavorable. El éxito de la propagación in vitro radica en lograr la aclimatación de las vitroplantas a las condiciones ambientales. Durante esta etapa se produce un retorno gradual al funcionamiento autotrófico de las vitroplantas, así como la recuperación de las características morfológicas y fisiológicas normales. Asimismo, en esta etapa las plántulas sufren un estrés provocado por el cambio de las condiciones de humedad y temperatura, por lo que la transferencia debe de realizarse de forma gradual (Sotolongo, 2000).

La supervivencia de las vitroplantas regeneradas durante el periodo de adaptación depende fundamentalmente de las peculiaridades fisiológicas, estructurales y anatómicas que las plántulas presentan producto del desarrollo in vitro (Domínguez y Donayre, 2006).

El mantenimiento de alta humedad del ambiente y suelo son esenciales en las primeras semanas del proceso de aclimatación cuando se trasladan las plantas producidas en el cultivo in vitro a condiciones de casa de mallas o invernadero. Las vitroplantas presentan cambios substanciales sobre todo en características epidérmicas, hojas delgadas y delicadas, con menor capacidad fotosintética y estructuras cerosas superficiales escasas, estomas deficientes. Todo esto resulta en transpiración excesiva y marchitamiento de las plantas si no se someten a cuidados especiales para corregir estas anormalidades, incrementar la sobrevivencia y acelerar la aclimatación o endurecimiento (Gangopadhya y *et al.* 2002).

8.1. Aclimatación de plantas in – vitro

Es una etapa fundamental en el sistema de micropropagación, ya que dependen de ella la eficiencia del proceso y la calidad final de las plantas producidas in-vitro (Agramonte, Jiménez y Dita 1998).

En el proceso, las plántulas de condiciones heterotróficas, empiezan a entrar a la fase de autotrofía, lo que implica la generación de pigmentos y organelos, pasando de una fase de consumo de nutrientes orgánicos del medio a su síntesis a través de la fotosíntesis (Prieto et al., 2005).

Usui et al. (1996), explican que el ambiente en el laboratorio donde se multiplican la plantas, al ser artificial es diferente al que está en el exterior, lo que hace que estas se deban adaptar al ambiente a través de la fase de aclimatación para su transferencia al campo.

Específicamente en el cultivo in-vitro, las plantas crecen bajo alta humedad relativa, baja intensidad lumínica, temperatura constante, escaso intercambio gaseoso y medios ricos en

compuestos orgánicos, en especial sacarosa. En estas circunstancias en la planta ocurren cambios en la morfología y fisiología, haciéndolas diferentes de las plantas que normalmente se desarrollan en invernadero o en campo (Agramonte, Jiménez y Dita, 1998).

8.2. Factores que controlan el proceso de aclimatación

La humedad relativa debe ser elevada y mantenerse alrededor del 80%, dependiendo de las condiciones anatómico-fisiológicas de las plantas previamente desarrolladas en condiciones in-vitro, para lo cual se recomienda el uso de cámara húmeda (Majada y Sánchez-Tamés, 2003).

Control de la intensidad de luz, es necesario pues las plantas provienen de un ambiente con intensidad baja y son expuestas a una con alta intensidad. Por lo tanto, ésta se debe regular para evitar la fotoinhibición del aparato fotosintético. Para atenuar el efecto se recomienda uso de mallas plásticas de diferentes porcentajes de sombreo entre 30-70%, siendo posteriormente esta sombra gradualmente retirada (Agramonte, Jiménez y Dita, 1998).

La temperatura debe mantenerse entre 23 y 30°C, siendo importante la ventilación para disminuirla cuando esta supere los valores mencionados, evitando así daños en las plántulas (Usui et al., 1996).

El control fitosanitario también es de gran importancia, puesto que las plantas provenientes del cultivo in-vitro, son susceptibles a las enfermedades causadas por microorganismos que pueden estar presentes en el sustrato o el ambiente mismo de instalación. Para ello, generalmente se emplea una acción integrada de prevención sanitaria y aplicación de pesticidas (Majada y Sánchez-Tamés, 2003).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Localización

La presente investigación se realizó en la Hda "SITIO NUEVO" del grupo CHONG─QUI, recinto "La Marina" cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos, situado entre las coordenadas 79° 27´ longitud oeste y 01° 06´ de latitud Sur a 102 metros sobre el nivel del mar.

B. Características Climáticas

El clima en el recinto La Marina es tropical húmedo, con una temperatura media anual de 24.8°C, precipitación promedio anual de 2252,2mm, humedad relativa 84%, heliofanía 894 horas sol/año[1]

El suelo presenta una topografía semiplana, textura franco limo arcilloso y drenaje regular[2].

---

[1] Valores promedios registrados desde 1994 a 2009 en la estación meteorológica del Instituto Nacional de Meteorologia e Hidrologia (INAMHI) en la EET Pichilingue.

[2] Coordenadas geográficas registradas con GPS.

C. Materiales y equipos utilizados

En el presente estudio se utilizaron diversos materiales, herramientas, equipos, insumos, los mismos que se detallan a continuación:

- Luxómetro
- Medidor de sustrato
- Medidor de temperatura
- Medidor de humedad
- Tablero
- Lapicero

- Metro
- Calibrador

D. Material genético:

Los clones en estudio provienen del cruzamiento de plantas madres compactas (duras), originadas del retrocruzamiento sucesivo de un híbrido natural *E. oleifera* * *E. guineensis*, de características excepcionales hacia las líneas parentales *E. guineensis*, con líneas paternas Calabar originaria de Nigeria. Estos clones fueron producidos en ASD (Agricultural Services & Development) localizado en Costa Rica y se caracterizan por tener hojas y troncos considerablemente más cortos y con una producción que supera en 40% a otras variedades.

Clones de palma africana:

- SUNRISE
- PRINCE
- TITAN
- SABRE

E. Metodología

El experimento se realizó bajo condiciones controladas en el pre invernadero, y consistió en obtener el mayor número de plantas que sobrevivan a la aclimatación utilizando los siguientes implementos:

Luxómetro: Instrumento que permite determinar la cantidad de horas/luz dentro del interior de las naves.

Medidor de sustrato: Aparato que sirve para determinar el porcentaje de humedad que requieren los clones.

Data Logger: Instrumento que sirve para determinar humedad y temperatura al interior de las camas de aclimatación obteniendo el microclima adecuado para los clones.

F. Tratamientos bajo estudio

Como tratamiento en estudio se consideraron cuatro clones de palma aceitera con tres repeticiones cada uno para su aclimatación.

G. Diseño experimental

Se empleó un diseño experimental Completamente al azar (DCA) con tres repeticiones y 10 unidades experimentales por repetición.

En el cuadro 1, se muestra el esquema del ADEVA.

Cuadro 1. Esquema del ADEVA

Fuente de Variación		**Grados de libertad**
Tratamientos	t -1	3
Error Experimental	t (r -1)	8
Total	rt-1	11

Todas las variables fueron sometidas al ADEVA para establecer la significancia estadística y a la prueba de DUNCAN al 95% de probabilidades, para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos.

H. Delineamiento experimental

La unidad experimental estuvo conformada por cuatro plántulas de palma africana obtenidas in-vitro, colocadas en fundas plásticas, permaneciendo las plántulas en condiciones de pre-invernadero dentro de cámaras húmedas. Cada tratamiento al inicio del ensayo estuvo conformado por cien plantas (Total de plántulas para la investigación 1200) de las cuales diez unidades útiles por repetición (plántulas), haciendo un total de ciento veinte plántulas.

I. Manejo del experimento

1. Proceso de aclimatación

La pre-aclimatación se inició con plántulas que finalizaron la fase de laboratorio (3 años 2 meses) y que habían alcanzado hojas funcionales (3 a 4 hojas) y una altura de al menos 15 cm. Las plántulas fueron trasladadas a un pre-invernadero con 75 % de sombra cubierto de 4 capas. Las dos primeras capas de sarán, el primero negro de 50 % y el segundo blanco de 25 % de sombra. La tercera capa de plástico fue de 6 micras de espesor y la última capa de sarán blanco de 25 % de sombra. Dentro del invernadero se hicieron cámaras húmedas, cubiertas por plástico de 6 micras y una capa de sarán negro de 50 % de sombra y dentro estaban ubicadas las fundas plásticas conteniendo una mezcla de tierra (franco arenoso) y cascarilla de arroz (para facilitar el drenaje), previamente desinfectada donde se sembraron las plántulas.

Culminado el trasplanté, el clima de las plantas fue controlado dentro y fuera de las cámaras húmedas a una temperatura de 24◦C a 31 ◦C y una humedad relativa óptima del 90 % a 100%, cantidad de luz ≤ 4000 lux durante la primera semana.

A partir de la segunda semana se levantaron los lados de los plásticos hasta la mitad de la altura de las camas húmedas.

En la tercera semana se alzó el plástico ¾ de la altura de las camas húmedas.

En la sexta semana se retiró el plástico y el sarán de la estructura que lo sostenía, para dejar las plántulas completamente expuestas a las condiciones ambientales dentro del pre-vivero.

La séptima semana se retiró la primera capa de sarán negro de 50 % de sombra (la cual cubría todo el invernadero), para aumentar la luz dentro del mismo.

En la octava semana se retiró la ultima capa de sarán negro de 25 % de sombra, dejando la capa de plástico de 6 micras, la cual cubría la parte de arriba del invernadero, para que se cree un microclima dentro del pre-vivero y la capa de sarán blanco del 25 % de sombra (la cual cubría todo el entorno del pre-vivero), para evitar la presencia de insectos u otras plagas dentro del mismo hasta que los clones tengan tres meses de edad.

En aquellos casos en que los factores climáticos (luz, temperatura) se excedieron dentro del pre-vivero, se utilizó, para la luz una capa adicional de sarán negro de 50 % de sombra sobre las cámaras húmedas, y para la temperatura una motobomba.

2. Desinfección del suelo

Se humedeció el suelo de las fundas (drench) con una solución del fungicida: benomyl (2g/l).

3. Siembra de Clones

La siembra de los clones se realizó con un pre lavado antes de la siembra para hidratar a la planta y se regó acorde como se fue sembrando. Se colocaron aleatoriamente aprovechando el espacio disponible del vivero. Previo a la siembra, con los implementos Luxómetro, Medidor de sustrato y Data Logger, se procuró que las condiciones sean las

adecuadas para los clones, lo que les permitió tener las condiciones necesarias para su desarrollo normal.

4. Eliminación del tejido muerto (seco)

Se eliminó con tijera el tejido muerto de las hojas (principalmente de las hojas flechas) causados por las quemaduras del sol o por el estrés posterior a la siembra. Para evitar la propagación de hongos presentes en los tejidos muertos, se desinfectó las tijeras con una toalla humedecido con alcohol al 70 por ciento.

5. Control de malezas

Posterior a la siembra y dependiendo de la población de malezas, se procedió a eliminarlas en forma manual de las fundas y en el entorno de ellas en el pre-vivero. Los controles manuales se realizaron en forma quincenales.

6. Manejo de plagas y enfermedades

Se evitó en lo posible manipular productos los químicos dentro del previvero haciéndolo solo en los casos necesarios. En casos de presencia de hongos, se utilizó benomyl o mancozeb, para disminuir la incidencia, realizando controles cada cuatro días durante 3 meses.

7. Riego

Se aplicó el riego con aspersora de mochila, con una boquilla regulable para que la aspersión sea en forma nebulizada por ciclos15 a 30 minutos a la parte foliar de la planta. El drench se realizo cada 30 a 40 minutos, dependiendo de las condiciones ambientales, para así evitar que la funda se encharque y la planta se muera. Se utilizó un medidor de humedad para mantener las fundas al nivel adecuado que requirieron los clones.

J. Registro de datos

1. Altura de planta (cm)

Las plantas fueron medidas con un flexómetro graduado en centímetros desde la base del suelo hasta el punto de inserción de la última hoja, a partir del primer mes posterior a la siembra y hasta los tres meses de establecimiento de los clones, con una frecuencia mensual. Para el análisis estadístico de esta variable se utilizaron diez plantas por repetición.

2. Diámetro del tallo (cm)

El registro de este parámetro se inició al primer mes del proceso de aclimatación y posteriormente en forma mensual hasta que las plantas tuvieron tres meses. Se midió, a 2 cm de altura a partir del nivel del suelo, empleando un calibrador.

3. Crecimiento apical

Se tomaron 10 plantas por unidad experimental y luego se procedió a medir con una cinta métrica el punto de crecimiento de la planta desde el día uno hasta que culminó la etapa de aclimatación.

4. Mortalidad de plantas (%)

Las plantas muertas fueron contabilizadas quincenalmente durante los tres meses de establecimiento.

5. Sobrevivencia (%)

Las plantas vivas fueron contabilizadas cada quincena durante los tres meses de establecimiento.

K. Análisis económico para establecer el costo de los tratamientos en la fase de pre-vivero

Para efectuar el análisis económico, se utilizó la relación beneficio/costo, la cual incluyó lo siguiente:

1. Ingreso bruto

Se lo determinó considerando el ingreso por concepto de la venta de las plantas de palma africana de cada tratamiento por el precio de campo. Se lo calculó mediante la siguiente fórmula:

$$IB = Y \times PY: \text{Donde;}$$

Dónde:

IB = Ingreso bruto

Y = Producto

PY = Precio del producto

2. Costos totales de los tratamientos

Se los obtuvo mediante la suma de los costos fijos (terreno, riego, fundas, etc) y los costos variables (obtenidos de la aclimatación de los clones). Se lo calculó mediante la siguiente fórmula:

$$CT = X + PX: \text{donde;}$$

Dónde:

CT = Costos totales

X = Costos variables

PX = costos fijos

3. **Beneficio neto de los tratamientos**

Fue la resultante del beneficio bruto, menos los costos totales de cada tratamiento y se lo calculó mediante la siguiente fórmula:

$$BN = IB - CT: \text{ donde;}$$

Dónde:

BN = Beneficio neto

IB = Ingreso bruto

CT = Costo total

4. **Rentabilidad.**

Se la obtuvo dividiendo el beneficio neto de cada tratamiento para los costos totales de dicho tratamiento, aplicando la siguiente fórmula:

$$R = \frac{BN}{CT} \times 100 \text{ donde;}$$

Dónde:

R = Rentabilidad

BN = Beneficio neto

CT = Costo total

IV. RESULTADOS

Los resultados se presentan a continuación en figuras y cuadros que resumen las variables, determinándose así la influencia del proceso de aclimatación en el desarrollo de los cuatros clones de *Elaeis guineensis Jacq*. Además se indica el nivel de resistencia y susceptibilidad propio de cada clon.

A. Variables relacionadas con la aclimatación de los clones

Los conocimientos sobre la morfología y estructura marcan la pauta a seguir durante las fases de aclimatación y explotación del cultivo. Esto permite comprender mucho mejor no solo los diferentes procesos fisiológicos sino también las relaciones e interacciones existentes entre la planta y los componentes del medio ambiente en el cual se desarrolla, como el suelo, el agua, los nutrientes, plagas y enfermedades, entre otros.

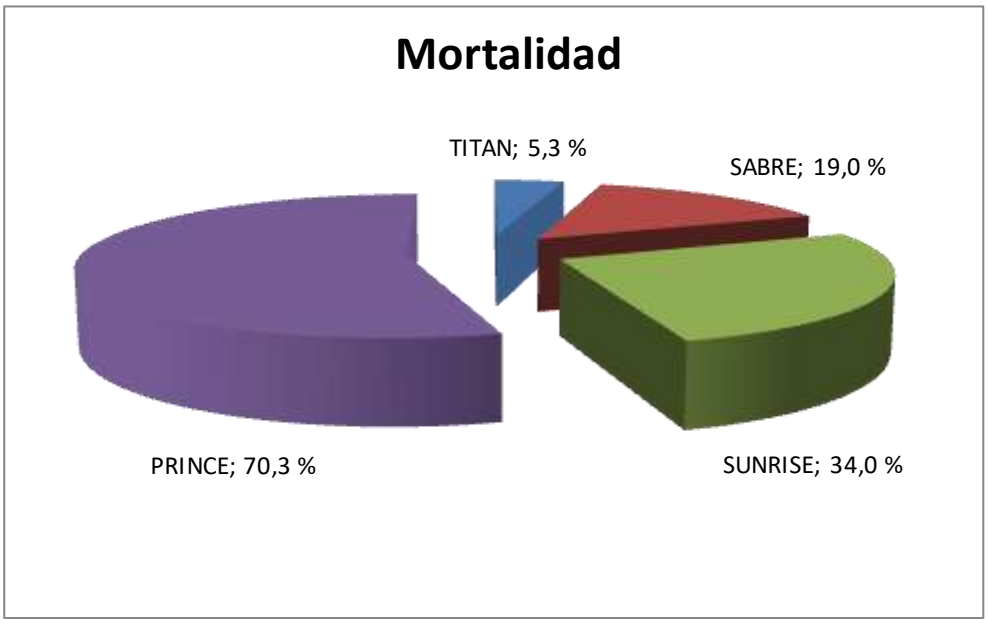
Por lo tonto durante las primeras semanas de establecido el ensayo claramente se evidencia la presencia de plantas muertas dentro de las camas ya que estas manifestaron síntomas visuales externos característicos del estrés de la siembra, por acción de las altas horas luz y temperatura. Entre los cuales se destacan, quemaduras en las hojas, debilidad, escaso desarrollo y punto de crecimiento quemado (fotos en Anexo.). Por tal motivo, se llevó cabo un registro diario de horas luz, temperatura, humedad relativa (Anexo. Figura 1), para observar el grado de influencia de estos factores, se realizó un análisis minucioso de las plantas ratificando que la muerte fue producida por altas, horas luz.

1. Mortalidad de planta (%)

En el grafico 1, se presentan los promedios porcentuales de mortalidad de plantas. Según el ADEVA los clones presentaron alta significancia estadística; siendo el coeficiente de variación de 32,03 por ciento.

Realizando la prueba de DUNCAN, el clon PRINCE con 70,3 % de mortalidad, resultó estadísticamente superior a los demás clones que obtuvieron entre 5,33 % y 34 %; siendo el clon TITAN el de menor porcentaje de mortalidad.

Grafico 1. Porcentaje de mortalidad de cuatro clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*), durante el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero.



2. Sobrevivencia (%)

En el cuadro 2, mediante el análisis de varianza, se observó alta significancia estadística entre los clones aclimatados, siendo el coeficiente de variación de 15,19 porciento.

El clon TITAN presentó el mayor valor de sobrevivencia con un 94,67 % de plantas útiles, estadísticamente igual al clon SABRE con 81,0 % superior a los demás clones que alcanzaron promedios de 29,67 y 66,00 porciento,

Cuadro 2. Promedio de sobrevivencia (%) de clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*), en el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero.

CLONES	Mortalidad (%)	Sobrevivencia (%)
TITAN	5,3 c	94,6 a
SABRE	19,0 bc	81,0 ab
SUNRISE	34,0 b	66,0 b
PRINCE	70,3 a	29,6 c
Significancia estadística	**	**

Promedios con una misma letra en cada variable no difieren estadísticamente al 95% probabilidad según la prueba de DUNCAN
** Significativo al nivel 0.05

3. Altura mensual de las planta (cm)

En el Cuadro 3, se presentan los promedios de altura planta por mes. Según el análisis de varianza, los clones presentaron significancia estadística en los meses 1, 2 y 3 de investigación. Los coeficientes de variación fueron de 6,34, 4,81 y 4,27 %, en su orden.

En el primer mes, el clon SABRE registró la mayor altura de planta con 25,70 cm, estadísticamente igual a los demás clones con alturas de 24,90, 23,17 cm, excepto el clon SUNRISE que alcanzó 22,50 centímetros.

En el segundo mes la mayor altura de planta la alcanzó el clon SABRE con 27,40 cm, estadísticamente igual al TITAN con 26,50 cm y superior al PRINCE y SUNRISE, que registraron promedios 25,33 cm y 24,47 cm, respectivamente.

En el tercer mes de evaluación, el clon SABRE, presentó la mayor altura de planta con 28,47 cm, estadísticamente igual a TITAN y el PRINCE con 27,70 y 26,30 cm, superior a SUNRISE cm que tuvo la menor altura 25,77 centímetros,

Cuadro 3. Altura mensual de las plantas (cm) de cuatro clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*), en el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero.

CLONES	ALTURA DE PLANTA (cm)				
	Inicial	**1**	**2**	**3**	**Crecimiento total**
TITAN	23,6 a	24,9 ab	26,5 ab	27,7 ab	4,1 a
SABRE	23,2 a	25,7 a	27,4 a	28,4 a	5,2 a
SUNRISE	20,6 a	22,5 b	24,4 b	25,7 b	5,1 a
PRINCE	20,9 a	23,1 ab	25,3 ab	26,3 ab	5,3 a
Coeficiente de Variación	7,82	6,34	4,81	4,27	18,59
Significancia estadística	NS	**	**	**	NS

Promedios con una misma letra en cada variable no difieren estadísticamente al 95% probabilidad según la prueba de DUNCAN
NS No significativo
** Significativo al nivel 0.05

4. Crecimiento apical de la planta (cm)

En el Cuadro 4, se presentan los promedios del crecimiento apical que los clones en estudió, alcanzaron en el primer (inicio del ensayo) y segundo registro de datos (final del ensayo). Según el análisis de variancia, los clones en estudio no presentaron significancia estadística en el nivel 0,05 para la primera y segunda toma, respectivamente. Los coeficientes de variación fueron 25,48 y 23,92 %, para el inicio y final del muestreo, respectivamente.

Al inicio del ensayo, el clon TITAN registró el mayor crecimiento con 7,79 cm, siendo estadísticamente igual a los demás clones, que obtuvieron crecimientos de 6,76 a 7,12 centímetros.

Al final del ensayo, el mencionado clon alcanzó el mayor crecimiento apical con 8,39 cm, estadísticamente igual a los demás clones que tuvieron crecimientos entre 7,32 y 7,78 centímetros.

Cuadro 4. Crecimiento apical de cuatro clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*), en el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero.

CLONES	**CRECIMIENTO APICAL DE LA PLANTA (cm)**		
	Inicial	Final	Crecimiento
TITAN	7,7 a	8,3 a	0,6 a
SABRE	7,1 a	7,7 a	0,6 a
SUNRISE	6,7 a	7,3 a	0,5 a
PRINCE	6,7 a	7,4 a	0,7 a
Coeficiente de Variación	25,48	23,92	13,31
Significancia estadística	NS	NS	NS

Promedios con una misma letra en cada variable no difieren estadísticamente al 95% probabilidad según la prueba de DUNCAN
NS No significativo

5. Diámetro del tallo (mm)

En el Cuadro 5, se presentan los promedios del grosor del tallo registrados en plantas de los clones en estudio al inicio y al final del ensayo. Según el análisis de varianza, los clones no presentaron significación estadística en el nivel 0,05 para la primera y segunda toma, respectivamente. Los coeficientes de variación fueron 8,98 y 5,29 %, para el inicio y final del estudio, en su orden.

Al inicio del ensayo, los clones TITAN, SABRE, SUNRISE y PRINCE con valores de 0,03, fueron estadísticamente iguales, lo cual ocurrió al final del ensayo también de la misma manera con 0,05 siendo todos los tratamientos estadísticamente iguales.

Cuadro 5. Diámetro del tallo de cuatro clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*), en el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero.

CLONES	DIÁMETRO DEL TALLO (mm)		
	Inicial	Final	Crecimiento
TITAN	0,03 a	0,05 a	0,02 a
SABRE	0,03 a	0,05 a	0,02 a
SUNRISE	0,03 a	0,05 a	0,02 a
PRINCE	0,03 a	0,05 a	0,02 a
Coeficiente de Variación	8,98	5,29	13,51
Significancia estadística	NS	NS	NS

Promedios con una misma letra en cada variable no difieren estadísticamente al 95% probabilidad según la prueba de DUNCAN
NS No significativo

6. Análisis económico

Cuadro 6. Análisis económico y rentabilidad del proceso de aclimatación de cuatro clones de palma aceitera en la fase de pre-vivero.

ANÁLISIS ECONÓMICO						
CLONES	Plantas útiles por tratamiento	Ingreso bruto	Costos variables	Costo totales	Beneficio $	Rentabilidad %
TITAN	95	908,80	6,33	738,51	170,29	23,06
SABRE	81	777,60	9,59	741,77	35,83	4,83
SUNRISE	66	633,60	13,40	745,58	-111,98	-15,02
PRINCE	30	284,80	16,40	748,58	-463,78	-61,95

Costo de la planta = 9,60

Costos fijos = 732,18

Para la evaluación económica, se tomó en consideración el número total de plantas vivas registradas al final del ensayo, el precio en el campo, los costos variables y fijos. Con esta base, se determinó el beneficio neto y el porcentaje de rentabilidad. El mayor número de plantas se obtuvo con el clon TITAN que produjo el mayor ingreso bruto $ 908,80 a un costo variable de $ 6,33 por planta y costo total de $ 738,51, que permitió obtener como beneficio neto de $ 170,29 y rentabilidad del 23,06 %. El clon SABRE con un costo de $ 741,77, ingreso bruto de $ 777,60 y una rentabilidad 4,83 %. Cabe indicar que los clones SUNRISE y PRINCE generaron perdidas económicas de -15 y -61 % sobre la inversión (Cuadro 6)

7. Costos de aclimatación

El análisis de los costos de la aclimatación por clon, determinaron que el mayor valor lo presentó el clon Prince con $ 348,58 mientras que el resto de clones en estudio obtuvieron un costo entre $ 345,58 y $ 338,51. El menor costo por planta útil, lo presentó el clon TITAN con $ 3,56, mientras que el costo mas elevado lo presentó el clon PRINCE con $ 11,62.El resto de clones presentaron un costo entre $ 5,24 y $ 4,22 (Cuadro 7).

Cuadro 7. Costos de aclimatación de cuatro clones de palma aceitera (Elaeis guineensis jacq), en la fase de pre-vivero.

COSTOS DE ACLIMATACIÓN DE LOS CLONES EN LA FASE DE PRE-VIVERO.					
CLONES	Plantas útiles	Costos variables	Costos totales	Costos de aclimatación	Costo de aclimatación por plantas útiles
TITAN	95	6,33	738,51	338,51	3,56
SABRE	81	9,59	741,78	341,78	4,22
SUNRISE	66	13,40	745,58	345,58	5,24
PRINCE	30	16,40	748,58	348,58	11,62

Costo total de Plantas sembradas = $ 400

Costos fijos = $ 732,19

V. DISCUSION

Los clones estudiados de *Elaeis guineensis jacq* mostraron cierta capacidad de sobrevivencia durante el proceso de aclimatación, donde determinados clones alcanzaron valores entre 30 y 90 %, posiblemente como respuesta de algunos materiales genéticos más y menos tolerantes a factores atmosféricos. Acorde con lo sostenido por Hurtado y Merino (1988), quienes indican que la culminación y el éxito de todo el proceso del cultivo *in vitro* consiste en la adaptación de las plántulas a las nuevas condiciones en el invernadero o pre-invernadero

Las hojas de éstas plántulas, a pesar de su coloración verde, probablemente no fueron completamente activas para fotosintetizar, no poseen capa cerosa, ni cutícula, lo que las hace más susceptibles durante la fase de aclimatación (Ahuja, 1993). Por lo que, un gran número de plantas micropropagadas no sobrevivieron durante las primeras dos semanas después del trasplante, hacienddose necesario controlar adecuadamente los factores ambientales y prácticamente se requiere simular las condiciones del ambiente in vitro hasta que las plantas se adapten a las nuevas condiciones (Ziv, 1991; Haggman et al., Sánchez, 2000). El control de la intensidad de luz en esta fase es también importante ya que las plantas provienen de un ambiente con baja intensidad de luminosidad, por lo tanto esta se debe regular para evitar la foto inhibición del aparato fotosintético. Para atenuar el efecto de la luz durante las dos primeras semanas, se emplean mallas con diferentes porcentajes de sombra, generalmente entre 30-70 % en dependencia de las necesidades de los cultivos Agramonte et al, (1998) como menciona Majada y Sánchez-Tamés, (2003). El control fitosanitario también es de gran importancia, puesto que las plantas provenientes del cultivo in-vitro, son susceptibles a enfermedades causadas por microorganismos que pueden estar presentes en el sustrato o en el ambiente mismo de instalación. Para ello, generalmente se emplea una acción integrada de prevención sanitaria y aplicación de pesticidas.

Por otra parte, se alcanzó diferencias estadísticas significativas de 2.7 cm entre los clones SABRE y PRINCE, este último de menor altura con respecto a los demás clones, lo que

indica que este clon presenta las plantas con menor desarrollo vegetativo y que puede deberse a sus características propias o efectos de aclimatación por efectos de intensidad de luz.

En relación al diámetro del tallo, las plantas no mostraron variabilidad estadística ni numérica, que puede deberse a que a que la intensidad de la luz no tiene efectos sobre esta variable; no así en el crecimiento apical donde se puede observar una diferencia de 1.07 cm entre TITAN y SURICE, que puede deberse a las características propias de los clones como es su capacidad de crecimiento y nivel de adaptabilidad climática.

La mayor mortalidad observada en el clon PRINSE supera a los demás clones entre 36.3 y 65.00 % la que indica que determinados clones tienen mayor resistencia a procesos de aclimatación como el TITÁN mientras que clones como el PRINCE presentan un alto grado de mortalidad, convirtiéndolos en clones resistentes o susceptibles a la aclimatación que son procesos a los que se someten las plántulas en la fase de pre-vivero.

El aspecto económico de la aclimatación guarda relación entre los costos fijos más costos variables de dicho proceso y el número total de plantas que han sobrevivido, convirtiéndolos en clones que pueden ser útiles para producir.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente experimento se formulan las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Los clones, no presentaron significación estadística correspondiente a las variables, numero de hojas, grosor del tallo y crecimiento apical

- En relación a la altura de planta, se observó que el clon SABRE presento la mayor altura.

- El mayor porcentaje de sobrevivencia en el proceso de aclimatación en pre-vivero lo obtuvo el clon TITÁN con un 94,67 %, siendo el mejor aclimatado

- Los clones mas resistentes a los factores climáticos (horas/lux, temperatura, humedad, etc) fueron los clones TITÁN seguido de SABRÉ

- La mayor mortalidad se observó en el clon PRINCE (70,3 %); mientras que el menor porcentaje se registró en TITAN, que resultó el de mayor resistencia y adaptabilidad.

- La mayor rentabilidad fue para el tratamiento TITAN con 23,06 %,

Recomendaciones

- Utilizar el clon TITAN por su mayor porcentaje de sobrevivencia y adaptabilidad.

- Emplear el clon TITAN por su mayor rentabilidad económica, y su alto grado de adaptabilidad climática

VII. RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Hda “SITIO NUEVO” del Grupo CHONG─QUI, recinto "La Marina", cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos, situado entre las coordenadas 79° 27´ longitud oeste y 01° 06´ de latitud Sur a 102 msnm. Se planteó como objetivo general: Evaluar el comportamiento de cuatro clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis Jacq*), en el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero y como objetivos específicos: Establecer cuáles clones de palma africana responden mejor a la fase de aclimatación y Establecer los costos de aclimatación de los clones en la fase de pre-vivero.

Los clones fueron sembrados en cámaras húmedas dentro del pre-vivero para el proceso de aclimatación. Se aplicó el diseño experimental Completamente al azar (DCA) con tres repeticiones y 10 unidades experimentales por repetición. Para la comparación de medias entre tratamientos se utilizó la “***prueba de Duncan***”

Los clones, no presentaron significación estadística en las variables, número de hojas, grosor del tallo y crecimiento apical. Respecto a la altura de planta se observó significancia estadística; siendo SABRE el clon de mayor tamaño. El mayor porcentaje de sobrevivencia en el proceso de aclimatación en previvero se obtuvo con el clon TITÁN con un 94,67 %, siendo el mejor aclimatado. Los clones más resistentes a los factores climáticos (horas/lux, temperatura, humedad, etc) fueron los clones TITÁN seguido SABRÉ. La mayor mortalidad se observó en el clon PRINCE (70.3 %); mientras que el menor porcentaje se registró en TITAN, que resultó el de mayor resistencia y adaptabilidad. La mayor rentabilidad la presento el tratamiento TITAN con 23,06 porciento.

VIII. SUMMARY

This research was conducted in the Hda “SITIO NUEVO” CHONG─QUI, Group exhibition "La Marina", Quevedo Canton, Province of Los Ríos. Located between the coordinates 79 ° 27 'west longitude and 01 ° 06' south latitude to 102 meters. Was raised general objective: To evaluate the performance of four clones of oil palm (Elaeis guineensis Jacq.) In the process of acclimatization in the pre-nursery and specific: Establish what palm clones responsive to acclimation and acclimatization Establish costs of the clones in the pre-nursery.

We used four palm clones which were planted in moist chambers within the pre-nursery for the acclimatization process. Was applied completely randomized design (DCA) with three replications and 10 experimental units per repetition. For comparison of means between treatments was used “***prueba de Duncan***”

The clones did not show statistical significance in the variables, number of leaves, stem thickness and apical growth. The plant height was observed statistical significance, being SABRE larger clone. The highest percentage of survival in the acclimatization process in prenursery was obtained with clone TITAN with 94.67% being the best acclimated. The clones more resistant to climatic factors (hours / lux, temperature, humidity, etc.) were followed TITAN clones Sabre. The highest mortality was observed in clone PRINCE (70.3%), while the lowest percentage was recorded in TITAN, which proved the most resistant to drought. The highest return was for treatment TITAN with 23.06 percent.

BIBLIOGRAFIA

Agramonte, D. ; Jimenez, F. ; Dita, M. 1998. Propagación y Mejora genética de plantas por Biotecnología. Aclimatación. In Pérez PJ. Ed. Villa Clara, Cuba. Instituto de Biotecnología de las Plantas. p. 193-205.

Ahuja, M. (1993). Micropropagation. En: Micropropagation of wood plants. Ahuja, M. (eds). Netherlands: Kluwer Academia Publishers.

Armendáriz, O. 2002. Sectorial Palma Africana. Quito, Ec; SICA- MAGAP. p 1-10

Alvarado, A; Guzmán, N; Chinchilla, C; Escobar, R. 2007. El programa de clonación de varie-dades compactas de palma aceitera por ASD de Costa Rica: realidades y potencial comercial. Palmas 28 (no. Especial, Tomo I): 256-264.

Bernal F., 2001. El Cultivo de la Palma de Aceite y su Beneficio (Guia General para el Nuevo Palmicultor), Publicacion De Fedepalma Y Cenipalma Pp17:18.

Censo palmero. 2005. (Asociación Nacional de Palma Aceitera) ANCUPA, (Fundación de Fomento de Exportaciones de Aceite de Palma y sus Derivados de Origen Nacional) FEDEPAL, (Ministerio de Agricultura de Ganadería Acuicultura y Pesca) MAGAP, Sistema de Información Geográfica y Agropecuaria (SIGAGRO).

Corley, R., Tinker, P., 2003. “The Oil Palm”.World Agricultureseries. Ed. Blackwell Science.4ed.ReinoUnido.

Corpei., 2008, Corporación de Promoción de Exportaciones e inversiones. Informativo de Promoción de Exportaciones y mercados. Vol. 2. No. 11.

Doquinta G. H. L.Ñ.; Lezcano R.; Escolina M. 2000. "Algunos elementos de la micro propagación de la Teca″. Biotecnologia Vegetal. 1:39-49.

Domínguez G. & Tapia L. 2000. Reportes de archivo deensayos de estandarización in vitro de Uncariatomentosa. Instituto de Biotecnología, UniversidadAgraria la Molina, Lima, PE

Domínguez, G; Donayre, M. 2006. Aclimatación deUncaria tomentosa (Willd.) DC. producida in vitro. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – PE. Ecología Aplicada, 5(1,2), 2006

Escobar et al., 2006, Chinchilla,C; Peralta, F; Alvarado,A.Aspectos generales de la palma Africana. Palm ResearchProgram, UnitedBrandsCompany, Coto, Costa Rica, 9 p

Escobar, R; Alvarado, A. 2004. Strategies in production of oil palm compact seeds and clones. ASD Oil Palm Papers. 27:1-12.

Hurtado, D. y Merino, M. (1988). Cultivo de tejidos vegetales. Editorial Trillas, ME. pp: 15-34.

Majada, J.; Sanchez-Tames R. 2003. Ecofisiología del cultivo in vitro: Aclimatación de Plantas. In. Reigosa M., Pedrol N., Sánchez A. eds. Ecofisiología Vegetal. Madrid, ES. THOMSON. p. 1017 -1053

Morgado, I.F.; Carneiro, J.; Leles, P.; Barroso, D. 2000. Resíduosagroindustriais prensados como substrato para a produção de mudas de cana-de açúcarSci. Agric. vol.57 (4). Piracicaba.

Ortiz, J; Colmenares L. 2011. Palma Africana (ElaeisGuineensisJacq); Una alternativa en producción de biocombustibles y productos amigables con el ambiente (en línea).

Consultado 19 set. 2011. Disponible en http://wwwpalmadeaceite.blogspot.com/.../en-la-actualidad-los-programas-de-en-la.html.

Pedraza-Santos, M., Jaen-Contreras, D., Gutiérrez-Espinosa, A. Colinas-León, T. y López-Peralta, C. 2001. Crecimiento y nutrición de microplantas de Gerbera inoculadas con hongos micorrízicosarbusculares. Agrociencia. 35: 149-158.

Prieto, H.; Jordan, M.; Barrueto, L.; Cordeiro, M., Durzan, D. 2005. Biotecnología Vegetal: Aclimatación. Chile. INIA. p.67-68.

Raygada, R. (2005)."Manual Técnico para el cultivo de la palma aceitera". Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas (DEVIDA); Proyecto de Desarrollo Alternativo Tocache-Uchiza (PRODATU). p. 27-80.

Roveda, G., Cabra L., Ramírez, M. y Peñaranda, A. (2007). Efecto de las micorrizas arbusculares sobre la aclimatación y endurecimiento de microplántulas de mora (Rubusglaucus). Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria 1:28-36

Sotolongo R. 2000. Micropropagación de Psidiumsalutare (HBK) Berg. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Pinar del Río, CU.

Usui, K; Okabe, K; Pernillo, R.; Ramírez, A. 1996. Principios Básicos del Cultivo de Tejidos Vegetales. Guatemala, ICTA / JOV. p. 1, 87-88.

Ziv, M. 1991. " Vitrification: morphological and physiological disorders of in vitro plant. Err. Debergh, P.C., Zimmerman, RH. 1991. Micropropagation: technology and application". Editorial Dordrecht, Kluwer Academic. Pp. 49-69

Ortiz J; Colmenares L., 2011. Palma Africana (Elaeis guineensis Jacq) una alternativa; en producción de biocombustibles y productos amigables con el ambiente (En línea) Consultado el 19 de mayo del 2011 Disponible en: **wwwpalmadeaceite.blogspot.com**

APÉNDICE

Cuadro 1. Registro diario del primer mes de horas luz de cuatro clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*). En el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero

HORA	Dia1	Dia2	Dia3	Dia4	Dia5	Dia6	Dia7	Dia8	Dia9	Dia10	Dia11	Dia12	Dia13	Dia14	Dia15
8:00 AM	1160	5438	5362	1591	2350	3338	4844	1239	1681	1506	1354	3500	1267	2659	1506
11:00 AM	2660	6772	3534	2220	2120	2480	2873	3450	5180	2180	2120	4160	3990	2330	2180
2:00PM	7150	4363	3272	6450	5850	6710	4228	7790	8830	2280	1940	4380	3050	2480	2280
4:00PM	2590	2232	2817	1511	1141	2410	2187	1779	2360	1236	1754	2785	994	1555	1236

HORA	Dia16	Dia17	Dia18	Dia19	Dia20	Dia21	Dia22	Dia23	Dia24	Dia25	Dia26	Dia27	Dia28	Dia29	Dia30
8:00 AM	1354	1075	2650	1195	2117	2452	3802	3605	1904	3610	1720	841	844	2040	1800
11:00 AM	2120	5380	2360	2820	2330	5240	1832	1816	2960	1699	1935	938	1014	7400	4580
2:00PM	1940	6010	2750	1482	1700	5380	2520	2300	3270	4120	8550	3640	2465	2850	1870
4:00PM	1754	1234	2434	529	620	1262	1564	626	3266	3336	4228	1625	1922	3226	1982

Cuadro 2. Registro diario del segundo mes de horas luz de cuatro clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*). En el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero

HORA	Dia1	Dia2	Dia3	Dia4	Dia5	Dia6	Dia7	Dia8	Dia9	Dia10	Dia11	Dia12	Dia13	Dia14	Dia15
8:00 AM	1511	3338	2111	3802	2330	2223	2376	1075	3222	2123	1267	2162	4636	3525	3255
11:00 AM	5362	2480	3450	1832	1354	6372	3226	5380	4322	4444	3990	7452	4535	5526	5636
2:00PM	3534	6710	7790	5240	2120	3525	3552	6010	5342	3434	3534	3362	3242	8736	5377
4:00PM	3272	2590	1779	3527	1940	2363	1222	2334	3223	1112	3272	3144	3242	3353	3252

HORA	Dia16	Dia17	Dia18	Dia19	Dia20	Dia21	Dia22	Dia23	Dia24	Dia25	Dia26	Dia27	Dia28	Dia29	Dia30
8:00 AM	3424	3664	5636	3262	21107	245102	380012	306051	190014	361010	172010	440101	544001	204107	181070
11:00 AM	4243	9843	4832	6253	23030	520140	18302	181016	291600	169190	19305	530108	101041	74700	458170
2:00PM	3657	9735	5323	3298	17000	53080	251200	201300	321070	412010	550150	364100	24675	287150	187170
4:00PM	3687	3626	4868	2142	62000	120162	156104	601026	32606	33360	420128	160125	197212	32726	197182

Cuadro 3. Registro diario del tercer mes de horas luz de cuatro clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*). En el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero

HORA	Dia1	Dia2	Dia3	Dia4	Dia5	Dia6	Dia7	Dia8	Dia9	Dia10	Dia11	Dia12	Dia13	Dia14	Dia15
8:00 AM	21500	127363	172636	63524	73626	29483	127356	72635	26355	46373	54353	126262	73273	187377	73636
11:00 AM	47100	36153	72645	73637	83927	47293	78373	117277	73625	25374	83364	183633	172635	87373	126162
2:00PM	146000	177888	62736	283737	183738	283700	172638	211622	211272	53433	46535	187774	72383	121111	73683
4:00PM	66800	92363	42335	75363	52636	21700	51653	41225	24256	25353	55553	82636	82737	65366	26373

HORA	Dia16	Dia17	Dia18	Dia19	Dia20	Dia21	Dia22	Dia23	Dia24	Dia25	Dia26	Dia27	Dia28	Dia29	Dia30
8:00 AM	112673	27363	84748	63536	86454	162536	126534	126223	95343	128383	95758	72636	63536	112282	73646
11:00 AM	63637	172637	89737	121277	126522	171536	76473	42322	128374	82733	82733	53424	83737	172636	122822
2:00PM	127362	212127	172719	65453	54635	186277	63533	125324	121116	198373	142363	126366	121828	121626	76363
4:00PM	82342	83784	76637	21526	45365	63536	54336	32422	163563	121827	121222	42535	92737	121666	63536

Cuadro 4. Registro semanal de temperatura de cuatro clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*). En el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero

HORA	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12
8:00 AM	25,7	25,6	31,9	33,7	32,2	25,2	26,2	24,0	24,5	26,4	24,0	23,0
11:00 AM	29,8	28,6	28,3	28,4	27,8	24,1	27,3	26,3	25,4	27,4	28,4	25,2
2:00PM	33,1	31,2	31,8	26,4	25,8	26,4	34,3	31,7	27,9	29,0	32,0	27,4
4:00PM	32,1	26,3	27,3	30,6	29,1	29,3	30,2	27,2	26,3	26,9	31,4	25,2

Cuadro 5. Registro semanal de humedad del sustrato de cuatro clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*). En el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero

HORA	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12
9:00 AM	35,4	22,8	33,1	29,8	27,7	32,2	25,9	24,3	30,2	27,6	31,5	26,5
12:00 AM	23,8	26,0	33,5	30,9	37,2	30,7	29,0	31,0	35,6	31,4	29,4	26,4
3:00PM	29,7	21,8	31,9	30,6	29,7	30,1	25,9	18,1	29,4	30,5	34,2	32,3

Cuadro 6. Análisis económico para establecer los costos de aclimatación de los clones en la fase de pre-vivero.

COSTOS DE ACLIMATACIÓN DE LOS CLONES EN LA FASE DE PRE-VIVERO				
Rubros	Tratamientos			
Costos fijos	T1	12	T3	T4
Construcción de pre-vivero y cámaras húmedas	187,72	187,72	187,72	187,72
Siembra	1,58	1,58	1,58	1,58
Llenado de fundas	8,83	8,83	8,83	8,83
Plantas	400,00	400,00	400,00	400,00
Terreno	0,10	0,10	0,10	0,10
Riego	33,11	33,11	33,11	33,11
Equipos utilizados para la aclimatación	97,48	97,48	97,48	97,48
Calibrador	0,18	0,18	0,18	0,18
Balanza	0,79	0,79	0,79	0,79
Control de maleza	2,41	2,41	2,41	2,41
Subtotal	732,18	732,18	732,18	732,18
Costos variables				
Cirugía	4,32	6,97	10,09	12,73
Vitavax	0,49	0,59	0,73	0,80
Benomyl	0,22	0,29	0,38	0,42
Mancozeb	0,40	0,55	0,67	0,73
Mano de obra de la Fumigación	0,90	1,20	1,53	1,71
Subtotal	6,33	9,59	13,40	16,40
Costos totales	738,51	741,78	745,58	748,58

Cuadro 7. Cuadro quincenal de mortalidad por repetición en el comportamiento de cuatro clones de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*). En el proceso de aclimatación en la fase de pre-vivero.

CUADRO QUINCENAL DE MORTALIDAD POR REPETICIÓN									
VARIEDAD	**Clones sembradas**	**dia (14)**	**dia (28)**	**dia (42)**	**dia (56)**	**dias (70)**	**dia (84)**	**MUERTOS**	**VIVOS**
T1	**100**	4	2	1	0	0	0	7	93
T2	**100**	6	4	6	2	2	1	21	79
T3	**100**	9	7	4	2	0	0	22	78
T4	**100**	19	12	12	19	7	2	71	29
T1	**100**	3	2	0	1	0	0	6	94
T2	**100**	6	5	5	0	0	0	16	84
T3	**100**	14	9	4	5	1	0	33	67
T4	**100**	18	9	9	9	6	3	54	46
T1	**100**	3	0	0	0	0	0	3	97
T2	**100**	8	4	6	2	0	0	20	80
T3	**100**	18	16	8	5	0	0	47	53
T4	**100**	17	19	13	14	16	7	86	14

FOTOS

Foto 1. Siembra de los clones en las cámaras húmedas

Foto 2. Implementos utilizados para la aclimatación (luxómetro, medidores de temperatura y sustrato)

Foto 3. Fumigación drench y foliar

Foto 4. Mortalidad

Foto 5. Cirugía

Foto 6. Quemaduras por las altas horas luz

Foto 7. Retiro de la capa de plástico y de sarán durante el proceso de aclimatación

Foto 8. Toma de datos (grosor del tallo, altura de la planta y crecimiento apical)

Foto 9. Plantas en su empaque (funda con gel nutritivo)

Foto 10. Pre-lavado antes de la siembra (para hidratar a los clones)

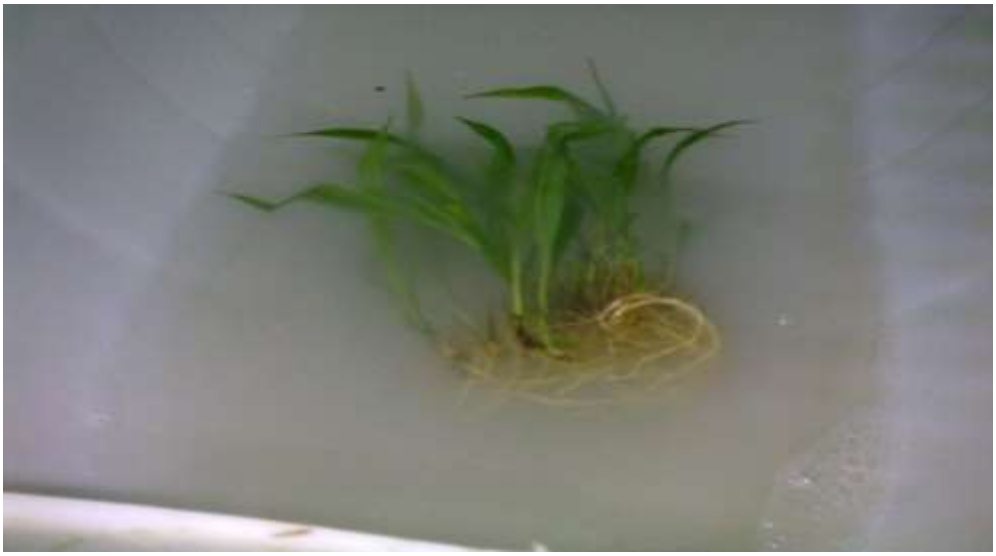


Foto 11. Plantas aclimatadas

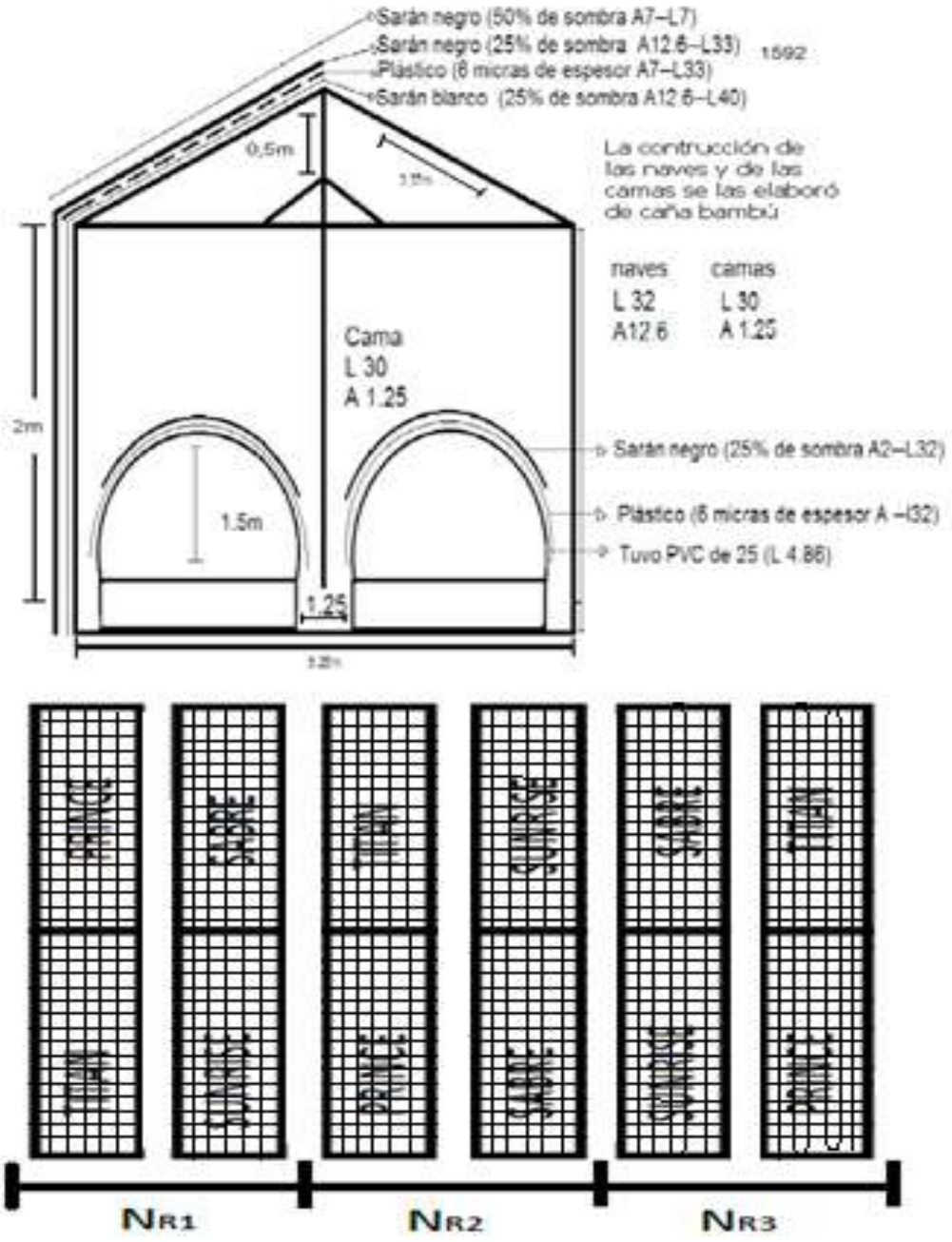



Foto 12. Estructura interna y externa del pre-vivero para el proceso de la aclimatación de clones de palma africana.