

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

INTRODUCCIÓN DE TECNOLOGÍA DE TUBETE EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS EN
PREVIVERO DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* Jacq. Arecaceae) EN FINCA EL
GUAMERÚN, SAYAXCHÉ, PETÉN
ESTUDIO DE CASO

RONALD RICARDO ORDOÑEZ MARROQUIN
CARNET 20825-01

ESCUINTLA, SEPTIEMBRE DE 2018
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

INTRODUCCIÓN DE TECNOLOGÍA DE TUBETE EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS EN
PREVIVERO DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* Jacq. Arecaceae) EN FINCA EL
GUAMERÚN, SAYAXCHÉ, PETÉN
ESTUDIO DE CASO

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

POR

RONALD RICARDO ORDOÑEZ MARROQUIN

PREVIO A CONFERÍRSELE

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

ESCUINTLA, SEPTIEMBRE DE 2018

SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
MGTR. RICARDO ARMANDO MORALES RAMÍREZ

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
MGTR. PEDRO ARNULFO PINEDA COTZOJAY

Guatemala, 27 de septiembre de 2018

Miembros del Consejo
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Universidad Rafael Landívar
Campus Central

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Ronald Ricardo Ordoñez Marroquín, carné 2082501, titulado: "INTRODUCCIÓN DE TECNOLOGÍA DE TUBETE EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS EN PRE VIVERO DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* Jacq. *Areaceae*) EN LA FINCA EL GUAMERUN, SAYAXCHÉ, PETÉN".

Considero que el trabajo cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su autorización de impresión.



Ing. Ricardo Armando Morales Ramírez
Código URL: 19018



Universidad
Rafael Landívar

Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 061023-2018

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Estudio de Caso del estudiante RONALD RICARDO ORDOÑEZ MARROQUIN, Carnet 20825-01 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Escuintla, que consta en el Acta No. 06158-2018 de fecha 5 de septiembre de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

INTRODUCCIÓN DE TECNOLOGÍA DE TUBETE EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS EN
PREVIVERO DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* Jacq. Areaceae) EN FINCA EL
GUAMERÚN, SAYAXCHÉ, PETÉN

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

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 27 días del mes de septiembre del año 2018.



MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios por darme la vida, la sabiduría y la bendición de permitirme alcanzar la meta.

La Universidad Rafael Landívar y a la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, por ser parte de mi formación profesional.

Unipalma, S.A. por brindarme el apoyo con la información para poder realizar este trabajo.

Al Ing. Ricardo Morales y al Ing. Luis Calderón por su apoyo incondicional durante la elaboración de este trabajo.

DEDICATORIA

- A Dios: Por ser nuestro creador y regalarme todas las bendiciones que he tenido en mi vida.
- A mis padres: Ricardo y Mayra, por todo su amor y sacrificio que me han brindado, por ser fuente de sabiduría, inspiración y ejemplo a seguir.
- A mis hijos: Ricardo Alejandro y Mayeli Alejandra, que son lo más hermoso que me ha pasado en la vida, y se han vuelto mi más grande motivación.
- A mi esposa: Eunice Cerón de Ordoñez, que con su amor y apoyo se ha vuelto parte importante en todos los éxitos alcanzados.
- A mis hermanos: Josué Alejandro, Hugo Arnoldo, Herminio José, Zuly Andrea y Daniel Emilio, por su apoyo incondicional en todo momento.
- A mis tíos (a): Blanca, Zoila, Hugo, Ninet y muy especialmente a Zuly que ha sido una bendición de Dios por ser mi segunda madre.
- A mis Abuelos: Herminio (QEPD), Mirtala (QEPD), Fidel y Porfidia (QEPD), que con sus consejos colaboraron con mi formación como persona, y muy especialmente a mi mamita que es una de mis más grandes inspiraciones.
- A mis amigos: Que siempre estuvieron para apoyarme incondicionalmente.

ÍNDICE

RESUMEN.....	i
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	2
2.1 PALMA DE ACEITE.	2
2.1.1 Origen.....	2
2.1.2 Importancia de la palma africana.....	2
2.1.3 La palma africana en Guatemala.....	3
2.1.4 Clasificación taxonómica de la palma africana.....	5
2.1.5 Morfología de la palma africana.....	5
2.1.6 Índices morfológicos.....	11
2.1.7 Vivero de palma de aceite.	12
2.2 ENVASES DE PREVIVERO.	17
2.3 SUSTRATOS PARA PREVIVERO.....	18
III. CONTEXTO.....	19
IV. JUSTIFICACIÓN.....	21
V. OBJETIVOS.	23
5.1 General.....	23
5.2 Específicos	23
VI. HIPÓTESIS.....	24
VII. METODOLOGÍA.....	25
7.1 PROCEDIMIENTOS Y DISEÑO DE INSTRUMENTOS.....	25
7.2 PROCESO DE RECOLECCION DE DATOS	25
7.3 VARIABLES DE ESTUDIO.....	26
7.3.1 Atributos morfológicos.....	26
7.3.2 Índices morfológicos.....	27
7.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.	27
7.5 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	28
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29

8.1	INTERVENCIÓN.....	29
8.2	RESULTADOS DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO.....	30
8.2.1	Atributos morfológicos.....	30
8.2.2	Índices morfológicos.....	35
8.3	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	37
IX.	CONCLUSIONES.....	40
X.	RECOMENDACIONES.....	41
XI.	BIBLIOGRAFÍA.....	42
XII.	ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Prueba t para la variable altura de la planta (metros), en la introducción de tecnología de tubete en la producción de plántulas en pre vivero de palma africana. ...	30
Cuadro 2. Prueba t para la variable peso seco de la parte aérea (kilogramos), en la introducción de tecnología de tubete en la producción de plántulas en pre vivero de palma africana.	31
Cuadro 3. Prueba t para la variable longitud radicular (metros), en la introducción de tecnología de tubete en la producción de plántulas en pre vivero de palma africana. ...	32
Cuadro 4. Prueba t para la variable peso seco del sistema radicular (kilogramos), en la introducción de tecnología de tubete en la producción de plántulas en pre vivero de palma africana.	34
Cuadro 5. Prueba t para la variable Relación parte aérea/parte radical, en la introducción de tecnología de tubete en la producción de plántulas en pre vivero de palma africana.	35
Cuadro 6. Prueba t para la variable Cociente de esbeltez, en la introducción de tecnología de tubete en la producción de plántulas en pre vivero de palma africana.	36
Cuadro 7. Índice de calidad de Dickson, en la introducción de tecnología de tubete en la producción de plántulas en pre vivero de palma africana.	36
Cuadro 8. Cuadro comparativo de Costos de Producción (tubete/bolsa) de 10,000 plantas de palma africana en etapa de previvero.....	38
Cuadro 9. Presupuesto parcial de Costos de Producción (tubete/bolsa) de 10,000 plantas de palma africana en etapa de previvero.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación esquemática de la distribución y ramificación del sistema radicular de la palma africana. Planta de 3 años.	6
Figura 2. Filotaxia de la palma aceitera mostrando el arreglo de sus hojas.	9
Figura 3. Inflorescencia pistilada.	10
Figura 4. Tipos de frutos de palma africana (cortes transversales).	11
Figura 5. Ubicación geográfica del área experimental (Finca Guamerun).	19
Figura 6. Peso seco de la parte aérea (kilogramos), en la introducción de tecnología de tubete en la producción de plántulas en pre vivero de palma africana.	32
Figura 7. Longitud radicular (metros), en la introducción de tecnología de tubete en la producción de plántulas en pre vivero de palma africana.	33
Figura 8. Peso seco del sistema radicular (gramos), en la introducción de tecnología de tubete en la producción de plántulas en pre vivero de palma africana.	34

INTRODUCCIÓN DE TECNOLOGÍA DE TUBETE EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS EN PREVIVERO DE PALMA AFRICANA (*ELAEIS GUINEENSIS* JACQ. ARECACEAE) EN LA FINCA EL GUAMERUN, SAYAXCHÉ, PETÉN.

RESUMEN

El objetivo del estudio de caso fue documentar los resultados obtenidos al utilizar la tecnología de tubete en la producción de plántulas en pre vivero de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.), finca El Guamerun, Sayaxché. Fue durante el año 2009 cuando se realizó el experimento y se implementó la tecnología del tubete; el pre vivero tiene una capacidad de 110,000 plantas en bolsa de polietileno. La razón por la cual se realizó el cambio de tecnología fue por los beneficios del tubete. Como técnica se utilizó la investigación documental y la observación, además se contó con el apoyo del personal de investigación y desarrollo agrícola de la empresa. Las variables de estudio analizadas en la investigación fueron los atributos morfológicos entre los cuales se menciona: la altura de la planta, el peso seco de la parte aérea, la longitud de la raíz y el peso seco del sistema radicular; además se determinaron los índices morfológicos como: la relación parte aérea/parte radical, el cociente de esbeltez y el índice de calidad de Dickson. Según análisis, el tratamiento con los mejores atributos morfológicos es donde se utilizaron los tubetes. Las plantas sembradas en bolsas de polietileno obtuvieron una menor relación parte aérea/parte radical. El mejor índice de esbeltez y el mayor índice de calidad es el de la tecnología del tubete. Finalmente se recomienda implementar como base la utilización de tubetes para la propagación de plántulas de palma africana en pre vivero.

I. INTRODUCCION

Según IARNA (2006), Guatemala cuenta con una topografía variada, es un país territorialmente pequeño pero con diversidad natural y cultural única. Por sus características presenta una variedad edáfica y de formas, la amplitud altitudinal, pluvial y térmica. Entre otras características, son responsables de la existencia de una variedad de ecosistemas y ocupa el octavo puesto como centro de origen principal mundial, denominándose Centro Mesoamericano.

La palma africana (*Elaeis guineensis*, Jacq), fue uno de muchos cultivos que sustituyeron la siembra de algodón en las décadas de los años 80 y 90 (GREPALMA, 2008). Es un cultivo perenne no tradicional, produce entre cuatro a cinco toneladas de aceite por hectárea al año, tres o cuatro veces más que otras especies oleaginosas (García, 2001).

Según GREPALMA (2008), Guatemala cuenta con un área 60,000 hectáreas sembradas, reportándose en el año 1988 el inicio formal de la siembra, y sus primeras producciones quedan registradas en los años 1991 y 1992. Las zonas aptas para el cultivo se encuentran principalmente en la costa sur; en el nororiente, en los departamentos de Izabal, y las verapaces, específicamente en los valles de los ríos Motagua y Polochic; también en los departamentos de Quiché y en sur del departamento de El Petén, en el área conocida como la Franja Transversal del Norte.

La tecnología del “tubete” se aplica hace algunos años en frutales y ornamentales, es poco conocida a nivel general. Esta tecnología genera varias ventajas técnicas y económicas entre las que se pueden mencionar mejor eficiencia de mano de obra y condiciones fitosanitarias.

Este sistema de producción de pilones se introdujo al cultivo de palma africana, en su fase de previvero específicamente y con el siguiente estudio de caso se pretende generar información que evidencie el impacto que ha generado el cambio de tecnología en la producción de palma africana.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 PALMA DE ACEITE

2.1.1 Origen

Aún no ha sido plenamente confirmado el lugar de origen de esta planta, sin embargo existen indicios fósiles y documentos históricos que hacen suponer un posible origen africano. Se ha encontrado polen fósil tanto del mioceno como más recientemente, en el Delta del río Níger, con características similares al polen de la palma aceitera. Esta evidencia hace suponer que la palma aceitera ha existido en Africa occidental desde épocas antes de Cristo (Ortiz & Fernandez, 1993).

Según Guzmán (2009), la palma africana fue introducida en Malasia en 1870 como planta ornamental y los primeros intentos de establecer grandes plantaciones fracasaron en ese país. Hasta que después de la Primera Guerra mundial, aprovechando las experiencias obtenidas en las plantaciones de Sumatra, el cultivo fue extendiéndose rápidamente.

En 1929 la United Fruit Company Guatemala introdujo 1000 semillas de esta planta de Sierra Leona. En Guatemala el cultivo de "Palma de Aceite" se inició en 1987, aunque anteriormente existieron proyectos que no progresaron por falta de apoyo como el de Anacafé (García, 2001).

La palma africana es una especie perenne considerada como una de las fuentes principales de aceite vegetal cultivada por su alta productividad, con rendimiento aproximado de 4 a 5 toneladas de aceite por hectárea por año. Comparativamente produce 4 a 6 veces más aceite anualmente que otras especies como el maní, soya, ajonjolí, girasol y mucho más que otras especies oleaginosas (IICA, 1983).

2.1.2 Importancia de la palma africana

Para los países tropicales la palma africana representa una alternativa de excelente perspectiva para el futuro. Esta planta produce dos importantes aceites: el de palma que es blando y se utiliza en óleo margarina, manteca, grasas para la cocina y en la fabricación industrial de muchos productos para la alimentación humana; y el aceite de

almendra de palma (palmiste), que posee alto contenido de ácido láurico y el cual a su vez produce jabones de excelente espuma. Además de los productos mencionados, también los aceites vegetales están siendo transformados en muchos otros productos para su uso técnico como biocarburantes y aceites biológicos naturales (Leveron, 2014).

La industria de la palma africana de aceite está en continua expansión en África, Asia y América, atendiendo a una considerable demanda mundial de grasa y aceites. El cultivo ha sido explotado principalmente en las regiones tropicales de África Oeste y Asia Sureste, pero está llegando a ser un cultivo de mucha importancia en América Tropical (IICA, 1983).

La palma africana requiere de un clima más o menos uniforme y por eso crece adecuadamente en la zona ecuatorial entre los 15° latitud norte y 15° latitud sur. Con relación a la altitud, se adapta bien desde el nivel del mar hasta los 500 metros.

2.1.3 La palma africana en Guatemala

La producción de palma africana comenzó en Guatemala y la región centroamericana en el contexto de la anterior gran crisis del petróleo de la primera mitad de los años 70. En el país la producción de aceite floreció y creció hasta que la adhesión a la OMC (en 1995) brindó las condiciones para liberalizar su importación. Fue a partir del año 2000 que se reactivó el cultivo, cuya superficie sembrada se incrementa de manera exponencial en los últimos años, respondiendo al alza en los precios internacionales del aceite crudo de palma, motivada por su creciente demanda por la industria agroalimentaria, cosmética, y especialmente por la agroenergética (Alonzo, Alonzo, & Durr., 2008).

Sin tener la relevancia en términos absolutos que la expansión de la palma presenta en países como Malasia, Indonesia, Colombia o Ecuador (aunque supera la superficie sembrada en Brasil), no puede dejarse de lado el incremento previsto del área sembrada en un 370% entre 2005 y 2012 (un 221% entre 2005-2010 para Centroamérica), pasando a ocupar el 7.4% de la superficie agrícola total guatemalteca. Es más, considerando que el IV Censo Agropecuario de 2003 establece que el país tiene un *potencial* de 809 mil hectáreas para el cultivo de palma africana, y a la luz de la agresiva expansión en marcha

(se estima en Q.250 millones el monto de inversión previsto, sólo en compra de tierras), las estimaciones de la Gremial de Aceites de 150 mil hectáreas sembradas para 2012 pueden quedarse muy cortas. Ya en julio de 2008, una empresa de bienes raíces ofrecía para siembra de palma, cinco fincas en el Petén por 24,075 hectáreas, una en Chisec (Alta Verapaz) de 4,050 hectáreas y cuatro más en Izabal que sumaban 11,250 hectáreas (INE, 2007).

Con respecto a la industria de aceite de palma en Guatemala, cabe señalar que está aún más concentrada, si cabe, que la del azúcar/agroetanol/electricidad: sólo cuatro grupos de la capital controlan casi toda la producción nacional.

Desde las principales empresas se coincide en señalar habituales prácticas de colaboración, lo que interpretado también a la luz de la conformación de un espacio gremial común, Dirección de Aceites, en la Gremial de Fabricantes de Alimentos de Guatemala (GREFAL), integrada a la Cámara de la Industria (parte del CACIF), brinda muchas posibilidades para la acción como un solo cartel. Dinámica que parece caracterizar a la industria a nivel planetario (Seedling, 2007).

Los principales cuatro agronegocios aceiteros en Guatemala, también están integrados desde la producción agrícola del fruto de palma hasta la comercialización del aceite crudo y/o sus derivados alimenticios/cosméticos. Según la industria, dos terceras partes del aceite se procesan internamente para fines alimenticios (margarinas, aceites industriales, etc.) y se comercializa en Guatemala, Centroamérica y México, y el resto se exporta crudo (Alonzo *et al.*, 2008).

La capacidad de producción de agrodiesel por parte de la industria es una realidad, pero hoy en día el costo de oportunidad es elevado. En general la CEPAL estima los siguientes costos económicos finales totales por Tm de agrodiesel de aceite de palma: US\$ 490.21/Tm con producción agrícola integrada verticalmente y US\$ 560.18/Tm con producción aislada de agrodiesel (comprando aceite de palma, a precios de mercado de

fin de 2006). En Guatemala se infieren costos económicos por debajo de los señalados, gozando la industria de las ansiadas ventajas competitivas relativas (Ribeiro, 2007).

2.1.4 Clasificación taxonómica de la palma africana

De acuerdo a Richardson (1990), la clasificación taxonómica de la palma africana es la siguiente:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Liliopsida
Orden: Arenales
Familia: Arecaceae
Género: *Elaeis*
Especie: *E. guineensis*

Pertenece a la familia Arecaceae y pertenece a la tribu Coccoceae; ello muestra el estrecho parentesco existente entre la palma africana y el cocotero (*Cocos nucifera*). Su fruta es sésil, ovoide, de unos 3 a 5 cm de largo, más o menos ventruda, alojada en una cúpula escarina y desecada (Quesada, 1997).

2.1.5 Morfología de la palma africana

▪ Sistema radicular

Es una estructura cónica de la cual surgen hasta 10,000 raíces primarias, midiendo entre 5 y 10 mm de diámetro y pueden llegar a alcanzar hasta 20 m de longitud. Las raíces primarias básicamente cumplen la función de anclaje, de estas se desprenden las secundarias, terciarias y cuaternarias. Estas últimas cumplen la función de absorción de agua y nutrientes (Ortiz & Fernandez, 1993).

Después de la germinación del embrión, las primeras raíces adventicias se forman en la conexión de la radícula-hipocotilo y dan lugar a raíces secundarias antes de la formación de la primera hoja. La radícula sigue creciendo por aproximadamente seis meses hasta alcanzar una longitud de más o menos 15 centímetros. Después de tres o cuatro meses,

en la base del tallo, se desarrolla un bulbo y éste da lugar a las raíces primarias “verdaderas” (IICA, 1983).

Las raíces primarias presentan un aspecto liso y regular de 6 a 10 mm de diámetro, con un promedio de 5 metros de longitud. Su función principal es de asegurar el anclaje de la palma al terreno, estando su capacidad de absorción restringida por estar casi enteramente lignificadas (IICA, 1983).

La distribución y ramificación del sistema radicular se puede ver en la figura 1.

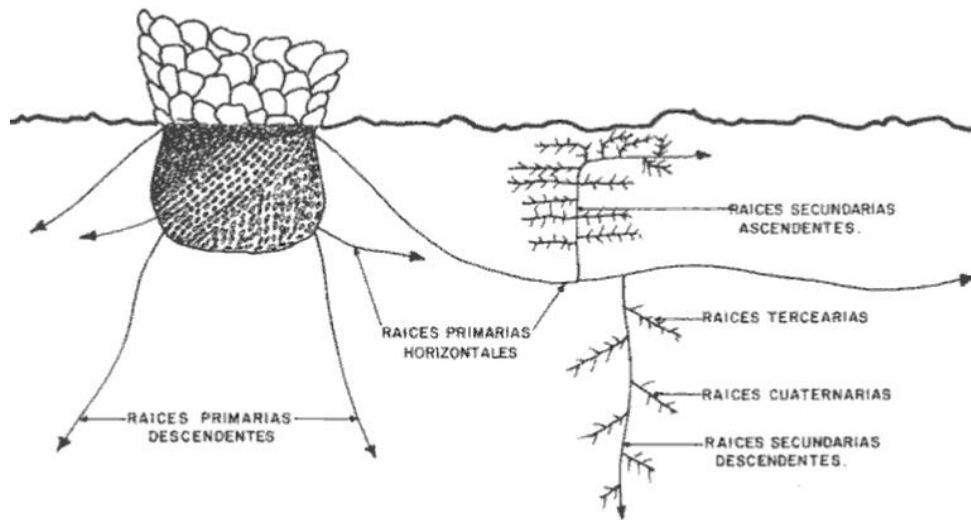


Figura 1. Representación esquemática de la distribución y ramificación del sistema radicular de la palma africana. Planta de 3 años.

Las raíces aéreas frecuentes en la palma africana se encuentran en las bases de las primeras hojas cuyas axilas están ocupadas por helechos y otras epífitas. Estas raíces son de color rojizo y presentan surcos transversales característicos.

▪ Tronco

La palma africana forma un tronco cilíndrico sin ramificaciones basales. Se diferencia notablemente hacia los 3 años de edad y presenta una tasa de crecimiento de 35 a 60

centímetros por año que varía de acuerdo con las condiciones ambientales y diferencias genéticas; puede alcanzar hasta 25 metros de altura o más, aunque en plantaciones comerciales la altura económica máxima es de 15 a 18 metros (IICA, 1983).

Básicamente el tronco está compuesto de haces vasculares de las cuales se encuentran rodeados de tejidos parenquimatosos. Posterior a la etapa de vivero, el crecimiento inicial consiste en la formación de una base ancha del tronco (bulbo) sin presentar elongación intermodal (IICA, 1983).

Este bulbo presenta la forma de cono invertido, que puede alcanzar hasta 60 centímetros de diámetro. Cuando el tronco alcanza su diámetro final se produce la formación de un tronco columnar al cual se adhieren las bases de las hojas, las cuales permanecen pegadas al tronco hasta que la palma tiene de once a quince años (IICA, 1983).

Durante esta etapa se produce la elongación de los entrenudos, razón por la cual el crecimiento del tronco es menor en diámetro (aproximadamente 40 centímetros), no obstante que el desarrollo longitudinal es más rápido.

La palma africana posee un solo punto de crecimiento vegetativo o meristemo apical, localizado en la parte central del ápice del tronco en una depresión cóncava. El ápice es cónico y se le encuentra enterrado en la corona de la palma dentro de una masa de hojas jóvenes, que incluidas las bases se le llama palmito (IICA, 1983).

El meristemo apical es el causante de la producción de primordios, foliares e inflorescencias y es también llamado estipe o estípite, en el cual se encuentra ubicado el único punto de crecimiento o meristemo apical de la palma. En el estipe se llegan a producir hasta 40 hojas al año, las funciones principales de éste son: soporte de hojas e inflorescencias, almacenamiento y transporte de agua y nutrientes, y almacenamiento de carbohidratos y minerales (Ortiz & Fernandez, 1993).

- **Hojas**

El follaje se forma a partir de los primordios foliares localizados en la parte superior del tronco del que nacen hojas e inflorescencias. Las hojas están dispuestas en dos

espirales, una que corre de derecha a izquierda, en la cual hay ocho hojas, colocadas entre la que está en la misma línea vertical, otra de izquierda a derecha, con cinco hojas intermedias (Ortiz & Fernandez, 1993).

Cada hoja madura está compuesta de un raquis, foliolos lineales y espinas. La parte proximal del raquis se ensancha en el tallo y se conoce como pecíolo y es ahí donde aparece la mayor parte de las espinas (Ortiz & Fernandez, 1993).

Al mes de haberse iniciado la germinación aparece la primera hoja. Las primeras dos y a veces tres hojas, son cilíndricas y no tienen lámina. La siguiente hoja tiene lámina lanceolada. Esta hoja se considera como la hoja número uno. Las siguientes hojas son lanceoladas y después aparecen hojas bífidias y por último pinnadas. Durante los primeros cinco a seis años en la etapa juvenil de la palma, se abren de treinta a cuarenta hojas por año. Luego por un largo período se forman solo unas veinte a veinticuatro por año antes de iniciarse la decadencia de la planta. En este cultivo la producción del follaje es de primordial importancia para determinar el rendimiento debido que a cada una de las hojas le corresponderá una inflorescencia (IICA, 1983).

Entre la formación de la yema foliar (primordio foliar) y la muerte de la hoja transcurren aproximadamente 4 años durante los cuales la hoja pasa por tres fases diferentes de crecimiento:

Una fase juvenil de 24 meses a cuya terminación la hoja no será aún más que un órgano de escaso desarrollo, encerrado en el corazón de la palma. Una fase de crecimiento rápido de cinco meses en el cual la hoja pasa de unos pocos centímetros a cinco o seis metros, caracterizada por el llamado “estado de flecha”, constituida por el raquis y los foliolos, estrechamente apretados contra éste.

Finalmente la fase adulta, en la cual la hoja se abre y suele durar unos veinte meses.

La forma como se ordenan las hojas de la palma se conoce como filotaxia. La hoja que se encuentra completamente abierta se identifica como la hoja +1, y la hoja siguiente más joven, como la hoja 0 (cogollo), según se muestra en la figura 2.

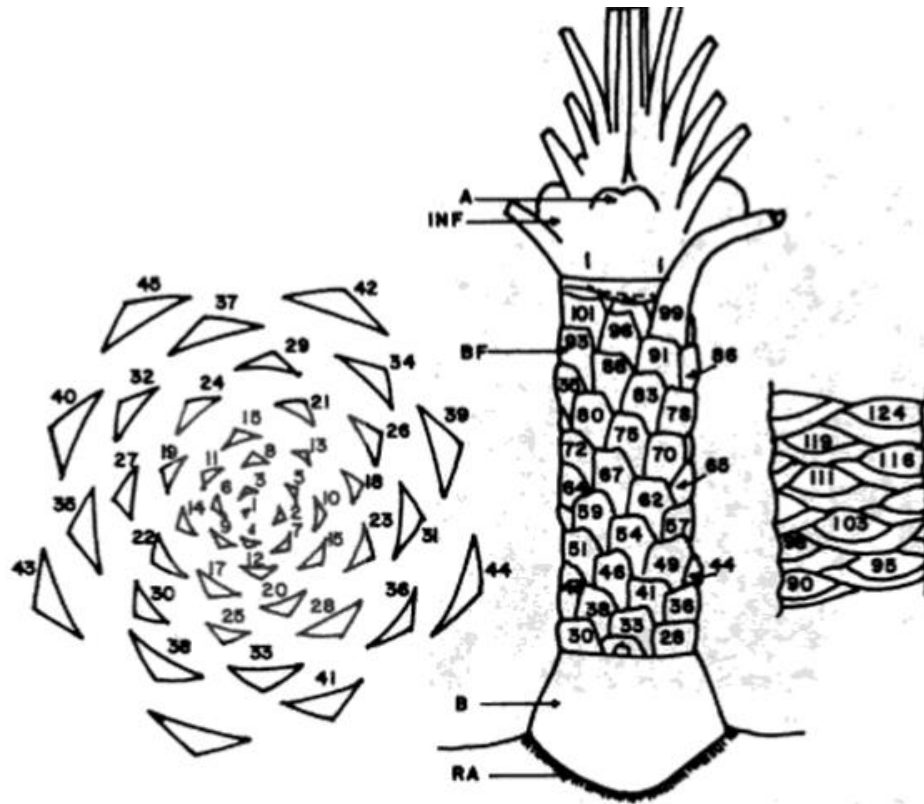


Figura 2. Filotaxia de la palma aceitera mostrando el arreglo de sus hojas. (PRONAGRO, 2013)

▪ Inflorescencia

La palma africana es una especie alógama, monoica, con inflorescencias axilares unisexuales. Las primeras inflorescencias aparecen aproximadamente a los dos años y a partir de esa edad hay una inflorescencia por cada hoja que se abre; produce inflorescencias de uno y de otro sexo por períodos alternados, variando los períodos desde pocos meses a dos años. Sin embargo el número de inflorescencias formado por una planta es bastante constante de período a período (IICA, 1983).

Los períodos de sexualidad son diferentes de una planta a otra, lo que asegura la posibilidad de una fertilización constante dentro de un grupo de palmeras comerciales.

La inflorescencia pistilada (figura 3), es un racimo globoso que alcanza generalmente una longitud de 30 centímetros, cubierta al principio por dos espatas coriáceas y protegida en la base por cinco a diez brácteas duras y puntiagudas que llegan a medir hasta 15 centímetros de largo. El racimo puede ser de varias formas. Por lo general, es ovoide y posee un tamaño promedio de 35 cm de ancho por 50 cm de largo. El número de frutos producido en cada racimo varía con la edad y con el material genético. Su peso puede variar de 2 a 3 kg en palmas jóvenes y alcanzar hasta 100 kg por racimo en adultas. El racimo está compuesto de un raquis central, espiguillas, frutas normales y frutas sin aceite (Ortiz & Fernandez, 1993).



Figura 3. Inflorescencia pistilada (Gil, 1995)

- **El fruto**

El fruto de la palma africana es una drupa sésil, ovoide cuyo color externo cambia de acuerdo al cultivar. Es de color verdoso o negro rojizo en la parte superior; la inferior es siempre amarilla. El exocarpio es liso, duro y brillante. El mesocarpio es una masa amarillenta de parénquima rico en aceite, cruzado por fibras y haces vasculares. Contiene de un 45 a 50% de su peso en aceite, un 15 a 20% de fibras y solubilizadas en agua, albúminas, materias pécticas, azúcares y sales. El endocarpio (cáscara) protege

la almendra la cual consta de capas de endospermo aceitoso. La consistencia y grosor del endocarpio es una característica varietal: Si éste es grueso (más de 2 mm) se denomina Dura; si es delgado (menos de 2 mm) se denomina Tenera, y si carece de cáscara se denomina Pisífera (figura 4) (IICA, 1983).

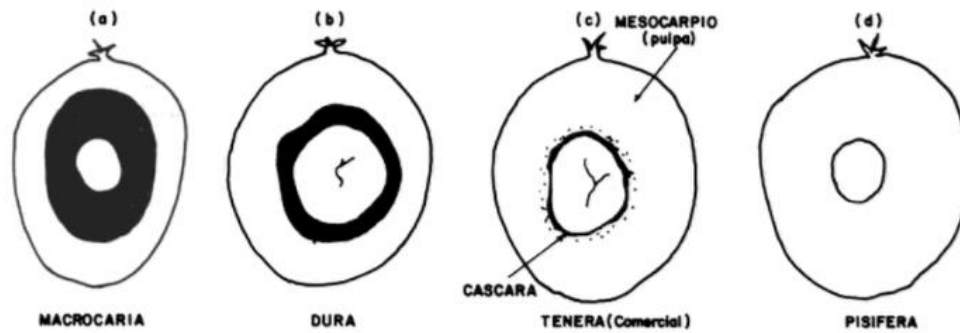


Figura 4. Tipos de frutos de palma africana (cortes transversales) (PRONAGRO, 2013).

▪ Polinización

La palma presenta una polinización principalmente entomofilia. Siendo los insectos polinizadores más importantes en Centroamérica el *Elaeidobius kamerunicus* (Curculionidae) y *Mystrops costarricensis* (Nitidulidae) (Ortiz & Fernandez, 1993).

2.1.6 Índices morfológicos

▪ Relación parte aérea-parte radical

La relación parte aérea/raíz se expresa con base en el peso seco de ambas partes y establece el balance entre el consumo de agua por el follaje y la capacidad de absorción por parte de la raíz; se recomienda que el cociente no sea mayor a 2.5; según este índice, la mejor calidad de planta será la correspondiente a una menor parte aérea en relación con la raíz; de esta manera se garantiza una mayor supervivencia en campo ya que se evita que la transpiración de la planta exceda a su absorción de agua (Thompson, 1985).

- **Índice de esbeltez**

La relación entre la altura y el diámetro de una planta permite evaluar su resistencia física durante las operaciones de plantación y su resistencia al efecto mecánico por el viento, Soriano (2011) propone un índice no mayor de seis, ya que los valores bajos están asociados con una mejor calidad de planta.

- **Índice de calidad**

Este índice, propuesto por Dickson (1960), se genera de mediciones que involucran biomasa, relación parte aérea/raíz, altura y diámetro. Valores altos se relacionan con una mejor calidad de planta (Thompson, 1985).

2.1.7 Vivero de palma de aceite

La selección de un buen material de siembra es un factor que coadyuva al éxito futuro en la explotación comercial de palma africana. Actualmente el uso de semilla Tenera, es lo más indicado por su mayor producción de aceite por hectárea y menor tasa de crecimiento en comparación con otros tipos de materiales existentes (IICA, 1983).

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.

El terreno seleccionado para ubicar el vivero no debe mostrar diferencias marcadas de nivel. Asimismo el área debe ser suficiente amplia para alojar el número de plántulas planificado y contar con fuentes de agua próximas y facilidades de acceso a través de todo el año. La consideración angular del vivero es la programación de actividades, considerando épocas de siembra, transporte, materiales y otros, con al menos 6 meses de anticipación al arribo de la semilla.

La estadía de las plántulas en el vivero es de 12-14 meses, período que refleja la imperiosa necesidad de una planificación, programación y preparación minuciosa del vivero. En algunas ocasiones se justifica el establecimiento de previveros (bolsas de

15X23 cm X 0.15 mm de grosor), especialmente si el material es genéticamente valioso (IICA, 1983).

Las bolsas de vivero suelen ser de polietileno negro con 50 perforaciones como mínimo. Es necesario disponer de bolsas perforadas de mayor tamaño para reembolsar las bolsas originales deterioradas. Además, un 2% de la semilla debe ser sembrada en bolsas grandes para el programa de resiembra (IICA, 1983).

Para llenar las bolsas el suelo debe reunir excelentes características físicas con el propósito de facilitar el drenaje y permitir un crecimiento radicular óptimo.

Los viveros son muy importantes porque representan la primera fase del cultivo de la palma. 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.

El objetivo del vivero de palma africana es producir plántulas de alta calidad, que deben estar disponibles cuando se han completado las actividades de preparación del sitio de siembra definitivo (Rankine & Fairhust, 1998).

- **Importancia de la ubicación del vivero**

La elección del emplazamiento del vivero debe procurarse por las ventajas en su manejo, como son: la proximidad de una fuente de agua limpia para asegurar el empleo de un sistema de riego, el terreno debe ser de topografía plana y un tanto elevado para evitar inundaciones, debe proveerse de un buen sistema de drenaje para evacuar aguas excedentes de lluvia y de riego, además debe estar cerca de las áreas donde se va a realizar la siembra en campo definitivo (Quesada, 2010).

- **Dimensiones del vivero**

El área del vivero y el área de la plantación definitiva, están en una relación que depende de la densidad de siembra; así, para sembrar 100 ha con una densidad de 143 plantas por ha, se utilizará una hectárea de vivero; para la misma superficie, con densidad de 162 plantas por ha, se precisarán de 1.2 ha de vivero (Quesada, 2010).

- **Tipos de vivero de palma de aceite**

Existen dos tipos de vivero en palma africana, entre los que podemos mencionar: de una etapa y de dos etapas.

- **Vivero de una etapa**

Este tipo de vivero consiste en sembrar las semillas pregerminadas directamente en las fundas que ya han sido preparadas y ordenadas en el campo (vivero principal), ahí permanecerán entre 10 a 18 meses.

Las ventajas que se pueden tener en viveros de este tipo son: menos manipuleo de las plántulas, se evita el estrés de trasplante, menos recursos debido a que no se requiere el trasplante del pre-vivero y no se requiere infraestructura y equipo de pre-vivero (Rankine & Fairhurst, 1998).

Las desventajas de este tipo de vivero son: requiere de una superficie más grande para la producción de una cantidad dada de plántulas (plántulas/ha/año) y cada grupo de plántulas estará por más tiempo en el vivero, se necesita más recursos para el riego (materiales, equipo y mano de obra) y una mayor cantidad de agua, una falla en el riego puede resultar en una pérdida apreciable de plántulas, esto no sucede en pre-vivero donde, si es necesario, se puede hacer riego manual durante el periodo más crítico que se presenta durante las cuatro semanas inmediatamente después de la siembra, la selección toma más tiempo y se dificulta por la cantidad de plántulas por unidad de área y cada plántula debe estar bajo sombra hasta la cuarta hoja (Rankine & Fairhurst, 1998).

- **Vivero de dos etapas**

Esta variación de vivero consta de dos etapas; etapa de previvero y etapa de vivero principal.

- **Pre vivero**

Los previveros son usados por convicción del productor o, en algunos casos, por fallas en la programación de las labores que generan problemas, tales como la falta de bolsas para el vivero principal, carencia de suelo para llenado de bolsas, falta de equipo de riego, poca disponibilidad de mano de obra, etc. (Ortiz & Fernandez, 1993).

En el establecimiento de previveros pueden utilizarse bolsas de polietileno de 15x13 cm las que se agrupan en camas de 1.2 m de ancho para facilitar labores de combate de malezas, plagas y enfermedades, riego y prácticas de selección de plantas anormales. El suelo de llenado de bolsas debe ser similar al que sutiliza en el vivero principal. Es preferible que sea de textura franca a franco arenosa, con altos contenidos de materia orgánica y nutriente; que no haya sido sometido a aplicaciones constantes de agroquímicos, que esté libre de raíces o residuos de plantas sin descomponer y de cualquier tipo de malezas (Ortiz & Fernandez, 1993).

Otro factor importante es la colocación de algún tipo de sombra que proteja las plántulas de la incidencia directa de los rayos del sol, durante los dos o tres primeros meses. Dependiendo de las posibilidades del productor, en el previvero puede utilizarse, para producir sombra, el sarán o, simplemente, puede construirse una estructura de 2 m de altura, con hojas de palmas nativas que permita el paso de un 60% de luz solar. Esta estructura debe removerse en un 50% dos semanas antes del trasplante al vivero principal y la restante, ocho días antes, con el propósito de reducir el impacto que sufren las plantitas a la hora de exponerse directamente a los rayos del sol en el vivero (Ortiz & Fernandez, 1993).

Antes de trasplantar las plántulas al vivero principal, debe hacerse una selección para eliminar aquellas plántulas anormales tales como, plantas con hojas alargadas (hojas tipo zacate), hojas corrugadas o cualquier otro tipo de problemas. Las plantas para ser

trasplantadas al vivero principal, no deben permanecer más de tres meses en el previvero, período en el cual deben alcanzar un máximo de tres hojas (Ortiz & Fernandez, 1993).

▪ **Vivero principal**

El vivero principal consiste en la siembra directa de las semillas germinadas o trasplante de plántulas provenientes de previvero, esto se realiza en bolsas de polietileno negro cuyo tamaño es de 40x53 cm con perforaciones en la parte intermedia e inferior para facilitar el drenaje y la aireación de las raíces. Si se realiza siembra directa de las semillas a las bolsas de vivero, deben mantenerse los mismos cuidados en el momento de la siembra que cuando se tienen cuando se prepara el previvero, tanto en la orientación del embrión como en la profundidad de siembra. Si se trata de plántulas provenientes del previvero, es muy importante, al momento de llevar a cabo el trasplante, mantener una alta supervisión para reducir el estrés que pueden sufrir las plantas. Es necesario perfora un hoy en el centro del suelo contenido en la bolsa grande, que sea de mayor dimensión que el adobe que proviene del previvero. Se elimina cuidadosamente la bolsa de previvero para evitar la destrucción del adobe y se introduce en el hoy, luego se rellena con suelo y se compacta suavemente para evitar la formación de bolsas de aires. Es conveniente que el suelo de la bolsa de vivero esté húmedo cuando se efectúa la siembra (Ortiz & Fernandez, 1993).

Además, es recomendable dejar un espacio de 5 cm en la parte superior de la bolsa sin llenar, para colocar una cobertura o "mulch". Luego se hace un doblez en la parte superior de la bolsa para brindarle mayor resistencia y evitar así el estancamiento superficial de agua y su rompimiento (Ortiz & Fernandez, 1993).

En este sistema de vivero, es necesario preparar con antelación toda la infraestructura necesaria. Las bolsas deben estar llenas de suelo, preferiblemente alineadas y además, el equipo de riego debe estar debidamente instalado (Ortiz & Fernandez, 1993).

Si el vivero está programado para sembrarlo a los 12 mese de edad, el distanciamiento entre bolsas puede ser de 90 cm entre plantas en forma triangular (tres bolillo). Si van a

permanecer en el vivero por más tiempo, es recomendable alinear a 1.2 m para evitar la competencia entre plantas por luz y agua (Ortiz & Fernandez, 1993).

2.2 ENVASES DE PREVIVERO

2.2.1 Bolsas de polietileno

Son considerablemente menos costosas que los recipientes rígidos de metal o plástico y parecen ser satisfactorias, sin embargo algunos tipos se deterioran con rapidez.

Es importante recordar que el tamaño de bolsa está en función del tiempo que durará la etapa de vivero, pues a mayor tiempo la planta crecerá más necesitando más volumen de sustrato (González, 2001).

2.2.2 Tubetes

Es un cono de polipropileno negro grisáceo de 13 cm de altura y 150 cm³ de capacidad, con estrías internas a lo largo del tubo y abierto en la parte inferior. Su peso es de 22 gramos aproximadamente. Las estrías sirven para orientar las raíces hacia abajo y facilitan la separación del "pilón" de las paredes del "cono" cuando se trasplanta. La abertura inferior detiene el crecimiento de las raíces ya que, una vez que éstas llegan a la entrada de luz "suspende" su crecimiento produciéndose una especie de "fotópoda", que incrementa el volumen radicular. El orificio superior está rodeado por una "pestaña" o borde que sirve para que el "tubete" sea suspendido en estructuras o "camas" en forma de cuadrículas, así se evita la infestación del sustrato ya tratado (González, 2001).

Los tubetes deben colocarse sobre una cuadrícula de metal (malla metálica de 1.5 metros de ancho) sobre una armazón (metálica o madera) que la mantenga suspendida a 1.0 metros sobre el nivel del suelo, esto con el objetivo de facilitar al personal el trabajo y brindar un ambiente más limpio y libre de hongos que se encuentran en el suelo (González, 2001).

El llenado de los tubetes se debe tenerse ciertos cuidados como estar un poco húmedo para evitar el polvo, se debe de tener el cuidado de no dejar vacíos en el tubete para evitar cámaras de aire (González, 2001).

2.3 SUSTRATOS PARA PREVIVERO

2.3.1 Suelo

El suelo es la capa superficial del núcleo terrestre, biológicamente activa, que tiende a desarrollarse en la superficie de las rocas emergidas por la influencia de la intemperie y los seres vivos. En otras palabras, suelo es la parte máxima de penetración de las raíces vegetales, comúnmente suelo es sinonimia de tierra, nombre utilizado normalmente por las personas. González (2001), menciona que el suelo está formado por materiales sólidos, líquidos y gaseosos. Un factor importante es la cantidad de partículas desde las muy pequeñas como la arcilla, la cual es donde se absorben los nutrientes que luego son extraídos por la planta. También las arenas, ya que son parte importante para la aireación y drenaje del suelo. Este tipo de sustrato es utilizado para el llenado de bolsas de previvero y vivero de palma de aceite.

2.3.2 Peat Moss

Es una turba o sedimento natural de tipo fitógeno, poroso, no consolidado, constituido por materia orgánica originada por la descomposición incompleta de restos vegetales (*Sphagnum* sp), carentes de aire, acumulados en un ambiente altamente saturado de agua. Son parte de ecosistemas (húmedales). Este tipo de sustrato es utilizado en el llenado de tubetes para el previvero de palma de aceite.

III. CONTEXTO

El tubete en los pre viveros de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) se ha vuelto una herramienta importante en la producción de plántulas. Esta herramienta, que se ha implementado en muchas empresas, ha venido a incrementar la eficiencia en labores culturales y ha bajado los índices de descarte al momento del trasplante a vivero.

La presente investigación se llevó a cabo en la finca Guamerun, Sayaxché, Petén, situada a 403 kilómetros de la ciudad capital, sus coordenadas geográficas son latitud Norte 16 22.476 grados, y su longitud Oeste 90 02.003 grados, y una altitud de 129 msnm.



Figura 5. Ubicación geográfica del área experimental (Finca Guamerun) (Google, 2018).

Sayaxché es considerado un municipio de cuarta categoría (no supera los 20,000 habitantes y no cuenta con infraestructura municipal). Su cabecera municipal se ubica a 65 kilómetros de la cabecera departamental (Flores, Petén), su extensión territorial es de 3,904 kilómetros cuadrados. La mayor parte del territorio se encuentra entre los 100 y los 150 msnm. Es una vasta llanura pantanosa y plana, apenas interrumpida por algunas montañas que se levantan en la zona de Petexbatun y la colindancia con Alta Verapaz. Sus zonas de vida están clasificadas como bosque muy húmedo subtropical cálido y

húmedo tropical cálido. El uso de la tierra en su mayoría está dado por la agricultura, ganadería y agroforestería.

El vivero implementado en finca Guamerun funciona desde el año 2007 y se tiene previsto realizar actividades e implementar más viveros en los siguientes seis años. El previvero tiene capacidad para 110,000 plantas en bolsa de polietileno de 10x20 cm ó 60,000 en tubete, y en la etapa de vivero se tiene capacidad para 90,000 plantas.

La adopción de la nueva forma de producir plantas en finca Guamerun a través de tubetes, es debido a los beneficios que ésta tecnología aporta a la producción de plantas de palma africana. Las ventajas de esta técnica son reducir: costos, al disminuir el espacio, tiempo, volumen de sustrato, fertilizantes, pesticidas, agua, mano de obra, para el transporte y transplante; además ofrece la oportunidad de obtener plantas libres de nemátodos, ya que el tratamiento del sustrato se facilita, debido al poco volumen que se usa.

IV. JUSTIFICACION

El cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) ha venido incrementando su importancia a nivel nacional. Según la Gremial de Palmicultores de Guatemala (2008), en Guatemala se cuenta con una área potencial agrícola de 6,327,745.19 hectáreas, siendo el área potencial para el cultivo de palma de aceite 743,400 hectáreas. Para el año 2008 se contaba con 60,000 hectáreas sembradas de palma africana, siendo un 8.07% del área total potencial para el cultivo.

El rápido crecimiento de área sembrada con palma de aceite ha llevado a mejorar y buscar nuevas tecnologías de propagación, establecimiento y producción. Por tal razón se ha venido dando un cambio en la forma de producir plántulas en previvero en las empresas que manejan este cultivo.

La importancia de establecer plantaciones de calidad se debe a que su vida productiva llega a sobrepasar los 25 años, de ahí la importancia de producir plantas sanas desde las primeras etapas (previvero y vivero).

Las ventajas del uso del “tubete” sobre la bolsa de polietileno son: el aumento en la eficiencia de la mano de obra, reduce las cantidades de insumos usados, las raíces al estar sujetas a una poda por aire tienden a ramificarse y producir un sistema más denso, reduce la incidencia de enfermedades por estar suspendido en el aire, así evita el contacto con el suelo.

Las desventajas del uso del “tubete” sobre la bolsa de polietileno son: el alto costo de la inversión inicial (estructura para soporte y el tubete mismo), por ser tecnología nueva en el cultivo de la palma se tiene poca información del desempeño en campo y en la vida útil del cultivo, aunque en lo que se ha podido observar en el periodo de vivero no hay ninguna diferencia en desarrollo entre los dos sistemas.

Cabe mencionar que con respecto a la inversión de compra del tubete se justifica con la oportunidad de usarlo varias veces, en cambio la bolsa tradicional tiene un solo uso; además con ésta tecnología se evita la contaminación en el campo, ya que no quedan residuos de bolsas plásticas.

El cambio a producir plantas de previvero en tubete se ha venido dando desde hace algunos años y no se cuenta con información pública necesaria para el manejo de este tipo de tecnología. Por tal razón se plantea este estudio de caso para dejar documentada la implementación de dicha tecnología.

V. OBJETIVOS

5.1 GENERAL

Documentar los resultados obtenidos al utilizar la tecnología de tubete en la producción de plántulas en previvero de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.), finca El Guamerun, Sayaxché, periodo 2008-2009.

5.2 ESPECÍFICOS

Comparar el desarrollo radicular de la plántula de palma africana al utilizar la tecnología de tubete y bolsa de polietileno.

Determinar las diferencias en el desarrollo aéreo de la plántula de palma africana al utilizar la tecnología de tubete y bolsa de polietileno.

Determinar el índice de calidad de la plántula de palma africana al utilizar la tecnología de tubete y bolsa de polietileno.

Determinar costos de producción al utilizar la tecnología de tubete y bolsa de polietileno

VI. HIPÓTESIS

Al menos uno de los tratamientos a evaluar mostrará diferencia significativa en el desarrollo radicular de la plántula de palma africana.

Al menos uno de los tratamientos a evaluar mostrará diferencia significativa en el desarrollo aéreo de la plántula de palma africana.

Al menos uno de los tratamientos a evaluar mostrará diferencia significativa en el índice de calidad de la plántula de palma africana.

VII. METODOLOGÍA

7.1 PROCEDIMIENTOS Y DISEÑO DE INSTRUMENTOS

La investigación que se realizó fue de tipo Ex Post Factum (después del hecho) Longitudinal (en un periodo de tiempo) y como técnica se utilizó la investigación documental y la observación, utilizando el método inductivo para generar proposiciones teóricas e hipótesis que servirán de base para futuras investigaciones en las actividades y labores del previvero en el cultivo de palma africana. Se obtuvo el apoyo del personal de investigación y desarrollo agrícola quienes realizaron esta investigación e implementaron la nueva tecnología.

Como instrumentos se utilizaron cuadros comparativos elaborados en Excel para registrar los resultados obtenidos de los informes de investigaciones realizadas por parte del personal de la empresa. También se utilizó la técnica de entrevistas no estructuradas con puntos de agenda a tratar mediante una guía (ver anexo), la entrevista fue dirigida a técnicos, administrador, jefes de campo y supervisores.

7.2 PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se procedió a recopilar los registros de los datos contemplados en las variables planteadas al periodo en que se evaluó la tecnología del tubete comparándola con la bolsa de polietileno durante los años 2008-2009.

Se realizaron entrevistas a un técnico especialista en producción de cultivo de palma africana, quien tiene experiencia en la producción de plántulas utilizando la tecnología del tubete. La revisión de información con asesor se hizo mediante la presentación de los avances con los informes quincenales y mensuales de las actividades realizadas.

En el presente estudio de caso se analizó el desarrollo radicular, las diferencias entre el desarrollo foliar y las ventajas en cuanto a manejo agronómico entre una tecnología y otra. En ambas tecnologías se determinó la cantidad y el largo de raíces presentadas,

clasificándolas en laterales y primarias; se cuantificó la cantidad y largo de las hojas. Se determinó cual fue el tratamiento que presentó mejores resultados.

7.3 VARIABLES DE ESTUDIO

7.3.1 Atributos morfológicos

Los atributos morfológicos evalúan el grado de desarrollo y equilibrio de la planta. En la investigación se midieron los siguientes:

- **Altura de la planta**

La longitud de la parte aérea, está constituida desde el cuello de la raíz, hasta la base de la yema terminal. La altura es un indicador del grado de desarrollo de la parte aérea, por lo que presenta fuertes correlaciones con el número de hojas y con la superficie foliar, que determinan los procesos fotosintéticos y de transpiración (Thompson, 1985).

- **Peso seco de la parte aérea**

El peso seco constituye una medida del desarrollo alcanzado por la planta en determinada etapa de desarrollo. Para obtener el peso seco se procedió a introducir las plantas en un horno de secado a una temperatura de 70 °C, durante un período de 72 horas.

- **Longitud de la raíz**

Lo constituye el largo de las raíces primarias, desde la base del cuello de la raíz.

- **Peso seco del sistema radicular**

Desde el punto de vista descriptivo, un sistema radical de calidad sería aquel que, tras unos años después de la plantación, hubiera adquirido una arquitectura similar al de una planta desarrollada espontáneamente. De forma cuantitativa el grado de desarrollo de las raíces puede medirse en peso seco, siendo un indicador de la capacidad absorbente de la planta. Al igual como se obtuvo el peso seco de la parte aérea, el peso seco del sistema radicular se obtuvo introduciendo en un horno de secado a una temperatura de 70 °C, durante un período de 72 horas.

7.3.2 Índices morfológicos

- **Relación parte aérea/parte radical**

Es el balance entre la parte transpirante y la parte absorbente, y se calcula habitualmente a partir de la relación de los pesos secos de cada una de las partes (Gil, 1997).

- **Cociente de esbeltez**

Es la relación entre la altura de la planta (en cm) y su diámetro (en mm), siendo un indicador de la densidad del cultivo (Thompson, 1985).

- **Índice de calidad de Dickson**

Este índice integra los resultados de las variables anteriores y se calculó con base en el promedio total de las observaciones. Este índice se ha empleado con éxito para predecir el comportamiento en campo de varias especies (Dickson, 1960).

La variable índice de calidad se analizó para ambas tecnologías con base en la siguiente expresión matemática:

$$QI = \frac{\text{Peso total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco parte aérea (g)}}{\text{Peso seco sistema radical (g)}}}$$

7.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Los resultados de las variables en estudio en ambas tecnologías, fueron analizadas a través de una prueba t de Student para muestras independientes con un nivel de significancia del 5%, y además se presentan comparaciones gráficas entre las variables. Los resultados se sometieron a discusión con el fin de determinar cuál es la tecnología más adecuada.

7.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se describieron los costos que implicaron la implementación de cada tratamiento para una producción de 10,000 plantas en etapa de previvero, para ello se contabilizaron y se registraron cada una de las actividades y sus respectivos costos y así obtener el costo por planta. Se elaboró un presupuesto parcial, considerando solo aquellos rubros que varían entre los tratamientos.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 INTERVENCIÓN

Debido a que la empresa cada año incrementa su área de cultivo con palma, se decidió implementar la tecnología del tubete en la propagación de plantas en pre vivero para mejorar la calidad de las plántulas antes de ser llevadas al vivero y facilitar la labor, el establecimiento y la producción. El proceso de intervención inició en la temporada 2008, cuando los proveedores agrícolas recomendaron montar un ensayo para evaluar el uso del tubete en la propagación de plántulas de palma africana, según ellos ya habían tenido experiencia en otras fincas y con excelentes resultados. El gerente de campo autorizó la compra y se llevó a cabo el ensayo.

En la empresa fue necesario capacitar al personal responsable de la labor, supervisores, caporales y el personal que directamente realiza la actividad de siembra en el pre vivero. La empresa proveedora de los tubetes proporcionó las capacitaciones, las cuales consistieron en una clase magistral en donde se describieron las ventajas de la tecnología y otra reunión realizada en el área de pre vivero en donde se mostró la forma correcta de utilizar los tubetes. Se capacitó en total a 25 personas.

Actualmente se utilizan ambas tecnologías, la de tubete y bolsas de polietileno, pero poco a poco la nueva tecnología ha demostrado sus ventajas y el beneficio que aporta a la producción de plántulas de palma. En la empresa se ha tenido el cuidado de que el suelo utilizado en la propagación de plantas en pre vivero reúna las condiciones físicas óptimas que permitan facilitar el drenaje y un excelente crecimiento radicular. Con tres meses de anticipación, se envían las muestras al laboratorio de análisis de suelos para determinar necesidades de fertilización.

Una vez preparado el suelo se procede a llenar los tubetes dejando 2 centímetros de borde.

En la oficina de campo se llevan registros de las características morfológicas de las plántulas como por ejemplo: altura de la planta, longitud de raíz, peso seco de raíz, etc., esta labor es inspeccionada por el técnico agrícola de la empresa.

8.2 RESULTADOS DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

Cada variable de estudio se analizó a través de una comparación de 50 muestras de cada tratamiento elegidas al azar en etapa de previvero y fueron sometidas a una prueba t de Student para medias independientes.

8.2.1 Atributos morfológicos

▪ Altura de la planta (metros)

Los datos obtenidos al medir la variable altura de la planta (metros) en la comparación de la tecnología de tubete y bolsa de polietileno sometidos a una prueba t de Student para medias independientes, se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Prueba t de Student para la variable altura de la planta (metros), en la introducción de tecnología de tubete en la producción de plántulas en pre vivero de palma africana.

	TUBETE	BOLSA
Media	0,239708	0,237374
Varianza	0,00088038	0,00067462
No. de muestras (observaciones)	50	50
Coefficiente de correlación de Pearson	0,04091287	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	49	
Estadístico t	0,42727802	
P(T<=t) dos colas	0,67104865	
Valor crítico de t (dos colas)	2,00957524	

Según el cuadro 1, los resultados obtenidos en la muestra t de Student, indican que no existe diferencia estadística significativa al utilizar ambas tecnologías.

- **Peso seco de la parte aérea (kilogramos)**

Los resultados obtenidos para determinar la variable peso seco de la parte aérea, en la comparación de dos tecnologías, tubete y bolsa de polietileno se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Prueba t de Student para la variable peso seco de la parte aérea (kilogramos), en la introducción de tecnología de tubete en la producción de plántulas en pre vivero de palma africana.

	TUBETE	BOLSA
Media	0,00218402	0,00166574
Varianza	0,0000004	0,0000001
No. de muestras (observaciones)	50	50
Coefficiente de correlación de Pearson	0,02728665	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	49	
Estadístico t	5,34436943	
P(T<=t) dos colas	0,0000024	
Valor crítico de t (dos colas)	2,00957524	

Los resultados presentados en el cuadro 2, indican que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Los datos obtenidos al utilizar el tubete tienen una media de 0.0022 kilogramos, esto es superior a lo obtenido al utilizar la bolsa de polietileno con una media de 0.0017; la Figura 6 muestra que en la mayoría de datos el tubete fue superior a los datos obtenidos en la bolsa de polietileno.

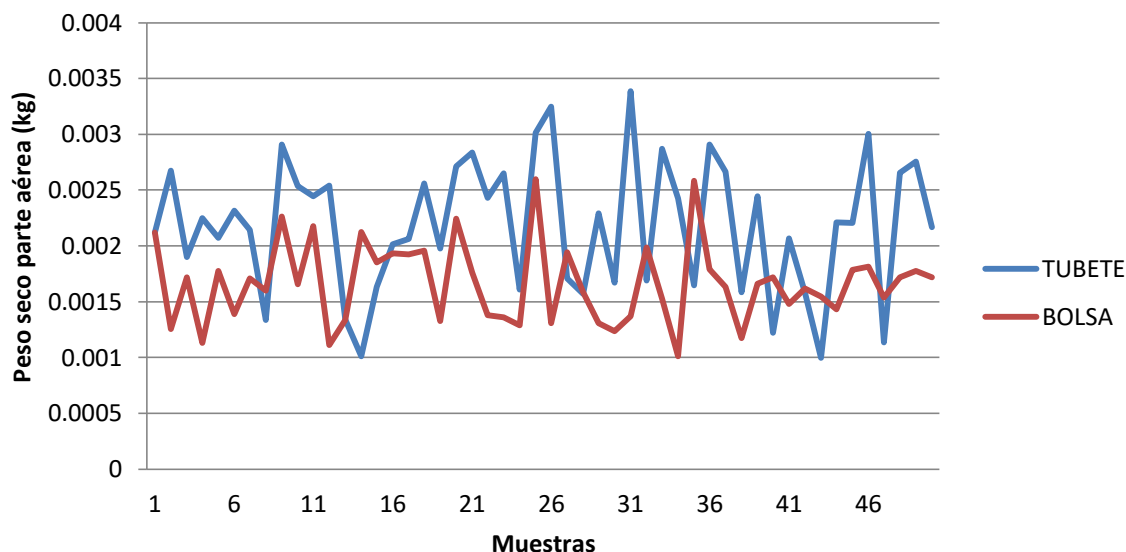


Figura 6. Peso seco de la parte aérea (kilogramos), en la introducción de tecnología de tubete en la producción de plántulas en pre vivero de palma africana.

▪ **Longitud radicular (centímetros)**

La variable Longitud radicular se determinó en base a la longitud de las raíces primarias de las plántulas, los resultados obtenidos en ambas tecnologías se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Prueba t de Student para la variable longitud radicular (metros), en la introducción de tecnología de tubete en la producción de plántulas en pre vivero de palma africana.

	TUBETE	BOLSA
Media	0,73858	0,4531
Varianza	0,029767963	0,00824997
No. de muestras (observaciones)	50	50
Coefficiente de correlación de Pearson	-0,008614429	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	49	
Estadístico t	10,31643763	
P(T<=t) dos colas	0,000000000000071	
Valor crítico de t (dos colas)	2,009575237	

Según los resultados obtenidos en la prueba t de Student (Cuadro 3), la comparación de medias entre la tecnología de tubete y la bolsa de polietileno muestra que existe diferencia estadística altamente significativa.

En la figura 7 se muestra que la mayoría de datos obtenidos al utilizar el tubete (media 0.74 m) fue superior a los obtenidos de utilizar la bolsa de polietileno (media 0.45 m).

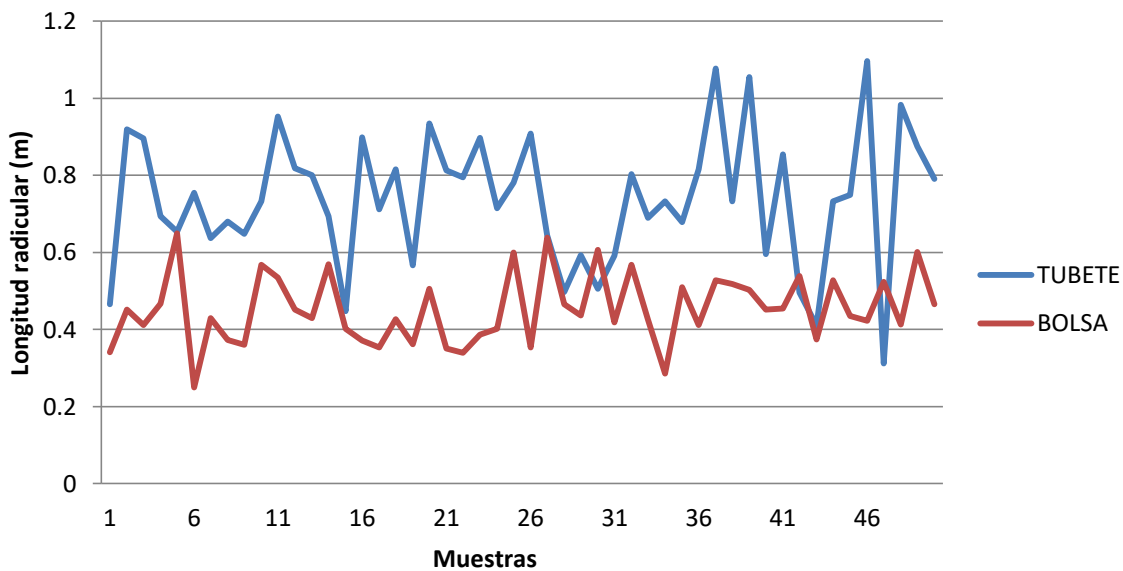


Figura 7. Longitud radicular (metros), en la introducción de tecnología de tubete en la producción de plántulas en pre vivero de palma africana.

▪ **Peso seco del sistema radicular (gramos)**

Los resultados al comparar la variable Peso seco del sistema radicular al utilizar la tecnología de tubete con la bolsa de polietileno en el cultivo de palma africana, se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Prueba t de Student para la variable peso seco del sistema radicular (kilogramos), en la introducción de tecnología de tubete en la producción de plántulas en pre vivero de palma africana.

	TUBETE	BOLSA
Media	0,00074242	0,00059716
Varianza	0,00000006514	0,00000002515
No. De muestras (observaciones)	50	50
Coefficiente de correlación de Pearson	-0,152400086	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	49	
Estadístico t	3,206183442	
P(T<=t) dos colas	0,002369673	
Valor crítico de t (dos colas)	2,009575237	

Según el cuadro 4, existe diferencia estadística significativa para la variable peso seco del sistema radicular al comparar la tecnología de tubete y la bolsa de polietileno, al utilizar el tubete se obtuvo una media de 0.00074 kilogramos, superior a la obtenida de utilizar la bolsa de polietileno 0.00060 gramos.

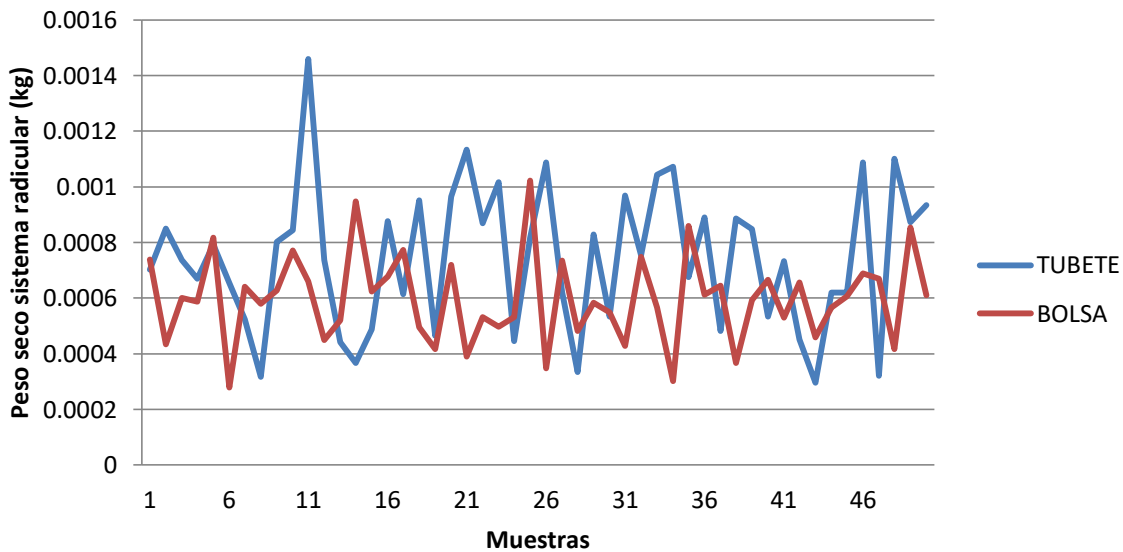


Figura 8. Peso seco del sistema radicular (gramos), en la introducción de tecnología de tubete en la producción de plántulas en pre vivero de palma africana.

La figura 8 muestra una comparación entre los resultados obtenidos al medir la variable peso seco del sistema radicular (kilogramos) en la comparación de la tecnología de tubete

y bolsa de polietileno, en la cual se puede observar que los datos al utilizar el tubete son superiores al utilizar la bolsa de polietileno. La tecnología del tubete presenta plantas con mayor sistema radicular y esto representa mayores puntos de crecimiento y mayor posibilidad para la planta de explorar el suelo para captar agua y nutrientes.

8.2.2 Índices morfológicos

Para calcular los índices morfológicos (relación parte aérea-parte radical, índice de esbeltez e índice de calidad), se tomó como base los promedios totales de los atributos morfológicos en todas las observaciones, los resultados se muestran en el cuadro 5.

- **Relación parte aérea/parte radical**

La comparación entre los resultados de la variable Relación parte aérea/parte radical al utilizar la tecnología de tubete con la bolsa de polietileno en el cultivo de palma africana, se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Prueba t de Student para la variable Relación parte aérea/parte radical, en la introducción de tecnología de tubete en la producción de plántulas en pre vivero de palma africana.

	TUBETE	BOLSA
Media	2.943137829	2.791038953
Varianza	0,808797678	0,371747815
No. De muestras (observaciones)	50	50
Coefficiente de correlación de Pearson	-0,185499847	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	49	
Estadístico t	1.684309748	
P(T<=t) dos colas	0,156434022	
Valor crítico de t (dos colas)	2,000075241	

Según los resultados en el cuadro anterior no existe diferencia significativa para la variable Relación parte aérea/ parte radical, sin embargo, se observa una mayor relación parte aérea-parte radical al utilizar el tubete (2.943) comparado con la bolsa de polietileno (2.791).

▪ **Cociente de esbeltez**

Los datos obtenidos en la variable Cociente de esbeltez fueron sometidos a una comparación estadística, los resultados se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Prueba t de Student para la variable Cociente de esbeltez, en la introducción de tecnología de tubete en la producción de plántulas en pre vivero de palma africana.

	TUBETE	BOLSA
Media	2.637127829	2.688108953
Varianza	0,485387654	0,894564833
No. De muestras (observaciones)	50	50
Coefficiente de correlación de Pearson	-0,148679247	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	49	
Estadístico t	1.664879948	
P(T<=t) dos colas	0,185241022	
Valor crítico de t (dos colas)	2,431075883	

Según el cuadro 6, no existe diferencia significativa cuanto al cociente de esbeltez; las plantas en tubetes alcanzaron un índice de 2.637 y las que se encuentran en la bolsa de polietileno presentan un índice de 2.688.

Cuadro 7. Índice de calidad de Dickson, en la introducción de tecnología de tubete en la producción de plántulas en pre vivero de palma africana.

Parámetros	TUBETE	BOLSA
Altura (cm)	23.971	23.737
Diámetro (mm)	9.09	8.83
Peso seco parte aérea (g)	2.184	1.666
Peso seco parte radical (g)	0.742	0.597
Peso seco total (g)	2.926	2.263
Relación parte aérea/parte radical	2.943	2.791
Cociente de esbeltez	2.637	2.688
Índice de calidad	0.524	0.413

Las plantas con el mejor índice de calidad corresponden al tratamiento del tubete, con un valor de 0.52.

Los resultados morfológicos obtenidos muestran que los mejores indicadores de calidad de la planta fueron en los que se utilizó la tecnología del tubete, esto define que al utilizar ésta tecnología se obtienen plantas con mejor capacidad de adaptación y desarrollo a las condiciones climáticas y edáficas del lugar. La diferencia entre el diámetro es un factor importante y es una característica que permite predecir la supervivencia de la planta en campo y en este aspecto las plantas producidas con tubetes fueron superiores a las de la bolsa de polietileno. La altura de la planta no es un indicador de supervivencia aunque en promedio la planta producida en tubete fue mayor que la bolsa de polietileno, aunque estadísticamente no existió diferencia.

8.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se contabilizó y llevó a cabo un registro detallado de las labores e insumos aplicados a la producción de plántulas de palma africana en etapa de previvero, se puede observar que cuando se utiliza la tecnología de tubetes existe una disminución del costo de mano de obra, ya que el número de personas que se utiliza en la labor es menor por el aumento de la eficiencia en las labores; donde se ve la mayor diferencia en el uso de mano de obra es en el trasplantes de previvero a vivero porque la eficiencia se triplica por el menor volumen que ocupa el tubete en el traslado.

Cuadro 8. Cuadro comparativo de Costos de Producción (tubete/bolsa) de 10,000 plantas de palma africana en etapa de previvero.

Concepto	tubete	bolsa polietileno
Mano de Obra		
Llenado	Q 156.67	Q 587.50
Siembra	Q 313.33	Q 587.50
Aplicación de fertilizante	Q 0.00	Q 313.33
Aplicación de plaguicidas	Q 376.00	Q 376.00
Control de malezas	Q 0.00	Q 470.00
Trasplante a vivero	Q 940.00	Q 3760.00
Total Mano de Obra	Q 1,786.00	Q 6,094.33
Insumos		
Tubete/bolsa	Q 3,000.00	Q 340.00
Semilla	Q 74,500.00	Q 74,500.00
Sustrato	Q 3,000.00	Q 850.00
Fertilizante	Q 294.00	Q 294.00
Insecticida	Q 162.00	Q 162.00
Fungicida	Q 91.00	Q 91.00
Total Insumos	Q 81,047.00	Q 76,237.00
Total Costos	Q 82,833.00	Q 82,331.33
Costo por planta	Q 8.28	Q 8.23

Como se puede observar en el Cuadro 6 el costo de mano de obra al utilizar la bolsa de polietileno (Q 6,094.33) es superior al utilizar tubete (1,786.00), lo cual denota una clara reducción en los costos debido a que el número de jornales que se invierte es menor. La inversión en insumos es mayor al utilizar tubetes por el costo de los tubetes y el costo del sustrato que se utiliza. El cuadro anterior muestra un leve incremento en el costo por planta al utilizar la tecnología del tubete (Q 8.28/planta) comparado con el de la bolsa de polietileno (Q 8.23/planta), esto puede justificarse por la calidad de la planta que se produce.

Cuadro 9. Presupuesto parcial de Costos de Producción (tubete/bolsa) de 10,000 plantas de palma africana en etapa de previvero.

Descripción	Tubete	Bolsa
Tubete/bolsa	Q 3,000.00	Q 340.00
Semilla	Q 74,500.00	Q 74,500.00
Mano de Obra	Q 1,786.00	Q 6,094.33
Sustrato	Q 3,000.00	Q 850.00
Fertilizante	Q 294.00	Q 294.00
Plaguicidas	Q 253.00	Q 253.00
Total	Q 82,833.00	Q 82,331.33

El Cuadro 7 muestra los costos que tuvieron variación entre los tratamientos, es de destacar la diferencia entre el costo del tubete (Q 1.50/por tubete) y la de la bolsa del polietileno (Q 0.03/bolsa), el costo de inversión del tubete es mayor pero con el beneficio de una vida útil más alta (5 años o más), mientras que la bolsa se utiliza una sola vez.

IX. CONCLUSIONES

El tratamiento cuyas plantas presentaron los mejores valores en cuanto a los atributos morfológicos es donde se utilizó tubetes, el promedio fue mayor en las variables peso seco de la parte aérea, peso seco de la parte radical y longitud radical.

Las plantas sembradas en bolsas de polietileno obtuvieron una menor relación parte aérea-parte radical con un valor de 2.79 en comparación con la de los tubetes que tuvieron un valor de 2.94, esta relación establece el balance entre el consumo de agua por el follaje y la capacidad de absorción por parte de la raíz; sin embargo, estos valores son superiores a los propuestos por algunos autores (Thompson, 1985), lo que significa que no hay un adecuado balance entre la parte aérea y radical de la planta. La superioridad de las plantas en los tubetes se la podemos atribuir a que estas presentan un mayor número promedio de hojas con respecto a las sembradas en las bolsas de polietileno.

El tratamiento con el mejor índice de esbeltez lo presentan las plantas sembradas en tubetes con un valor de 2.637 en comparación con la de la bolsa de polietileno que tuvieron un valor de 2.688, por tanto se puede decir que existe un buen equilibrio de altura con respecto al diámetro de las mismas ya que los valores bajos están relacionados con una mejor calidad de planta. Soriano (2001) propone que el valor de este índice debe ser menor que 6.

Las plantas de mejor calidad se obtuvieron en el tratamiento con tubetes con un índice de 0.52, las sembradas en la bolsa de polietileno presentan un valor de 0.41 y los valores altos se relacionan con una mejor calidad de planta (Dickson, 1960).

El costo por planta producida es mayor al utilizar la tecnología del tubete (Q 8.28 por planta), esto debido a la inversión inicial con la compra del tubete, sin embargo por la alta eficiencia de mano de obra que nos da el sistema de tubete compensa la alta inversión inicial, la diferencia es de 0.60% (Q0.05) más caro el tubete pero con el beneficio que la calidad de la planta es mayor sobre la producida en bolsa de polietileno.

X. RECOMENDACIONES

Éste se considera el primer experimento en pre vivero de palma africana que se tiene registrado en la empresa y a partir de esta experiencia, es importante realizar nuevos estudios enfocados a nuevas tecnologías en cuanto a recipientes utilizados para la propagación de plántulas en pre vivero.

Control en la manipulación de las plantas en el pre vivero, ya que una inadecuada manipulación contribuye a causar estrés y esto puede influir negativamente en los atributos morfológicos de las plántulas.

Con base en la tendencia de este estudio, se recomienda implementar como base la utilización de tubetes para la propagación de plantas en pre vivero, ya que con este se observa un incremento en el índice de calidad de la planta.

Investigación sobre los índices de calidad en etapa final de vivero utilizando ambas tecnologías para propagación de plantas para determinar si se mantienen las diferencias de las variables.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Alonzo, A., Alonzo, F., & Durr, J. (2008). *Caña de azúcar y palma africana*. Recuperado de <http://www.serjus.org.gt/pagina/sites/default/files/losagrocombustibles.pdf>
- Leveron, B. (2014). *Actividades Agronómicas en el cultivo de Palma Africana (Elaeis guineensis)* (tesis de grado). Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
- Dickson, A. (1960). *Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries*. *Forest Chronicle*, 36 (2), 10-13.
- García, M. (2001). *Diseño de un Plan de Negocios en la Exportación de Palma Africana*. (tesis de grado). Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
- Gil, F. (1995). *Tratado de arboricultura frutal. Vol. I: Morfología y fisiología del árbol frutal*. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=136688&pid=S0120-9965201500010000600007&lng=en
- GIL, L. (1997). *Aspectos funcionales del arraigo. La calidad fisiológica de la planta forestal*. Recuperado de http://secforestales.org/publicaciones/index.php/cuadernos_secf/article/viewFile/9093/9011.
- González, D. (2001). *Comparación entre la bolsa y el cono macetero o tubete en la producción de plantas de café*. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1366/1/CPA-2001-T043.pdf>
- Google, (2018). Fotografía satelital. Recuperado de <https://www.google.com.gt/maps/place/Sayaxch%C3%A9/@16.4527563,-90.3531721,39296m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x858ab2db7a0aaf8f:0xdc7b60015296968!8m2!3d16.5259148!4d-90.1893072>

- GREPALMA, G. D. (2008). *La Palma, una Industria Agrícola Ecológicamente responsable*. Guatemala. Recuperado de <http://www.grepalma.org/la-palma-boletin-tecnico-11>
- Guzmán, J. (2009). *Implicaciones Económicas derivadas de la sustitución de la polinización dirigida por polinización liberada en Palma Africana (Elaeis guineensis, Arecaceae) en la finca El Jardín, Ayutla, San Marcos, Guatemala*. (tesis de grado). Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
- IARNA. (2006). *Perfil Ambiental de Guatemala*. GUATEMALA: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR. Recuperado de <https://www.url.edu.gt/publicacionesurl/FileCS.ashx?Id=40177>
- IICA, I. I. (1983). *La Palma Africana*. Nicaragua: Serie Publicación Miscelánea No. 433.
- INE, I. N. (2007). *Encuestas Nacionales Agropecuarias*. Guatemala.
- Ortiz, R., & Fernandez, O. (1993). *Cultivo de la Palma Aceitera*. San José Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Quesada, G. (1997). *Tecnología de Palma Aceitera*. Costa Rica: Editorial INTA.
- Quesada, H. (2010). *Tecnología de Palma Aceitera*. Recuperado de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtualciencia/tecpalma.pdf>
- Rankine, I., & Fairhust, T. (1998). *Serie en Palma Aceitera Volumen 1*. Recuperado de <http://nla.ipni.net/article/NLA-3053>
- Ribeiro, W. (2007.). *Perspectivas para el biodiesel en Centroamérica: Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Honduras*. México: Editorial CEPAL
- Richardson, D. (1990). *La historia de la palma aceitera en la compañía UniteBrands, VI mesa Latinoamericana sobre palma aceitera*. San José, Costa Rica. Recuperado de http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Fedepalma/palmas_tomol.pdf
- Seedling. (2007). *Agrofuels Special Issue*. Barcelona, España: Editorial GRAIN.

Soriano, G. (2011). *Efecto de fertilización de N, P y K en la calidad de planta de Pinus patula y P. devoniana en vivero*. (tesis de grado) Institucion de Enseñanza e Investigaciones en Ciencias Agrícolas. Montecillo, México.

Thompson, B. (1985). *Seedling morphology: what you can tell by looking*. En: *Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests*. Recuperado de <https://rngr.net/publications/evaluating>

XII. ANEXOS

GUÍA DE ENTREVISTA

IMPORTANCIA SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE TUBETE PARA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE PALMA AFRICANA, FINCA GUAMERÚN.

1. ¿Conoce cuál es la importancia de producir plántulas de Palma Africana de buena calidad?
2. ¿Cuál es el proceso actual para producir plántulas de Palma Africana?
3. ¿Cuáles son las ventajas de utilizar la tecnología del tubete con respecto a la bolsa de polietileno?
4. ¿Considera que utilizando la tecnología de tubetes se mejora la calidad en la producción de plántulas?
5. ¿Cree usted que con el cambio de tecnología se reducirán costos en la producción de plántulas?