

Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite
Guía para facilitadores

Establecimiento y manejo de viveros
de palma de aceite

Dumar Flaminio Motta Valencia
Jorge Alonso Beltrán Giraldo

Bogotá, D.C., Colombia, abril de 2010

Establecimiento y manejo de viveros de palma de aceite

Publicación de la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma), cofinanciada por Fedepalma - Fondo de Fomento Palmero

Impresa con recursos del Convenio N° 00062/10 SENA-SAC. Contrato N° 012/10 SAC-Fedepalma

Autores

Dumar Flaminio Motta Valencia
Jorge Alonso Beltrán Giraldo

Coordinador General

Jorge Alonso Beltrán Giraldo
División de Validación de Resultados de Investigación y Transferencia de Tecnología
Cenipalma

Coordinador didáctico

Vicente Zapata Sánchez

Coordinador Editorial

Donaldo Alonso Donado Vilorio
Redactores Profesionales - www.redactores.org

Fotografías

Colección de Fedepalma 2009 - 2010

Diseño

Carlos Sandoval - Pigmalión

Impresión

Javegraf

Calle 20A N° 43A - 50. Piso 4°.
Teléfono: 2086300 Fax: 2444711
E-mail: dmotta@cenipalma.org
www.cenipalma.org
Bogotá, D.C. - Colombia

Abril de 2010

ISBN: 978-958-8360-15-7

Cita:

Motta Valencia, Dumar Flaminio; Beltrán Giraldo, Jorge Alonso (2010). Establecimiento y manejo de viveros de palma de aceite. Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite: Guía para facilitadores. Bogotá (Colombia). 164 p.

1. Vivero 2. Palma de aceite. 3. Guía para facilitadores
 - I. Motta Valencia, Dumar Flaminio; Beltrán Giraldo, Jorge Alonso
 - II. Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma)
 - III. Fondo de Fomento Palmero
 - IV. Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma)

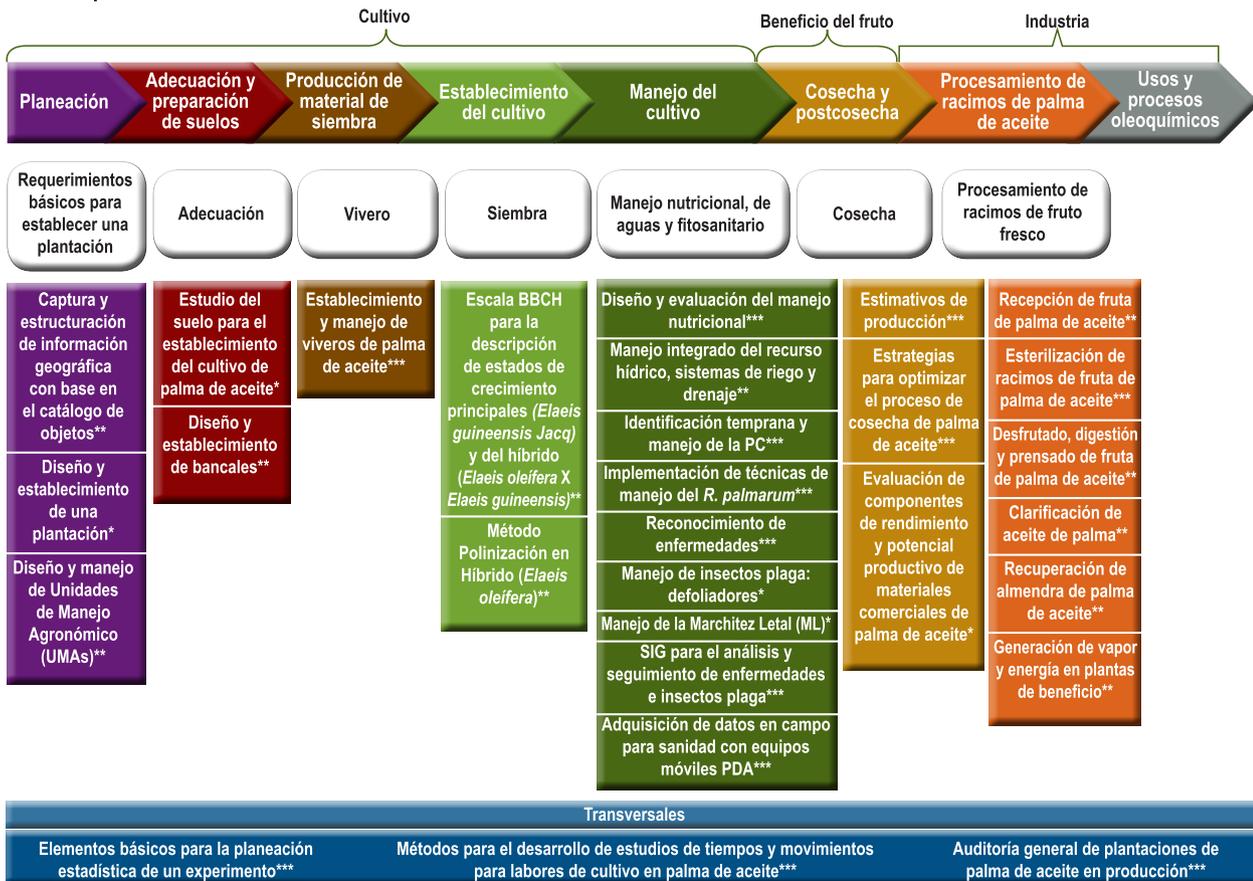
Títulos de esta serie

- **Diseño y establecimiento de una plantación de palma de aceite**
José Oscar Obando, Wilbert Castro y Jorge Alonso Beltrán Giraldo
- **Establecimiento y manejo de viveros de palma de aceite**
Dumar Motta Valencia y Jorge Alonso Beltrán Giraldo
- **Manejo integral del suelo para el establecimiento del cultivo de la palma de aceite**
Diego Luis Molina López, Edna Margarita Garzón González y Hernán Mauricio Romero Angulo
- **Diseño y evaluación del programa de manejo nutricional en palma de aceite**
Nolver Atanacio Arias Arias y Jorge Alonso Beltrán Giraldo
- **Identificación temprana y manejo de la Pudrición del cogollo de la palma de aceite**
Gabriel Andrés Torres Londoño, Greicy Andrea Sarria Villa y Gerardo Martínez López
- **Reconocimiento de enfermedades en palma de aceite**
Benjamín Pineda López y Gerardo Martínez López
- **Implementación de técnicas de manejo de *Rhynchophorus palmarum***
Oscar Mauricio Moya Murillo, Rosa Cecilia Aldana de la Torre y Hamilton Gomes de Oliveira
- **Captura y estructuración de información geográfica para el análisis y seguimiento de enfermedades e insectos plaga en las zonas palmeras de Colombia. Casos: Pudrición del cogollo (PC), *Rhynchophorus palmarum* y defoliadores**
Víctor Rincón Romero y Hernán Mauricio Romero Angulo
- **Adquisición de datos en campo para sanidad con equipos móviles PDA**
Leonardo Araque y Hernán Mauricio Romero Angulo
- **Estimativos de producción para determinar el potencial productivo de racimos de fruta fresca**
Rodrigo Ruiz Romero, Dumar Motta Valencia y Hernán Mauricio Romero Angulo
- **Estrategias para optimizar el proceso de cosecha de la palma de aceite**
Carlos Andrés Fontanilla Díaz, Andrés Camilo Sánchez Puentes y Mauricio Mosquera Montoya

-
- **Métodos para el desarrollo de estudios de tiempos y movimientos para labores de cultivo en palma de aceite**
Carlos Andrés Fontanilla Díaz, Andrés Camilo Sánchez Puentes y Mauricio Mosquera Montoya
 - **Esterilización de racimos de fruta de palma**
Edgar Eduardo Yáñez Angarita, Jesús Alberto García Núñez y Lina Pilar Martínez Valencia
 - **Elementos básicos para la planeación estadística de un experimento**
Eloína Mesa Fuquen
 - **Auditoría general de plantaciones de palma de aceite en producción**
Pedro Nel Franco, Nolver Atanacio Arias Arias, Juliana Medina Figueroa y Jorge Alonso Beltrán Giraldo

Guías metodológicas sobre tecnologías de producción de la palma de aceite

Proceso productivo



* Guías que se encuentran en proceso de realización por parte de los investigadores-autores.

** Guías que debido a su importancia se planean realizar próximamente.

*** Guías que serán publicadas en 2010.

La anterior figura representa el conjunto de publicaciones que abarca todo el proceso productivo (cultivo y beneficio del fruto) de la palma de aceite. Las guías fueron agrupadas de acuerdo con la fase del proceso a la que pertenecen, identificadas por colores de la siguiente manera:

Planeación (Morado): incluye las guías que abordan el tema de la planeación, además de los requerimientos básicos para establecer una plantación, los cuales son: a) captura y estructuración de información geográfica con

relación al catálogo de objetos en el sector palmicultor; b) diseño de una plantación; y c) diseño y manejo de las Unidades de Manejo Agronómico (UMA).

Adecuación y preparación de suelos (Vino tinto): conforman esta fase las guías que abordan las temáticas relacionadas con el manejo integral del suelo para el establecimiento del cultivo. El proceso de manejo se inicia con el conocimiento (estudio) del estado actual del suelo y la identificación de los requerimientos que el cultivo de la palma de aceite demanda con respecto a la calidad del mismo. El proceso continúa con la exploración de alternativas para su adecuación, como el diseño y establecimiento de bancales, y finaliza con la planificación e implementación en el campo de la alternativa seleccionada.

Producción de materiales para siembra (Café): agrupa las guías relacionadas con la fase de siembra, tales como: establecimiento y manejo de viveros de palma de aceite y coberturas con leguminosas; igualmente, el conocimiento sobre los componentes de rendimiento y potencial productivo de materiales comerciales de la palma de aceite.

Establecimiento del cultivo (Verde claro): reúne las guías que abordan los temas para el establecimiento del cultivo, a saber: a) establecimiento y manejo de las coberturas; y b) siembra de la palma de aceite. Así mismo, para esta fase se incluyen las actividades que corresponden a las labores culturales, como limpieza de platos, interlíneas, poda y mantenimiento de la infraestructura.

Manejo del cultivo (Verde oscuro): pertenecen a esta fase las guías que abordan el manejo del cultivo desde diferentes áreas –nutricional, aguas y fitosanitario– en las que se ubican las siguientes guías: a) detección y manejo de la Pudrición del cogollo (PC); b) reconocimiento de otras enfermedades; c) manejo del *Rhynchoporus palmarum*; y d) detección y manejo de la Marchitez letal (ML). En esta fase también se incluyen las guías que representan herramientas de apoyo para la toma de decisiones: e) sistemas de información geográfica para el análisis y seguimiento de enfermedades e insectos plaga; y f) captura de datos en campo para la sanidad, con equipos móviles PDA.

Cosecha y postcosecha (Ocre): las guías que hacen parte de esta fase son: a) estimativos de producción; y b) estrategias para optimizar el proceso de cosecha de la palma de aceite.

Procesamiento de racimos de palma de aceite (Naranja): comprende las guías relacionadas con el procesamiento para la extracción del aceite de palma y sus subproductos. De acuerdo con el orden del proceso, se establecieron las siguientes: a) recepción de racimos de palma de aceite; b) esterilización de racimos; c) desfrutado, digestión y prensado de frutos de palma de aceite; e) clarificación de aceite de palma; f) recuperación de almendra de palma de aceite; y g) generación de vapor y energía en las plantas de beneficio.

Agradecimientos

Los autores agradecen a las instituciones, empresas palmeras y personas que con su apoyo hicieron posible desarrollar y validar este material para la capacitación de facilitadores del conocimiento en establecimiento y manejo de viveros de palma de aceite con los más altos estándares de calidad.

Este propósito ha sido posible gracias al concurso decidido del Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma), que facilitó el tiempo necesario para preparar y aprobar la presente guía.

A las empresas palmeras Aceites S.A., Palmaceites S. A., Grupo Daabon, Inversiones Padornelo S.A. y C.I. El Roble S.A., por permitir la participación de su personal técnico y de apoyo, y facilitar sus viveros para la validación práctica de la guía que permitió alinear su contenido con la práctica en las empresas palmeras en el proceso de establecimiento y manejo de viveros de palma de aceite.

A Fedepalma que, por medio del Fondo de Fomento Palmero, brindó el apoyo económico para la edición y publicación de la presente guía.

A Vicente Zapata Sánchez por su capacitación al autor y por la asesoría técnica en la elaboración y validación de esta guía.

Al Comité de Publicaciones de Cenipalma y a Donaldo Donado Viloría, quienes hicieron la revisión y edición de la publicación, respectivamente.

Listado de acrónimos

Acrónimo: Nombre completo que le corresponde

Cenipalma: Centro de Investigación en Palma de Aceite

Fedepalma: Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite

ICA: Instituto Colombiano Agropecuario

SENA: Servicio Nacional de Aprendizaje

Listado de abreviaturas

Abreviatura: Desglose de la abreviatura

MAS: Material Avanzado de Siembra

UA: Unidad de Aprendizaje

PC: Pudrición del cogollo de la palma de aceite

RFF: Racimos de Fruta Fresca

CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico

CICE: Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo

CE: Conductividad Eléctrica

TDS: Total Sólidos Disueltos

MO: Materia Orgánica

ME: Microorganismos Eficientes

PVC: Policloruro de Vinilo

UV: Ultra Violeta

RAS: Relación de Adsorción de Sodio

Contenido



Presentación	13
Introducción	15
Modelo de aprendizaje	17
Exploración inicial de conocimientos	19
Instrucciones para el facilitador	19
Instrucciones para los participantes	19
Exploración inicial de conocimientos – Retroinformación	20
Instrucciones para el facilitador	20
Exploración de expectativas	22
Objetivos de aprendizaje	23
Estructura general de aprendizaje	23
Unidad de aprendizaje 1. Planeación del proceso de establecimiento y manejo de un vivero de palma de aceite	25
Estructura de la unidad	27
Preguntas orientadoras	27
Objetivos	27
Introducción	28
1.1. Por qué planear el establecimiento y manejo de un vivero de palma de aceite	28
Ejercicio 1.1. Planeación del proceso de establecimiento y manejo de un vivero de palma de aceite de dos fases	29
Información de retorno del ejercicio 1.1.	29
1.2. Cálculo de la semilla necesaria para el vivero	32
Ejercicio 1.2. Cálculo de la semilla necesaria para el vivero	32
Información de retorno del ejercicio 1.2.	33
1.3. La semilla de la palma de aceite	34
1.4. La semilla germinada	34
Práctica 1.4. Reconocimiento de las partes de la semilla de palma de aceite germinada	35
Información de retorno de la práctica 1.4.	36
1.5. Manejo de la semilla germinada antes de la siembra	36

Práctica 1.5. Manejo y calidad de la semilla de palma de aceite germinada	37
Información de retorno de la práctica 1.5.	39
Referencias bibliográficas	41
Unidad de aprendizaje 2. Establecimiento de un vivero de palma de aceite ..	43
Estructura de la unidad	45
Preguntas orientadoras	45
Objetivos	46
Introducción	46
2.1. Tipos de viveros	46
2.1.1. Viveros de dos fases	47
2.1.2. Viveros de una fase	48
Ejercicio 2.1. Estimación del área necesaria para establecer un vivero de palma de aceite de dos fases	49
Información de retorno del ejercicio 2.1.	50
2.2. Selección del sitio para el vivero	50
2.3. Adecuación del sitio seleccionado para el vivero	50
2.3.1. Determinación de la disponibilidad de agua para riego	51
2.3.2. Construcción de vías de acceso	51
2.3.3. Construcción de drenajes	51
2.3.4. El sistema de riego	51
2.3.5. Protección del vivero	55
2.3.6. Bodega para herramientas e insumos	55
Práctica 2.2 y 2.3. Evaluación del sitio y su adecuación para el desarrollo de un vivero de palma de aceite	56
Información de retorno de la práctica 2.2 y 2.3	58
2.4. Adecuación del sustrato para el vivero	61
Ejercicio 2.4. Selección y acondicionamiento químico del suelo para la preparación del sustrato de un vivero de palma de aceite	63
Información de retorno del ejercicio 2.4.	66
2.5. Llenado de las bolsas para el vivero	70
2.5.1. Tamaño de las bolsas	70
2.5.2. Calidad de las bolsas	71
Práctica 2.5. Determinación del tamaño y calidad de las bolsas para las dos fases de viveros de palma de aceite	71
Información de retorno de la práctica 2.5.	72
2.5.3. Llenado de las bolsas	74
2.6. Trazado y alineación de bolsas en el vivero	75

2.6.1. Trazado y alineación viveros de dos fases	75
2.6.2. Trazado y alineación viveros de una fase	76
Práctica 2.6. Trazado y alineación de bolsas en el vivero	77
Información de retorno de la práctica 2.6.	79
2.7. Siembra de la semilla	79
Práctica 2.7. Siembra de la semilla de palma de aceite en el vivero	80
Información de retorno de la práctica 2.7.	82
Referencias bibliográficas	83
Unidad de aprendizaje 3. Manejo de un vivero de palma de aceite	85
Estructura de la unidad	87
Preguntas orientadoras	87
Objetivos	88
Introducción	88
3.1. Trasplante de palmas del previvero al vivero principal	88
Práctica 3.1. Trasplante de palmas del previvero al vivero principal	89
Información de retorno de la práctica 3.1.	91
3.2. El Mulch para las palmas	92
3.3. Manejo del riego	92
Práctica 3.3. Determinación de la uniformidad y eficiencia del sistema de riego por aspersion en un vivero de palma de aceite	92
Información de retorno de la práctica 3.3.	95
3.4. Manejo de la nutrición	98
3.4.1. Manejo de la nutrición en el previvero	98
3.4.2. Manejo de la nutrición en el vivero principal	98
3.4.3. Síntomas de deficiencia de nutrientes	99
Práctica 3.4. Reconocimiento de síntomas de deficiencia de nutrientes en palmas en la fase de vivero	101
Información de retorno de la práctica 3.4.	102
3.5. Manejo de plagas y enfermedades	102
3.6. Control de malezas	110
Referencias bibliográficas	111
Unidad de aprendizaje 4. Selección y descarte de palmas anormales	113
Estructura de la unidad	115
Preguntas orientadoras	115
Objetivos	115
Introducción	115
4.1. Selección de palmas anormales	116

4.1.1. Primer ciclo de selección	116
4.1.2. Segundo ciclo de selección	116
4.1.3. Tercer ciclo de selección	116
4.1.4. Cuarto ciclo de selección	117
Práctica 4.1. Descarte de palmas anormales en el vivero	120
Información de retorno de la práctica 4.1.	122
4.2. Producción de palmas anormales sembradas en la plantación	124
Referencias bibliográficas	125
Unidad de aprendizaje 5. Preparación y despacho de palmas para siembra en campo	127
Estructura de la unidad	129
Preguntas orientadoras	129
Objetivos	129
Introducción	129
5.1. Características de palmas normales para siembra en campo	130
5.2. Preparación de las palmas para despacho a campo	130
Referencias bibliográficas	131
Anexos	133
Anexo 1. Evaluación final de conocimientos	135
Anexo 2. Información de retorno para la evaluación final de conocimientos	137
Anexo 3. Evaluación del evento de capacitación	139
Anexo 4. Plan de acción poscapacitación	142
Anexo 5. Evaluación del desempeño del facilitador	144
Anexo 6. Evaluación de la guía como material de capacitación	147
Anexo 7. Glosario de términos usados en la guía	150
Anexo 8. Criterios para evaluar la calidad del agua para riego	152
Anexo 9. Influencia de la calidad del agua como peligro potencial de oclusión de sistemas de riego por goteo	153
Anexo 10. Diagrama para la determinación al tacto de la textura de suelos ...	154
Anexo 11. Resultados de análisis químico de suelos	155
Anexo 12. Interpretación general de análisis químico de suelos	156
Anexo 13. Tabla de conversión de nutrientes	157
Anexo 14. Cálculo de los principales parámetros químicos y físicos del suelo	158
Anexo 15. Concentración de nutrientes en los fertilizantes más usados en palma de aceite en Colombia	161
Anexo 16. Programa general de fertilización para un vivero de palma de aceite	162
Anexo 17. Escala de severidad de la Pudrición del cogollo en palmas de vivero	163

Presentación

La publicación de una serie de guías para compartir conocimientos acerca de las tecnologías para el manejo de la palma de aceite en Colombia, es un esfuerzo conjunto de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma) y de la Corporación Centro de Investigaciones en Palma de Aceite (Cenipalma), con la mirada puesta en el mejoramiento de la producción de los aceites y derivados que surgen de este importante cultivo en el país.

Un grupo de cerca de veinte investigadores de Cenipalma ha adoptado un modelo para compartir experiencias y conocimientos sobre temas clave que cubren la mayoría de los procesos productivos, que van desde la aplicación de criterios de decisión para iniciar una plantación, hasta el manejo del producto en planta, previo a su comercialización. Este amplio rango de temas, al cual se pueden agregar títulos adicionales sobre procesos de postcosecha y comercialización, constituye el corazón de un currículo básico sobre el manejo del cultivo que, sin duda, va a tener una gran utilidad, tanto en la actualización de los palmicultores y técnicos que se encuentran ya laborando en las plantaciones y en las plantas de beneficio, como en la formación de técnicos y profesionales en los niveles medio y superior.

Las guías, dirigidas a facilitadores en diferentes ámbitos de la transferencia tecnológica y de la formación, han sido diseñadas siguiendo una metodología centrada en el desarrollo de las competencias que requieren los propietarios de las plantaciones, los técnicos y los trabajadores de campo y plantas de beneficio, para responder en forma oportuna a los retos que plantea el cultivo en sus diferentes etapas de producción.

La estructura didáctica de las guías orienta a los facilitadores hacia el desarrollo de una capacitación centrada en la práctica de las capacidades requeridas para el manejo de cada una de las tecnologías presentadas. La inclusión de elementos didácticos tales como las estructuras de aprendizaje, las preguntas orientadoras y una variedad de ejercicios y prácticas de campo diseñadas en detalle, además de una serie de anexos didácticos y técnicos, permiten que el usuario de las guías tenga una plataforma metodológica bastante elaborada que, sin embargo, permite la inclusión de innovaciones creativas por parte de quienes dirijan la transferencia o la capacitación.

Es con particular orgullo que presentamos estos materiales a la comunidad palmera de Colombia y a todos aquellos técnicos, profesionales y docentes interesados en actualizar la transferencia de conocimientos y la formación de los futuros encargados de la expansión de este cultivo tan promisorio en la economía nacional.

Nuestro sincero reconocimiento a Jorge Alonso Beltrán, quien tomó sobre sus hombros la responsabilidad de coordinar la producción de las guías, desde la definición de los temas más relevantes sobre los cuales trabajar, hasta la publicación, pasando por su validación en campo. Nuestro agradecimiento a Vicente Zapata Sánchez, quien compartió con el grupo de autores su larga experiencia para que redactaran guías con un enfoque didáctico dirigido a la apropiación del conocimiento. Finalmente, nuestro sincero aprecio a los investigadores que invirtieron incontables horas de reflexión y elaboración creativa para la conformación final de productos que nos llenan de orgullo institucional.

JOSÉ IGNACIO SANZ SCOVINO

Director Ejecutivo

Cenipalma

Bogotá, D.C., marzo de 2010.

Introducción

Esta unidad de aprendizaje está dirigida a Ingenieros Agrónomos que prestan sus servicios técnicos en las plantaciones de palma de aceite, Unidades de Asistencia Técnica y Asesorías; Instructores del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y demás capacitadores que realicen la labor de facilitación del conocimiento en grupos de trabajadores vinculados con el cultivo de la palma de aceite.

El diseño sencillo de la unidad de aprendizaje le entrega al facilitador la información básica sobre los temas de cada sección y las instrucciones, ejercicios, prácticas e información de refuerzo que necesita para facilitar el proceso de aprendizaje en cada una de las fases del establecimiento y manejo de un vivero de palma de aceite.

La unidad se divide en cinco secciones de aprendizaje cuidadosamente ordenadas para facilitar la apropiación del conocimiento, paso a paso. En cada una se ilustra su estructura como un todo, se plantean algunas preguntas para orientar a los participantes en los temas que se desarrollarán y para permitirle al facilitador explorar los conocimientos iniciales de los participantes. Se presentan los objetivos y una breve introducción al tema de la sección de aprendizaje para luego desarrollarlos. Al final, aparecen ejercicios o prácticas y la información de retorno para que el facilitador amplíe los contenidos y aclare dudas. Todo lo anterior con el fin de que los participantes en la formación adquieran las habilidades, destrezas y actitudes necesarias para desarrollar las siguientes funciones:

- Planear el proceso de establecimiento y manejo de un vivero de palma de aceite.
- Establecer y manejar un vivero de palma de aceite cumpliendo con los estándares de calidad y seguridad industrial determinados.
- Seleccionar las palmas con los mejores estándares de calidad para la siembra en campo aplicando para ello los criterios de selección establecidos y descartar y disponer adecuadamente las que no cumplan con tales características.
- Despachar las palmas para siembra en campo observando todos los cuidados necesarios para disminuir los riesgos sanitarios y de daño físico.

El propósito final de esta unidad de aprendizaje es que los involucrados estén en capacidad de producir plantas de palma de aceite con los más altos estándares de calidad establecidos en la agroindustria de la palma de aceite en Colombia. Busca, además, ayudar a resolver el problema de la improvisación e incumplimiento de las actividades involucradas en cada una de las fases de desarrollo del vivero, generado

por la falta de planeación del proceso. Todo esto repercute en forma negativa tanto en la calidad de las palmas que se producen en el vivero como en la futura producción y sostenibilidad económica de la plantación.

Uso de esta unidad de aprendizaje

Es importante que los facilitadores y multiplicadores que usen esta unidad conozcan las bondades de su estructura didáctica, porque está pensada en función de los participantes, que van a aplicar los conocimientos adquiridos directamente en el proceso de planeación y manejo de viveros de palma de aceite.

Así mismo, con la estructura de cada sección el facilitador orientará a los participantes sobre su contenido global; con las preguntas orientadoras establecerá un diálogo y los motivará a profundizar en los conceptos teóricos. Los anexos citados en el texto ayudan a investigar más sobre los aspectos tratados brevemente dentro de cada sección. Aunque pueden ser complementados o modificados, de acuerdo con las particularidades locales, los ejercicios y prácticas sugeridas son el eje central del aprendizaje y simulan la realidad que se vive en el proceso de desarrollo de un vivero de palma de aceite. A su turno, en el espacio para la información de retorno el facilitador podrá aclarar dudas y aportar más detalles con respecto a lo tratado. Para el efecto, podrá hacer uso de información regional que ayude a concretar los conocimientos.

En cada ejercicio o práctica recomendada se propone también el tiempo estimado para su realización. Esto no implica que no se pueda modificar en beneficio de los participantes en el proceso de fortalecimiento de sus habilidades, destrezas y actitudes para el cumplimiento satisfactorio de los objetivos.

Enfoque del aprendizaje

Esta unidad de aprendizaje puede usarse en cursos, talleres y días de campo, que tengan un enfoque de capacitación práctica y participativa y que recojan el conocimiento y la experiencia de los participantes para construir en conjunto un nuevo saber con los elementos que fortalezcan las competencias necesarias para establecer y manejar un vivero de palma de aceite. Por esto el facilitador debe actuar como un intermediario del conocimiento, antes que como un profesor tradicional que imparte teorías a sus alumnos.

Requerimientos mínimos para facilitadores y participantes

Los usuarios de esta unidad de aprendizaje deben tener experiencia en el cultivo de la palma de aceite y en el proceso de capacitación participativa para el fortalecimiento de capacidades en grupos de trabajo. Se les propone que los usuarios de la unidad de capacitación reciban un curso de dos o tres días para que aprendan a usarla. Este curso debe ser impartido por personas con experiencia en el establecimiento y manejo de viveros de palma de aceite y en el manejo de esta unidad de aprendizaje.

Modelo de aprendizaje



La serie de guías para la formación de facilitadores sobre Tecnologías para la Agroindustria de la Palma de Aceite, está basada en un modelo didáctico fundamentado en el aprendizaje a través de la práctica. Este modelo propone a los usuarios inmediatos de estas guías -capacitadores y multiplicadores- un esquema de capacitación en el que los insumos de información resultantes de la investigación en campo sirven de materia prima para el desarrollo de habilidades, destrezas y actitudes requeridas por los usuarios finales para la toma de decisiones acertadas y relacionadas con la agroindustria de la palma de aceite.

Al producir estas guías, Cenipalma está interesado en ayudar a sus usuarios a poner en práctica un enfoque que no sólo se ocupe de “comunicar bien”, sino también de crear las condiciones y usar las herramientas necesarias para que los beneficiarios de la capacitación o de las actividades de asistencia técnica tengan la oportunidad de ejercitarse en la construcción del conocimiento a partir de sus propias experiencias y saberes.

Estas guías están dirigidas a todos aquellos que tienen responsabilidades como capacitadores, maestros, tutores y facilitadores interesados en el aprendizaje de

sus alumnos, mediante la elaboración y utilización de materiales que tengan el enfoque de Gestión de Conocimientos.

Los usuarios de estas guías observarán que sus componentes metodológicos se diferencian de otros materiales de divulgación de tecnologías. Cada una de las secciones en que se dividen las guías contiene elementos de diseño que le facilitan al capacitador ejercer su labor de facilitador del aprendizaje.

Las guías están orientadas por un conjunto de objetivos que le sirven al instructor y al participante para dirigir los esfuerzos de aprendizaje. Éste se lleva a cabo a través de ejercicios en el campo o en otros escenarios reales, en los que se practican los procesos de análisis y toma de decisiones, usando para ello recorridos por plantaciones y pantas de beneficio, simulaciones, dramatizaciones y aplicación de diferentes instrumentos de recolección y análisis de información.

Otros componentes incluyen las secciones de información de retorno, en las cuales los participantes en la capacitación, junto con los instructores, tienen la oportunidad de revisar las prácticas realizadas y profundizar en los aspectos que deben ser reforzados. La información de retorno constituye la parte final de

cada una de las secciones de la guía y es el espacio preferencial para que el instructor y los participantes lleven a cabo la síntesis conceptual y metodológica de cada aspecto estudiado.

En resumen, el modelo consta de tres elementos:

- 1) La información técnica y estratégica, producto de la investigación realizada por Cenipalma y sus colaboradores, constituye el contenido tecnológico necesario para la toma de decisiones en el manejo de tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite.
- 2) La práctica, que toma la forma de ejercicios en el sitio de entrenamiento y de actividades de campo y que está dirigida al desarrollo de habilidades, destrezas y actitudes para la toma de decisiones.
- 3) La información de retorno, que es un tipo de evaluación formativa que asegura el aprendizaje y la aplicación adecuada de los principios subyacentes en la teoría que se ofrece.

Las prácticas son el eje central del aprendizaje y simulan la realidad que viven quienes utilizan estos instrumentos presentados en cada guía. Mediante los ejercicios, los participantes en la capacitación experimentan el uso de los instrumentos, las dificultades que a nivel local surgen de su aplicación, y las ventajas y oportunidades que representa su introducción en los distintos ambientes de toma de decisiones.

Los ejercicios que se incluyen en la guías fueron extractados de las experiencias encontradas en cada zona palmera por los investigadores de Cenipalma. Sin embargo, los instructores de las regiones podrán extraer de sus propias experiencias de campo excelentes ejemplos y casos con los cuales pueden reconstruir las prácticas y adaptarlas al contexto de su localidad. Cada instructor tiene en sus manos guías que son instrumentos de trabajo flexibles que pueden adaptar a las necesidades de distintas audiencias en diferentes escenarios.

Usos y adaptaciones

Es importante que los usuarios (instructores y multiplicadores) de estas guías conozcan el papel funcional que brinda su estructura didáctica, para que la utilicen en beneficio de los usuarios finales. Son ellos quienes van a tomar las decisiones de introducir los instrumentos presentados, en los procesos de la agroindustria de la palma de aceite en cada región palmera.

Por ello, se hace énfasis en el empleo de los flujogramas por parte de los instructores, a quienes les sirven para presentar las distintas secciones; las preguntas orientadoras, que les permite establecer un diálogo y promover la motivación de la audiencia antes de profundizar en la teoría; los originales para las transparencias, los cuales pueden ajustarse a diferentes necesidades, introduciendo ajustes en su presentación; los anexos citados en el texto, que ayudan a profundizar aspectos tratados brevemente dentro de cada sección; los ejercicios y las prácticas sugeridos, los cuales, como se dijo antes, pueden ser adaptados o reemplazados por prácticas sobre problemas relevantes de la audiencia local; las secciones de información de retorno, en las cuales también es posible incluir datos locales, regionales o nacionales que hagan más relevante la concreción de los temas, y los anexos didácticos (postest, evaluación del instructor, del evento y del material, entre otros), que ayudan a complementar las actividades de capacitación.

Finalmente, se quiere dejar una idea central con respecto al modelo de capacitación que siguen las guías: si lo más importante en el aprendizaje es la práctica, la capacitación debe disponer del tiempo necesario para que quienes acuden a ella tengan la oportunidad de desarrollar las habilidades, destrezas y actitudes que reflejen los objetivos del aprendizaje. Solo así es posible esperar que la capacitación tenga el impacto esperado en quienes toman las decisiones.

Exploración inicial de conocimientos

La exploración de conocimientos es un intercambio de saberes entre el grupo de participantes en la formación y el facilitador. Esta actividad le sirve al segundo para formarse una idea sobre el conocimiento endógeno de los facilitados acerca del tema de esta unidad de aprendizaje.

El intercambio de conocimientos iniciales puede hacerse mediante la resolución de un cuestionario previamente elaborado; o en una plenaria abierta y participativa donde los participantes responden las preguntas de manera verbal y el facilitador resume en un papelógrafo los conceptos dados en cada respuesta y hace la retroinformación pertinente para que los participantes empiecen la formación del nuevo conocimiento sobre el tema de la guía.

Instrucciones para el facilitador

Antes de empezar la exploración de conocimientos se le recomienda dedicar un tiempo prudencial para la presentación personal de todos los participantes en la capacitación; empezando por él mismo, la presentación se debe hacer mencionando el nombre y apellidos completos, la profesión u oficio, la actividad laboral que desarrolla y la empresa donde trabaja.

Luego se presenta un cuestionario dirigido a los participantes que se recomienda aplicar al iniciar la capacitación para explorar sus conocimientos previos sobre los contenidos de la presente unidad. Al mismo tiempo, el cuestionario sirve para introducirlos en los temas de estudio.

El facilitador debe informar a los participantes que no se trata de un examen para evaluar sus conocimientos, sino de un ejercicio que brinda la oportunidad de compartirlos y como punto de partida de la capaci-

tación. De esta forma, al finalizar, se podrá comparar, con otro ejercicio similar, cuál ha sido el nivel de apropiación del conocimiento alcanzado por ellos.

El cuestionario puede aplicarse mediante preguntas y respuestas orales o se puede entregar por escrito para que cada participante lo resuelva. Si se aplica por escrito es necesario anunciar a los participantes que luego de haber contestado las preguntas, el facilitador compartirá las respuestas en una plenaria participativa para compararlas con las dadas por los participantes y ofrecer la retroinformación necesaria.

Instrucciones para los participantes

A continuación se presenta un cuestionario con preguntas relacionadas con los temas que se desarrollarán en esta unidad de aprendizaje. Sin embargo, este no es un examen, es la primera oportunidad que cada participante tiene para explorar sus conocimientos iniciales. Para su propio beneficio haga el mejor esfuerzo para resolverlo.

El facilitador compartirá en plenaria con los participantes las respuestas a las preguntas. Así, cada uno podrá comparar sus respuestas con las del facilitador. Esta exploración le motivará en el estudio de algunos tópicos, le ayudará a refrescar otros y, en algunos casos, le creará inquietudes que puede resolver a lo largo de la capacitación.

Preguntas

1. ¿Podría mencionar algunas actividades que se deben tener en cuenta en el proceso de planeación del establecimiento y manejo de un vivero de palma de aceite de dos fases? Trate de describirlas en orden cronológico.

2. La selección del sitio para establecer un vivero de palma de aceite exige el cumplimiento de ciertos criterios técnicos, ¿podría mencionar al menos cuatro de ellos?
3. ¿Qué actividades considera esenciales para la adecuación del sitio para el establecimiento y desarrollo de un vivero de palma de aceite?
4. ¿Conoce usted las propiedades físicas y químicas que se recomiendan de un suelo que se vaya a usar como base para el sustrato de viveros de palma de aceite?
5. El riego es un factor determinante en el desarrollo de las palmas en el vivero, ¿podría mencionar alguna prueba de campo que permita evaluar la cobertura del sistema de riego?
6. ¿Podría señalar qué factores de riesgo se deben advertir para determinar las especificaciones técnicas de las obras de protección de un vivero de palma de aceite?
7. ¿Conoce los criterios técnicos para determinar la calidad de la semilla recibida del proveedor de semilla de palma de aceite?
8. ¿Podría mencionar las normas técnicas para el manejo y conservación de la semilla de palma de aceite, antes de su siembra en el vivero?
9. ¿Reconoce las dos partes más importantes de la semilla de palma de aceite a tener en cuenta y en qué sentido se dirigen al momento de su siembra en el vivero?
10. ¿Podría describir cómo se reconoce en la primera fase del vivero (previvero) el estado de desarrollo óptimo de las palmas para su trasplante a la segunda fase (vivero)?
11. ¿Podría indicar los criterios técnicos más importantes para formular el programa de nutrición de un vivero de palma de aceite?
12. ¿Podría citar algunas características indeseables en palmas de aceite que las haría descartar del vivero?
13. ¿Cuáles pasos se deben seguir con una palma de aceite que ha sido descartada del vivero?

14. ¿Conoce las prácticas para preparar las palmas en el vivero para su despacho al campo?

Exploración inicial de conocimientos – Retroinformación

Las respuestas que se dan a las preguntas formuladas son sencillas y resumidas. Durante el intercambio en plenaria el facilitador puede ampliar la explicación y ofrecer información bibliográfica para ahondar en el conocimiento de los diferentes tópicos.

Instrucciones para el facilitador

Al finalizar el tiempo dado para responder el cuestionario, el facilitador compartirá con los participantes las respuestas a las preguntas formuladas.

El facilitador puede realizar este proceso de diferentes formas. Por ejemplo, en una plenaria participativa se comparan sus respuestas con las dadas por los participantes, se dan explicaciones sobre los temas relacionados con cada pregunta y se les motiva a identificar errores y aciertos en sus respuestas.

Respuestas

Para la pregunta 1.

Las actividades en orden cronológico en el proceso de planeación del establecimiento y desarrollo de un vivero de palma de aceite de dos fases son:

- Solicitud de la semilla al proveedor
- Selección del sitio para establecer el vivero
- Preparación del sitio para desarrollar el vivero
- Preparación del sustrato para el llenado de las bolsas
- Selección e instalación del sistema de riego
- Llenado de las bolsas para el previvero
- Recepción y siembra de la semilla en el previvero
- Llenado de las bolsas para el vivero principal
- Trasplante de las plantas del previvero al vivero
- Separación de plantas mellizas
- Selección y descarte de palmas anormales

- Manejo de la nutrición
- Manejo de enfermedades y plagas
- Preparación de plantas para despacho a campo
- Despacho de palmas para siembra en campo

Para la pregunta 2.

Los criterios técnicos que se deben tener en cuenta para seleccionar el sitio para el establecimiento de un vivero de palma de aceite son:

- Que el área sea suficiente para desarrollar el número de palmas necesarias
- Tener una ligera inclinación que facilite el drenaje externo
- Tener buenas vías de acceso
- Que no haya riesgo de inundación
- Que esté protegido de vientos fuertes
- Contar con una fuente confiable de agua limpia
- Que esté aislado de focos de enfermedades

Para la pregunta 3.

Las actividades esenciales para la adecuación del sitio para el establecimiento y desarrollo de un vivero de palma de aceite son:

- Determinar la disponibilidad de agua para riego
- Construir las vías de acceso
- Hacer la limpieza del área
- Construir los drenajes
- Instalar el sistema de riego
- Construir la protección del vivero
- Adecuar una bodega para herramientas e insumos

Para la pregunta 4.

Un suelo apto para usarse como base para preparar el sustrato para el vivero de palma de aceite debe tener las siguientes propiedades físicas y químicas:

- Textura franca que permita un fácil drenaje

- Libre de inóculo de contaminantes químicos o patógenos
- pH mayor de 4,5
- Buen contenido de nutrientes
- No tener altos contenidos de cenizas
- No tener altos contenidos de materia orgánica sin descomponer

Para la pregunta 5.

La cobertura del sistema de riego de un vivero de palma de aceite se puede evaluar en el campo mediante la disposición de recipientes aforados que midan el agua entregada en distintos sitios del vivero.

Para la pregunta 6.

Los factores de riesgo que se deben advertir para determinar las especificaciones técnicas de las obras de protección de un vivero de palma de aceite son:

- Las especies de animales presentes en el área del vivero
- La cercanía a centros poblados
- El riesgo de infestación con patógenos externos

Para la pregunta 7.

Los criterios técnicos para determinar la calidad de la semilla recibida del proveedor son:

- Proporción de semillas diferenciadas
- Proporción de semillas sobredesarrolladas
- Proporción de semillas con plúmula y/o radícula partida
- Proporción de semillas con plúmula retorcida
- Proporción de semillas con presencia de patógenos

Para la pregunta 8.

Las normas técnicas para el manejo y conservación de la semilla de palma de aceite antes de su siembra en el vivero son:

- Mantener la semilla dentro de los recipientes de embalaje sin abrirlos

- Conservar en forma separada la semilla de materiales genéticos diferentes
- Conservar la humedad de la semilla dentro del empaque

Para la pregunta 9.

Las dos partes más importantes de la semilla de palma de aceite son la plúmula y la radícula; la primera da origen a la parte aérea de la futura palma y se debe sembrar hacia arriba mientras que la radícula da origen a las raíces y se debe dirigir hacia abajo al momento de sembrar la semilla.

Para la pregunta 10.

El desarrollo óptimo de una planta del previvero para trasplante al vivero se reconoce al cabo de dos meses de edad. La planta debe tener entre tres y cuatro hojas lanceoladas bien definidas y las hojas nuevas deben ser más largas que las anteriores.

Para la pregunta 11.

Los criterios técnicos que se deben tener en cuenta para formular el programa de nutrición de un vivero de palma de aceite son:

- Análisis físico y químico del suelo usado para el sustento
- Fuente de los fertilizantes
- Dosis y frecuencia de fertilización

Para la pregunta 12.

Algunas características indeseables en palmas de aceite que las haría descartar del vivero son:

- Tallo torcido
- Palmas enanas
- Palma plana
- Palma juvenil
- Hojas con entrenudos cortos
- Hojas con entrenudos largos
- Foliolos cortos y anchos

Para la pregunta 13.

El paso a seguir con una palma de aceite que ha sido descartada del vivero es destruirla y sacarla del vivero.

Para la pregunta 14.

Las prácticas para preparar las palmas en el vivero para su despacho al campo son:

- Rotar las bolsas 180° sobre su eje para romper las raíces que hayan pasado la bolsa y penetrado al suelo
- Aplicar riego para disminuir el estrés causado por la ruptura de raíces
- Suspender la fertilización un mes antes del despacho de las palmas al campo
- Podar las palmas con altura mayor de 1,5 m para reducir la transpiración de las hojas
- Regar las palmas el día anterior a su despacho al campo

Exploración de expectativas

Orientaciones para el facilitador

Luego de la exploración inicial de conocimientos es importante que el facilitador indague a los participantes sobre lo que esperan lograr con la capacitación que inician.

El objetivo es contrastar sus expectativas con los objetivos que se proponen en la unidad de aprendizaje y despejar aquellas que no son de su alcance.

Para realizar esta exploración se le sugiere suministrar por lo menos cuatro tarjetas de cartulina a cada participante y dar un tiempo de 15 minutos para que cada uno, sin excepción, exprese en cada tarjeta sus perspectivas acerca de la capacitación. Luego debe proceder de la siguiente forma:

1. En la parte superior de un papelógrafo escribir en forma clara el título de la unidad de aprendizaje.
2. Debajo del título trazar cinco columnas y numerarlas de izquierda a derecha del 1 al 5.

3. Poner las tarjetas dentro de las cinco columnas, ubicando en cada una las que expresen inquietudes similares (no descartar ninguna).
4. Destacar y completar a viva voz aquellas alineadas con los objetivos de la unidad de aprendizaje y explicar las limitaciones en relación con las que se encuentran fuera de esta guía.

Objetivos de aprendizaje

Objetivo general

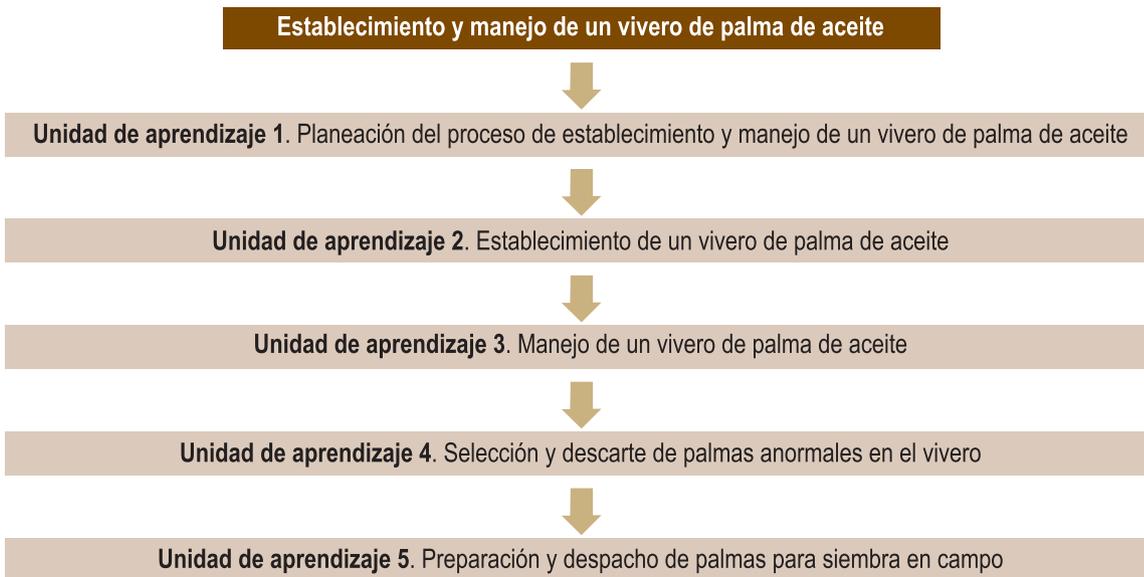
Al finalizar la capacitación con esta unidad de aprendizaje el participante estará habilitado para producir plantas de palma de aceite con los más altos estándares de calidad establecidos en la agroindustria de la palma de aceite en Colombia.

Objetivos específicos

Al finalizar la capacitación, los participantes estarán en capacidad de:

- Planificar las etapas de desarrollo de un vivero de palma de aceite desde la adquisición de la semilla hasta el despacho de las plantas para siembra en campo.
- Desarrollar un vivero de palma de aceite siguiendo los estándares de producción industrial relacionados con la oportunidad, vigor, sanidad y características deseables del material para altos rendimientos
- Seleccionar en el momento oportuno las palmas con los mejores estándares de calidad para su siembra en campo

Estructura general de aprendizaje



Explicación de la estructura

La estructura general de esta unidad de aprendizaje ilustra con claridad los componentes que se desarrollarán en cada una de la secciones. Además, señala el camino para lograr las competencias necesarias para establecer y manejar un vivero de palma de aceite que

cumpla con los estándares de calidad establecidos en la agroindustria palmera nacional.

La capacitación comienza con la planeación del proceso para establecer y manejar adecuadamente un vivero de palma de aceite, que involucra la elaboración de un completo cronograma de actividades para la

ejecución de las tareas. En esta sección se aborda, adicionalmente, el conocimiento de la semilla de palma de aceite, su manejo y conservación antes de la siembra en el vivero.

En la segunda sección se aborda el proceso de establecimiento del vivero que incluye el estudio de los criterios técnicos para la selección y adecuación del sitio para el vivero, la infraestructura para su protección, la adecuación del sustrato para siembra de la semilla, el llenado de las bolsas para su desarrollo, el trazado físico del vivero, el sistema de riego y el proceso de siembra de la semilla.

En la tercera sección se tratarán los aspectos relacionados con el manejo agronómico del vivero y se adentrará en el conocimiento de los tipos de viveros, el trasplante de palmas del previvero al vivero principal considerando la separación de palmas de doble germi-

nación o mellizas; se estudiará también el manejo del riego, de la nutrición, de las plagas y enfermedades y el control de malezas.

Como complemento fundamental e imprescindible del manejo adecuado de un vivero de palma de aceite para desarrollar plantas vigorosas, sanas y con los mejores estándares de calidad, en la cuarta sección se analizará el tema de selección y descarte de plantas anormales en el vivero con el fin de reconocer cada una de las características que las hace indeseables para siembra en campo y obliga a su descarte y destrucción.

Igualmente se estudiará el efecto que tiene en la producción de racimos las plantas que, aún teniendo anomalías, sean sembradas así.

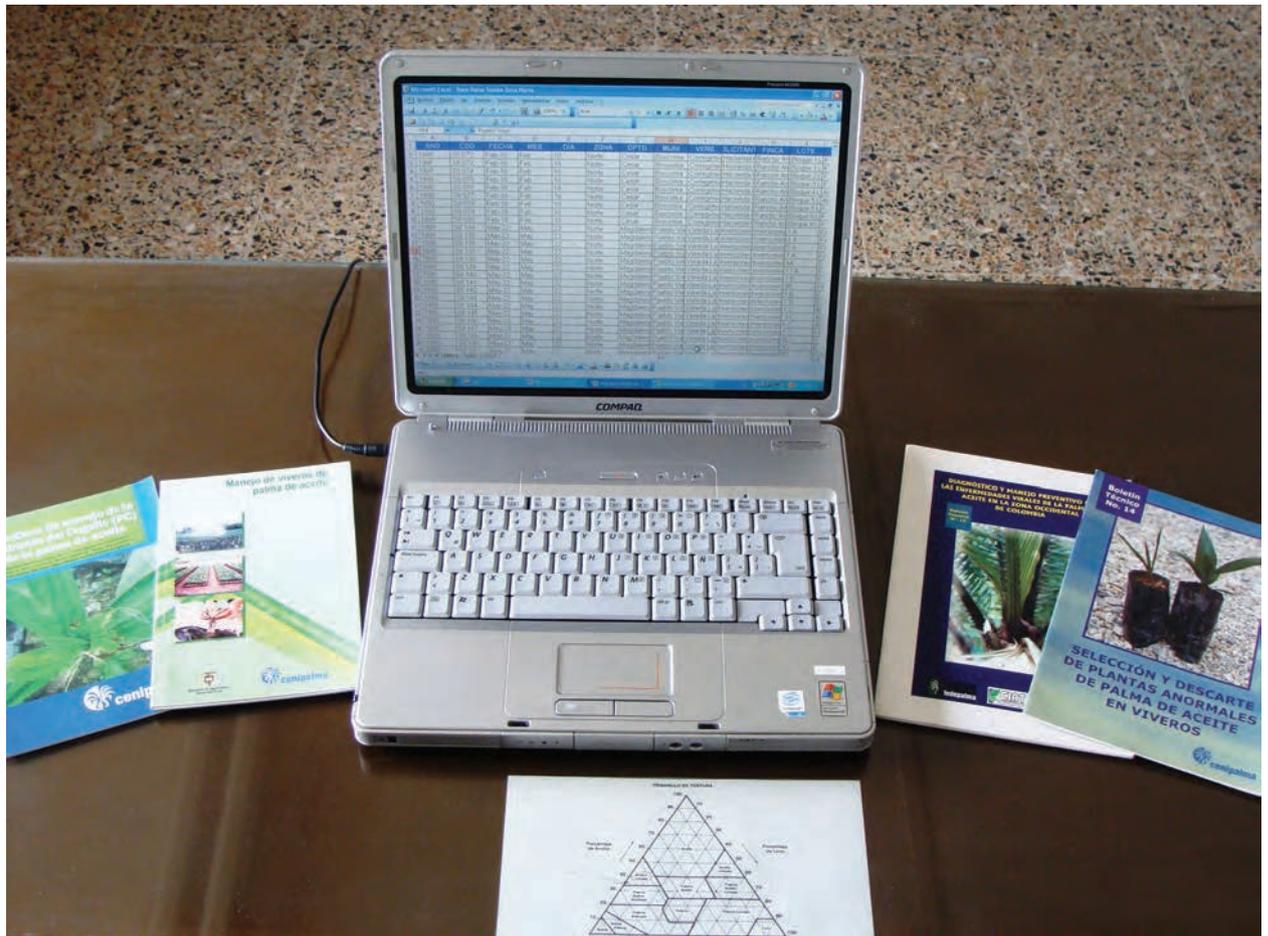
En la quinta y última sección se describirán las actividades necesarias para acondicionar las palmas para su despacho a campo.



Unidad de aprendizaje 1

Planeación del proceso de establecimiento y manejo de un vivero de palma de aceite

Estructura de la unidad	27
Preguntas orientadoras	27
Objetivos	28
Introducción	28
1.1. Por qué planear el establecimiento y manejo de un vivero de palma de aceite	28
Ejercicio 1.1. Planeación del proceso de establecimiento y manejo de un vivero de palma de aceite de dos fases	29
Información de retorno del ejercicio 1.1.	29
1.2. Cálculo de la semilla necesaria para el vivero	32
Ejercicio 1.2. Cálculo de la semilla necesaria para el vivero	32
Información de retorno del ejercicio 1.2.	33
1.3. La semilla de la palma de aceite	34
1.4. La semilla germinada	34
Práctica 1.4. Reconocimiento de las partes de la semilla de palma de aceite germinada	35
Información de retorno de la práctica 1.4.	36
1.5. Manejo de la semilla germinada antes de la siembra	36
Práctica 1.5. Manejo y calidad de la semilla de palma de aceite germinada	37
Información de retorno de la práctica 1.5.	39
Referencias bibliográficas	41



Información y equipo para la organización del plan de acción. Son herramientas básicas para una buena planeación del desarrollo de un vivero de palma de aceite.

Estructura de la unidad



Explicación de la estructura

En esta primera sección se tratará la planeación del proceso para establecer y manejar un vivero de palma de aceite, mediante la elaboración de un cronograma de actividades que se deben ejecutar en el momento indicado para desarrollar adecuadamente un vivero de palma de aceite que cumpla con los estándares de calidad establecidos. También se abordará el conocimiento de la semilla de palma de aceite, su manejo y conservación antes de la siembra.

Preguntas orientadoras

Se le sugiere al facilitador enfocar la atención de los participantes mediante la resolución oral de las siguientes preguntas:

1. ¿Por qué es necesario hacer un cronograma de actividades para el establecimiento y manejo de un vivero de palma de aceite?
2. ¿Podría mencionar, según su experiencia, algunas de las actividades que se deben incluir en el plan para

establecer y manejar un vivero de palma de aceite de dos fases?

3. ¿Qué criterios técnicos podría mencionar que determinan la calidad de la semilla de palma de aceite que se recibe de un proveedor?
4. ¿Podría usted citar cuatro cuidados para conservar la semilla germinada de palma de aceite antes de su siembra en el vivero?
5. ¿Podría señalar las dos partes más importantes de la semilla germinada de palma de aceite?

Objetivos

Al finalizar esta sección de la capacitación los participantes tendrán habilidades para:

- Planear en la oficina el establecimiento y manejo de un vivero de palma de aceite cumpliendo con todas las etapas de su desarrollo.
- Estimar la cantidad de semilla necesaria para el desarrollo de un vivero de palma de aceite de dos fases.

- Identificar claramente una semilla germinada de palma de aceite y sus partes.
- Manejar adecuadamente la semilla germinada de palma de aceite antes de su siembra en el vivero.

Introducción

Planear el establecimiento y manejo de un vivero de palma de aceite significa incluir en un riguroso cronograma de actividades todas las tareas a desarrollar y el tiempo adecuado para ejecutarlas. Realizar este proceso en forma planificada nos ayuda a estar preparados para los eventos previstos, así como para los imprevistos.

1.1. Por qué planear el establecimiento y manejo de un vivero de palma de aceite

El objetivo principal de un vivero de palma de aceite es entregar la cantidad de plantas con los mejores estándares de calidad y en el momento oportuno para la siembra en los lotes de la plantación. En este contexto, la planeación implica trabajar de forma organizada, para plantear y resolver problemas que se orientan al seguimiento del conjunto de etapas que se surten en el desarrollo del vivero tal como se relaciona en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Etapas del desarrollo de un vivero de dos fases

Actividad	Tiempo de ejecución
Solicitud de la semilla al proveedor.	Un año antes de la fecha de entrega.
Selección del sitio para establecer el vivero.	De 10 a 12 meses antes de la recepción de la semilla.
Preparación del sitio para desarrollar el vivero.	Seis (6) meses antes de la recepción de la semilla.
Preparación del sustrato para el llenado de las bolsas para el vivero.	Cuatro (4) meses antes de la recepción de la semilla.
Selección e instalación del sistema de riego.	Tres (3) meses antes de la recepción de la semilla.
Llenado de las bolsas para el previvero (bolsas pequeñas) ¹ .	Dos (2) meses antes de la recepción de la semilla.
Recepción y siembra de la semilla en el previvero ² .	Un año antes de la siembra en campo ³ .
Llenado de las bolsas para el vivero (bolsas grandes).	Dos (2) meses antes del trasplante de palmas del previvero al vivero.
Trasplante de las palmas del previvero al vivero ² .	De 2 a 3 meses después de la siembra de la semilla en el previvero.
Separación de palmas de doble germinación o mellizas.	Al momento del trasplante del previvero al vivero.
Selección y descarte de palmas anormales.	Al trasplante del previvero al vivero, cinco (5), ocho (8) y 11 meses después.
Manejo de la nutrición.	Mensualmente después del primer mes del trasplante al vivero o a partir del tercer mes después de la siembra de la semilla en viveros de una fase.
Manejo de enfermedades y plagas. Preparación de palmas para despacho a campo.	Desde la siembra de la semilla en el previvero. Un mes antes de su despacho para siembra en campo.
Despacho de palmas para siembra en campo.	De 12 a 14 meses después de la siembra de la semilla.

¹ Estas labores no se hacen cuando el vivero es de una fase.

² Cuando el vivero es de una fase la semilla se siembra directamente en las bolsas grandes de vivero.

³ 24 meses antes si se va a usar material avanzado de siembra (Potash & Phosphate Institute, 1998).

Ejercicio 1.1. Planeación del proceso de establecimiento y manejo de un vivero de palma de aceite de dos fases

Objetivo

Al finalizar esta parte de la unidad de capacitación, los participantes estarán en capacidad de explicar claramente la importancia de hacer el plan para el desarrollo de un vivero de palma de aceite.

El ejercicio que se propone a continuación busca que los participantes adquieran las habilidades mentales y las actitudes para realizar en la oficina el plan para establecer y manejar un vivero de palma de aceite de dos fases cumpliendo con todas las etapas que garanticen la producción y entrega a tiempo de material de siembra con los mejores estándares de calidad.

Orientaciones para el facilitador

Antes de desarrollar el ejercicio se le sugiere al facilitador informar a los participantes sobre los objetivos del tema y alentarlos a tomar parte de las actividades.

- Conforme grupos de trabajo de cuatro a cinco participantes.
- Pida a los integrantes de cada grupo que nombre un coordinador.
- Entregue a cada coordinador el formato para realizar el plan de desarrollo de un vivero de palma de aceite de dos fases.
- Solicite a los grupos que ejecuten, sobre el formato entregado, el plan de desarrollo del vivero considerando que se estima iniciar la siembra de las palmas en campo en la temporada de lluvias de la zona.
- Al terminar el tiempo de trabajo en grupo, el facilitador solicitará al coordinador plasmar su plan en un formato previamente puesto en un papelógrafo y al grupo justificar cada una de las actividades marcadas.
- Al terminar el paso anterior cada grupo deberá explicar su plan para recibir la retroinformación de los demás grupos.

- Sobre un formato de los entregados a los grupos, el facilitador anotará los errores de cada grupo y al final presentará a los asistentes el plan correctamente desarrollado y dará la información de retorno a cada grupo de acuerdo con sus fallas y aciertos.

Recursos necesarios

- 30 minutos para ejecutar el trabajo en grupo y una hora para revisar los resultados y hacer la retroinformación.
- Formato para realizar el plan de establecimiento y manejo de un vivero de palma de aceite de dos fases para cada grupo.
- Un calendario para cada grupo de trabajo.
- Papelógrafo y marcadores de diferentes colores.
- Un formato en papel para papelógrafo para que cada grupo plasme sus resultados. Este esquema debe ser elaborado previamente por el facilitador.

Instrucciones para los participantes

Con base en las etapas de desarrollo de un vivero de palma de aceite de dos fases vistas anteriormente y asumiendo que la siembra de las plantas en campo se realizará en la temporada de lluvias, marque con una **X** en las casillas del formato suministrado, el tiempo durante el cual se debe ejecutar cada una de las actividades del plan.

Consigne sus resultados en el formato dispuesto en el papelógrafo y explique los tiempos señalados para desarrollar el plan. Para el trabajo en grupo dispondrá de 30 minutos y para discutirlos en plenaria, una hora.

Información de retorno del ejercicio 1.1.

Al finalizar la exposición de los resultados de cada grupo, el facilitador presentará el plan correctamente desarrollado a los asistentes, pedirá a cada coordinador que lo contraste con sus resultados y con base en ello y sus apuntes, dará la información de retorno correspondiente llevando a la reflexión sobre cómo se debió realizar el ejercicio y destacando la importancia de conocer previamente la fecha estimada para la siembra de las palmas en campo.

Información de retorno

Planeación del establecimiento y manejo de un vivero de palma de aceite de dos fases cuya siembra de palmas en campo se hará a partir del mes de junio.

Tiempo de ejecución de la actividad																																				
Actividad	Año 1			Año 2			Año 3																													
	Mes			Mes			Mes																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Solicitud de la semilla						X																														
Selección del sitio para el vivero						X	X	X																												
Preparación del sitio para el vivero										X																										
Preparación del sustrato para el llenado de bolsas											X																									
Selección e instalación del sistema de riego												X																								
Llenado de bolsas para el previvero												X																								
Recepción y siembra de la semilla en el previvero																		X																		
Llenado de bolsas para el vivero																	X	X																		
Trasplante de palmas del previvero al vivero																			X	X																
Separación de palmas mellizas																			X	X																
Selección y descarte de palmas anormales																		X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X				
Manejo de la nutrición																		X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X				
Manejo de enfermedades y plagas																	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X			
Preparación de palmas para despacho a campo																															X					
Despacho de palmas para siembra en campo																																X				

Formato para la planeación del proceso de establecimiento y manejo de un vivero de palma de aceite de dos fases cuya siembra de palmas en campo se hará a partir del mes de junio

Tiempo de ejecución de la actividad																																				
Actividad	Año 1												Año 2												Año 3											
	Mes												Mes												Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Solicitud de la semilla																																				
Selección del sitio para el vivero																																				
Preparación del sitio para el vivero																																				
Preparación del sustrato para el llenado de bolsas																																				
Selección e instalación del sistema de riego																																				
Llenado de bolsas para el previvero																																				
Recepción y siembra de la semilla en el previvero																																				
Llenado de bolsas para el vivero																																				
Trasplante de palmas del previvero al vivero																																				
Separación de palmas mellizas																																				
Selección y descarte de palmas anormales																																				
Manejo de la nutrición																																				
Manejo de enfermedades y plagas																																				
Preparación de palmas para despacho a campo																																				
Despacho de palmas para siembra en campo																																				

1.2. Cálculo de la semilla necesaria para el vivero

Como se mencionó antes la solicitud de la semilla para desarrollar el vivero se hace un año antes de la fecha en que se requiere que el proveedor entregue el pedido o, lo que es lo mismo, dos años antes de la fecha prevista para la siembra en el previvero (o el vivero cuando es de una fase).

Calcular en forma correcta la cantidad de semilla necesaria asegura en buena medida la obtención de las palmas requeridas para la siembra del área programada, luego de asumir la pérdida de las defectuosas y de descartar en el vivero las palmas que no cumplen con los estándares de calidad.

La cantidad de semillas que se necesitan para sembrar una hectárea de palma depende de la densidad de siembra que se adopte, del nivel de descarte de palmas anormales durante la etapa de vivero y del nivel de reemplazo de palmas por mal desarrollo en campo (resiembra). Corrado y Wuidart (1990), Jaquermand (1998), Rankine y Fairhurst (1998), citados por Corley y Tinker (2009) y Cenipalma (2003), estimaron entre el 15% y 20% de semillas por descarte de palmas anormales en el vivero y entre el 5% y 10% para resiembra de palmas por mal desarrollo en campo.

Ejercicio 1.2. Cálculo de la semilla necesaria para el vivero

Objetivo

Al finalizar este ejercicio los participantes estarán en capacidad de estimar la cantidad de semilla que se requiere para desarrollar un vivero de palma de aceite con el número de plantas suficientes para el área que se sembrará con la densidad de plantación adoptada.

Orientaciones para el facilitador

- Comparta con los participantes el objetivo del ejercicio.
- Con un ejercicio similar al sugerido para la información de retorno haga la demostración del cálculo

de necesidades de semillas para un vivero de palma de aceite.

- Mantenga los grupos de trabajo conformados para el ejercicio anterior.
- Pida a cada grupo que nombre un nuevo coordinador.
- Entregue a cada coordinador el ejercicio para calcular la cantidad de semilla para desarrollar el vivero para el proyecto de la plantación que se describe más adelante en la sección de información de retorno.
- El facilitador podrá ajustar el ejercicio en relación con el área, las etapas y , la densidad de siembra y los niveles de descarte y reposición de palmas.
- Solicite a los grupos que hagan los cálculos pedidos en el ejercicio dando para ello un tiempo de 30 minutos.
- Al terminar el tiempo, el facilitador en una sección plenaria de una hora, pedirá al coordinador de cada grupo que exponga sus resultados para recibir la información de retorno tanto de los demás grupos como del facilitador.
- El facilitador deberá promover la participación de todos los facilitados en la plenaria solicitando contrastar los resultados del exponente con los propios.

Recursos necesarios

- 30 minutos para realizar los cálculos solicitados y una hora para la plenaria de exposición de resultados y la información de retorno.
- Ejercicio de la información de retorno (sin resolver) para que sea resuelto por los grupos de trabajo.
- Dos hojas de papel en blanco por grupo para sus operaciones de cálculo.
- Papelógrafo y marcadores de diferentes colores.

Instrucciones para los participantes

Con base en la información suministrada en el ejercicio y mediante trabajo participativo en el grupo realizar los

cálculos que se solicitan. Para esta actividad dispone de 30 minutos de trabajo.

Al terminar el ejercicio, el coordinador de cada grupo expondrá los resultados y junto al resto del grupo recibirá la información de retorno tanto del facilitador como de los demás grupos de trabajo.

Información de retorno del ejercicio 1.2.

Una compañía de inversionistas se propone desarrollar un proyecto de palma de aceite cuya área total de siembra es de 5.000 hectáreas a una densidad de 143 palmas por hectárea. La plantación se hará en tres etapas: el primer año se plantarán 1.000 ha, el segundo y tercer años 2.000 ha en cada uno; se estima que se descartará un 20% de palmas anormales en el vivero y que se repondrá un 10% de palmas por mal desarrollo en el campo.

Calcule los siguientes factores:

- Cantidad total de semilla que se debe solicitar para desarrollar el proyecto.
- Requerimiento de semillas para el primer año de siembras.
- Requerimiento de semillas para el segundo y tercer año de siembras.

Procedimiento

- Cantidad total de semilla que se debe pedir para desarrollar el proyecto:

Calcule la cantidad total de palmas para desarrollar el proyecto multiplicando el total de hectáreas por la densidad de siembra.

$$5.000 \text{ ha} \times 143 \text{ palmas/ha} = 715.000 \text{ palmas}$$

Determine el 20% de palmas que se estima descartar por anomalías en el vivero multiplicando el total de palmas necesarias para desarrollar el proyecto que se calculó en el paso anterior por el 20% y divida ese producto entre 100.

$$(715.000 \text{ palmas} \times 20)/100 = 143.000 \text{ palmas}$$

Estime el 10% de palmas que se repondrán por mal desarrollo en campo multiplicando el total de

palmas necesarias para desarrollar el proyecto por el 10% y divida ese producto entre 100.

$$(715.000 \text{ palmas} \times 10)/100 = 71.500 \text{ palmas}$$

Finalmente calcule la cantidad total de semilla que se debe solicitar para desarrollar el proyecto sumando los tres valores encontrados en los pasos anteriores.

$$715.000 + 143.000 + 71.500 = 929.500 \text{ semillas}$$

- Requerimiento de semillas para el primer año de siembras.

Multiplique la cantidad total de semilla a solicitar, calculada en el paso anterior por las hectáreas a sembrar en el primer año y divida este producto entre el número total de hectáreas del proyecto.

$$(929.500 \text{ semillas} \times 1.000 \text{ ha})/5.000 \text{ ha} = 185.900 \text{ semillas.}$$

- Requerimiento de semillas para el segundo y el tercer años de siembra.

De la cantidad total de semilla que se requerirá reste las que se usarán el primer año y divida el producto en las dos etapas del proyecto que faltan por desarrollar (años 2 y 3).

$$(929.500 \text{ semillas} - 185.900 \text{ semillas})/2 = 371.800 \text{ semillas para cada año.}$$

Ejercicio 1.2.

Una compañía de inversionistas se propone desarrollar un proyecto de palma de aceite cuya área total a sembrar es de 5.000 hectáreas a una densidad de 143 palmas por hectárea. La plantación se hará en tres etapas: el primer año se plantarán 1.000 ha, el segundo y tercer años se plantarán 2.000 ha en cada uno; se estima que se descartará un 20% de palmas anormales en el vivero y que se repondrá un 10% de palmas por mal desarrollo en el campo.

Calcule los siguientes factores:

- Cantidad total de semilla que se debe solicitar para desarrollar el proyecto.
- Requerimiento de semillas para el primer año de siembras.

- Requerimiento de semillas para el segundo y tercer años de siembra.

Procedimiento

- Cantidad total de semilla que se debe solicitar para desarrollar el proyecto:

Cantidad total de palmas necesarias.

Total de palmas = Área total del proyecto (ha) * densidad de siembra (palmas/ha)

Descarte de palmas (20%).

Descarte = (total de palmas * % de descarte)/100

Palmas para reposición (10%).

Reposición = (total de palmas * % de reposición)/100

Cantidad total de semilla a solicitar

Semilla total a solicitar = Total de palmas + Descarte + Reposición

- Requerimiento de semillas para el primer año de siembras.

Semilla 1^{er} año = (Semilla total a solicitar * ha. primer año)/ha. total del proyecto

- Requerimiento de semillas para el segundo y tercer años de siembra.

- Semilla 2^o y 3^{er} años = (Semilla total a solicitar - Semilla 1^{er} año)/2

1.3. La semilla de la palma de aceite

La semilla de palma de aceite es la nuez que queda después de quitar el mesocarpio del fruto. Consta de un cuesco o endocarpio y de una a tres almendras; sin embargo, en la mayoría de los casos la semilla contiene una sola almendra porque dos de tres óvulos del ovario tricarpelar generalmente abortan. Cuando no lo hacen dan lugar a igual número de palmas al germinar la semilla (Corley y Tinker, 2009), Arias, A. N. y otros (2009).

La semilla para el desarrollo de un vivero de palma de aceite se puede encargar al proveedor en forma precalentada o germinada. En esta unidad de capacitación se estudiará el manejo de la semilla germinada

considerando que en la actualidad es el material estándar para el desarrollo de los viveros. Los interesados en información sobre la semilla precalentada pueden consultar el libro *Principios agronómicos para el establecimiento de una plantación de palma de aceite*, que se encuentra en la referencia bibliográfica de esta sección.

Cualquiera que sea la forma de pedir la semilla se debe hacer a productores con reconocida trayectoria que brinden garantía de sanidad y suficiente información sobre los progenitores y aspectos del manejo agronómico incluyendo las características del medio ambiente para el que ha sido seleccionado el material de siembra.

1.4. La semilla germinada

La semilla germinada es la que se somete durante 60 días a una temperatura de 39° C, con una humedad relativa de 19%, para inducir su germinación. Este estado se evidencia cuando comienza a emitir una estructura blanca en uno de sus extremos. Esta etapa se conoce con el nombre de *punto blanco*; pocos días después se diferencia y da lugar a la plúmula y a la radícula (Cenipalma, 2003).

La plúmula es la estructura recta que tiene forma de cono y su color es más blanco que la radícula; esta última es más delgada, menos recta que la plúmula y presenta unas protuberancias que dan origen a las primeras raíces (Figura 1.1).

El proveedor de la semilla germinada la entrega embalada en cajas de cartón y empacada en bolsas o vasos plásticos bien protegida contra daños por fricción entre ellas dentro del recipiente. El grupo de semillas en cada caja debe estar claramente identificado con el nombre del material genético e incluir la siguiente información, útil para su posterior manejo (Cenipalma, 2003).

- Número de semillas
- Nombre del material genético
- Fecha de inicio de la germinación
- Tratamiento químico recibido
- Fecha de salida del germinador

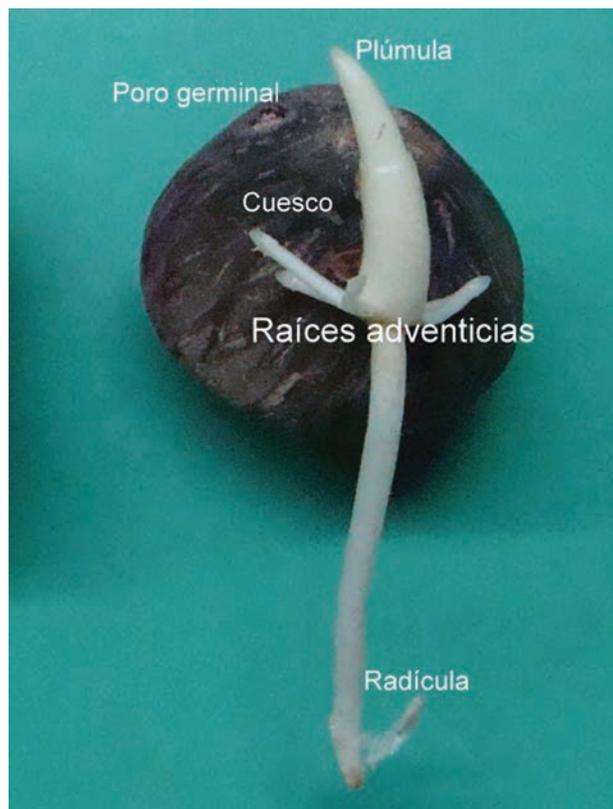


Figura 1.1. Partes de la semilla de palma de aceite germinada.

La semilla germinada deberá enviarse en cuanto se haya iniciado la germinación y no más allá del cuarto día, cuando se pueden distinguir la plúmula y la radícula. Esto permite que la siembra se haga hasta 10 días después, cuando la radícula y la plúmula están diferenciadas, pero no tan tarde porque se pueden torcer (Corley y Tinker, 2009).

Práctica 1.4. Reconocimiento de las partes de la semilla de palma de aceite germinada

Objetivo

Identificar claramente las partes más importantes de una semilla de palma de aceite germinada.

Orientaciones para el facilitador

- Comparta con los participantes el objetivo del ejercicio.

- Conforme grupos de trabajo de cuatro a cinco participantes.
- Suministre de cuatro a cinco semillas de palma de aceite germinadas a cada grupo. En lo posible que las semillas estén en diferentes estados de desarrollo de la plúmula y la radícula.
- De acuerdo con el número de semillas, entregue a cada grupo dos o tres hojas de papel en blanco y solicite que las dividan por la mitad.
- Pida a cada integrante del grupo que dibuje en media hoja de papel una semilla y señale las partes que observe. Conceda para ello 30 minutos de trabajo.
- Al terminar el tiempo, en una plenaria pida a cada integrante del grupo que explique sus resultados y que muestre, además, la semilla que usó para el dibujo.
- Al finalizar cada exposición de resultados entregue la información de retorno motivando, a su vez, la participación de los demás asistentes.

Recursos necesarios

- 30 minutos para desarrollar el trabajo en grupo y dos horas para explicar los resultados y dar la información de retorno.
- De cuatro a cinco semillas germinadas de palma de aceite en diferentes estados de desarrollo de la plúmula y la radícula.
- De dos a tres hojas de papel en blanco.

Instrucciones para los participantes

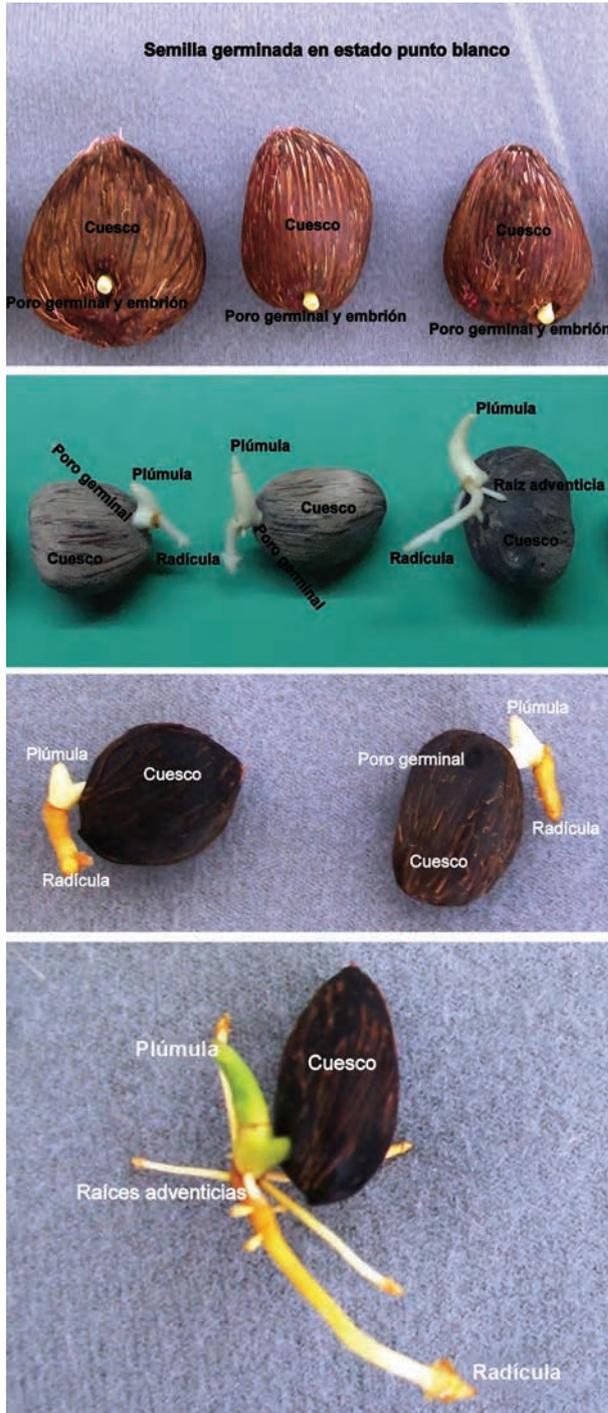
Cada grupo de trabajo recibirá entre cuatro y cinco semillas de palma de aceite en diferentes estados de germinación. Se recomienda manipularlas con cuidado para evitar daños en su estructura.

Cada integrante de grupo tome una semilla y dibújela en media hoja de papel y señale las partes que observe de la semilla; discuta con sus compañeros lo observado y el dibujo realizado.

Presente en plenaria su resultado y reciba la información de retorno tanto de los compañeros como del

facilitador. Para desarrollar el ejercicio dispondrá de 30 minutos y dos horas para la discusión de resultados en plenaria.

Información de retorno de la práctica 1.4.



1.5. Manejo de la semilla germinada antes de la siembra

Un manejo adecuado de la semilla germinada que se recibe del proveedor permite conservar su calidad, previa a la siembra en el vivero. Al recibirla, proceda de la siguiente forma:

- **Revise el estado del embalaje.** Para el transporte la semilla se mezcla con icopor dentro de la bolsa para evitar que sufra daños en la plúmula o en la radícula. Igualmente, se puede poner espuma en las paredes, en el fondo y en la tapa de los vasos plásticos. Por otra parte, dentro de la caja de embalaje las bolsas o vasos se separan con capas del mismo material.
- **Examine el contenido de cada caja.** Adentro debe estar la información señalada arriba. Verifique la cantidad de semillas y el nombre del material genético. Estos datos son útiles para sembrar cada material en secciones separadas en el mismo vivero.
- **Compruebe la humedad de la semilla.** Si están adecuadamente húmedas presentan color negro brillante. De lo contrario, se recomienda aplicar agua limpia con un atomizador manual evitando que el agua escurra sobre la superficie de la bolsa o que forme gotas en su interior.
- **Identifique el estado de germinación.** La semilla llega germinada pero no necesariamente lista para sembrar. Una semilla está lista para sembrar cuando ha diferenciado claramente la plúmula y la radícula. La que no ha hecho este proceso debe permanecer en el empaque, almacenada en un lugar fresco (25° C) por espacio de cinco a seis días. Durante este tiempo es prudente proceder de la siguiente manera:
 - Revise diariamente la humedad y si observa que están secas, adicione agua con un atomizador manual, como ya se indicó anteriormente.
 - Espere entre cinco y seis días hasta que las semillas diferencien la plúmula y radícula. Justo en ese momento estarán listas para sembrar. Las que no lo hayan logrado deben registrarse y descartarse.

- **Verifique la calidad de la semilla.** Antes de sembrar la semilla (inmediatamente después de recibirla del proveedor) determine su calidad así:
 - Una vez que la mayoría de la semilla esté diferenciada, registre y deseche la que no lo haya logrado.
 - Registre las palmas sobredesarrolladas, que se caracterizan por tener hojas en la plúmula y raíces adventicias en la radícula. La radícula debe ser menor de 1,5 cm de largo al momento de la siembra (Potash & Phosphate Institute, 1998).
 - Registre y elimine la semilla que presente cualquiera de los siguientes problemas:
 - Plúmula y/o radícula partida.
 - Plúmula retorcida.
 - Presencia de manchas húmedas y oscuras sobre cualquier parte de la plúmula y/o la radícula.
 - Superficies de aspecto algodonoso de cualquier color sobre cualquier parte de la plúmula o radícula.
- Determine la cantidad de semilla recibida para reposición. El comprador debe recibir entre el 3% y 5% más de la semilla solicitada, en calidad de reposición por eventuales fallas en la germinación o daño sufrido durante el transporte. Cuando se trata de semilla del híbrido interespecífico *Oleifera x Guineensis* (O x G) el nivel de semillas para reposición es del 1%.

Práctica 1.5. Manejo y calidad de la semilla de palma de aceite germinada

Objetivo

Aprender a manejar y controlar la calidad de la semilla de palma de aceite germinada antes de la siembra en el vivero.

Orientaciones para el facilitador

Dos días antes de esta práctica el facilitador deberá conseguir entre 42 y 63 semillas de palma de aceite, en lo posible desde una (1) hasta 15 semanas de germinadas, e incluir semillas con daños (plúmula y/o radícula partida) que justifiquen su descarte. Con este material debe proceder de la siguiente manera:

- Haga grupos de 21 semillas, incluyendo las dañadas.
- Subdivida el grupo de 21 semillas en dos subgrupos de 10 y 11 semillas cada uno y proceda con cada uno como se indica a continuación:

Grupo de 11 semillas	Grupo de 10 semillas
Empaque las semillas en una bolsa plástica transparente mezcladas con espuma o con icopor.	Empaque las semillas en una bolsa plástica transparente sin espuma ni icopor.
Asegúrese de que la semilla tenga la humedad adecuada (color negro brillante).	La semilla debe estar seca al momento del empaque (color café opaco).
Verifique que hayan semillas en diferentes estados de germinación.	Cerciórese de que haya semillas en diferentes estados de germinación e incluya las dañadas.
Ponga la bolsa de semillas dentro de una caja de cartón pequeña y limpia, agregue espuma o icopor.	Ponga la bolsa de semillas dentro de una caja de cartón pequeña y limpia. No agregue espuma ni icopor.

Ponga dentro de la caja un sobre con información sobre el número de semillas, nombre del material genético, fecha en que inició y salió de germinación y tratamiento químico recibido.	No ponga ninguna información dentro de la caja de embalaje.
Cierre la caja con cinta adhesiva y márkela con el número 1.	Cierre la caja con cinta adhesiva e identifíquela con el número 2.

Informe a los participantes sobre los objetivos de la práctica y desarrolle a continuación las siguientes actividades:

- Conforme dos o tres grupos de trabajo según el número de semillas que haya preparado para la práctica.
- Entregue a cada grupo la caja 1 y 2 de semillas. Pida que no las abran hasta cuando usted lo indique.
- Entregue a cada grupo dos formatos para el control de calidad y el esquema del desarrollo de la plúmula y la radícula en la semilla germinada de palma de aceite, que aparecen en los recursos necesarios.
- Indique a los grupos de trabajo que para evaluar el desarrollo y la calidad de la semilla, junten las semillas de las dos cajas (21 semillas).
- Solicite abrir las cajas, observar muy bien el contenido de cada una y verificar la calidad de la semilla recibida, en el formato suministrado.
- Durante el trabajo visite con frecuencia los grupos y estimule la discusión interna y el trabajo participativo. Resuelva preguntas que faciliten el trabajo de los grupos.
- Conceda una hora para evaluar la calidad de la semilla y una hora para la plenaria de discusión de resultados y para la retroinformación.
- Pida que cada grupo fije el formato de evaluación en una pared con el fin de comparar los resultados que se presentarán, posteriormente, en una plenaria. Incentive a los participantes para que los discutan y haga la retroinformación pertinente. Indague sobre los siguientes aspectos:

- ¿Qué hacer cuando se determina que a la semilla recibida le falta humedad?.
- ¿Cómo se conoce una semilla diferenciada y qué hacer con las que aún no se han diferenciado?.
- ¿A qué causas atribuye el daño detectado en las semillas recibidas?.
- ¿Qué problemas puede enfrentar si recibe semillas sin su identificación?.
- ¿Qué porcentaje de semillas para reposición recibió el grupo?.
- Según el nivel de daño calculado en la semilla, ¿se debería reclamar al proveedor?.

Recursos necesarios

- Entre 42 y 63 semillas de palma de aceite, en lo posible desde 1 hasta 15 semanas de germinadas.
- Entre cuatro y seis cajas de cartón pequeñas y limpias.
- Entre cuatro y seis bolsas plásticas transparentes de 1kg de capacidad.
- Entre dos y tres sobres de papel tamaño carta.
- Espuma picada o icopor.
- Hojas de papel en blanco tamaño carta.
- Papelógrafo y marcadores.
- Cada participante debe llevar una calculadora.
- Una hora para ejecutar el trabajo en grupo y una hora para revisar los resultados y hacer la información de retorno.
- Formato para control de calidad.

- Esquema del desarrollo de la plúmula y la radícula en la semilla germinada de palma de aceite para cada grupo de trabajo:

Instrucciones para los participantes

De acuerdo con lo indicado por el facilitador conforme dos o tres grupos de trabajo. Cada uno recibirá dos cajas con semillas germinadas de palma de aceite. No las abra hasta cuando lo indique el facilitador. También recibirá dos formatos para control de calidad de la semilla y un esquema para determinar el desarrollo de la semilla germinada de palma. Por favor atienda las instrucciones para la realización de la práctica.

Cuando se lo indiquen abra las cajas y evalúe el empaque, el embalaje y la humedad de las semillas de cada caja por separado. Registre su observación en el formato correspondiente.

Luego junte las semillas de las dos cajas en un solo grupo y determine su desarrollo usando el esquema de desarrollo de la plúmula y la radícula en la semilla germinada de palma de aceite que les ha sido suministrada. Si tiene observaciones escríbalas en el espacio correspondiente.

Pase luego a establecer la calidad de la semilla haciendo los cálculos pertinentes. No olvide escribir las causas por las cuales descarta las semillas.

Discuta en grupo y tome nota sobre las conclusiones teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- ¿Qué hacer cuando a la semilla recibida le falta humedad?
- ¿Cómo se conoce una semilla diferenciada y qué hacer con las que aún no se han diferenciado?
- ¿A qué causas atribuye el daño detectado en las semillas recibidas?
- ¿Qué problemas tendría al sembrar en el vivero las semillas de la caja 2 que se recibió sin su correspondiente identificación?
- ¿Según el nivel de daño de la semilla recibida se debería hacer reclamación al proveedor?

Para la sección práctica dispone de una hora de trabajo. A continuación en una plenaria presente sus resultados y reciba la retroinformación de sus compañeros y del facilitador.

Información de retorno de la práctica 1.5.

- Cuando se advierte que a la semilla recibida le falta humedad, se debe aplicar agua limpia con un atomizador manual evitando que escurra sobre la superficie de la bolsa o que forme gotas en su interior.
- Una semilla diferenciada es aquella que permite distinguir claramente la plúmula y la radícula. La semilla no diferenciada debe permanecer en la bolsa almacenada en un lugar fresco (25° C) por espacio de cinco a seis días.
- El daño físico más frecuente de las semillas es la ruptura de la plúmula y/o la radícula, debido a que en su empaque y/o embalaje no se introduce material aislante (espuma o icopor) que evite el roce entre ellas. También pueden deteriorarse en razón a alguna plaga o enfermedad originada en un inadecuado manejo sanitario durante el proceso de germinación o empaque.
- La identificación de la semilla con el nombre del material genético es útil para sembrar cada material en secciones separadas en el vivero y posteriormente en los lotes de la plantación.
- La reclamación al proveedor por baja calidad se justifica cuando el nivel de semilla rechazada supera el nivel de semillas entregadas para reposición que es del 3% al 5% en *Guineensis* y 1% en híbrido inter-específico O x G.

Formato para el control de calidad de la semilla germinada de palma de aceite

Nombre de la plantación: _____

Lugar y fecha de recepción de la semilla: _____

Nombre del proveedor: _____

Empacado de la semilla: Adecuado. _____

No adecuado: _____

Especifique: _____

Embalaje de la semilla: Adecuado. _____

No adecuado: _____

Especifique: _____

Humedad de la semilla: Adecuada. _____

No adecuada: _____

Especifique: _____

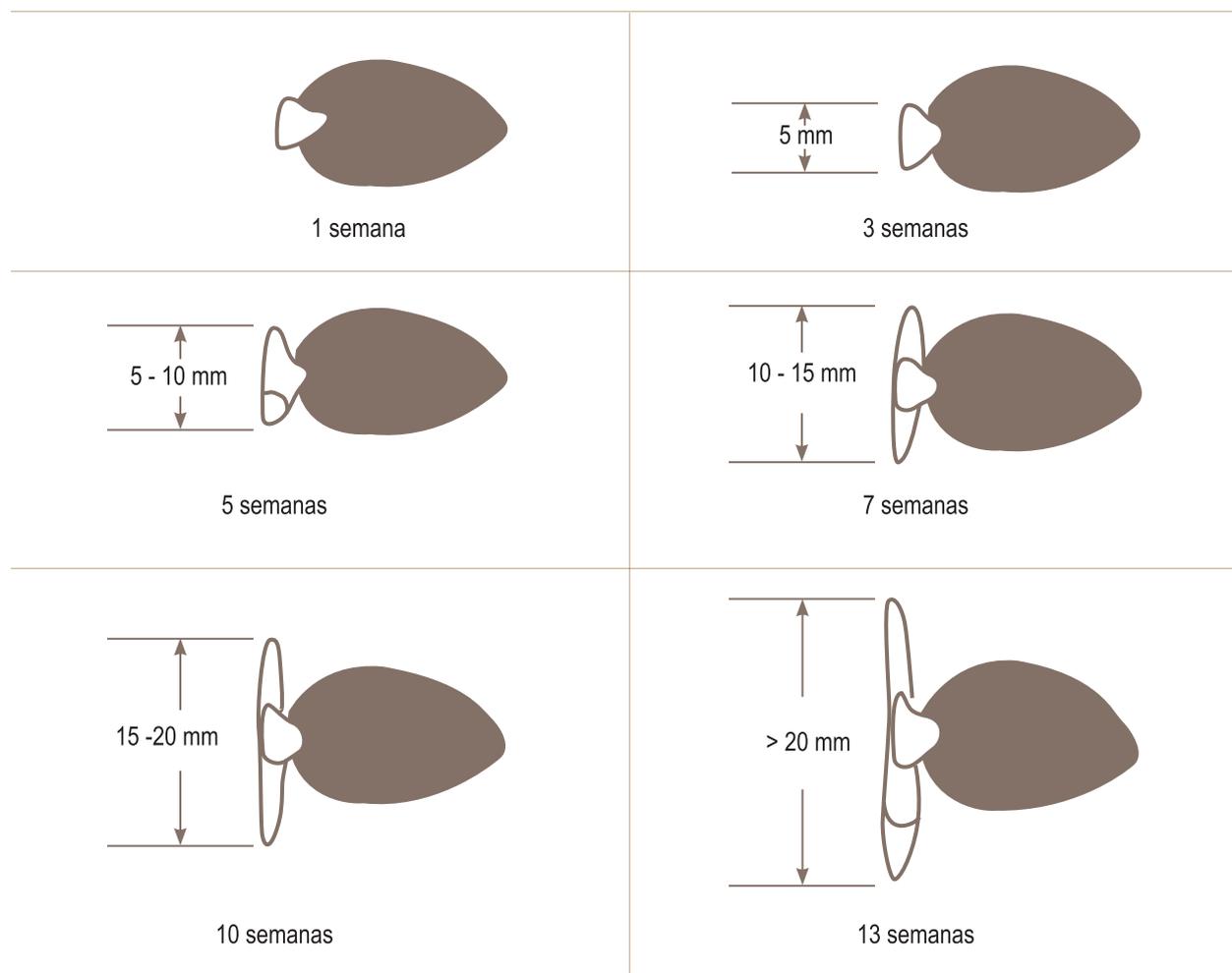
Desarrollo de la semilla:

Nombre del material	Desarrollo (semanas)	Número de semilla	% de semilla	Observaciones
	1			
	3			
	5			
	7			
	10			
	13			
	> 13			

Calidad de la semilla:

Nombre del material	Semilla solicitada	Semilla recibida	% para reposición	Semilla apta para sembrar	Semilla descartada	% de descarte	Causa del descarte

Desarrollo de la plúmula y la radícula en la semilla germinada de palma de aceite



Tomado de: Cenipalma (2003). *Manejo de viveros de palma de aceite*. Manual Técnico. Primera edición.

Referencias bibliográficas

- Arias A, N. A.; Bermúdez, O. O.; Motta, V. D.; Mosquera, M. M.; Gómez C, P. L.; Franco B, P. N.; Soto, A. M.; Mahecha, B. F.; Rosero D, F. D.; Hernández, B. P. 2009. *Principios agronómicos para el establecimiento de un cultivo de palma de aceite*. Cenipalma. Bogotá. 175 p.
- Cenipalma. 2003. *Manejo de viveros de palma de aceite*. Manual Técnico. Primera edición. Bogotá. 74 p.
- Corley R. H. V. y Tinker P. B. 2009. *La palma de aceite*. Traducción de la 4ª. Ed. En inglés por Maldonado, P. E.; Maldonado, P. F. 585 p.
- Potash & Phosphate Institute. 1998. *Guía de campo, serie en palma aceitera, viveros*. Volumen I. 112 p.





Unidad de aprendizaje 2

Establecimiento de un vivero de palma de aceite

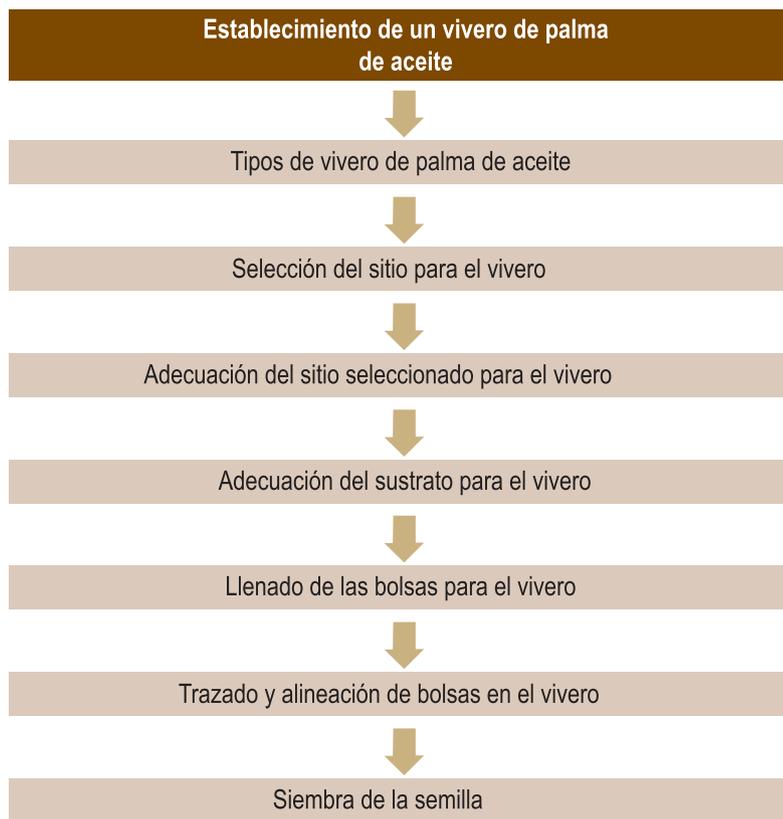
Estructura de la unidad	45
Preguntas orientadoras	45
Objetivos	46
Introducción	46
2.1. Tipos de viveros	46
2.1.1. Viveros de dos fases	47
2.1.2. Viveros de una fase	48
Ejercicio 2.1. Estimación del área necesaria para establecer un vivero de palma de aceite de dos fases	49
Información de retorno del ejercicio 2.1.	50
2.2. Selección del sitio para el vivero	50
2.3. Adecuación del sitio seleccionado para el vivero	50
2.3.1. Determinación de la disponibilidad de agua para riego	51
2.3.2. Construcción de vías de acceso	51
2.3.3. Construcción de drenajes	51
2.3.4. El sistema de riego	51
2.3.5. Protección del vivero	55
2.3.6. Bodega para herramientas e insumos	55
Prácticas 2.2 y 2.3. Evaluación del sitio y su adecuación para el desarrollo de un vivero de palma de aceite	56
Información de retorno de las prácticas 2.2 y 2.3.	58
2.4. Adecuación del sustrato para el vivero	61
Ejercicio 2.4. Selección y acondicionamiento químico del suelo para la preparación del sustrato de un vivero de palma de aceite	63
Información de retorno del ejercicio 2.4.	66
2.5. Llenado de las bolsas para el vivero	70

2.5.1. Tamaño de las bolsas	70
2.5.2. Calidad de las bolsas	71
Práctica 2.5. Determinación del tamaño y calidad de las bolsas para las dos fases de viveros de palma de aceite	71
Información de retorno de la práctica 2.5.	72
2.5.3. Llenado de las bolsas	74
2.6. Trazado y alineación de bolsas en el vivero	75
2.6.1. Trazado y alineación viveros de dos fases	75
2.6.2. Trazado y alineación viveros de una fase	76
Práctica 2.6. Trazado y alineación de bolsas en el vivero	77
Información de retorno de la práctica 2.6.	79
2.7. Siembra de la semilla	79
Práctica 2.7. Siembra de la semilla de palma de aceite en el vivero	80
Información de retorno de la práctica 2.7.	82
Referencias bibliográficas	83



Vivero de palma de aceite.

Estructura de la unidad



Explicación de la estructura

En esta segunda sección de la unidad de capacitación se verá todo lo relacionado con el establecimiento de un vivero de palma de aceite, iniciando con la consideración de los tipos de viveros; luego se estudiarán los criterios que se deben tener en cuenta para seleccionar y adecuar el sitio para su desarrollo. Posteriormente, se discutirán las condiciones físicas, químicas y de sanidad que debe cumplir un suelo para ser usado como base del sustrato para el crecimiento de las palmas, así

como las prácticas para su acondicionamiento. Se estudiarán el llenado adecuado de las bolsas para las dos fases del vivero y su trazado en campo y los sistemas de riego más usados en viveros de palma de aceite con sus ventajas y desventajas. La sección finaliza aprendiendo a sembrar la semilla en el vivero.

Preguntas orientadoras

1. ¿Podría mencionar los tipos de viveros de palma de aceite y sus diferencias más importantes?

2. Según su experiencia, ¿podría citar dos ventajas y dos desventajas de los viveros de una fase y de dos fases?
 3. ¿Podría indicar cuatro criterios técnicos que se deben tener en cuenta para seleccionar el sitio para establecer un vivero de palma de aceite?
 4. ¿Qué actividades considera esenciales para la adecuación del sitio para el vivero?
 5. ¿Podría señalar algunas de las propiedades físicas y químicas que se recomiendan de un suelo que se vaya a usar como base para el sustrato del vivero?
 6. ¿Puede indicar dos factores del sustrato que se deben tener en cuenta para un correcto llenado de las bolsas para el vivero de palma de aceite?
 7. ¿Cuál es la razón por la que la alineación de las bolsas en el vivero se hace en el sentido norte - sur?
 8. ¿Podría indicar algunos de los cuidados para tener en cuenta en el proceso de siembra de la semilla de palma de aceite?
- Ejecutar el trazado y alineación de las bolsas para la fase de vivero incorporando las normas de seguridad industrial.
 - Ejecutar la siembra correcta de la semilla germinada en el vivero de palma de aceite.

Objetivos

Al finalizar la capacitación en esta sección los participantes estarán en capacidad de:

- Estimar el área necesaria para establecer un vivero de palma de aceite.
- Aplicar en campo los criterios técnicos para seleccionar el sitio para el vivero.
- Aplicar los estándares industriales para las construcciones civiles del vivero respetando las normas de seguridad e higiene industrial.
- Determinar en la oficina la preparación del sustrato para el vivero con base en el resultado del análisis físico y químico del suelo.
- Decidir el tamaño adecuado de las bolsas para el vivero de acuerdo con la fase y el tiempo que van a permanecer las palmas en él.
- Identificar deficiencias en la calidad de las bolsas para vivero con base en estándares industriales.

Introducción

La producción precoz y el nivel inicial de ella en la nueva plantación de palma de aceite dependen, además del manejo agronómico, del vigor y la sanidad de las palmas que se lleven del vivero al campo. Por esto es importante hacer un adecuado establecimiento y manejo del vivero como se verá en la presente sección, con el fin de asegurar un crecimiento sano y vigoroso de la plantación.

En el mundo se han desarrollado diversos sistemas de viveros en respuesta a los diferentes climas, suelos, incidencia y manejo de enfermedades (Jacquemard, 1998; Rankine y Fairhurst, 1998a; Duckett, 1999; citados por Corley y Tinker, 2009). Pero el método de viveros en bolsas de polietileno, desarrollado en el Lejano Oriente a mediados de la década de 1960, es el más universal (Corley y Tinker, 2009).

En esta segunda sección de la unidad de aprendizaje los participantes se capacitarán en el proceso para establecer un vivero de palma de aceite de dos fases cumpliendo con los más recientes estándares industriales de calidad establecidos en Colombia, desde la selección y adecuación del sitio para el vivero incluyendo el desarrollo de la infraestructura para su protección, hasta la siembra de la semilla en las bolsas para el desarrollo de las palmas.

2.1. Tipos de viveros

Hay dos métodos posibles para desarrollar viveros de palma de aceite: el vivero principal de una sola fase y el método de dos fases, con previvero y vivero principal. La ventaja más importante del primero es la reducción del tiempo global en el vivero por alrededor de dos meses (Baven y Gray, 1966; citados por Corley y Tinker, 2009).

No obstante tal reducción, éste demanda una alta experiencia del personal responsable del vivero debido a que en su etapa inicial exige una más estrecha supervisión y un área total más grande. Además, se debe comparar con la necesidad de mano de obra y de agua para riego en los primeros cuatro meses (Rankine y Fairhurst, 1998a; citados por Corley y Tinker, 2009). Adicionalmente, Cenipalma (2003) y el Potash & Phosphate Institute (1998), enumeran una serie de ventajas y desventajas que se presentarán más adelante en cada tipo de vivero.

2.1.1. Viveros de dos fases

Este tipo de vivero inicia con la fase de previvero. Allí, la semilla germinada y claramente diferenciada se siembra en bolsas pequeñas (15 x 23 cm) y se acomoda en camas de 1,2 m de ancho por 10 m de largo para que se desarrollen las palmas hasta que cumplen de dos a tres meses de edad (Figura 2.1). Luego de este tiempo las palmas sanas y vigorosas se trasplantan a bolsas de tamaño estándar (40 x 45 cm) que dan comienzo a la segunda fase o de vivero principal donde se mantienen las que continúan sanas y vigorosas hasta antes de llevarlas al campo para la siembra en los lotes de la plantación, es decir, entre siete y ocho meses más tarde (Figura 2.2).



Figura 2.1. Palmas en la fase de previvero en camas.



Figura 2.2. Palmas en la fase de vivero, adecuadamente alineadas y distanciadas.

Ventajas del vivero de dos fases

- Facilita el cuidado de las palmas durante el primer mes, cuando es crítico para su desarrollo, y el área para su establecimiento es menor.
- Requiere un área menor para el vivero principal y cada grupo de palmas ocupa el vivero por menos tiempo.
- Se requiere menos agua para el riego y este es más eficiente.
- Menor costo de mantenimiento en la primera fase.
- Cuando hay atraso en la ejecución del plan para el desarrollo del vivero, durante la fase de previvero se pueden ejecutar los trabajos atrasados.
- Se puede realizar una primera selección de palmas al momento del trasplante al vivero principal.
- Las palmas mellizas pueden separarse cuando se van a trasplantar al vivero principal.
- Permite mantener palmas en el previvero si no hay espacio en el vivero principal para acomodar. Sin embargo, no es aconsejable mantenerlas por mucho tiempo porque se puede favorecer el ataque de enfermedades.

Desventajas del vivero de dos fases

- Los previveros son más susceptibles a plagas y enfermedades y a los efectos del mal manejo.

- Generan dos operaciones adicionales e intensivas en mano de obra, el llenado de bolsas pequeñas y el trasplante, lo que eleva los costos.
- Induce estrés y pérdida de palmas cuando hay fallas en el trasplante.

2.1.2. Viveros de una fase

La semilla germinada y diferenciada se siembra directamente en bolsas de tamaño estándar de 40 x 45 cm, acomodadas en camas o eras de 1,2 m de ancho por 10 m de largo. Las bolsas se ponen a través de la cama haciendo hileras de cuatro bolsas a lo ancho para ubicar más o menos 16 bolsas por metro cuadrado (Figura 2.3).



Figura 2.3. Vivero de una fase en camas.

Dos a tres meses después de la siembra de las semillas, las bolsas se sacan de las camas y se distribuyen dentro del área de terreno preparado para el vivero hasta cumplir 10 a 14 meses de edad, cuando están listas para la siembra en campo.

Las palmas se pueden mantener hasta 24 meses en el vivero (material avanzado), pero se deben usar bolsas grandes, de 60 x 75 cm y el espacio, riego y fertilización se ajusta de acuerdo con sus necesidades.

Otra modalidad para desarrollar viveros de una fase, que es muy usada en plantaciones de amplia experiencia en el desarrollo de viveros de palma de aceite, es sembrar la semilla diferenciada directamente en las bolsas grandes que han sido puestas en el sitio que ocuparán hasta el final de su desarrollo (Figura 2.4).

Esta modalidad se usa para eliminar el movimiento de las bolsas con las palmas desde las camas en el proceso de espaciamiento.



Figura 2.4. Bolsas distanciadas y alineadas para vivero de una fase.

En los viveros de una fase se aconseja disponer una parte del área para sembrar un 5% de las semillas en bolsas grandes de 50 x 60 cm, con el fin de obtener palmas de resiembra para reponer las que no tengan un adecuado desarrollo en el campo. En la Tabla 2.1 se relaciona el espaciamiento y el número de palmas que se pueden acomodar por hectárea de vivero según la edad seleccionada para su siembra en campo.

Tabla 2.1. Número de palmas que se pueden acomodar por hectárea de vivero según la edad para siembra

Edad seleccionada (meses)	Espaciamiento (cm)		Palmas por hectárea
	Entre bolsas	Entre líneas	
8 - 10	80	69	18.040
10 - 12	90	78	14.260
12 - 14	100	87	11.550
> 14*	120	104	8.020
24**	180	156	3.560

Tomado de Cenipalma, 2003.

* Palmas para reemplazar las anormales o que no se desarrollen bien en el campo (son el 5% de las palmas del vivero)

** Material Avanzado de Siembra (MAS)

Ventajas del vivero de una fase

- Menos movimiento de las palmas antes de su siembra en campo.

- Se evita el estrés del trasplante de la bolsa pequeña del previvero a la bolsa grande del vivero.
- Se evita la inversión en infraestructura y equipos para el previvero así como de mano de obra para el trasplante.
- Generalmente se obtienen plantas de mejor desarrollo que las obtenidas en el vivero de dos fases.

Desventajas del vivero de una fase

- Requiere de una superficie más grande para la producción de una cantidad dada de plantas y cada grupo de ellas estará por más tiempo en el vivero.
- Se necesita una mayor cantidad de agua y más recursos para materiales, equipos y mano de obra para el riego.
- Una falla en el sistema de riego puede generar una apreciable pérdida de palmas por la dificultad para regarlas en forma manual como podría hacerse en el previvero.
- La eliminación de palmas anormales es más difícil, toma más tiempo y no existe posibilidad de eliminarlas cuando se trasplanten al vivero principal.
- Requiere de una mayor supervisión en el primer mes de crecimiento y en los primeros dos o tres meses el sistema de riego es subutilizado.

Ejercicio 2.1. Estimación del área necesaria para establecer un vivero de palma de aceite de dos fases

Objetivo

Que los participantes en la capacitación adquieran las habilidades para calcular el área de terreno necesaria para desarrollar un vivero de palma de aceite de dos fases.

Orientaciones para el facilitador

Esta actividad se basa en el proyecto de siembra planteado en el ejercicio 1.2 de la primera sección de esta guía; por esto se recomienda al facilitador que después de compartir el objetivo del presente ejercicio con los

participantes, en una plenaria participativa, recuerden los resultados del ejercicio 1.2.

Para el desarrollo del presente ejercicio proceda de la siguiente forma:

- Solicite que se reúnan nuevamente los grupos de trabajo conformados para el ejercicio 1.2.
- Entregue a cada coordinador de grupo el ejercicio 1.2 correctamente resuelto y solicite a los grupos realizar los cálculos pedidos. Conceda para ello un tiempo de 30 minutos.
- Al terminar el tiempo, en una sección plenaria de una hora, elija un grupo al azar para que exponga sus resultados. Al final de la exposición haga la información de retorno y motive a los demás grupos para que participen en ella.
- Promueva la participación de los grupos de trabajo en la plenaria y solicíteles que contrasten sus resultados con los expuestos por el grupo elegido para ello.

Recursos necesarios

- 30 minutos para realizar los cálculos solicitados y una hora para la plenaria de exposición de resultados y para la información de retorno.
- Ejercicio de la información de retorno sin resolver para que sea solucionado por los grupos de trabajo.
- Dos hojas de papel en blanco por grupo para sus operaciones de cálculo.
- Papelógrafo y marcadores de diferentes colores.

Instrucciones para los participantes

Con base en la información suministrada en el ejercicio y mediante trabajo participativo en el grupo realice los cálculos solicitados. Para ello dispondrá de 30 minutos.

Al terminar el ejercicio, dispóngase para exponer sus resultados en plenaria o participar en ella contrastando y socializando sus resultados con la plenaria para recibir la información de retorno pertinente tanto del facilitador como de los demás grupos de trabajo.

Información de retorno del ejercicio 2.1.

Estimación del área necesaria para establecer el vivero del ejercicio 1.2.

- Palmas para el primer año de siembra: 185.900
- Palmas para el segundo y el tercer años de siembra: 371.800 para cada año.

Área de vivero en el primer año

- Se calcula el área para el 5% de las palmas de reemplazo que se distancian a 120 cm.
 $185.900 \text{ palmas} \times 0,05 = 9.295 \text{ palmas}$
 $(9.295 \text{ palmas}) / (8.020 \text{ palmas/ha}) = 1,16 \text{ ha}$
- Se calcula el área para las palmas restantes que se distancian a 90 cm.
 $(185.900 \text{ palmas} - 9.295 \text{ palmas}) / (14.260 \text{ palmas/ha}) = 12,38 \text{ ha}$
- Se calcula el área para el previvero.
 $(185.900 \text{ palmas} \times 0,12 \text{ m}^2/\text{palma}) / (10.000 \text{ m}^2/\text{ha}) = 2,16 \text{ ha}$
- Se calcula el área total para el vivero en el primer año sumando los tres resultados anteriores.
 $1,16 \text{ ha} + 12,38 \text{ ha} + 2,16 \text{ ha} = 15,70 \text{ ha}$

Área de vivero para el segundo y el tercer año

- Como en cada año se tendrá el doble de palmas del primero, también se necesitará el doble del área. Solo hay que agregar un área igual a la usada el primer año. En consecuencia, el área total necesaria para el vivero a partir del segundo año es de 31,40 hectáreas.

2.2. Selección del sitio para el vivero

La selección del sitio debe completarse seis meses antes de empezar el establecimiento del vivero. El área debe ser suficiente para desarrollar el número de palmas que requiere la plantación y ofrecer las mejores condiciones para su crecimiento sano y vigoroso. El área depende del tamaño de la plantación que se va

a desarrollar, el área a plantar en cada fase de su desarrollo, la densidad de siembra seleccionada y la edad de las palmas que se sembrarán. (Cenipalma, 2003). Además, se debe considerar el espacio que ocuparán las vías y las construcciones de apoyo como los equipos para el sistema de riego y la bodega de herramientas e insumos.

El sitio debe tener una ligera inclinación para facilitar el drenaje superficial pero no exceder del 15% (Potash & Phosphate Institute, 1998), para evitar corrientes de agua superficial y disminuir el riesgo de erosión del suelo provocado por eventos de lluvia. Igualmente, el lugar seleccionado debe tener vías de fácil acceso y bien afirmadas, no presentar riesgo de inundaciones o encharcamiento, estar protegido de vientos fuertes, contar con una fuente confiable de agua limpia para riego que esté libre de contaminantes y patógenos que puedan causar daño al vivero como el pseudohongo *Phytophthora palmivora* Butl, (Martínez *et al.*, 2009).

Cuando se va a desarrollar una plantación en una zona nueva para el cultivo, el vivero puede ubicarse cerca al área de la futura siembra; esto disminuye los costos de transporte de las palmas al campo. Pero, si se trata de un vivero en una plantación establecida es aconsejable ubicarlo lo más aislado posible de ella para disminuir el riesgo de plagas o enfermedades que se pudieran transmitir del cultivo al vivero como es el caso del pseudohongo *Phytophthora palmivora* Butl, agente causal de la Pudrición del cogollo (Martínez *et al.*, 2009). Los autores aconsejan en estos casos mantener una distancia mínima de 250 metros entre el vivero y la plantación.

2.3. Adecuación del sitio seleccionado para el vivero

La adecuación del sitio elegido para establecer el vivero inicia con la remoción total de malezas y vegetación arbórea hasta 20 metros a la redonda, más allá del área determinada para el vivero. De ese modo se evita el sombrío de los árboles sobre las palmas ubicadas en los bordes. Se deben retirar los troncos y piedras para facilitar la nivelación o emparejamiento y la preparación

adecuada del suelo. Si el lugar corresponde a un área donde se ha desarrollado un vivero anteriormente, entonces, se deben remover las bolsas, los desechos de palmas y otros residuos de la faena pasada. Los montones de suelo que provienen de las bolsas usadas deben extenderse hasta que estén a nivel (Potash & Phosphate Institute, 1998).

La adecuación del sitio involucra además las siguientes acciones:

2.3.1. Determinación de la disponibilidad de agua para riego

Como se mencionó antes, el sitio elegido para establecer el vivero debe contar con una fuente confiable en términos del volumen de agua y que esté libre de sólidos en suspensión y sustancias que se precipitan como carbonatos, bicarbonatos, óxidos, hidróxidos, sulfuros de metales pesados, etc., porque pueden ocluir los sistemas y con ello afectar la uniformidad del riego (Anexos 8 y 9). Una alta concentración de sales y cantidades elevadas de iones como sodio, cloruros y metales pesados, afecta en forma negativa el crecimiento y desarrollo de muchas especies vegetales. (García, 1991).

La presencia de microorganismos patógenos en el agua para riego puede generar problemas sanitarios como la *Phytophthora palmivora* Butl que causa la PC en las palmas del vivero (Martínez G. *et al.*, 2009). En cualquier caso, si se sospecha sobre la calidad del agua, se deben tomar muestras para determinar su aptitud de uso. En el anexo 8 se relacionan los principales parámetros para la evaluación de la calidad de aguas para riego.

En zonas afectadas con PC y alta presión de inóculo de *P. palmivora* Butl sería aconsejable perforar y tomar el agua directamente de un pozo profundo para disminuir el riesgo de llevar el patógeno al vivero a través del agua de riego.

2.3.2. Construcción de vías de acceso

Deben ser lo suficientemente amplias, bien afirmadas y drenadas, de tal forma que los vehículos se puedan

desplazar con facilidad durante todo el tiempo de desarrollo del vivero. Las vías internas deben diseñarse para que el punto de cargue de las palmas al vehículo que las llevará al campo no sea mayor de 50 metros. Así se disminuye el riesgo de daño en hojas y raíces especialmente cuando, al momento de ser descargadas, sufren golpes o son maltratadas por un trabajador cansado.

2.3.3. Construcción de drenajes

El exceso de agua se convierte en un factor de riesgo para la aparición de enfermedades como la Pudrición del cogollo (Martínez *et al.*, 2009), porque causa estrés en la palma, promueve la humedad relativa alta e incide en la lentitud del proceso de recuperación.

Para evacuar en forma eficiente el exceso de agua en el vivero luego de un riego o evento de lluvia es necesario realizar un levantamiento topográfico que incluya la planimetría y altimetría para identificar los puntos altos y bajos, un estudio del drenaje del sitio elaborado por un profesional competente con el fin de determinar la cantidad, profundidad y densidad de los desagües que se van a construir.

Un buen sistema de drenaje contribuye a disminuir los riesgos de que se presente la PC o facilita la recuperación de las palmas enfermas (Martínez *et al.*, 2009). Por esto, cuando se establece un vivero sobre un sitio usado anteriormente se deben limpiar los drenajes existentes y corregir los que no estén bien construidos, de tal forma que el exceso de agua sea evacuado durante las dos primeras horas después del riego o de una lluvia fuerte (Potash & Phosphate Institute, 1998).

2.3.4. El sistema de riego

La mayoría de investigadores estima que una palma de vivero consume en promedio entre seis y ocho milímetros de agua por día (Turner y Gillbanks, 1974; Gilbert, 1979; citados por Corley y Tinker, 2009), pero Quencez (1982), citado por los mismos autores, consideró un consumo de 10 milímetros por día en plantas de seis a ocho meses de edad.

El sistema de riego debe asegurar que todas las palmas del vivero reciban la cantidad de líquido necesario

para su adecuado desarrollo, es decir, la cantidad a regar debe ser el producto de restar de la precipitación pluvial la demanda de agua por la palma calculada con base en el área total del vivero, no de la superficie de las bolsas (Corley y Tinker, 2009).

Hay diferentes sistemas de riego que se pueden usar satisfactoriamente no obstante las ventajas y desventajas de cada uno de ellos; Barrera (2002) sugiere que la planeación del sistema de riego debe basarse en el método más adaptable de acuerdo con su costo, facilidad en la instalación, mantenimiento, mano de obra, habilidad para su operación eficiente, así como las facilidades que ofrezca para el tipo de empresa que se requiera. Para que el riego sea eficaz debe establecerse la bondad del sistema y la habilidad del operador como se apreciará más adelante.

El diseño del sistema de riego debe hacerlo un ingeniero especializado para garantizar su eficiencia con un mínimo costo de operación.

2.3.4.1. Riego por aspersión

Es el método más usado en los viveros de palma de aceite. Los hay de dos clases: el de rociadores de tipo giratorio (Figura 2.5) y el de líneas laterales con tubos (Figura 2.6 A) o cintas perforadas (Figura 2.6 B) que permanecen en el mismo sitio hasta que se haya aplicado el volumen de agua necesario. Luego se movilizan a la misma distancia para regar otro sector.



Figura 2.5. Sistema de riego por aspersión con rociador de tipo giratorio.

Los aspersores de tubos o cintas perforadas (Figura 2.6) distribuyen el agua por orificios muy pequeños, a corta distancia uno de otro. Esto permite una distribución uniforme a ambos lados del tubo (Barrera, 2002).



Figura 2.6. Sistema de riego por líneas laterales con tubo y cinta perforada.

El diseño del sistema de riego por aspersión no debe hacerse necesariamente para regar todo el vivero de una sola vez; lo común es dividir el área del vivero en varias secciones o módulos para hacer una secuencia de riego abriendo y cerrando sincronizadamente válvulas en la línea principal. Sin embargo, el diseño del sistema debe hacerse de tal forma que tenga la capacidad suficiente para regar todo el vivero una vez en menos de 24 horas.

Un sistema bien diseñado debe proporcionar el volumen de agua adecuado en el periodo de tiempo en que la planta lo necesite. Si se aplica de manera

excesiva se crean problemas de drenaje, se da origen a lixiviación en las bolsas y se reduce la calidad y desarrollo de las palmas.

Ventajas

- Hay un uso más eficiente del agua comparado con el método por superficie.
- Permite aplicar el agua de manera uniforme en todas las secciones del vivero
- El volumen y frecuencia del riego pueden controlarse de acuerdo con las necesidades del vivero

Desventajas

- Es preciso que el sitio para el vivero disponga de energía eléctrica o de una bomba apropiada
- Su costo de inicial de instalación y posterior operación es mayor comparado con el método por superficie
- Es necesario filtrar el agua para evitar que partículas extrañas obstruyan los aspersores
- Gotas grandes pueden causar erosión en el sustrato de las bolsas y el suelo
- Requiere de personal entrenado para su operación
- Requiere supervisión del funcionamiento de las bombas, filtros y aspersores
- Implica mantenimiento de bombas, sistema de conducción y de aplicación del agua de riego
- La aspersión de agua sobre el follaje favorece la Pudrición del cogollo en el vivero

Entre los aspectos positivos y negativos del riego por aspersión mediante tubos perforados, se pueden señalar los siguientes:

Ventajas

- Los costos iniciales de instalación son menores
- El rocío fino del sistema no genera erosión en las bolsas
- La tubería o cinta es muy liviana, lo que facilita su rápida instalación

Desventajas

- El volumen de agua aplicado puede ser insuficiente para humedecer completamente el sustrato de la bolsa.
- La altura mayor de un metro en las palmas obstaculiza la uniformidad del riego. Por esta razón se recomienda instalar la tubería en filas alternas y no cada cuatro filas.
- Se requiere filtrar el agua para evitar que el sedimento o partículas extrañas obstruyan los orificios de aspersión.
- Los daños en la tubería y el desgaste de los orificios de salida producen goteo y menor presión en las líneas de aspersión.

2.3.4.2. Riego por superficie o gravedad

El riego por gravedad se aplica directamente a la superficie del suelo arreglado en melgas o piscinas donde se distribuyen las palmas del vivero para que por los orificios de las bolsas el agua que permanece confinada en la melga de 18 a 24 horas penetre al sustrato y ascienda por capilaridad para ser tomada por la palma.

El método de melgas o piscina es practicable en terrenos con pendiente que no sea mayor del 2% Barrera (2002). La característica principal de las melgas es que el terreno se divide en franjas rectangulares en forma paralela por medio de caballones o bordes. No obstante, las melgas se pueden diseñar de acuerdo con las curvas de nivel del terreno y su longitud, ancho y forma dependen del tipo de suelo, de la topografía y del grado de pendiente. El agua se conduce por canales y se distribuye de la parte superior hasta la más baja por acequias de cabecera, y por cajas de aplicación o de sifones de éstas a las melgas (Figura 2.7).

La pendiente longitudinal en la dirección en que se van a construir los bordes debe ser uniforme y menor a 1,5%, preferiblemente que sea próximo a 0,2% Barrera (2002). La pendiente dentro de la melga debe ser cero, es decir, no presentar altibajos o declives transversales que impidan una distribución uniforme del agua.



Figura 2.7. Sistema de riego por superficie en melga o piscina.

Ventajas del riego por superficie en melgas

- Bajo costo de operación y mantenimiento
- No requiere de instalaciones eléctricas, combustible ni bombas para la aplicación del agua
- No demanda mano de obra especializada para su operación

Desventajas del riego por superficie en melgas

- Requiere de una buena nivelación del suelo.
- Necesita diseño de ingeniería para tener alta eficiencia en el riego.
- Demanda abundante agua sobre todo en suelos muy permeables con alto coeficiente de infiltración.
- Podría ser el vehículo de entrada del inóculo de *P. palmivora* al vivero, que causa la Pudrición del cogollo en las palmas.

2.3.4.3. Riego por goteo

Tiene como finalidad usar en una forma más racional y eficiente el agua de riego; con este método se eliminan las pérdidas de agua por escorrentía y se disminuyen significativamente las pérdidas por evaporación.

El riego por goteo suministra a cada palma la cantidad de agua que requiere, humedeciendo por medio de goteros solamente la parte del suelo cercano a las raíces (Figura 2.8).

Ventajas del riego por goteo

- Permite regar mayor cantidad de palmas con cantidades limitadas de agua.
- El goteo continuo de agua sobre el sistema radicular de la palma, exclusivamente, garantiza la humedad y aireación que ella requiere.
- Como los espacios entre las bolsas no son regados, entonces se disminuye el desarrollo de malezas, el consumo de agua y de herbicidas. Así mismo, se facilitan las operaciones de mantenimiento del vivero.
- Facilita la aplicación periódica de fertilizantes líquidos o solubles en agua en pequeñas dosis, ofreciendo una mejor disponibilidad de nutrientes a las palmas en todo el periodo de desarrollo.

Requiere presiones de operación inferiores a otros sistemas y menores caudales, demandando menos consumo de energía.



Figura 2.8. Sistema de riego por goteo.

- Se reducen las enfermedades foliares al no haber humedecimiento del follaje.
- En zonas con alta incidencia de PC y/o factores ambientales de riesgo para la enfermedad, puede ser una alternativa de riego en el vivero.

Desventajas del riego por goteo

- La inversión inicial es muy alta.
- Da lugar a obstrucciones o taponamientos en los goteros (Anexo 9), cuando el agua no es bien filtrada.
- El sistema implica la necesidad de un mayor grado de tecnología que supervise el riego.
- Requiere de personal bien capacitado para su operación.
- El sistema requiere un buen diseño, que garantice una instalación adecuada para que la aplicación del riego sea uniforme.

2.3.5. Protección del vivero

La infraestructura para la protección del vivero hace parte fundamental de la adecuación del sitio e involucra además de la cerca que impida el paso de animales que puedan causar daño, la construcción de una caseta para que un funcionario controle el ingreso de personas ajenas, un sistema de lavapatas para desinfectar las botas de las personas antes de su ingreso, una poceta a la entrada para la desinfección de las llantas de los vehículos que ingresan a él.

El control sanitario antes de la entrada al vivero es muy importante para disminuir riesgos de propagación de enfermedades como la PC; es recomendable mantener y cambiar regularmente en el lavapatas y pocetas una solución de fungicida destinada al control de *P. palmivora*.

Las especificaciones de la cerca de protección varían según la especie de animales predominantes en el área del vivero. Para el caso Cenipalma (2003) recomienda:

- Para bovinos, equinos o mulares, una cerca con cuatro hilos de alambre de púas espaciados 0,4, 0,8, 1,0 y 1,4 metros desde el suelo.

- Para cerdos, camuros (carneros) u otro tipo de mamífero de tamaño similar, una cerca con malla tipo galpón de pollos sujeta a dos cuerdas de alambre ubicada la primera al nivel del suelo y la segunda a un metro de altura; para prevenir posibles saltos se adicionan dos hilos de alambre a 1,2 y 1,4 metros de altura, respectivamente.
- Los postes deben estar espaciados entre 2,5 y 3,5 metros y enterrados a una profundidad de 0,5 metros; y los de las esquinas deben tener tensores a un metro de este.
- Impermeabilizar e inmunizar los postes al menos los primeros 60 u 80 cm de la base antes de enterrarlos; esto se puede hacer mediante inmersión en un recipiente con aceite usado que sobra en los talleres de mecánica.
- Mantener un solo punto de acceso para maquinaria y vehículos con una puerta fuerte y segura.



Figura 2.9. Cerca de protección para el vivero.

2.3.6. Bodega para herramientas e insumos

Cuando el tamaño y la frecuencia con que se hacen los viveros en el sitio lo justifiquen es aconsejable construir una bodega con buena ventilación para almacenar los insumos, equipos y herramientas. En algunos casos esta construcción podría albergar la bomba del sistema de riego (Figura 2.10).

Debe contar con instalación de agua limpia para que los trabajadores puedan lavarse luego de la aplicación de algún agroquímico.

Los herbicidas deben estar claramente marcados y almacenados en una sección separada de los insecticidas, fungicidas y fertilizantes para prevenir contaminación y riesgo de selección errónea de productos (Potash & Phosphate Institute, 1998).



Figura 2.10. Bodega para herramientas e insumos.

Prácticas 2.2. y 2.3. Evaluación del sitio y su adecuación para el desarrollo de un vivero de palma de aceite

Objetivo

Al concluir esta práctica los participantes en la capacitación estarán habilitados para aplicar correctamente en campo los criterios de selección y adecuación del sitio para establecer un vivero de palma de aceite cumpliendo con las normas de seguridad e higiene industrial.

Orientaciones para el facilitador

Para realizar esta práctica se requiere de un vivero de dos fases (previvero y vivero principal) en una plantación de palma de aceite. Se recomienda al facilitador obtener el permiso de la empresa palmera para realizar la práctica y visitar el vivero al menos cinco días antes de la práctica para preparar el recorrido que les permita a los participantes observar las características del sitio y de las adecuaciones realizadas para su desarrollo.

Al menos una semana antes de la práctica haga lo siguiente:

- Solicite a la empresa palmera el permiso para realizar la práctica en su vivero, indicando la necesidad de aplicar riego una hora antes de iniciar la práctica y acceder a la bodega de herramientas e insumos.
- Verifique la disponibilidad de transporte para que los participantes vayan al sitio de la práctica.
- Coordine el suministro de agua, refrigerio y alimentación para los participantes el día de la práctica.
- Disponga de un megáfono con baterías nuevas para el día del evento.
- En el vivero defina el recorrido, las estaciones de observación y los criterios técnicos que se deben evaluar en cada una.
- Identifique con un número cada estación para la observación de los criterios técnicos a evaluar según el orden del recorrido.
- Haga un mapa para el recorrido y señale las estaciones y los criterios que se van a observar en cada una.
- Informe a los participantes sobre la necesidad de llevar ropa cómoda, sombrero o gorra para protegerse del sol y botas de caucho para pantano.
- El día anterior acuerde con los participantes el sitio y hora de encuentro para tomar el transporte que los conducirá al sitio de la práctica.
- Prepare las hojas de trabajo y el mapa para cada uno de los participantes.

El día de la práctica se sugiere el siguiente procedimiento:

- Asegúrese de que a la hora acordada todos los participantes aborden el transporte.
- Verifique la disponibilidad de agua, refrigerio y alimentación para los participantes.
- Compruebe la disposición de todos los insumos necesarios para la práctica.
- Solicíteles a los participantes que conformen cuatro grupos de trabajo y que nombren un coordinador por cada uno.

- Informe a los participantes sobre el objetivo de la práctica y motive su participación resaltando la importancia de alcanzar el objetivo propuesto. Dedique para ello 20 minutos.
 - Entregue a cada coordinador una copia de las secciones 2.2 y 2.3 de esta unidad de capacitación, el mapa del recorrido indicando las estaciones y los criterios que deben observar en cada una y las hojas de trabajo para la práctica.
 - Pídale a un coordinador que lea las hojas de trabajo y el mapa del recorrido en voz alta, pregunte si hay dudas y haga las aclaraciones pertinentes. Dedique a este proceso 30 minutos.
 - No olvide explicar que un criterio puede advertirse en más de una estación y por consiguiente su evaluación final es el resultado de la suma de observaciones.
 - Distribuya los grupos en estaciones separadas del recorrido y ordene iniciar la práctica. Cada grupo debe visitar todas las estaciones señaladas en el recorrido.
 - Conceda tres horas para realizar la práctica; durante este tiempo visite los grupos, estimule su trabajo y tome notas que le ayuden en la sección de información de retorno.
 - Al terminar el tiempo reúna los grupos en un salón y desarrolle una plenaria de una hora para que expongan sus resultados y reciba la información de retorno participativa tanto de los demás grupos como del facilitador.
 - En el proceso de retroinformación, el facilitador contrastará los resultados de los grupos en cada uno de los criterios evaluados y resaltará los efectos negativos de una deficiente selección del sitio y de los procesos de adecuación.
- Agua, refrigerio y alimentación para los participantes
 - Un megáfono con baterías nuevas
 - Tres horas para la práctica y una hora para la plenaria y la información de retorno
 - Tiempo para desplazamiento al sitio de la práctica
 - Cuatro copias de las secciones 2.2 y 2.3 de esta sección de la unidad de capacitación
 - Un mapa del recorrido por grupo y hojas de trabajo para cada participante
 - Cartulina para numerar las estaciones y apuntar los criterios que se observarán
 - Salón para desarrollar la plenaria y entregar la información de retorno
 - Papelógrafo y marcadores
 - Lápiz y borrador por participante

Instrucciones para los participantes

Con el propósito de que la sección práctica se desarrolle en el tiempo estimado y cumpla con el objetivo propuesto es importante que siga las indicaciones que se enumeran a continuación:

- Esté en el sitio de encuentro acordado y aborde el transporte a la hora indicada.
- Lleve ropa de trabajo cómoda, gorra para protegerse del sol y botas de caucho para el pantano.
- Lleve lápiz y borrador.
- Intégrese a un grupo de trabajo para desarrollar la práctica propuesta.
- Lea previamente las secciones 2.2 y 2.3 de esta unidad de capacitación.
- Antes de iniciar la práctica lea las hojas de trabajo y vea el mapa suministrado.
- Haga el recorrido indicado en el mapa visitando todas las estaciones señaladas en él. En cada estación evalúe los criterios técnicos solicitados y argumente su evaluación con sus propias palabras (no copie)

Recursos necesarios

- Un vivero comercial de palma de aceite
- Transporte para los participantes al sitio de la práctica

según las secciones 2.2 y 2.3 de esta sección de la unidad de capacitación.

- Discuta en el grupo el argumento de la calificación de cada criterio. No olvide que la evaluación final es el resultado de la observación del criterio en más de una estación de observación.
- Dispone de tres horas para el recorrido.
- Participe en la sección plenaria y ayude a exponer y justificar los resultados del grupo. Suministre información de retorno a los demás participantes cuando corresponda. Para esta actividad se dispone de una hora.

Información de retorno de las prácticas 2.2 y 2.3.

Antes de iniciar la exposición de resultados, el facilitador debe resaltar que durante la práctica cada grupo debió hacer todo el recorrido señalado en el mapa y evaluar los criterios indicados en cada estación. De esta manera, se generará allí mismo la discusión correspondiente a la argumentación y a las labores sugeridas para ajustar lo que no resulte adecuado.

También señalará las dificultades presentadas en cada grupo y permitirá un corto intercambio de ideas sobre el asunto señalado para proponer caminos que se pueden seguir en tales casos.

Para contrastar los resultados de los grupos, en cada criterio se pedirá al coordinador de grupo que lea el resultado. Luego, se hace el contraste y se abre la plenaria de discusión. El facilitador hará la retroinformación pertinente.

Criterios que se debieron evaluar en la práctica

Para la selección del sitio

- **Topografía:** debe ser un terreno ligeramente inclinado con una pendiente no mayor del 15%.
- **Riesgo de inundación o encharcamiento:** el sitio no debe correr riesgos de inundaciones o encharcamiento en las temporadas de alta precipitación.

- **Protección contra vientos fuertes:** el lugar debe estar protegido contra vientos fuertes que pongan en peligro las palmas del vivero.
- **Aislamiento de focos de plagas y enfermedades:** el sitio debe estar al menos 250 metros retirado de lotes de palma que sean foco de enfermedades o de plagas.

Para la adecuación del sitio

- **Limpieza del sitio:** se debe asear 20 metros más allá del área ocupada por las palmas y remover las malezas, árboles, troncos, bolsas viejas y montículos de suelo de viveros anteriores.
- **Disponibilidad de agua para riego:** la fuente debe ser confiable en términos de volumen y calidad (libre de sólidos disueltos, patógenos, etc.).
- **Vías de acceso e internas:** deben ser amplias, bien afirmadas y drenadas, que permitan el libre tránsito en toda la fase del vivero.
- **Drenajes:** deben permitir la evacuación del exceso de humedad en las dos horas siguientes a una lluvia o a un riego.
- **Sistema de riego:** debe asegurar que todas las palmas del vivero reciban la cantidad de agua necesaria para su adecuado desarrollo; existen diferentes sistemas que se pueden usar satisfactoriamente, no obstante las ventajas y desventajas de cada uno de ellos.
- **Infraestructura de protección:** involucra, además de la cerca que impida el paso de animales que dañen el vivero, la construcción de una caseta para que un funcionario controle el ingreso de personas ajenas al vivero, un sistema de lavapatas para desinfectar las botas de quienes entren, una poceta en el umbral del vivero para la desinfección de llantas de todos los vehículos que lleguen.
- **Bodega para herramientas e insumos:** debe disponer de una instalación de agua limpia para que los trabajadores se laven luego de la aplicación de algún agroquímico. Los herbicidas deben estar claramente marcados y almacenados en una sección separada de los insecticidas, fungicidas y fertilizantes para prevenir contaminación y riesgo de selección errónea de productos.

Hoja de trabajo para las prácticas 2.2 y 2.3

Con base en los criterios técnicos para la selección del sitio y sus adecuaciones para el establecimiento de un vivero de palma de aceite, marque con una X según su evaluación así:

A = Adecuado

NA = No adecuado

Si es adecuado argumente brevemente por qué y si no lo es indique además qué labores se deberían realizar para lograrlo.

Criterios para selección del sitio

• Topografía del sitio: A. _____ NA. _____

Argumento: _____

Labores: _____

• Riesgo de inundación o encharcamiento: A. _____ NA. _____

Argumento: _____

Labores: _____

• Protección contra vientos fuertes: A. _____ NA. _____

Argumento: _____

Labores: _____

• Aislamiento de focos de plagas y enfermedades: A. _____ NA. _____

Argumento: _____

Labores: _____

Crterios para la adecuación del sitio

- Remoción de malezas, árboles, bolsas viejas, etc: A. _____ NA. _____

Argumento: _____

Labores: _____

- Agua para riego: A. _____ NA. _____

Argumento: _____

Labores: _____

- Vías de acceso e internas: A. _____ NA. _____

Argumento: _____

Labores: _____

- Drenajes: A. _____ NA. _____

Argumento: _____

Labores: _____

- El riego: sistema de riego: A. _____ NA. _____

Argumento: _____

Labores: _____

• Infraestructura de protección: A. _____ NA. _____

Argumento: _____

Labores: _____

• Bodega para herramientas e insumos: A. _____ NA. _____

Argumento: _____

Labores: _____

2.4. Adecuación del sustrato para el vivero

El primer paso para lograr un apropiado sustrato para el crecimiento vigoroso de las palmas en el vivero es la selección de un suelo libre de agentes patógenos, de textura franca y químicamente balanceado (Tabla 2.2).

Tabla 2.2. Características de un suelo para sustrato de viveros de palma de aceite

Característica	Rango
Libre de inóculo de enfermedades	
Libre de contaminantes químicos	
Libre de piedras, palos y terrones mayores a 1 cm de diámetro	
Textura	Franca
Acidez o pH (en agua)	> 5,50
Contenido de arena (%)	30 – 60
Contenido de limo (%)	20 - 50
Contenido de arcilla (%)	25 - 45
Carbono orgánico (%)	2 – 3
Materia orgánica (%)	2 – 4
Nitrógeno total (%)	0,1 – 0,2
Fósforo disponible Bray II (meq/100g)	15 - 30
Potasio intercambiable (meq/100g)	0,2 – 0,4
Calcio intercambiable (meq/100g)	3 - 6
Magnesio intercambiable (meq/100g)	1,5 – 2,5

Sodio intercambiable (meq/100g)	< 1
Aluminio (meq/100g)	1,5 – 3,0
Saturación de potasio (%)	3 – 6
Saturación de calcio (%)	20 – 40
Saturación de magnesio (%)	10 – 20
Saturación de sodio (%)	< 15
Saturación de aluminio (%)	< 15

En razón a que se pueden inducir desequilibrios nutricionales en las palmas o afectar su desarrollo por acciones tóxicas, no es recomendable usar suelos con las siguientes características:

- Con grandes cantidades de materia orgánica sin descomponer
- Que hayan sido sometidos a altas temperaturas durante la quema de la vegetación
- Con altos contenidos de ceniza
- Con pH menor de 4,5 y alto contenido de aluminio intercambiable
- Con altos contenidos de sodio intercambiable
- Turba

Con el fin de favorecer un crecimiento uniforme de las palmas en el vivero, el suelo para el sustrato debe ser homogéneo. Se deben determinar las características físicas y químicas del sitio que proveerá el suelo tomando muestras sistemáticas en cuadrículas de 10 m a una profundidad de 0 a 20 y de 20 a 40 cm. Cualquier área con problemas se marca para evitarla al momento de recoger el suelo (Potash & Phosphate Institute, 1998).

Seis meses antes de la fecha estimada para llenar las bolsas para el vivero se deben determinar las características del sitio. De esta manera se gana tiempo para escoger nuevo suelo en caso de que se tenga que cambiar el sitio.

El sustrato debe formar un cuerpo compacto cuando se abra la bolsa con la palma para realizar el trasplante

al vivero principal o al sitio definitivo en el campo. Los suelos excesivamente arenosos no forman un cuerpo compacto con las raíces y se desmorona cuando se manipula la bolsa con la planta.

Se deben evitar suelos con altos contenidos de arcilla porque son difíciles de manejar cuando se llenan las bolsas o se trasplantan las palmas al vivero principal. Adicionalmente, porque se dificulta el drenaje de las bolsas y se afecta el desarrollo del sistema radicular de las palmas.

Cuando el suelo que se dispone para el vivero no reúne las propiedades adecuadas, es necesario acondicionarlo tomando como base los resultados del análisis físico y químico. Para ello se desarrollan las siguientes acciones:

- Retirar completamente la maleza del área que se va a intervenir para extraer el suelo.
- Arar y rastrillar el suelo a una profundidad de 20 a 40 cm y aplicar al voleo los fertilizantes y/o enmiendas prescritas, según los resultados del análisis químico, buscando alcanzar el balance de nutrientes en el suelo. Se deben incorporar con nuevos pases de rastrillo.
- Realizar varios pases con un pulidor para disminuir el tamaño de los terrones hasta cerca de un centímetro de diámetro.
- Dejar reaccionar los fertilizantes y/o las enmiendas durante cuatro semanas antes de recoger el suelo y usarlo para llenar las bolsas del vivero.

- Cuando el suelo aún conserva piedras o terrones con diámetro mayor a un centímetro se debe cernir en un cedazo con malla de orificio cuadrado de cinco a ocho milímetros de lado para retirar estas partículas.



Figura 2.11. Rastrillado del suelo para homogeneizar y disminuir el tamaño de los terrones.

Ejercicio 2.4. Selección y acondicionamiento químico del suelo para la preparación del sustrato de un vivero de palma de aceite

Objetivo

Aprender a manejar las herramientas básicas para seleccionar el suelo y para su posterior acondicionamiento químico con miras a la preparación del sustrato de un vivero de palma de aceite.

Orientaciones para el facilitador

Para realizar este ejercicio se requiere de cinco horas continuas de trabajo y disponer, sobre mesas separadas en el salón de conferencias, de cinco muestras de suelo de dos kilogramos de peso cada una con texturas y características contrastantes así:

- Franca (franca, franca arenosa, franca arcillosa, franca limosa).
- Arcillosa (arcilla, arcillo arenoso, arcillo limoso).



Figura 2.12. Cernido del suelo para retirar terrones y materiales extraños.

- Arenosa (arena, arena franca).
- Turba o suelo con materia orgánica sin descomponer.
- Suelo con alto contenido de cenizas.

Se recomienda al facilitador alistar las muestras de suelo al menos un día antes del ejercicio y caracterizar su textura. Cada muestra debe marcarse con una letra, número o código que permita su identificación durante el ejercicio.

Aliste un set de copias de los anexos 10, 11, 12, 13, 14 y 15, en su orden, para suministrarle a cada participante en la capacitación.

Luego proceda de la siguiente forma:

- Ubique en forma separada las cinco mesas y sobre cada una ponga una muestra de suelo plenamente identificada; ponga además un atomizador con agua limpia.
- Disponga de más agua limpia para recargar los atomizadores, si es necesario.
- Verifique que en el sitio haya instalación de agua limpia para que los participantes se laven las manos después de la práctica.
- Solicite a los participantes que conformen cinco grupos de trabajo y que nombren un coordinador por cada uno.

- Asigne un número a cada grupo y entregue al coordinador las copias y hojas de trabajo necesarias (un set por integrante).
- Comparta con los participantes el objetivo del ejercicio; motívelos a realizar las actividades y resalte la importancia de alcanzar el propósito. Dedique para ello 20 minutos.
- En 40 minutos explique la dinámica del ejercicio e indique que se divide en dos partes así:

Primera parte: selección del suelo base para la preparación del sustrato

Cada grupo deberá determinar al tacto la textura de las cinco muestras de suelo con la ayuda del diagrama del anexo 10 (explique el uso del diagrama), observar las características físicas de los suelos y señalar los aspectos positivos y negativos de cada uno para seleccionar como base para el sustrato.

Con base en lo aprendido en la sección 2.4 de esta unidad, en relación con la textura y las demás características físicas del suelo, cada grupo deberá elegir el más adecuado para preparar el sustrato para un vivero de palma de aceite.

Segunda parte: acondicionamiento químico del suelo para la preparación del sustrato del vivero

Suponiendo que los resultados del análisis químico de los suelos caracterizados en la primera fase del ejercicio sean los que se presentan en el anexo 11, cada grupo debe seleccionar y marcar con su número, uno de los cinco resultados del anexo 11.

El facilitador podrá cambiar los análisis del anexo 11 por unos que estén acordes con las características típicas del suelo donde se desarrolla la capacitación.

Los grupos deberán calcular los nutrientes necesarios para el acondicionamiento químico del suelo conforme al concepto del balance de nutrientes.

- Explique el procedimiento para las dos partes del ejercicio, como se indica en las instrucciones para los participantes.

- Indague si hay dudas y haga las aclaraciones pertinentes. Dedique 15 minutos para este proceso.
- Distribuya los grupos en las mesas de trabajo y conceda una hora y 45 minutos para realizar la primera parte del ejercicio. Los grupos deben pasar por las mesas para caracterizar los suelos.
- Al terminar el tiempo realice una plenaria participativa para entregar la información de retorno. Los grupos deben exponer los resultados de uno de los suelos. Los demás contrastarán los propios con éstos y con los de la información de retorno. Disponga de una hora y 30 minutos.
- Reúna de nuevo los grupos y solicite que elijan y marquen con su número el resultado del análisis químico del suelo que se presenta en el anexo 11.
- Ordene iniciar los cálculos correspondientes como se explicó anteriormente. Conceda para ello 60 minutos.
- Al concluir realice una plenaria participativa similar a la anterior para entregar la información de retorno. Para ello tendrá 30 minutos.
- Durante las dos partes del ejercicio el facilitador deberá visitar los grupos para apoyarlos en su trabajo.
- Registre las observaciones que le sirvan de apoyo para las secciones de información de retorno.

Recursos necesarios

- Auditorio con suficiente espacio para el ejercicio
- Cinco muestras de suelo de 2 kg cada una, con textura y características contrastantes
- Cinco mesas de trabajo distribuidas en el salón
- Cinco atomizadores
- Agua limpia
- Una copia de la hoja de trabajo Selección del suelo para el sustrato del vivero, por participante
- Tres hojas de trabajo en blanco por participante
- Una copia por participante de la Tabla 1 de esta sección y los anexos 10, 11, 12, 13, 14 y 15

- Video beam y computador
- Papelógrafo y marcadores
- Lápiz y borrador por participante
- Calculadora o computador por participante
- Hora y media para la primera parte del ejercicio y una hora para la plenaria de resultados
- Hora y media para la segunda parte del ejercicio y una hora para la plenaria de resultados

Instrucciones para los participantes

- Intégrese a un grupo de trabajo
- Disponga de lápiz, borrador, calculadora o computador
- Lea previamente la sección 2.4 de esta unidad de capacitación
- Esté atento a las instrucciones del facilitador para realizar el ejercicio

Primera parte

- Todos los miembros del grupo deberán hacer el ejercicio, discutir los hallazgos individuales y alcanzar un resultado por consenso.
- Cuando esté frente a cada suelo tome una porción y humedézcala agregando agua con el atomizador, frótelas con los dedos para lograr una consistencia friable.
- Forme una esfera de aproximadamente 2,5 cm de diámetro y siga el procedimiento que se indica en el anexo 10 hasta determinar la textura del suelo.
- Observe otras características del suelo como contenido de cenizas, materia orgánica sin descomponer, piedra o terrones mayores a un centímetro de diámetro, etc.
- En la hoja de trabajo *Selección del suelo para el sustrato del vivero* registre la textura y las otras observaciones físicas; califique su aptitud para el sustrato y la adecuación recomendada si es necesaria (suelo no apto). Para este ejercicio dispone de una hora y media.

- Participe en la sección de información de retorno exponiendo sus resultados y recibiendo la retroinformación del facilitador y de los demás grupos de trabajo.

Segunda parte

- Seleccione y marque con su número de grupo uno de los cinco resultados del análisis químico de los suelos que se presentan en el anexo 11.
- Calcule los nutrientes necesarios para el acondicionamiento químico del suelo seleccionado con arreglo al concepto del balance de nutrientes. Para ello dispone de 90 minutos.
- Para ejecutar el punto anterior desarrolle los pasos que se describen a continuación con el apoyo de la Tabla 1 de esta sección de la unidad de aprendizaje y de los anexos 12, 13, 14 y 15.
 - Establezca el nivel crítico de los nutrientes y la materia orgánica con base en el rango de la Tabla 2.2 de esta sección de aprendizaje.
 - Calcule el contenido de nitrógeno total a partir del contenido de materia orgánica.

$$N_t = MO/20$$

Donde:

N_t = Nitrógeno total (%)

MO = Contenido de materia orgánica (%)

- Convierta el nitrógeno total (%) del paso anterior en meq/100g.

$$P_{eq} = Pa/V$$

$$M_{eq} = P_{eq}/1.000$$

Donde:

P_{eq} = Peso equivalente (g)

Pa = Peso atómico (g)

V = Valencia o estado de oxidación

M_{eq} = Miliequivalente (g)

- Establezca la diferencia entre el nivel crítico de cada nutriente y su concentración real reportada en el análisis del suelo; conserve el signo de la operación hasta terminar los cálculos.

$$\text{DNC.} = \text{NC} - \text{CR}$$

Donde:

DNC = Diferencia con el nivel crítico

NC = Nivel crítico

CR = Concentración real

- Calcule la reserva o déficit de nutrientes por hectárea de suelo entre 0 y 25 cm de profundidad de arada, asumiendo una densidad aparente promedio del suelo de 1,33 g ml⁻¹.

$$\text{RN} = \text{DNC} * \text{Peq} * \text{Ps} * \text{Da}$$

Donde:

RN = Reserva de nutrientes en el suelo (kg ha⁻¹).

DNC = Diferencia con el nivel crítico (meq/100g) y (ppm).

Peq = Peso equivalente del nutriente (meq/100g).

Ps = Profundidad de arada (cm).

Da = Densidad aparente del suelo (g ml⁻¹) o (g cm³).

La decisión sobre la profundidad a la cual se toma el suelo puede variar según su calidad. La determinación de la densidad aparente se debe solicitar al laboratorio.

- Convierta la reserva o déficit de nitrógeno total en nitrógeno asimilable. Haga uso del anexo 12.

$$\text{NA} = \text{Nt} * 0,015$$

Donde:

NA = Nitrógeno asimilable

Nt = Nitrógeno total

- Convierta la reserva o déficit de nutrientes en el suelo a su equivalente en óxidos. Haga uso del anexo 13.

$$\text{EORN} = \text{RN} * \text{FC}$$

Donde:

EORN = Equivalente en óxido de la reserva de nutrientes (kg ha⁻¹).

FC = Factor de conversión del anexo 13.

- Convierta los óxidos determinados en el paso anterior en fertilizante comercial. Haga uso del anexo 15.

$$\text{Fert.} = (\text{eqRN} * 100) / \text{Cn}$$

Donde:

Fert. = Fertilizante comercial (kg ha⁻¹).

eqRN = Equivalente en óxido de la reserva de nutrientes (kg ha⁻¹).

Cn = Concentración del nutriente (en óxido) presente en el fertilizante.

- Las cantidades de fertilizante con signo positivo obtenidas en el paso anterior se deben aplicar al suelo para balancearlo, mientras que las de signo negativo son los fertilizantes equivalentes que están en la reserva del suelo y no se deben aplicar.

Para la selección definitiva de las fuentes de nutrientes y para la formulación balanceada de los nutrientes que se van a aplicar tenga en cuenta factores como el pH, la concentración de sodio o de aluminio y la relación entre las bases de cambio en el suelo. Use las fuentes que más se ajusten a las condiciones del suelo.

- Registre sus cálculos y resultados en la hoja de trabajo *Acondicionamiento químico de suelos para sustrato de viveros de palma de aceite*.
- Participe en la sección de información de retorno exponiendo sus resultados y recibiendo la retroinformación del facilitador y de los demás grupos de trabajo.

Información de retorno del ejercicio 2.4

Para ilustrar esta segunda parte del ejercicio 2.4, relacionado con el proceso de acondicionamiento químico del suelo para el sustrato del vivero, se tomarán los resultados de las muestras M3. El procedimiento es el mismo en todos los casos.

Muestra M3

Nivel crítico de los nutrientes y de la materia orgánica

MO	= 3%
N. total	= 0,15% ó 42,86 meq/100g
K	= 0,4 meq/100g
Ca	= 5,0 meq/100g
Mg	= 2,0 meq/100g
P	= 20 ppm

Contenido de Nitrógeno total (N. total)

$$\text{Nt.} = \text{MO} (\%) / 20 \quad \text{entonces: } \text{Nt} = 1,59\% / 20 = 0,08\%$$

Conversión del nitrógeno total (%) en meq/100g.

$$\text{Peq} = \text{Pa} / V \quad \text{entonces: } \text{Peq} = 14\text{g} / 4 = 3,5\text{g}$$

$$\text{Meq} = \text{Peq} / 1.000 \quad \text{entonces: } \text{Meq} = 3,5\text{g} / 1.000 = 0,0035\text{g}$$

Luego:

$$\text{meq/100g} \longrightarrow 0,0035\text{g}$$

$$X \longleftarrow 0,08\text{g}$$

$$X = 0,08\text{g} / 0,0035 = 22,86 \text{ meq/100g}$$

Diferencia con el Nivel Crítico (DNC)

$$\text{DNC.} = \text{NC} - \text{CR}$$

Entonces:

$$\text{N. total} = 42,86 \text{ meq/100g} - 22,86 \text{ meq/100g} = 20,00 \text{ meq/100g}$$

$$\text{K} = 0,4 \text{ meq/100g} - 0,48 \text{ meq/100g} = -0,08 \text{ meq/100g}$$

$$\text{Ca} = 5,0 \text{ meq/100g} - 5,88 \text{ meq/100g} = -0,88 \text{ meq/100g}$$

$$\text{Mg} = 2,0 \text{ meq/100g} - 2,21 \text{ meq/100g} = -0,21 \text{ meq/100g}$$

$$\text{P} = 20 \text{ ppm} - 114 \text{ ppm} = -94,00 \text{ ppm}$$

Reserva o déficit de nutrientes por hectárea de suelo entre 0 y 25 cm de profundidad y densidad aparente de 1,33 g ml⁻¹

$$\text{RN} = \text{DNC} * \text{Peq} * \text{Ps} * \text{Da}$$

Entonces:

$$\text{N. total} = 20,00 \text{ meq/100g} * 3,5\text{g} * 25 \text{ cm} * 1,33 \text{ g/cm}^3 = 2.344,13 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{K} = -0,08 \text{ meq/100g} * 39\text{g} * 25 \text{ cm} * 1,33 \text{ g/cm}^3 = -103,74 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{Ca} = -0,88 \text{ meq/100g} * 20\text{g} * 25 \text{ cm} * 1,33 \text{ g/cm}^3 = -585,20 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{Mg} = -0,21 \text{ meq/100g} * 12\text{g} * 25 \text{ cm} * 1,33 \text{ g/cm}^3 = -83,79 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{P} = -(94,00 \text{ ppm} * 25 \text{ cm} * 1,33 \text{ g/cm}^3) / 10 = -312,55 \text{ kg ha}^{-1}$$

Conversión de la reserva o déficit de nitrógeno total en nitrógeno asimilable

$$\text{NA} = \text{Nt} * 0,015 \quad \text{entonces: } \text{NA} = 2.344,13 \text{ kg ha}^{-1} * 0,015 = 35,16 \text{ kg ha}^{-1}$$

Conversión de la reserva o déficit de nutrientes en el suelo a su equivalente en óxidos

$$\text{EORN} = \text{RN} * \text{FC}$$

Entonces:

$$\text{NA} = 35,16 \text{ kg ha}^{-1} * 1 = 35,16 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de N}$$

$$\text{K} = -103,74 \text{ kg ha}^{-1} * 1,205 = -125,01 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de K}_2\text{O}$$

$$\text{Ca} = -585,20 \text{ kg ha}^{-1} * 1,399 = -818,69 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de CaO}$$

$$\text{Mg} = -83,79 \text{ kg ha}^{-1} * 1,658 = -138,92 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de MgO}$$

$$\text{P} = -312,55 \text{ kg ha}^{-1} * 2,291 = -716,05 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de P}_2\text{O}_5$$

Conversión de los óxidos en fertilizante comercial

$$\text{Fert.} = (\text{eqRN} * 100) / \text{Cn}$$

Entonces:

Nitrógeno (N):

$$100 \text{ kg de urea} \longrightarrow 46 \text{ kg de N}$$

$$X \longleftarrow 35,16 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de N}$$

$$X = (35,16 \text{ kg N} * 100) / 46 \text{ kg N} = 76,44 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de urea}$$

Potasio (K₂O):

$$100 \text{ kg de cloruro de potasio (KCl)} \longrightarrow 60 \text{ kg de K}_2\text{O}$$

$$X \longleftarrow - 125,01 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de K}_2\text{O}$$

$$X = (- 125,01 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de K}_2\text{O} * 100) / 60 \text{ kg de K}_2\text{O} = - 208,34 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de KCl}$$

Calcio (CaO)

$$100 \text{ kg de dolomita} \longrightarrow 29 \text{ kg de CaO}$$

$$X \longleftarrow - 818,69 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de CaO}$$

$$X = (- 818,69 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de CaO} * 100) / 29 \text{ kg CaO} = - 2.823,09 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de dolomita}$$

Magnesio (MgO):

$$100 \text{ kg de Kieserita} \longrightarrow 25 \text{ kg de MgO}$$

$$X \longleftarrow - 138,92 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de MgO}$$

$$X = (- 138,92 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de MgO} * 100) / 25 \text{ kg MgO} = - 555,70 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de Kieserita}$$

Fósforo (P₂O₅):

$$100 \text{ kg de DAP} \longrightarrow 46 \text{ kg de P}_2\text{O}_5$$

$$X \longleftarrow - 716,05 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de P}_2\text{O}_5$$

$$X = (- 716,05 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de P}_2\text{O}_5 * 100) / 46 \text{ kg P}_2\text{O}_5 = - 1.556,63 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de DAP}$$

Según los resultados anteriores, sólo se deberían aplicar 76,44 kg ha⁻¹ de urea para balancear el suelo. Sin embargo, la relación Ca:Mg, K:Mg y (Ca+Mg)/K del anexo 11 muestra que dado los altos contenidos de Ca y Mg, hay deficiencia de K lo que obliga a aplicar, además de la urea, KCl para balancear el contenido de potasio en el suelo.

Hoja de trabajo: Selección del suelo para el sustrato del vivero

Grupo No. _____

Muestra de suelo No. _____

Textura _____

Contenido de MO sin descomponer: Normal _____ Abundante _____

Contenido de ceniza: Normal _____ Abundante _____

Piedras o terrones > 1 cm de diámetro: Normal _____ Abundante _____

Aptitud del suelo para el sustrato: Apto _____ No apto _____

Adecuación física: _____

Muestra de suelo No. _____

Textura _____

Contenido de MO sin descomponer: Normal _____ Abundante _____

Contenido de ceniza: Normal _____ Abundante _____

Piedras o terrones > 1 cm de diámetro: Normal _____ Abundante _____

Aptitud del suelo para el sustrato: Apto _____ No apto _____

Adecuación física: _____

Muestra de suelo No. _____

Textura _____

Contenido de MO sin descomponer: Normal _____ Abundante _____

Contenido de ceniza: Normal _____ Abundante _____

Piedras o terrones > 1 cm de diámetro: Normal _____ Abundante _____

Aptitud del suelo para el sustrato: Apto _____ No apto _____

Adecuación física: _____

Muestra de suelo No. _____

Textura _____

Contenido de MO sin descomponer: Normal _____ Abundante _____

Contenido de ceniza: Normal _____ Abundante _____

Piedras o terrones > 1 cm de diámetro: Normal _____ Abundante _____

Aptitud del suelo para el sustrato: Apto _____ No apto _____

Adecuación física: _____

Muestra de suelo No. _____

Textura _____

Contenido de MO sin descomponer: Normal _____ Abundante _____

Contenido de ceniza: Normal _____ Abundante _____

Piedras o terrones > 1 cm de diámetro: Normal _____ Abundante _____

Aptitud del suelo para el sustrato: Apto _____ No apto _____

Adecuación física: _____

Hoja de trabajo: Acondicionamiento químico de suelos para sustrato de viveros de palma de aceite

1. Nivel crítico de los nutrientes

N. total	K	Ca	Mg	Na	Al	P	S	B	Fe	Cu	Mn	Zn
%	Meq/100g					ppm						

2. Diferencia con el nivel crítico

N. total	K	Ca	Mg	Na	Al	P	S	B	Fe	Cu	Mn	Zn
%	Meq/100g					ppm						

3. Reserva de nutrientes en el suelo

N. total	K	Ca	Mg	Na	Al	P	S	B	Fe	Cu	Mn	Zn
	Kg/ha											

4. Equivalentes en óxidos

N. asimil.	K ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SO ₄	B ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CuO	MnO	ZnO
	Kg/ha									

5. Equivalentes en producto comercial

Urea	KCl	Dolomita	Kieserita	DAP	SAM	Bórax 48	Sulfato Fe	Sulfato Cu	Sulfato Mn	Sulfato Zn
	Kg/ha									

2.5. Llenado de las bolsas para el vivero

El tamaño y la calidad de la bolsa son factores de mucha importancia para el desarrollo sano y vigoroso de las palmas en el vivero. Se debe revisar la conformidad de estos dos factores antes de proceder a llenar las bolsas con el sustrato para la siembra de la semilla.

2.5.1. Tamaño de las bolsas

El tamaño de las bolsas está relacionado con el tiempo que se ha planeado que van a permanecer las palmas en el vivero. En la Tabla 2.3 se muestran los tamaños sugeridos.

Tabla 2.3. Tamaño de la bolsa según el tiempo de permanencia de las palmas en el vivero

Desarrollo de palmas	Tamaño de la bolsa (cm)		Permanencia en el vivero (meses)
	Ancho	Largo	
Previvero	15	23	2 a 3
Vivero principal	40	45	9 a 12
Palmas para resiembra	50	60	> 14
Material avanzado (MAS)	60	75	Hasta 24

Adaptado de: Potash & Phosphate Institute (1998).

2.5.2. Calidad de las bolsas

Para el vivero de palma de aceite se usan bolsas plásticas de color negro, de cinco micras de espesor (calibre 500), tratadas contra rayos Ultravioleta (UV) y con cuatro filas (dos filas en bolsas de previvero) de orificios de cinco a ocho milímetros de diámetro alternados a cinco centímetros del fondo de la bolsa.

Es muy importante revisar la calidad de las bolsas porque ellas deben soportar al menos 18 meses de exposición al ambiente sin que se rompan. Para ello proceda de la siguiente forma:

- Verifique que la unión (costura) de la bolsa esté en la base; esto previene rupturas laterales, posible vaciado de la bolsa y dificulta su manipulación.
- Revise que las bolsas sean de fondo plano, es decir, que los pliegues de las esquinas estén pegados en la parte interna. Esto asegura un llenado más fácil de las bolsas porque se mantienen horizontales y no se caen cuando se ponen en el vivero.
- Observe las bolsas: póngalas contra el sol y busque parches transparentes que indican material defectuoso.
- Corte las uniones (diez bolsas de cada grupo) y abra la bolsa completamente, agarre firmemente de sus extremos y estire. Si se rompe o se estira de manera desigual, significa que el plástico no es de buena calidad.

- Revise las uniones del plástico para asegurarse de que no sean débiles. Esto se logra estirándolas y/o llenando diez bolsas con tierra y dejándolas caer de una altura de dos metros sobre una superficie dura.



Figura 2.13. Bolsa para vivero principal de palma de aceite.

Práctica 2.5. Determinación del tamaño y calidad de las bolsas para las dos fases de viveros de palma de aceite

Objetivo

Al finalizar esta sección de la unidad de aprendizaje, los participantes estarán habilitados para determinar el tamaño de bolsa más adecuado de acuerdo con la fase de desarrollo y el tiempo que van a permanecer las palmas en el vivero e identificar deficiencias en su calidad antes de su llenado con el sustrato.

El ejercicio busca que los participantes adquieran la actitud de revisar las bolsas compradas antes de ordenar su llenado con el sustrato para el vivero.

Orientaciones para el facilitador

Antes de iniciar el ejercicio informe a los participantes sobre el objetivo que se propone alcanzar y resalte la importancia de que el propósito se logre. A continuación desarrolle las siguientes acciones:

- Conforme grupos de trabajo de cuatro a cinco participantes.

- Entregue a cada grupo las hojas de trabajo (una para cada participante).
- Entregue a cada grupo dos bolsas de previvero, vivero y para Material Avanzado de Siembra (MAS). Incluya bolsas que no cumplan con los estándares de calidad.
- Dé las instrucciones correspondientes para la ejecución del ejercicio y aclare dudas de los participantes.
- Solicite a los grupos que inicien el ejercicio. Conceda 30 minutos para ello.
- Al terminar el tiempo de trabajo pídale a los grupos que expliquen sus resultados sobre un papelógrafo.
- Suministre la información de retorno correspondiente. Dedique una hora para esta actividad.

Recursos necesarios

- 30 minutos para realizar el trabajo en grupo y una hora para revisar los resultados y presentar la información de retorno.
- Hoja de trabajo para cada participante.
- Dos bolsas de previvero, vivero y para MAS, por grupo.
- Lápiz y borrador por participante.
- Una cinta métrica por grupo.

- Papelógrafo y marcadores de diferentes colores.

Instrucciones para los participantes

- Conforme grupos de trabajo de cuatro a cinco participantes.
- En la hoja de trabajo dibuje y señale las medidas de las bolsas para previvero, vivero principal y MAS.
- En cada dibujo señale los detalles de la base, los costados y los orificios para el drenaje.
- Con base en los estándares de calidad de las bolsas, vistos en esta sección de la unidad de aprendizaje, enumere y califique con **A**: adecuado o **D**: deficiente, debajo de cada dibujo, las características de calidad observadas en cada tipo de bolsa suministrada.
- Haga las pruebas de calidad indicadas y califique con **A**: adecuado o **D**: deficiente.
- Para realizar el ejercicio dispone de 30 minutos. Al finalizar explique sus resultados en plenaria participativa que se desarrollará durante una hora.

Información de retorno de la práctica 2.5

Cuando termine la exposición de resultados de cada grupo de trabajo, el facilitador propondrá a los demás participantes una discusión sobre lo aprendido. Es muy importante que haga notar las implicaciones que tendría el uso de las bolsas que presenten fallas de calidad y que se observaron en desarrollo del ejercicio.

2.5.3. Llenado de las bolsas

Las bolsas deben llenarse hasta dos centímetros antes del borde y se deben colocar en el sitio correspondiente según sea el tipo de previvero, cuatro semanas antes de la siembra de la semilla para permitir que se afirmen. Cuando el sustrato se asiente se completa el llenado con más sustrato y se aplica un riego de pre-siembra (Potash & Phosphate Institute, 1998).

Importante:

- Cubra el montón de sustrato con un plástico para protegerlo de la lluvia. Recuerde que ya está acondicionado con las enmiendas y fertilizantes.
- No llene bolsas con sustrato muy húmedo porque se dificulta el correcto llenado, se compacta y restringe el desarrollo radicular de las palmas.
- Las personas que llenan las bolsas deben hacerlo en la base del montón de sustrato: no deben trabajar sobre él por que lo compactan (Figura 2.14).



Figura 2.14. Sustrato dispuesto (montón) y proceso de llenado de bolsas.

- Las bolsas deben estar llenas y puestas en el sitio del vivero cuatro semanas antes de la siembra de la semilla o del trasplante de las palmas al vivero principal.
- Es aconsejable dejar las bolsas llenas bajo sombra y regarlas a diario hasta cuando se siembre la semilla

en el previvero o se trasplante la palma en el vivero principal.

- Si es necesario adicione sustrato hasta dos centímetros por debajo del borde de la bolsa antes de realizar la siembra.
- Una tonelada de suelo alcanza para llenar aproximadamente 1.200 bolsas para previvero (15 x 23 cm) o 80 para vivero principal (40 x 45 cm).

La práctica de llenado de bolsas con el sustrato preparado como se vio en el numeral 2.4 de esta sección y dispuesto en montones en el sitio elegido, se realiza de la siguiente forma:

- Las bolsas de previvero se llenan con la ayuda de un trozo de tubo de PVC de 10 cm de diámetro por 30 a 35 cm de largo con uno de sus extremos cortado en diagonal para tomar el sustrato del montón (Figura 2.15). Levántelas ligeramente y déjelas caer sobre su base contra el piso para consolidar el sustrato.
- Una buena práctica para llenar las bolsas del vivero principal es introducir un trozo de PVC o un cilindro de las mismas dimensiones de la bolsa para mantenerla vertical mientras se deposita el sustrato con una pala. Levántela ligeramente y déjela caer sobre su base contra el piso para consolidar el sustrato; retire el cilindro y complete el llenado.



Figura 2.15. Llenado de bolsas de previvero con un trozo de PVC.

2.6. Trazado y alineación de bolsas en el vivero

Antes de iniciar el trazado del vivero y la preparación de camas para la disposición de bolsas en el previvero se debe verificar que durante la fase de adecuación, el sitio quede limpio, nivelado o emparejado y bien drenado.

El objetivo principal de esta práctica es dar el espacio apropiado a las bolsas en el vivero para que a partir de los tres meses de edad las palmas tengan acceso uniforme a la luz solar durante toda la fase de vivero y alcancen un óptimo desarrollo.

El diseño y distribución de estos espacios varía dependiendo de si el vivero es de una o de dos fases, tal como se verá enseguida. Cuando no se hace un correcto distanciamiento en el vivero, las palmas se etiolan y son más susceptibles a estrés cuando se siembran en el campo que las palmas con crecimiento normal. Según Potash & Phosphate Institute (1998) cuando se siembran palmas etioladas se pueden esperar pérdidas en rendimiento de alrededor del 20% en los primeros dos años de producción.

Tabla 2.4. Número de palmas que se pueden acomodar por hectárea de vivero, según la edad seleccionada para su siembra en campo

Edad seleccionada (meses)	Espaciamiento (cm)		Palmas por hectárea
	Entre bolsas	Entre líneas	
8 - 10	80	69	18.040
10 - 12	90	78	14.260
12 - 14	100	87	11.550
> 14*	120	104	8.020
24**	180	156	3.560

Tomado de Cenipalma, 2003.

* Palmas para reemplazar las anormales o que no se desarrollen bien en el campo (son el 5% de las palmas del vivero)

** Material Avanzado de Siembra (MAS)

Las bolsas se alinean en dirección norte-sur y se disponen en triángulo a la distancia que se indica en

la Tabla 2.4, para dar a cada palma el espacio de crecimiento propicio según la edad en la que se planea sembrar en el campo.

2.6.1. Trazado y alineación en viveros de dos fases

En la primera fase o de previvero se deben construir camas para poner las bolsas donde las palmas se desarrollan durante tres meses hasta completar cuatro hojas lanceoladas (Figura 2.16). Las camas deben tener 1,20 metros de ancho por 10 metros de largo, pero se pueden unir hasta cuatro camas a lo largo creando secciones de 1,20 metros de ancho por 40 metros de largo.



Figura 2.16. Camas para previvero.

Para facilitar el drenaje, la base de la cama debe elevarse alrededor de cinco centímetros utilizando un material poroso como cuscote de palmaste, arena gruesa o grava y se debe dejar una calle entre camas de 75 cm de ancho para el desplazamiento de los trabajadores.

Cada cama debe sujetarse por los cuatro costados con guadua o tablas de madera de 15 cm de ancho por 2,5 cm de espesor, aseguradas con estacas en los lados y las esquinas, para evitar que las bolsas se inclinen o se caigan.

En el ancho de la cama se forman filas de 10 bolsas, pero se pueden poner más de modo que todas se mantengan juntas y no se deslicen. Si dentro de una cama se ubican diferentes materiales o progenies, se deben

separar con tablas adicionales. El material sembrado debe identificarse debidamente. A medida que el sustrato se asienta se debe revisar que los bordes de la bolsa no se doblen hacia adentro y que todas estén llenas correctamente después de que el suelo se ha asentado. Debe asegurarse que desde la calle los trabajadores puedan cubrir cómodamente con sus brazos el ancho de la cama para facilitar el mantenimiento de las palmas.

El previvero se debe sombrear entre el 50% ó 60% con sarán extendido sobre un armazón de madera de 2 a 3 metros de altura para facilitar el libre acceso de los trabajadores, suficiente movimiento de aire y penetración de luz solar todo el día para disminuir el riesgo de enfermedades (Figura 2.17).

Se aconseja evitar el uso de hojas de palma de aceite para el sombrío del previvero porque podrían estar infestadas con *P. palmivora* que causa la Pudrición del cogollo en las palmas de vivero.



Figura 2.17. Sombreado del previvero.

En el previvero la exposición a la luz solar al medio día no debe exceder el 75% hasta las dos últimas semanas antes del trasplante al vivero principal en donde no deben exponerse a más de 80% de luz solar hasta la etapa de la cuarta hoja. A partir de ese momento la sombra debe removerse progresivamente.

2.6.2. Trazado y alineación en viveros de una fase

En este tipo de viveros la semilla se siembra directamente en bolsas grandes para vivero principal y se

disponen en camas de cuatro a seis bolsas a lo ancho por 10 a 12 metros de largo. Generalmente no es necesario sujetar los costados de la cama pero los aspectos de drenaje, sombrío y demás, son similares a los del vivero de dos fases (Figura 2.18).



Figura 2.18. Bolsas grandes para viveros de una fase puestas en camas.

Cuando haya la suficiente experiencia en el manejo de viveros de una fase, las bolsas se ponen de una vez alineadas y distanciadas en el vivero principal. La semilla germinada se siembra para que se desarrolle la palma hasta el final de la fase de vivero (Figura 2.19). Esta práctica disminuye costos en mano de obra pero, como ya se dijo, requiere de un amplio conocimiento del personal encargado del manejo del vivero y de un buen sistema de riego por aspersión, con excelentes diseño y funcionamiento.



Figura 2.19. Bolsas para viveros de una fase, alineadas en sentido norte – sur.

Práctica 2.6. Trazado y alineación de bolsas en el vivero

Objetivo

Al terminar la capacitación, los participantes estarán en capacidad de ejecutar en el campo el trazado y alineación de las bolsas para la fase de vivero, incorporando todas las normas de seguridad industrial establecidas.

Orientaciones para el facilitador

Existen dos métodos para el trazado y alineación de las bolsas en el vivero: la alineación en viveros donde previamente se han instalado o no, módulos de riego por aspersión. El proceso se describe en las instrucciones para los participantes.

Dependiendo del método que se quiera practicar es necesario identificar un vivero de palma de aceite con un sistema de riego por aspersión que tenga un módulo desocupado y limpio o un área de terreno preferiblemente plano y que esté libre de obstáculos mayores (dividiendo los grupos puede practicar los dos métodos).

Para asegurar un óptimo desarrollo de la práctica se recomienda hacer lo siguiente:

- Al menos con tres días de anticipación obtenga el permiso para hacer las adecuaciones menores del sitio con miras al buen desarrollo del ejercicio práctico.
- Coordine el transporte de los participantes para ir al lugar de la práctica.
- Coordine el suministro de agua, refrigerio y alimentación para los participantes.
- Disponga de un megáfono con baterías nuevas.
- El día previo informe a los participantes sobre el sitio y la forma de desplazamiento hasta él, los elementos de protección necesarios como botas, ropa adecuada para campo, gorra para protegerse del sol, etc.

- Acuerde sitio y hora de encuentro para tomar el transporte que los llevará al sitio de la práctica.
- Aliste los recursos necesarios.

En el sitio:

- Si el número de participantes es mayor de seis, solicíteles que conformen dos grupos de trabajo.
- Informe sobre los objetivos de la jornada y use las instrucciones para los participantes relacionadas más abajo para explicar su desarrollo. Dedique para ello 20 minutos.
- Entregue a cada grupo el material necesario y asígnele un área del terreno para la práctica.
- Ordene iniciar la práctica y conceda dos horas y media para su ejecución. Visite los grupos, resuelva dudas, estimule su trabajo y tome nota sobre aspectos que le sean útiles para la información de retorno.
- Al terminar el trabajo de campo reúna los grupos en el sitio y durante 90 minutos desarrolle una plenaria de resultados e información de retorno.
- En la información de retorno estimule los participantes con sus aciertos y resuelva las fallas advertidas durante el trabajo práctico.

Recursos necesarios

- Un módulo desocupado de un vivero con riego por aspersión o un área libre de obstáculos mayores.
- Cinco horas para todo el desarrollo de la práctica e información de retorno.
- Tiempo para desplazamiento al sitio
- Transporte para los participantes al sitio.
- Agua y refrigerio para cada participante.
- Megáfono con baterías nuevas.
- Cuatro horas para todo el proceso (práctica - plenaria – información de retorno).
- Hojas de trabajo para cada grupo.
- Un marcador de tinta permanente para cada grupo.

- Lápiz y borrador por grupo.
- Una guaya, cable o alambre marcado cada 90 cm con pintura roja y amarilla en forma alternada (rojo – amarillo – rojo-...).
- De 10 a 15 estacas de madera para cada grupo.
- Una cinta métrica por grupo.
- Un martillo por grupo para clavar las estacas.
- Una escuadra por grupo.
- Papelógrafo y marcadores.

Instrucciones para los participantes

Estimado participante: esta es una práctica muy importante en el proceso de aprendizaje del establecimiento y manejo de viveros de palma de aceite. Su correcta aplicación tiene beneficios significativos en la calidad de las palmas desarrolladas.

Para que esté cómodo en la práctica se le sugiere llevar ropa adecuada para trabajo en campo, gorra para protegerse del sol y botas para el pantano.

Atienda las instrucciones del facilitador previas a la práctica, lea y entienda el proceso de cada metodología de alineación y siga las instrucciones consignadas en ellas así:

Procedimiento para la alineación en viveros donde hay módulos de riego por aspersión

La alineación en viveros donde se han instalado módulos de riego por aspersión es como se muestra en la Figura 2.20 y se describe enseguida tomando como ejemplo distancias en triángulo de 90 cm entre bolsas. Los principios son los mismos para todas las distancias (Tabla 2.4).

- Marque una línea base en ángulo recto con respecto a las líneas laterales de aspersores del riego.
- Marque la primera línea de bolsas a 60 cm de la línea lateral de aspersores a ambos lados del rectángulo.
- Marque el centro de la línea base.

- Marque las líneas que van a 60° usando un alambre o cable de acero marcado sucesivamente con puntos de soldadura o una argolla, a la distancia seleccionada para la alineación de las bolsas (Tabla 2.4).
- Marque con una estaca el sitio de cada bolsa.

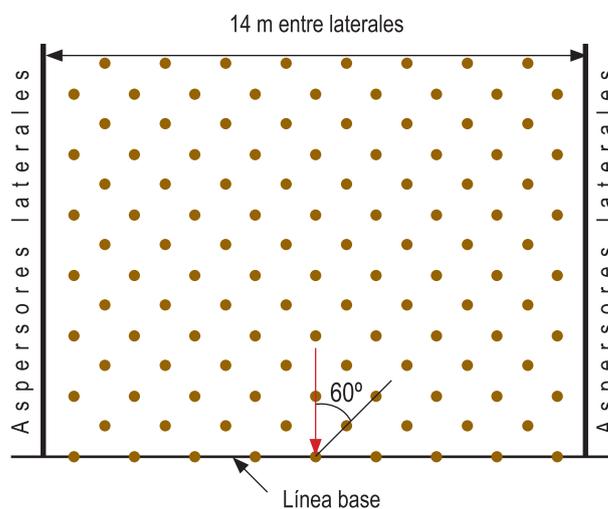


Figura 2.20. Diagrama de alineación de las bolsas a partir de la línea de aspersores laterales.

Cuando no se tiene la restricción de los módulos de riego por aspersión, como en el caso anterior, el procedimiento para la alineación de cada sección del vivero es como se describe a continuación y se ilustra en la Figura 2.21.

- En el costado oriental de la sección que se va a alinear trace una línea de referencia norte-sur y ponga una estaca en sus extremos. Identifique la estaca del extremo norte con la letra **A** y la del extremo sur con la letra **B**.
- A lo largo de la línea de referencia y empezando en la estaca **B** marque con una estaca el sitio para cada bolsa de acuerdo con la distancia seleccionada, por ejemplo 90 cm. Si la última de estas estacas coincide con la estaca **A** déjela, de lo contrario elimínela o mueva la estaca **A** hacia delante, si el espacio lo permite.
- Sobre la estaca **A** y luego sobre la **B** trace una línea perpendicular hasta el costado occidental de la sección que se está alineando para obtener las líneas **A-C** y **B-D**.

- Sobre las líneas **A-C** y **B-D** marque con estacas los puntos a la distancia que corresponda el espacio entre líneas, por ejemplo 78 cm si la distancia entre bolsas es de 90 cm (Tabla 3).
- En orden, y empezando en la primera estaca de las líneas **A-C** y **B-D** respectivamente, extienda firmemente el cable de alineación que debe estar marcado a la mitad de la distancia escogida para la separación de las bolsas. Cada marca se pinta alternativamente con un color diferente, puede ser rojo y amarillo. Haga coincidir la marca de color rojo con la primera estaca situada en la línea **A-C**.
- Marque con estacas los sitios que correspondan a las marcas rojas del alambre.
- Extienda nuevamente el cable de alineación sobre la siguiente estaca de cada línea y esta vez haga coincidir la marca de color amarillo con la primera estaca situada en la línea **A-C**. Marque con estacas los sitios que correspondan a las marcas rojas del alambre. Finalmente elimine la estaca puesta sobre la línea **A-C**.
- Repita el procedimiento alternando el color de la marca del cable sobre la estaca de la línea **A-C** hasta terminar de alinear cada una de las secciones del vivero.
- Para desarrollar la práctica en cualquiera de las modalidades dispone de dos horas y media.

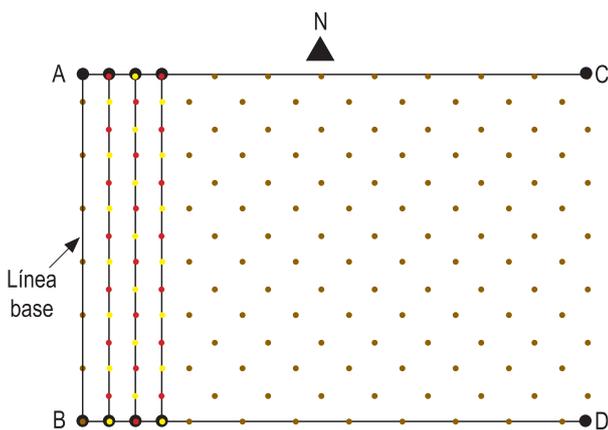


Figura 2.21. Diagrama de alineación de las bolsas a partir de una línea base en el costado oriental del vivero.

Información de retorno de la práctica 2.6

Estimado facilitador: los insumos para la información de retorno en esta práctica deben soportarse en los aciertos y fallas observadas por usted durante el desarrollo del trabajo práctico en campo y sobre las instrucciones para los participantes, referidas al procedimiento para su ejecución.

Durante este proceso no olvide señalar los aciertos y deficiencias en la aplicación del procedimiento descrito en cada caso.

2.7. Siembra de la semilla

El día anterior a la siembra de la semilla se deben regar las bolsas del vivero o previvero, según sea el caso, para que el sustrato dentro de ellas esté húmedo al momento de hacer el ahoyado.

Los hoyos para sembrar la semilla deben tener entre cuatro y cinco centímetros de profundidad y de dos a tres centímetros de diámetro. Lo más práctico es hacerlos con una estaca con punta, marcada la profundidad indicada.

La semilla que cada obrero va a sembrar debe llevarla en un balde con agua limpia para disminuir el riesgo de daños por fricción y para evitar que se deshidraten. Los demás recipientes (bolsas o vasos), con semillas aún sin abrir, se sumergen en agua hasta que se abran para usarse. Pero las semillas dentro de estos recipientes no deben entrar en contacto con el agua.

La semilla se siembra introduciendo la radícula en el hoyo hasta una profundidad aproximada de dos centímetros para que la plúmula quede un centímetro por debajo de la superficie después de cubrir la semilla con el sustrato. La plúmula es la parte recta que tiene forma de cono y su color es más blanco que la radícula; la radícula es más delgada, menos recta que la plúmula y presenta unas protuberancias que dan origen a las primeras raíces.

Luego de cubrir la semilla con sustrato se presiona con la mano para asentarla al nivel de la superficie. Al terminar la jornada de siembra se debe aplicar riego al vivero.

Durante la siembra de la semilla no olvide las siguientes prácticas útiles:

- Cada progenie o cruzamiento genético debe sembrarse en forma separada, en camas claramente identificadas dentro de los bloques del vivero.
- Identifique las camas con el nombre de la progenie o cruzamiento genético, la fecha y el número de semillas sembradas.
- Registre diariamente el número de semillas sembradas por progenie o cruzamiento genético.
- Suspnda la siembra si la hace en un vivero sin sombra, antes del medio día, para prevenir daños a la semilla por calentamiento.
- No siembre si la temperatura es mayor de 45° C o hay exceso de humedad, sequía o mucho viento: la semilla puede sufrir daños irreversibles.
- Registre y retorne el número de semillas anormales, dañadas o enfermas de cada progenie o cruzamiento. Esta información es útil para hacer la petición de reposición si el nivel de descarte lo justifica.
- En viveros de una fase siembre entre un 5% ó 10% de semillas en bolsas de previvero, para remplazar palmas con deficiente desarrollo en el vivero principal o las que se eliminan en el proceso de selección.
- La semilla con dos plúmulas y dos radículas (mellizas) de cada progenie o cruzamiento genético se debe sembrar en una sección independiente dentro de las camas donde se sembró dicha progenie; generalmente al principio o al final de la cama.

Práctica 2.7. Siembra de la semilla de palma de aceite en el vivero

Objetivo

Al terminar la capacitación en esta sección de la unidad de aprendizaje, los participantes estarán en capacidad de sembrar en forma correcta la semilla germinada de palma de aceite en el vivero.

Orientaciones para el facilitador

Cinco días antes de la práctica seleccione un vivero que tenga bolsas de previvero o vivero llenas con sustrato listas para sembrar la semilla germinada de palma de aceite. Si no se dispone de un vivero, aliste de 20 a 30 bolsas de previvero para hacerlo.

Obtenga el permiso en el vivero para desarrollar la práctica, verifique que las bolsas estén correctamente llenas con el sustrato y solicite al viverista regar las bolsas un día antes para que el sustrato se humedezca a capacidad de campo y se facilite el ahoyado para la siembra de la semilla.

Coordine el transporte al sitio, el suministro de agua, el refrigerio y la alimentación para los participantes.

El día anterior asegúrese de que las bolsas fueron regadas, informe a los participantes del sitio y el medio de transporte hasta él, los elementos de protección necesarios como botas, ropa adecuada para campo, gorra para protegerse del sol, etc.; defina el sitio y hora de encuentro para desplazarse hacia el lugar.

Aliste todos los recursos necesarios el día anterior.

En el sitio proceda de la siguiente forma:

- Solicite a los participantes que conformen cuatro grupos de trabajo.
- Entregue a cada grupo una bolsa de semillas germinadas sin abrir, teniendo en cuenta que a cada integrante le corresponda al menos una semilla; distribuya los demás materiales de trabajo por grupo.
- Explique el objetivo de la práctica y su desarrollo apoyándose en las instrucciones para los participantes relacionadas más abajo.
- Informe que para la siembra de la semilla se deben observar todas las recomendaciones técnicas señaladas en el numeral 2.7 de esta guía.
- Dedique 30 minutos para las instrucciones y para resolver dudas.
- Asigne a cada grupo el sitio de trabajo y solicite el inicio de la práctica. Conceda una hora para su ejecución.

- Visite periódicamente los grupos y tome nota sobre aspectos que le sean útiles para la información de retorno.
- Al finalizar el tiempo de trabajo reúnanse en el sitio, pida a cada participante explicar su experiencia y discúptanla con los demás; suministre la información de retorno pertinente.
- Dedique hora y media para desarrollar la plenaria de resultados y la información de retorno.

Recursos necesarios

- Un previvero que tenga bolsas de previvero o vivero llenas con sustrato listas para sembrar la semilla o de 20 a 30 bolsas de previvero correctamente llenas con suelo, dispuestas en un espacio amplio para ejecutar la práctica.
- Agua fresca y limpia.
- Transporte, agua y refrigerio para los participantes.
- Tres horas para desarrollar la práctica, plenaria de resultados e información de retorno.
- Megáfono con baterías nuevas.
- Al menos una semilla germinada por participante. Si es posible, con diferentes estados de desarrollo de la plúmula y la radícula.
- Cuatro baldes plásticos.
- Cuatro estacas redondas de 25 cm de largo y dos a tres centímetros de diámetro, con una marca a cuatro o cinco centímetros desde el extremo de la punta.
- Una regla o cinta métrica por grupo.
- Una copia de las instrucciones para los participantes y la hoja de trabajo por participante.
- Lápiz y borrador por participante.
- Papelógrafo y marcadores.

Instrucciones para los participantes

Estimado participante: para su mayor provecho del aprendizaje en esta práctica se le sugiere leer previa-

mente los numerales 1.3 y 1.4 de la primera sección de esta unidad, relacionados con las partes de la semilla; también lea el numeral 2.7 sobre la siembra de la semilla germinada de palma de aceite. Para desarrollar la práctica proceda como se le indica a continuación:

- Intégrese a un grupo de trabajo y atienda las instrucciones del facilitador.
- Lea las instrucciones para la práctica y si tiene dudas solicite aclaración al facilitador.
- Mantenga la bolsa de las semillas sin abrir en un balde con agua limpia para evitar su deshidratación. Al momento de iniciar la práctica abra la bolsa, tome una semilla, dibuje y señale sus partes en la hoja de trabajo.
- Con la regla o cinta métrica mida el largo de la plúmula y la radícula, regístrelo en la hoja de trabajo.
- Con la estaca haga un hoyo en el sustrato hasta la profundidad marcada en la estaca (de 4 a 5 cm) y siembre la semilla como se muestra en las figuras 2.22 y 2.23.
- Ponga sustrato sobre la semilla y apriete ligeramente con la mano hasta el nivel del sustrato.
- En la hoja de trabajo anote las dificultades que tuvo para sembrar la semilla como por ejemplo la profundidad y diámetro del hoyo, el desarrollo de la plúmula y/o radícula, la humedad del sustrato, etc.



Figura 2.22. Hoyos para siembra de la semilla.



Figura 2.23. Proceso de siembra de la semilla mostrando plúmula y radícula.

- Dispone de una hora para desarrollar la práctica como se indicó.
- Informe de su experiencia en la plenaria de resultados y reciba la información de retorno pertinente.

Información de retorno de la práctica 2.7

Estimado facilitador: la información para reforzar el aprendizaje de los participantes debe obtenerse de los numerales 1.3, 1.4 y 2.7 de esta unidad de aprendizaje así como de las instrucciones para ellos y de sus observaciones sobre el desarrollo de la práctica.

Hoja de Trabajo: Siembra de la semilla de palma de aceite en el vivero

Las partes de la semilla germinada de palma de aceite

Largo de la plúmula en cm: _____

Largo de la radícula en cm: _____

¿En qué posición deben estar la plúmula y la radícula al sembrar la semilla? _____

¿Qué problemas tuvo para sembrar la semilla? ¿Por qué? _____

¿La humedad del sustrato fue adecuada para sembrar la semilla? _____

¿Por qué? _____

Referencias bibliográficas

- Arias A, N. A.; Bermúdez, O. O.; Motta, V. D.; Mosquera, M. M.; Gómez C, P. L.; Franco B, P. N.; Soto, A. M.; Mahecha, B. F.; Rosero D, F. D.; Hernández, B. P. 2009. *Principios agronómicos para el establecimiento de un cultivo de palma de aceite*. Cenipalma. Bogotá. 175 p.
- Barrera, L. R. 2002. *Riegos y drenajes*. 5ª. ed. Universidad Santo Tomás, Bogotá. 627 p.
- Cenipalma 2003. *Manejo de viveros de palma de aceite*. Manual Técnico Primera edición. Bogotá. 74 p.
- Corley, R. H. V. y Tinker, P. B. 2009. *La Palma de Aceite*. Traducción de la 4ª. ed. en inglés por Maldonado, P. E.; Maldonado, P. F. 585 p.
- García, O. A. 1991. *Parámetros para la evaluación de la calidad de aguas para riego*. p. 257 - 272. In. Fundamentos para la interpretación de análisis de suelos, plantas y aguas para riego. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá.
- Martínez, L. G.; Arias, A. N.; Sarria, A. G.; Torres, A. G.; Varón, F.; Noreña, C.; Salcedo, S.; Haya, H.; Ariza, G. J.; Aldana, R.; Martínez, L. C.; Moya, O.; Burgos, R., C. A. 2009. *Manejo integrado de la Pudrición del Cogollo (PC) de la palma de aceite*. Cenipalma. Bogotá. 32 p.
- Potash & Phosphate Institute. 1998. *Guía de campo, serie en palma aceitera, viveros*. Volumen I. 112 p.





Unidad de aprendizaje 3

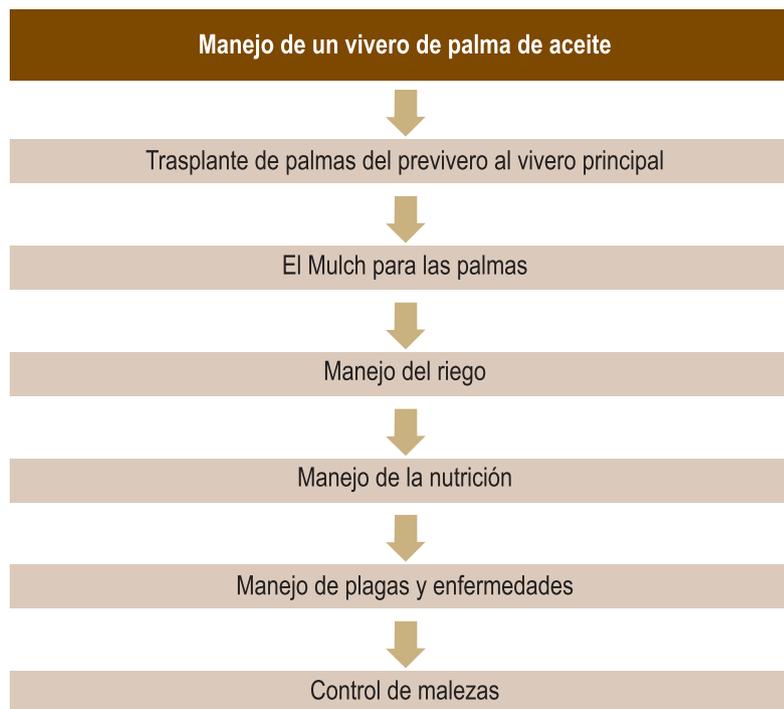
Manejo de un vivero de palma de aceite

Estructura de la unidad	87
Preguntas orientadoras	87
Objetivos	88
Introducción	88
3.1. Trasplante de palmas del previvero al vivero principal	88
Práctica 3.1. Trasplante de palmas del previvero al vivero principal	89
Información de retorno de la práctica 3.1.	91
3.2. El Mulch para las palmas	92
3.3. Manejo del riego	92
Práctica 3.3. Determinación de la uniformidad y eficiencia del sistema de riego por aspersión en un vivero de palma de aceite	92
Información de retorno de la práctica 3.3.	95
3.4. Manejo de la nutrición	98
3.4.1. Manejo de la nutrición en el previvero	98
3.4.2. Manejo de la nutrición en el vivero principal	98
3.4.3. Síntomas de deficiencia de nutrientes	99
Práctica 3.4. Reconocimiento de síntomas de deficiencia de nutrientes en palmas en la fase de vivero	101
Información de retorno de la práctica 3.4.	102
3.5. Manejo de plagas y enfermedades	102
3.6. Control de malezas	110
Referencias bibliográficas	111



La fertilización y el riego oportuno son labores de manejo fundamentales para la producción de palmas con los más altos estándares de calidad.

Estructura de la unidad



Explicación de la estructura

En esta sección se desarrollan seis temas en forma secuencial con el fin de que los participantes en la capacitación desarrollen paso a paso sus habilidades mentales, destrezas y actitudes para aplicar en forma adecuada los procesos agronómicos de un vivero de palma de aceite. El objetivo es obtener palmas para siembra con los más altos estándares de calidad exigidos, que contribuyan al establecimiento de cultivos con las mejores opciones de productividad y sostenibilidad.

El desarrollo ordenado de esta sección facilitará no

sólo el aprendizaje de conceptos y principios técnicos sino la apropiación del conocimiento y la adopción de la tecnología que aquí se trata.

Preguntas orientadoras

1. ¿Podría mencionar un signo del desarrollo de una palma en el previvero que nos indique que ya puede trasplantarse al vivero principal?
2. ¿Por qué considera que es importante poner mulch sobre el sustrato después de trasplantar las palmas al vivero principal?
3. ¿Cuántas semanas después de sembrada la semilla

se debe iniciar el programa de fertilización en un vivero de palma de aceite?

4. ¿Podría citar al menos tres enfermedades y tres plagas de la palma de aceite en la fase de vivero?
5. ¿Qué efectos conoce de las malezas sobre las palmas en el vivero?

Objetivos

Al finalizar la capacitación en esta sección de la unidad de aprendizaje, los participantes estarán habilitados para desarrollar las siguientes acciones del manejo agronómico de un vivero de palma de aceite:

- Determinar con un nivel mayor del 80% el estado de desarrollo de las palmas de previvero para decidir su oportuno trasplante al vivero principal.
- Emplear los criterios técnicos establecidos para el trasplante de palmas del previvero al vivero principal.
- Aplicar los criterios técnicos para separar y trasplantar las palmas mellizas al vivero principal.
- Formular el programa de fertilización del vivero de acuerdo con sus necesidades de nutrientes.
- Identificar síntomas de deficiencias de nutrientes y toxicidad por fertilizantes con un nivel de seguridad mayor del 60%.
- Realizar el diagnóstico y manejo eficaz de plagas y enfermedades del vivero cumpliendo con las medidas de seguridad e higiene industrial.
- Establecer medidas de control de malezas en forma oportuna y eficaz cumpliendo con las medidas de seguridad e higiene industrial.

Introducción

El manejo agronómico de un vivero de palma de aceite tiene como objetivo superior producir material de siembra con la más alta calidad posible. Este propósito es de la mayor importancia si se tiene en cuenta que la vida industrialmente productiva de este tipo de plantación puede ser de 25 o más años y cualquier falla en el material que se siembre surte efectos

permanentes durante todo este tiempo. Por tanto, en la etapa de vivero se deben tomar todas las medidas necesarias para disminuir el riesgo de errores.

Luego de establecido el vivero (objeto de estudio de la anterior sección) se continúa con el manejo agronómico: o sea, el trasplante de las palmas del previvero al vivero principal y los cuidados que se deben tener en la separación de las palmas de doble germinación o mellizas, hasta terminar con el aprendizaje del control eficiente de las malezas.

3.1. Trasplante de palmas del previvero al vivero principal

En viveros de dos fases, después de dos a tres meses de sembrada la semilla, las palmas sanas y vigorosas se deben trasplantar a bolsas de tamaño estándar en el vivero principal. Durante este proceso se hace la primera selección de palmas que muestren anormalidades o crecimiento inadecuado.

La demora en el trasplante puede originar pérdidas de producción hasta de 40% en los primeros tres años de cosecha según Potash & Phosphate Institute (1998). Dos semanas antes del trasplante, las palmas del previvero deben exponerse gradualmente del 75% al 90% de luz solar directa para disminuir el estrés que les causa este proceso.

Las bolsas del previvero como las del vivero principal deben regarse abundantemente un día antes de realizar el trasplante para que el sustrato se humedezca a capacidad de campo y evitar que éste se desmorone tanto en el ahoyado de la bolsa estándar como en la separación de la bolsa de la palma que se va a trasplantar.

Antes del trasplante se debe verificar que todas las bolsas del vivero principal estén correctamente llenas con el sustrato y bien alineadas y espaciadas.

Para trasplantar las palmas de doble germinación o mellizas (Figura 3.1) se deben separar y poner en una sección especial del vivero para proveerles mayores cuidados especialmente con el riego. El procedimiento de separación es como se indica en la práctica 3.1 de esta unidad.



Figura 3.1. Palmas de doble germinación o mellizas.



Figura 3.2. Identificación de módulos del vivero.

Inmediatamente después de terminar la jornada de trasplante, se debe aplicar riego al vivero. Cada sección o bloque debe identificarse claramente anotando con pintura en una tablilla el nombre del material, la

fecha del trasplante y el número de palmas trasplantadas (Figura 3.2).

Práctica 3.1. Trasplante de palmas del previvero al vivero principal

Objetivo

Al terminar la capacitación en esta sección de la unidad de aprendizaje, los participantes podrán determinar con un nivel mayor del 80% el estado de desarrollo de las palmas de previvero para decidir su oportuno trasplante al vivero principal, trasplantar las palmas del previvero al vivero principal y separar adecuadamente las palmas mellizas para su trasplante al vivero principal.

Orientaciones para el facilitador

Al menos dos días antes de esta práctica seleccione un previvero de palma de aceite con dos a tres meses de edad cuyas palmas tengan entre tres y cuatro hojas lanceoladas bien diferenciadas y que haya palmas mellizas aún sin separar.

Obtenga el permiso para desarrollar la práctica y verifique que las bolsas del vivero principal estén bien alineadas, espaciadas y correctamente llenas con el sustrato.

Solicite que tanto el previvero como las bolsas del vivero principal sean regadas abundantemente un día antes de realizar la práctica para que el sustrato se humedezca a capacidad de campo y evitar que éste se desmorone tanto en el ahoyado de la bolsa del vivero principal como en la separación de la bolsa que se va a trasplantar.

Coordine el transporte al sitio, el suministro de agua, el refrigerio y la alimentación para los participantes el día de la práctica.

El día anterior informe a los participantes sobre el sitio y sobre la forma de llegar a él. También sobre los elementos de protección necesarios como botas, ropa cómoda para campo, gorra para protegerse del sol, etc. Acuerde sitio y hora de encuentro para tomar el transporte al lugar de la práctica.

Asegúrese de que todos los recursos estén disponibles el día anterior.

Para organizar la práctica en el sitio proceda de la siguiente forma:

- Solicite a los participantes que conformen parejas de trabajo y entregue los materiales necesarios.
- Recuerde los objetivos y explique el proceso de ejecución de la práctica haciendo uso de las instrucciones para los participantes.
- Informe que cada pareja transplantará dos palmas y separará y trasplantará dos mellizas para un total de seis palmas trasplantadas.
- Indique que mientras las cuatro parejas ejecutan el trasplante, los demás participantes deberán observar y tomar nota sobre su correcta ejecución de acuerdo con los estándares aprendidos.
- Pida a los participantes que observen la edad y el desarrollo del previvero. Haga énfasis en la observación de la formación de tres o cuatro hojas lanceoladas bien diferenciadas.
- Pida a los participantes que noten la humedad del sustrato tanto en las bolsas del previvero como en las del vivero principal y recuerde su importancia en el proceso de trasplante de palmas al vivero principal.
- Dedique una hora para las instrucciones anteriores.
- Ordene a las cuatro primeras parejas iniciar la práctica y conceda para este proceso 30 minutos (para cada cuatro parejas).
- Visite periódicamente los grupos y tome nota sobre aspectos que le sean útiles para la información de retorno.
- Cuando todas las parejas hayan terminado, reúnanse en el sitio y desarrollen una plenaria participativa donde cada una muestre las palmas trasplantadas y los demás participantes y usted hagan las observaciones. Entregue la información de retorno.
- Dedique una hora para desarrollar la plenaria de resultados y la información de retorno.

Recursos necesarios

- Un previvero de dos a tres meses de edad que tenga las palmas mellizas sin separar y un módulo de vivero principal con sus bolsas perfectamente llenas, alineadas y espaciadas.
- Agua en el vivero.
- Transporte, agua y refrigerio para los participantes.
- Cuatro horas para todo el proceso (práctica - plenaria – información de retorno).
- Tiempo para el desplazamiento al lugar de la práctica
- Megáfono con baterías nuevas.
- Cuatro paladragas y cuatro baldes plásticos.
- Cuatro machetes bien afilados.
- Copia de las instrucciones para los participantes.
- Papelógrafo y marcadores.

Instrucciones para los participantes

Para el mayor aprovechamiento de esta práctica se le sugiere leer previamente la sección de previvero y trasplante de palmas de éste al vivero principal. Para su realización proceda como se indica a continuación:

- Conforme parejas de trabajo.
- Lea y atienda las instrucciones del facilitador.
- Observe la fecha de siembra de la semilla y establezca la edad del previvero así como su desarrollo de acuerdo con el número de hojas lanceoladas bien diferenciadas.
- Observe el nivel de humedad del sustrato en las bolsas tanto del previvero como del vivero principal y recuerde su importancia para el trasplante de las palmas.
- Disponga de una paladraga, un balde y un machete para desarrollar la práctica.
- Tome del previvero dos bolsas con palmas individuales y dos con palmas mellizas, llévelas al vivero principal y proceda a trasplantarlas como se indica

a continuación. Intercambie el trabajo con la pareja de tal forma que los dos practiquen todo el proceso que involucra el trasplante.

Un integrante de la pareja debe cavar con la paladraga un hoyo de 25 cm de profundidad en el sustrato de la bolsa del vivero principal (Figura 3.3) y poner la palma que se va a trasplantar junto a la bolsa mientras el otro rasga por un lado la bolsa de previvero con la mano y retira la palma con su bloque de sustrato y raíces sin desmoronar (Figura 3.4).



Figura 3.3. Ahoyado con paladraga en bolsa de vivero principal.



Figura 3.4. Trasplante de palmas.

Introduzca la palma en el hoyo, rellene cualquier espacio del hoyo con el sustrato retirado al momento de ahoyar y apriete el suelo con la mano para que la planta quede firme y erguida. El cuello de la planta

debe quedar más o menos 2 cm por debajo del borde de la bolsa de vivero.

- Luego de sembrar las dos palmas individuales proceda a separar las palmas mellizas como se indica a continuación y a trasplantarlas como se enseñó en el paso anterior.

Con un machete bien afilado corte la bolsa a lo largo por entre las palmas que se van a separar de modo que cada una conserve su porción de sustrato húmedo. Este procedimiento también se puede hacer retirando la bolsa y poniendo las palmas dentro de un balde con agua para retirar el sustrato y separar las plantas a raíz desnuda (Figura 3.5).



Figura 3.5. Palma melliza separada a raíz desnuda.

Ubique estas palmas en una sección específica del vivero para ofrecerles cuidado especial, principalmente con el riego porque son más susceptibles a estrés por el trasplante.

- Marque las palmas trasplantadas por la pareja identificando las mellizas para que las presenten en la plenaria de resultados y retroinformación.
- Para el efecto, cada pareja dispondrá de 30 minutos.

Información de retorno de la práctica 3.1

Estimado facilitador: la información para reforzar el aprendizaje de los participantes debe obtenerse de las instrucciones para la ejecución y de sus observaciones durante la práctica. No olvide enfatizar en la forma como se debió realizar la práctica y en los problemas encontrados.

3.2. El Mulch para las palmas

La superficie del sustrato se debe cubrir alrededor de la palma, a más tardar dos semanas después del trasplante, para disminuir la pérdida de humedad del sustrato, controlar las malezas dentro de la bolsa y prevenir la erosión causada por el riego o la lluvia.

Para este propósito se puede usar una capa uniforme de dos centímetros de espesor de cuesco de palmiste o cascarilla de arroz (Figura 3.6) que estén libres de sustancias químicas o de patógenos que puedan causar daño a las palmas. No es aconsejable usar para el mulch la fibra del fruto de la palma procesada debido a que forma una especie de alfombra que impide la penetración del agua al sustrato dentro de la bolsa.



Figura 3.6. Palmas con Mulch de cuesco y con cascarilla de arroz.

3.3. Manejo del riego

Las palmas de vivero consumen en promedio entre seis y diez milímetros de agua por día dependiendo de su edad y de las condiciones del medio ambiente; el riego debe hacerse con base en el balance hídrico establecido con el registro diario de precipitación tomado de un pluviómetro y de la evaporación diaria registrada en un tanque evaporímetro tipo A, instalados ambos en el vivero.

Como regla general se aconseja regar el vivero si la precipitación del día es menor a diez milímetros. Cuando el sistema de riego es por aspersión o goteo se debe tener estricto control del buen funcionamiento

de todas las partes del sistema de riego, de tal forma que no se afecte la frecuencia y el volumen del riego por un funcionamiento defectuoso del sistema; su diseño debe tener la capacidad suficiente para regar todo el vivero una vez en menos de 24 horas.

Un adecuado manejo del riego requiere verificar con alguna frecuencia aspectos como la uniformidad y la eficiencia; es aconsejable aplicar entre 3 y 10 milímetros de agua por hora, dependiendo de las condiciones ambientales; caudales más bajos de aplicación del riego favorecen la tasa de absorción del sustrato.

Para el buen desarrollo de las palmas también resulta muy útil determinar si hay encharcamiento en la superficie del sustrato, su grado de erosión dentro de la bolsa y el nivel de exposición de las raíces de la palma.

Práctica 3.3. Determinación de la uniformidad y eficiencia del sistema de riego por aspersión en un vivero de palma de aceite

Objetivo

Al terminar la capacitación en esta sección de la unidad de aprendizaje, los participantes estarán en capacidad de determinar la uniformidad y eficiencia del riego por aspersión en un vivero de palma de aceite.

Orientaciones para el facilitador

Estimado facilitador: para el buen desarrollo de esta práctica se le sugiere realizar las siguientes acciones una semana antes de su ejecución:

- Identifique un vivero de palma de aceite con un sistema de riego por aspersión en adecuado funcionamiento y seleccione un módulo donde sus palmas no hayan cerrado las calles y esté libre de malezas que dificulten la determinación de uniformidad del riego. Seleccione además otro módulo donde al momento de la práctica hayan transcurrido al menos 12 horas de haberse regado, para realizar la evaluación de eficiencia del riego.

- Si las palmas han cerrado los espacios entre ellas es necesario poner estacas que permitan colgar los recipientes aforados para recibir el agua por encima de sus hojas y evitar su interferencia.
- Asegúrese de que el sistema de riego en el módulo seleccionado funciona en forma adecuada.
- Obtenga el permiso para ejecutar la práctica.
- Enumere los aspersores del módulo en sentido norte – sur.
- Coordine el transporte para los participantes al lugar de la práctica.
- Coordine el suministro de agua, refrigerio y alimentación para los participantes.
- Disponga de un megáfono con baterías nuevas.
- El día previo a la práctica informe a los participantes del sitio y de la forma de desplazamiento hasta él, los elementos de protección necesarios como botas, ropa adecuada para campo, gorra para protegerse del sol, etc.
- Acuerde sitio y hora de encuentro para tomar el transporte adonde se hará la práctica.
- Aliste los recursos necesarios para la práctica.

En el sitio de la práctica:

- Conforme dos grupos de trabajo, informe sobre los objetivos y explique la práctica haciendo uso de las instrucciones para los participantes. Dedique para ello 20 minutos.
- Entregue a cada grupo los materiales y asígnele un área del módulo de riego.
- Solicite que se distribuyan los baldes como se indica en las instrucciones para los participantes.
- Pida al viverista que ponga en funcionamiento el sistema de riego en el módulo de la práctica.
- Ordene iniciar la práctica de evaluación de uniformidad del riego y conceda para su ejecución una hora.
- Cuando cada grupo haya terminado la evaluación

anterior pida que se desplacen al módulo siguiente para que evalúen la eficiencia del riego; conceda una hora para esta segunda parte del ejercicio.

- Visite periódicamente los grupos para resolver dudas, estimular su trabajo y tomar nota sobre aspectos que le sean útiles para la información de retorno.
- Al terminar el tiempo de trabajo reúna los grupos en un auditorio cómodo, organice la revisión de resultados en una plenaria de 60 a 90 minutos, donde cada grupo presente sus hallazgos haciendo uso del papelógrafo. Entregue la información de retorno pertinente.

Recursos necesarios

- Transporte para los participantes al sitio de la práctica.
- Agua y refrigerio para cada participante.
- Cuatro horas para todo el proceso (práctica - plenaria – información de retorno).
- Tiempo para el desplazamiento al sitio de la práctica.
- Un módulo de un vivero de palma de aceite con riego por aspersión, libre de malezas que dificulten la práctica.
- Megáfono con baterías nuevas.
- Hojas de trabajo para cada grupo.
- Copia de las instrucciones para los participantes.
- Una calculadora por grupo.
- Lápiz y borrador por grupo.
- Cuatro baldes plásticos aforados de 10 litros.
- Una cinta métrica por grupo.
- Cuatro estacas de largo mayor a la altura de las palmas y cuatro trozos de cabuya para sujetar los baldes (cuando las palmas han cerrado los espacios entre ellas).
- Un cronómetro o reloj por grupo.

- Una probeta o vaso de precipitado de plástico aforado de 500 ml.
- Un barreno tipo gubia o media caña de una (1) pulgada de diámetro por grupo o un tubo de PVC de presión, de una pulgada de diámetro y 60 cm de largo, marcado cada 15 cm.
- Una varilla de 70 cm de largo o un trozo de madera fuerte con un grosor menor al tubo de PVC de tal forma que se pueda introducir para retirar las muestras de suelo.
- Un marcador indeleble por grupo.
- 24 bolsas plásticas de un (1) kg de capacidad por grupo.
- Papelógrafo y marcadores.

Instrucciones para los participantes

Estimado participante: el riego adecuado de las palmas en el vivero es una práctica de manejo agronómico muy importante para lograr el objetivo de producir palmas con el mayor potencial de producción en la plantación. El objetivo de esta práctica es que usted adquiera las habilidades para determinar la uniformidad y eficiencia del riego por aspersión en un vivero de palma de aceite y que evalúe el nivel de encharcamiento y el grado de erosión del sustrato en las bolsas.

Para efecto lea las instrucciones, atienda las recomendaciones del facilitador y proceda de la siguiente forma:

Determinación de la uniformidad del riego

- Numere los baldes del uno al cuatro y mida el radio de la boca o área de captación como se muestra en la Figura 3.7.
- Distribuya los baldes en forma sistemática en el área de trabajo en la parte media de las palmas circundantes como se ilustra en la Figura 3.8.
- Ponga los baldes inicialmente boca abajo hasta cuando inicie el conteo del tiempo de evaluación.
- Cuando el sistema de riego haya normalizado su descarga de agua en los aspersores dé vuelta, en

forma simultánea, a los cuatro baldes para recoger el agua del riego durante 20 minutos.

- Luego retire los baldes y mida el volumen de agua colectado en cada uno haciendo uso de la probeta o del vaso de precipitados (Figura 3.9).
- Registre el volumen de agua de cada balde en la hoja de trabajo *Determinación de la uniformidad del sistema de riego en un vivero de palma de aceite*.
- Repita dos veces más los tres últimos pasos y luego determine la descarga de agua del sistema de riego en cada punto evaluado como se indica en la hoja de trabajo. Para esta medición dispone de una hora.
- El sistema de riego se considera uniforme cuando la descarga de agua en los puntos evaluados es igual o su diferencia no es significativa.

Determinación de la eficiencia del riego

La eficiencia del riego se determina mediante la inspección de la humedad del sustrato dentro de las bolsas del vivero. Proceda de la siguiente forma:

- Diríjase al módulo asignado para esta segunda parte de la práctica con todos los elementos de trabajo suministrados.
- Dentro del área asignada seleccione 10 palmas al azar, haciendo un recorrido en zigzag.
- En cada bolsa tome muestras del sustrato entre 0 y 15 cm, 15 y 30 cm y 30 y 45 cm de profundidad, introduciendo en forma sucesiva el barreno tipo gubia o media caña o en su defecto el tubo de PVC en un costado de la bolsa.
- Con ayuda de la varilla o trozo de madera retire cada muestra y dépositela en una bolsa plástica de 1 kg.
- Marque las muestras del uno al diez e indique la profundidad a la cual corresponde.
- Registre las muestras en la hoja de trabajo y determine al tacto la humedad de cada una dando una calificación así:
MH: Muy húmeda. Al apretar la muestra con la mano se producen gotas de agua.

CC: Muestra a capacidad de campo. Al apretar la muestra con la mano no se producen gotas, la mano queda húmeda pero no mojada. Se experimenta una sensación friable al tacto.

MS: Muestra muy seca. No se produce ninguno de los aspectos anteriores. Cuando se aprieta la muestra con la mano no hay sensación de humedad, se puede desmoronar fácil con los dedos.

- Registre la humedad del sustrato en la parte superficial, media y en el fondo de la bolsa en la hoja de trabajo.
- Estime la uniformidad del sistema de riego y haga los comentarios técnicos pertinentes. Dispone de una hora.

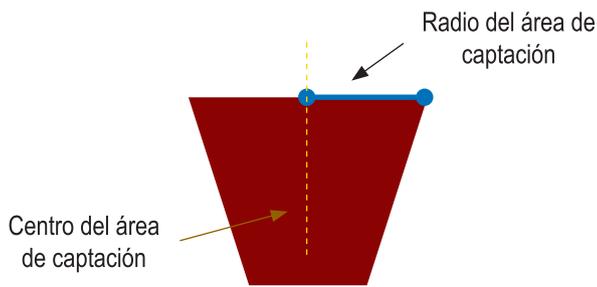


Figura 3.7. Radio del área de captación del balde.

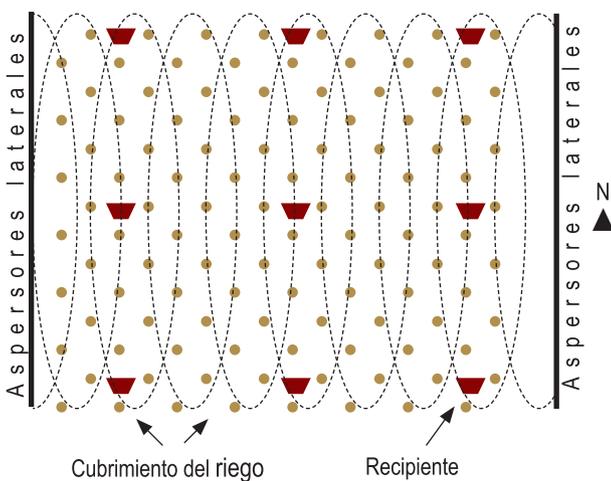


Figura 3.8. Distribución de los recipientes aforados para determinar la uniformidad del riego por aspersión en un vivero de palma de aceite.

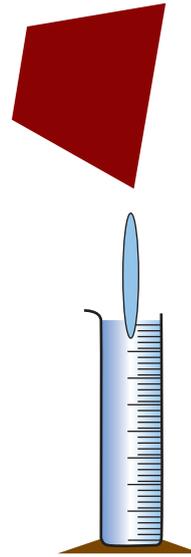


Figura 3.9. Medición de la descarga de agua del sistema de riego por aspersión.

Información de retorno de la práctica 3.3

Estimado facilitador: la información para reforzar el aprendizaje de los participantes debe obtenerse de las instrucciones para la ejecución de la práctica y de sus observaciones durante la misma. No olvide enfatizar sobre la forma como se debió realizar el ejercicio, los problemas encontrados, la importancia de encontrar homogeneidad en la descarga de agua en los diferentes puntos evaluados y la humedad a capacidad de campo del sustrato en todas las bolsas analizadas.

Indague a cada grupo sobre la decisión que tomaría con base en la determinación de uniformidad y eficiencia del riego evaluado.

Hoja de trabajo: Determinación de la eficiencia del riego por aspersión en un vivero de palma de aceite

Módulo de riego No. _____ Grupo No. _____

Tiempo después del último riego (horas): _____

Muestra	Profundidad (cm)	Aspersores N°.	Humedad
1	0-15		
	15-30		
	30-45		
2	0-15		
	15-30		
	30-45		
3	0-15		
	15-30		
	30-45		
4	0-15		
	15-30		
	30-45		
5	0-15		
	15-30		
	30-45		
6	0-15		
	15-30		
	30-45		
7	0-15		
	15-30		
	30-45		
8	0-15		
	15-30		
	30-45		
9	0-15		
	15-30		
	30-45		
10	0-15		
	15-30		
	30-45		
Humedad en la parte superficial de las bolsas			
Humedad en la parte media de las bolsas			
Humedad en el fondo de las bolsas			

3.4. Manejo de la nutrición

El suministro de nutrientes a las palmas del vivero puede hacerse con fertilizantes simples o compuestos; la dosis depende de la calidad del sustrato preparado para su siembra como se apreció en la sección 2.4 de esta unidad de aprendizaje. El objetivo general de la fertilización es suministrar a tiempo, y en la dosis adecuada, los nutrientes necesarios para el apropiado crecimiento y desarrollo de las palmas.

Se han hecho estudios con fertilizantes de liberación lenta esperando que una sola aplicación al momento del trasplante al vivero principal sea suficiente. Sin embargo, en la práctica el crecimiento en general ha sido más lento con estos compuestos que con un programa de fertilizantes convencionales (Lim y Chan, 1993; Sidhu *et al.*, 2000; citados por Corley y Tinker, 2009).

3.4.1. Manejo de la nutrición en el previvero

Si se ha preparado un sustrato adecuado o se ha usado suelo de buena calidad, no se requiere fertilizar el previvero debido a que durante las primeras seis semanas la palma obtiene la mayoría de los nutrientes de la semilla. Esto explica por qué durante esta fase no es frecuente encontrar síntomas de deficiencia de nutrientes en las palmas.

Cuando las palmas muestran poco vigor se debe aplicar un fertilizante foliar recomendado por el Ingeniero Agrónomo responsable del vivero. En este caso, no se deben aplicar fertilizantes foliares bajo condiciones secas con alta temperatura ambiental.

Las aplicaciones de fertilizantes foliares deben realizarse preferiblemente en horas de la tarde después del riego; durante este proceso, el follaje de las palmas debe rociarse hasta que escurra por las hojas. Se debe dejar transcurrir al menos 12 horas antes de aplicar el siguiente riego.

Para aplicaciones foliares no se debe diluir fertilizantes sólidos convencionales porque queman las hojas si no se aplica un ligero riego después de su

aplicación. En el mercado hay fuentes líquidas y solubles que a diferencia de los anteriores no causan daño a las hojas.

Generalmente no se recomiendan los fertilizantes granulados en el previvero, debido al riesgo de quemar las hojas o la palma misma.

3.4.2. Manejo de la nutrición en el vivero principal

Como se vio en la sección 2.4 se debe disponer del análisis químico y físico del suelo que se va a usar para preparar el sustrato para llenar las bolsas del vivero principal. En este proceso también se determina el plan de fertilización señalando las fuentes, la dosis y la frecuencia de aplicación de los fertilizantes. Este plan debe ser seguido fielmente por el viverista y cualquier modificación debe consultarse con el Ingeniero Agrónomo responsable.

A manera de información de apoyo, en el anexo 8.2 se presenta una serie de recomendaciones generales para abonar viveros de palma de aceite y en el anexo 8.3, se suministra una tabla de conversiones de nutrientes para facilitar el cálculo de dosis con diferentes fuentes de fertilizantes.

Tenga en cuenta los siguientes aspectos en el proceso de fertilización del vivero:

- Calibre pequeños recipientes o cucharas plásticas para aplicar la cantidad precisa de fertilizante a cada palma; una dosis menor a la indicada en el plan afecta el desarrollo de la palma y una mayor puede causar toxicidad.
- El fertilizante sólido debe dispersarse en la superficie del sustrato dejando libre unos cinco centímetros alrededor de la planta (Figura 3.10). Evite bandas de fertilizantes porque pueden quemar las raíces (Figura 3.11).
- No toque las hojas con la misma mano que aplica el fertilizante: así se impide que algunos residuos del producto las quemen.



Figura 3.10. Fertilizante disperso en el sustrato alrededor de la palma.



Figura 3.11. Fertilizante aplicado en banda alrededor de la palma.

3.4.3. Síntomas de deficiencia de nutrientes

Si se ha preparado un sustrato balanceado en términos de los nutrientes de acuerdo con el análisis del suelo usado y se ha manejado de manera eficiente el plan de fertilización, no deben presentarse síntomas de deficiencia de nutrientes.

Sin embargo, un empleo incorrecto de los fertilizantes o una mala aplicación del riego puede originar deficiencias de nutrientes. En esos casos los síntomas son la principal herramienta visual para asociarlos con el déficit de un nutriente como se estudiará en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Síntomas asociados a la deficiencia de nutrientes: posibles causas y manejo

Nutriente/Síntomas asociados a la deficiencia	Posibles causas de la deficiencia	Manejo de la deficiencia
Nitrógeno Amarillamiento uniforme de todas las hojas	Insuficiente fertilización con nitrógeno	Corregir la dosis usada
	Encharcamiento dentro de la bolsa	Asegúrese de que el sustrato tenga una textura franca, que el vivero esté bien drenado y que la bolsa tenga los orificios de drenaje en los costados
	Alta radiación solar (el retiro de la sombra causa generalmente una deficiencia temporal de nitrógeno)	Cerciórese de que la sombra se maneje adecuadamente
	Riego insuficiente	Verifique la eficiencia del riego probando la humedad del sustrato dentro de las bolsas, revise el calendario de riego y su apropiado funcionamiento
	Volatilización del nitrógeno por aplicación de urea sin la humedad requerida	Asegúrese de que la humedad sea adecuada antes de aplicar urea

<p>Fósforo</p> <p>Escaso desarrollo radicular que origina un pobre desarrollo en altura y grosor del bulbo</p>	<p>El suelo usado para el sustrato es deficiente en fósforo</p>	<p>La dosis de corrección de fósforo se debe mezclar bien con el suelo al momento de adecuar el sustrato para el llenado de las bolsas</p>
<p>Potasio</p> <p>Inicialmente se presentan manchas pequeñas de color verde oliva que luego se tornan amarillas – anaranjadas brillantes y traslúcidas</p>	<p>Uso de suelo arenoso con deficiencia de potasio</p>	<p>Hacer análisis de suelo antes de preparar el sustrato y evaluar la conveniencia de cambiar la fuente de suelo</p>
	<p>Plantas que se mantienen en el vivero por demasiado tiempo</p>	<p>Hacer una apropiada planeación del vivero. Ajustar la fertilización acorde con la edad</p>
	<p>Suelos con arcillas tipo 2:1 que fijan potasio</p>	<p>Considerar la conveniencia de cambiar la fuente de suelo para el sustrato de futuros viveros</p>
<p>Magnesio</p> <p>Anaranjamiento de la punta de las hojas viejas. Las hojas o partes de ellas que tienen sombra permanecen de color verde</p>	<p>El suelo usado es deficiente en magnesio</p>	<p>Evaluar la conveniencia de cambiar la fuente de suelo para el sustrato, agregar magnesio en la adecuación del sustrato</p>
	<p>Suelo con bajo contenido de materia orgánica y textura arenosa</p>	<p>Ajustar la textura del suelo y el contenido de materia orgánica durante la adecuación del sustrato</p>
	<p>Excesiva fertilización con nitrógeno y potasio</p>	<p>Revisar el balance del plan de fertilización del vivero, usar un fertilizante compuesto para el programa de fertilización</p>
<p>Boro</p> <p>Rara vez se presentan síntomas en plantas de vivero</p>	<p>Hoja gancho o espina de pescado</p>	<p>Se debe generalmente a anomalías genéticas. Si el síntoma es severo o el crecimiento de la palma es deficiente la planta se debe eliminar</p>
		<p>No se recomienda aplicar boro en el vivero</p>
<p>Cobre</p> <p>Manchas cloróticas en los bordes de las hojas abiertas más jóvenes. El foliolo afectado se torna amarillo y la decoloración inicia por el borde más distante de la hoja. Las áreas afectadas del foliolo pueden secarse y necrosarse. Las palmas crecen poco</p>	<p>La deficiencia de cobre puede aparecer si las aplicaciones de nitrógeno y fósforo han sido excesivas o desordenadas</p>	<p>Seguir un programa de fertilización balanceado y con la frecuencia de aplicación planeada por el Ingeniero Agrónomo</p>
	<p>Uso de suelo de turba como sustrato para el vivero</p>	<p>Verificar el suelo disponible para preparar el sustrato del vivero</p>

Práctica 3.4. Reconocimiento de síntomas de deficiencia de nutrientes en palmas en la fase de vivero

Objetivo

Al finalizar esta sección práctica los participantes habrán adquirido la habilidad visual para identificar síntomas de deficiencia de nutrientes y/o toxicidad por fertilizantes con un nivel de seguridad mayor del 60%.

Orientaciones para el facilitador

Dos días antes de la práctica seleccione al menos dos módulos de un vivero de palma de aceite donde se aprecie el mayor número de síntomas de deficiencia de nutrientes relacionado en la Tabla 3.1 de la presente unidad.

Obtenga el permiso para desarrollar la práctica, coordine el transporte al sitio, el suministro de agua, refrigerio y alimentación para los participantes el día de la práctica.

El día anterior informe a los participantes del sitio y la forma de desplazamiento hasta él. Los elementos de protección necesarios como botas, ropa adecuada para campo, gorra para protegerse del sol, etc. Acuerde sitio y hora de encuentro para tomar el transporte.

Asegúrese de que los recursos necesarios estén disponibles el día anterior de la práctica.

En el lugar proceda de la siguiente forma:

- Solicite que se conformen dos grupos de trabajo y entregue los materiales de trabajo a cada participante.
- Informe sobre los objetivos de la práctica y explique el procedimiento para su ejecución con base en las instrucciones para los participantes.
- Señale la importancia de la participación de todos los integrantes del grupo en el proceso de identificación y descripción de los síntomas de deficiencia de nutrientes.
- Dedique 20 minutos para desarrollar los pasos anteriores.

- Ubique en cada módulo seleccionado un grupo y ordene iniciar la práctica. Conceda una hora para su desarrollo.
- Visite periódicamente los grupos para estimular su trabajo y resolver dudas en su ejecución.
- Al finalizar el tiempo, solicite a uno de los grupos venir al módulo del otro para revisar el trabajo ejecutado, promueva una discusión amplia y participativa en torno a los síntomas hallados por el grupo y establezca el porcentaje de aciertos. Repita el mismo procedimiento en el módulo de trabajo del segundo grupo.
- Dedique hora y media para desarrollar la revisión de resultados y entregar la información de retorno.

Recursos necesarios

- Dos módulos de un vivero de palma de aceite donde se puedan observar la mayor cantidad de síntomas de deficiencia de nutrientes.
- Transporte, agua y refrigerio para los participantes.
- Tres horas para la práctica, plenaria de resultados e información de retorno.
- Tiempo para trasladarse al sitio.
- Megáfono con baterías nuevas.
- Una copia de la Tabla 3.1 y de las instrucciones para cada participante.
- Dos marcadores por grupo.

Instrucciones para los participantes

- Intégrese a un grupo de trabajo para desarrollar la práctica.
- Lea las instrucciones y atienda las orientaciones del facilitador.
- Desplácese por entre las palmas del módulo asignado y con base en los síntomas descritos en la Tabla 3.1, marque aquellos que encuentre en su recorrido.

- Dispone de una hora para llevar a cabo la práctica descrita.
- Presente sus hallazgos, participe en la discusión de resultados y establezca el nivel de aciertos obtenido por el grupo.

Información de retorno de la práctica 3.4

Estimado facilitador: la información de retorno para los participantes debe obtenerse de los numerales 3.4.2 y 3.4.3 de esta sección de aprendizaje, de las instrucciones para la ejecución de la práctica y de sus propias observaciones.

3.5. Manejo de plagas y enfermedades

En el vivero se debe mantener una estrecha vigilancia sanitaria con el fin de detectar y manejar en forma oportuna los primeros casos de enfermedades o plagas que se presenten. Como práctica general se deben retirar las plantas descartadas, hojas y desechos de podas, bolsas viejas y otros materiales desechados para tratar con productos químicos o incinerar en un sitio destinado para este propósito en el vivero.

Tanto las enfermedades como las plagas se deben registrar e identificar rápidamente para desarrollar las medidas de manejo más indicadas y evitar que el problema avance en el vivero.

3.5.1. Manejo de enfermedades

Las prácticas de manejo del vivero juegan un papel muy importante en la presencia de enfermedades. Un apropiado manejo del riego, la fertilización balanceada, la postura del mulch y el control de malezas, reducen la incidencia de enfermedades (Potash & Phosphate Institute, 1998; Turner, 1981; citado por Corley y Tinker, 2009).

Turner (1981), citado por Corley y Tinker (2009), enfatiza la importancia de los factores que predisponen el desarrollo de las enfermedades y recomienda que en su diagnóstico se incluyan principalmente las prácticas de manejo, antes que la búsqueda de un patógeno. Las enfermedades más importantes en viveros de palma de aceite son:

Pudrición del cogollo (PC)

Esta afección es causada por el pseudohongo *Phytophthora palmivora* que inicia el proceso de infección en los tejidos tiernos de la base del cogollo por encima del meristemo de crecimiento de la palma. En las flechas aparecen inicialmente lesiones muy pequeñas que van creciendo, se necrosan y desintegran el tejido intervenal, con lo que quedan sólo las nervaduras al interior de la lesión.

La PC avanza hacia los demás folíolos hasta cubrir y secar toda la flecha (Figura 3.12); hacia la base de la flecha la pudrición es húmeda y al hacer un corte transversal del cogollo se observa el tejido interno descompuesto, de color marrón y con olor fétido, característico de la descomposición del tejido (Martínez, 2009).

El manejo de la PC inicia con las buenas prácticas en el proceso de establecimiento y posterior manejo agronómico del vivero así como con el diagnóstico temprano de los casos de la enfermedad en el vivero,



Manchas de PC en la flecha



Figura 3.12. Manchas de PC en la flecha y secamiento de la flecha por PC.

evaluando los síntomas en la flecha más joven, utilizando la escala de severidad desarrollada por Cenipalma (Anexo 17) y continuando con el tratamiento oportuno de las plantas enfermas.

Para manejar la enfermedad en el vivero, Martínez *et al.* (2009) recomiendan las siguientes prácticas:

- Usar semilla de materiales genéticos que sean tolerantes o resistentes a la enfermedad. Esta información debe ser suministrada por su proveedor. Igualmente, es necesario contar con distribuidores confiables que garanticen la adecuada desinfección de la semilla.
- Desinfectar los sustratos con el objeto de eliminar los patógenos presentes en el suelo u otro sustrato utilizado en el vivero. Los tratamientos térmicos que eleven la temperatura cercana a los 70° C son capaces de destruirlos. En este caso los autores recomiendan el uso de las autoclaves de las plantas de beneficio o la solarización del suelo. Cuando baja la temperatura del sustrato se inocula con microorganismos benéficos como las micorrizas para evitar que sea colonizado con potenciales patógenos, entre ellos la *P. palmivora*.
- Restringir el ingreso de personas ajenas al previvero y al vivero especialmente cuando vengan de actividades de campo o de lotes donde está presente la PC porque pueden ser portadoras de estructuras reproductivas del patógeno y convertirse en diseminadoras de la enfermedad.
- Poner en marcha todas las prácticas fitosanitarias que permitan reducir la diseminación del agente causal de la PC. Para ello se debe utilizar ropa limpia, lavar frecuentemente las manos con agua y con jabón. Los operarios deben abstenerse de fumar y de comer en la zona del vivero. Las herramientas que se usan deben desinfectarse con regularidad y, especialmente, después de realizar alguna labor sobre plantas enfermas.
- Verificar la presencia de *P. palmivora* y tratar con cloro el agua de riego, en caso de que sea necesario. Es muy probable que en áreas aledañas a lotes con plantas enfermas se presenten esporas del patógeno en el agua de riego, más aún si ésta proviene de fuentes a libre exposición como reservorios, lagunas, ciénagas o ríos. Es menos probable aplicar agua contaminada con el patógeno, si ésta proviene de pozos profundos.
- Lo más recomendado es el riego por goteo en las bolsas del vivero. El riego por aspersión favorece la presencia de agua física sobre el follaje, que es lo que necesitan las zoosporas de *P. palmivora* para moverse hacia los sitios de infección. Esta también contribuye a la dispersión del patógeno. El riego por inundación es un medio de transporte efectivo para la diseminación de patógenos en toda el área del vivero.
- Si no se toma la decisión de regar por goteo se debe establecer el momento más oportuno para realizar el riego por aspersión. Se busca que después de un riego se presenten condiciones climáticas que favorezcan la evaporación rápida del agua que queda en la base de la flecha y se reduzcan las oportunidades para que las zoosporas inicien su proceso de

infección, al encontrar agua física que les permita movilizarse fácilmente. No se debe regar después de las 2:00 ó 3:00 de la tarde para que al llegar la noche los tejidos estén secos.

- Localizar el vivero alejado de zonas afectadas para disminuir las posibilidades de contaminación. El vivero debe localizarse por lo menos a 250 metros de las áreas donde se presente la enfermedad, pero preferiblemente en zonas más apartadas de las fuentes del inóculo.
- Poner lavapatas en el sitio de ingreso al vivero para desinfectar las botas de quienes ingresan a él. Previamente se debe retirar el barro y otras impurezas para conseguir una mejor operación del desinfectante utilizado que, por lo demás, se debe renovar frecuentemente.
- Distanciar las palmas de acuerdo con el tiempo planeado de permanencia en el vivero y utilizar el tipo de bolsa adecuado para tal fin. Mantenerlas, durante más tiempo del proyectado propicia una alta humedad relativa y favorece al patógeno. Cuando se demora el trasplante la palma se ancla en el suelo y puede contaminarse o sufrir heridas que sirven de entrada a los patógenos del suelo. En algunas oportunidades la poda puede promover la diseminación del agente causal de la PC.
- Cubrir con cuesco todo el vivero, al que se le deben incorporar microorganismos benéficos (Microorganismos Eficientes, ME), que compitan favorablemente con los potenciales patógenos. Si no se cuenta con este material se puede poner una capa de gravilla gruesa, que separe las bolsas y el suelo.
- Evitar el uso de fungicidas sistémicos, pues ellos suprimen la expresión de síntomas sin que realmente se estén controlando algunos patógenos. Bajo esta circunstancia es posible que se lleven a campo palmas aparentemente sanas, que se convierten en fuente de propagación del patógeno. El uso de fungicidas es una forma de limitar la eliminación de palmas susceptibles desde el vivero. El único momento

en que las palmas reciben un tratamiento con estos fungicidas es inmediatamente antes de llevarlas a sitio definitivo para protegerlas durante el trasplante.

- Revisar semanalmente el estado sanitario del vivero de acuerdo con la escala de severidad de Cenipalma y efectuar el respectivo registro para facilitarles a las entidades gubernamentales la labor de seguimiento técnico y legal.
- Eliminar palmas que presenten síntomas de la enfermedad para evitar llevar a sitio definitivo material susceptible a ella. La destrucción se debe hacer in situ con la ayuda de un flameador, para reducir el riesgo de diseminación de estructuras del patógeno.
- Hacer un adecuado manejo de la nutrición, es decir, contemplar el análisis químico del sustrato que se va a utilizar, la incorporación de enmiendas y la aplicación oportuna y en la cantidad suficiente de los nutrientes necesarios para obtener una planta vigorosa que disminuya el riesgo de infección por el patógeno. El balance de nutrientes, más que la aplicación de un elemento en particular, contribuye a la obtención de palmas sanas.
- Hacer un oportuno control de malezas porque algunas de ellas pueden ser potenciales hospederos de la enfermedad. Éstas también contribuyen a aumentar la humedad relativa alrededor de las palmas y a crear condiciones favorables para el patógeno.
- Limitar el movimiento de material de vivero. Aún si se han tomado todas las precauciones en el desarrollo del vivero, no es conveniente transportar material desde áreas con presencia de la enfermedad a otras zonas libres o con baja incidencia. Para esto es importante tener en cuenta la Resolución N°. 3697 del 21 de diciembre de 2007, del ICA.

En la Tabla 3.2 se relacionan otras enfermedades de menor importancia y su manejo en el vivero. Mayores detalles en este sentido se pueden consultar en Corley y Tinker (2009); Cenipalma (2003); Potash & Phosphate Institute (1998) y Morales (2000).

Tabla 3.2. Otras enfermedades en viveros de palma de aceite

Enfermedad / Síntomas	Manejo
<p>Antracnosis</p> <p>Ocurre principalmente en los previveros donde las condiciones son más calientes y húmedas. Aparecen puntos pequeños y pálidos que se tornan de color marrón o negro, rodeados de un halo amarillento pálido, de aspecto húmedo aceitoso, limitado por las nervaduras.</p> <p>Las lesiones de mayor tamaño pueden ser alargadas y en algunos casos semejantes a rayas (Figura 3.13).</p> <p>Sobre las lesiones secas se observan pequeños puntos negros que cuando maduran y hay alta humedad se rodean de una matriz gelatinosa de color rosado. Esta apariencia desaparece cuando aumenta la temperatura del día.</p>	<p>Permitir un mayor paso de la luz solar y una adecuada circulación de aire en el previvero.</p> <p>Verificar el adecuado drenaje de las camas.</p> <p>Evitar el uso de hojas de palma para la sombra en el previvero</p> <p>Aplicar un fungicida recomendado por el Ingeniero Agrónomo.</p>
<p>Curvularia</p> <p>Afecta plantas viejas con poco vigor. Aparecen manchas circulares pequeñas, traslúcidas, de color amarillento, visibles tanto por el haz como por el envés de las hojas. Crecen pero mantienen su forma y cambian a color marrón claro con el centro hundido.</p> <p>Presentan halo de color anaranjado-amarillento (Figura 3.14). En casos severos, las manchas se unen y presentan amplias áreas de tejido foliar seco.</p>	<p>Hacer una adecuada planeación del desarrollo del vivero con la fecha de siembra en campo.</p> <p>Desarrollar un adecuado programa de fertilización y riego.</p> <p>Retirar del vivero y destruir las palmas débiles o enfermas.</p>
<p>Corticium sp.</p> <p>Las hojas viejas muestran filas de lesiones de color café que se secan y dejan hojas de color gris a gris-blancuecino con un margen púrpura (Figura 3.15).</p>	<p>Implementar un programa de fertilización balanceado y en la dosis suficiente.</p> <p>Retirar y destruir las plantas débiles y enfermas.</p> <p>Aplicar un fungicida preventivo a base de Thiabendazol.</p>

**Figura 3.13.** Antracnosis.**Figura 3.14.** Curvularia.

<p>Helmintosporium sp.</p> <p>Es una enfermedad de palmas viejas cuando el vivero se congestiona con excesivo número de plantas.</p> <p>Aparecen manchas de color café oscuro rodeadas de un halo de color clorótico que se torna amarillo. Las hojas se secan comenzando por los márgenes (Figura 3.16).</p>	<p>Hacer una adecuada planeación del desarrollo del vivero con la fecha de siembra en campo.</p> <p>Verificar que el programa de fertilización sea balanceado y en la dosis suficiente.</p> <p>Asegurarse de que el espacio entre plantas es correcto.</p> <p>Abrir espacios de aireación si hay una población densa de palmas.</p> <p>Remover y destruir palmas débiles o enfermas.</p> <p>Aplicar un fungicida recomendado por el Ingeniero Agrónomo.</p>
<p>Tizón</p> <p>Enfermedad del sistema radicular. Las palmas afectadas pierden su brillo normal y se vuelven flácidas, cambian sucesivamente el color de las hojas a verde oliva, amarillo opaco, púrpura o pardo (en las puntas) y finalmente se necrosan y se secan por completo. Se tornan de color pardo oscuro y gris quebradizo (Figura 3.17).</p> <p>Es usual la necrosis de la flecha. La muerte ocurre en pocos días (Figura 3.18).</p>	<p>Comprobar que se aplique la cantidad correcta de riego y que el sustrato de las bolsas esté suficientemente húmedo pero no con exceso de agua.</p> <p>Hacer un buen control de gramíneas tanto en las bolsas como en los espacios entre ellas.</p> <p>Determinar la presencia del insecto vector <i>Recilia mica</i> (Hemiptera: Delphacidae).</p> <p>Poner mulch sobre la superficie del sustrato en las bolsas.</p>



Figura 3.15. Corticium sp.



Figura 3.16. Helmintosporium sp.



Figura 3.17. Tizón.

<p>Anillo clorótico</p> <p>Causado por un virus del género Potyvirus (Morales, 2000). El síntoma más característico es la presencia de lesiones de color amarillo pálido sobre la lámina foliar, redondeadas en forma de anillo (Figura 3.19). En las primeras etapas de la enfermedad el centro de estos anillos conserva el color verde normal, pero eventualmente se torna amarillo claro (clorótico).</p> <p>A medida que las lesiones cubren la superficie de la hoja, los anillos pueden ser menos evidentes y la lámina foliar aparece totalmente rayada (Figura 3.20).</p> <p>En algunos casos, se observan manchas de apariencia aceitosa (Figura 3.21), ocasionalmente también se puede presentar un rayado en la base del raquis de las hojas jóvenes, similar al observado en los casos de mancha anular (Figura 3.22).</p>	<p>Hacer un buen control de gramíneas tanto en las bolsas como en los espacios entre ellas.</p> <p>Determinar si hay áfidos o ácaros (arañitas) en el envés de las hojas, estos son vectores de virus.</p> <p>Aplicar al sustrato de las bolsas un insecticida sistémico de amplio espectro, desde el momento del trasplante.</p> <p>Identificar oportunamente palmas enfermas, retirarlas del vivero y eliminarlas.</p>
<p>Pestalotiopsis</p> <p>Generalmente afecta palmas débiles y las lesiones se observan en hojas viejas.</p> <p>Son manchas grandes en los folíolos, de forma irregular, de color anaranjado rojizo.</p> <p>Cuando el ataque es severo se seca desde la punta de los folíolos hacia la base y del borde al centro (Figura 3.23).</p>	<p>Cerciorarse de que el programa de fertilización sea balanceado y en la dosis suficiente.</p>



Figura 3.18. Tizón.



Figura 3.19. Anillo clorótico.



Figura 3.20. Anillo clorótico.

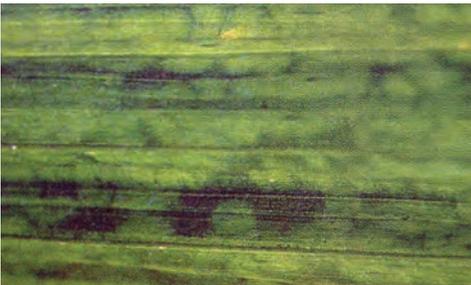


Figura 3.21. Anillo clorótico.

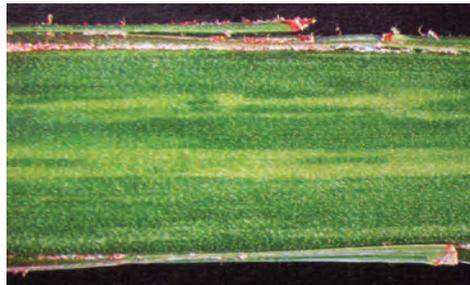


Figura 3.22. Anillo clorótico.

<p>Marchitez Vascular</p> <p>Enfermedad causada por el hongo <i>Fusarium oxysporum</i>. Las palmas retardan su crecimiento, las hojas nuevas son más cortas y estrechas que las viejas, las palmas toman la apariencia de copa plana con el centro deprimido.</p> <p>Si la infección ocurre temprano, no se producen hojas pinnadas y la palma permanece estancada por un largo tiempo. Internamente los tejidos del tallo muestran necrosis parcial o total.</p> <p>En el bulbo, el color de los haces conductores cambia de anaranjado claro a marrón claro y luego a marrón oscuro (Figura 3.24). En casos avanzados la totalidad del bulbo se ennegrece y endurece.</p> <p>La necrosis vascular induce estrés hídrico severo. Como consecuencia, las hojas viejas toman un color verde pálido y finalmente ocurre amarillamiento que precede al secamiento descendente. La necrosis comienza simultáneamente en todas las hojas, desde la punta y avanza hacia la base. El tejido moribundo es invadido por microorganismos saprofitos y patógenos débiles.</p>	<p>Verificar que la fertilización potásica corresponda a la dosis adecuada.</p> <p>Retirar del vivero y eliminar las palmas enfermas.</p>
<p>Algas</p> <p>Se presenta como una capa delgada de color verde en la superficie del sustrato dentro de las bolsas. Está asociado con el sellado superficial del sustrato lo que impide la infiltración del agua.</p>	<p>Comprobar que la textura del sustrato preparado para llenar las bolsas es la adecuada: preferiblemente franca.</p> <p>Si el riego es por aspersión, verificar que la frecuencia sea la indicada y que el tamaño de gota sea fino.</p> <p>Si el riego es por superficie en melgas, analizar si la permanencia del agua en la melga no es mayor de 24 horas y que su nivel no sobrepasa las dos terceras partes del alto de la bolsa.</p> <p>Verificar que el mulch esté puesto en la superficie del sustrato dentro de la bolsa o de lo contrario remover la superficie del sustrato y ponerlo.</p>



Figura 3.23.
Pestalotiopsis.



Figura 3.24.
Marchitez
Vascular.

3.5.2. Manejo de plagas

El manejo de plagas en el vivero debe ser oportuno y eficaz. Es necesario hacer un permanente seguimiento a la presencia de insectos (o algunos vertebrados) mediante revisiones rutinarias a las palmas incluyendo la

flecha y el envés de las hojas; registrarlos e identificar el daño y el nivel de su población para implementar medidas oportunas de manejo que prevengan perjuicios mayores a las palmas en crecimiento.

Tabla 3.3. Plagas más frecuentes en viveros de palma de aceite, síntomas del daño y medidas de manejo

Plaga	Síntomas del daño	Manejo
Grillos	<p>Pueden causar daño desde cuando se siembra la semilla. Se alimenta de los tejidos tiernos de la palma y de las raíces sobre o debajo de la superficie del sustrato.</p> <p>El insecto normalmente se esconde en los espacios que quedan entre las bolsas acomodadas en las camas. Su presencia se evidencia por cuevas o suelo disturbado sobre la superficie del sustrato de la bolsa.</p>	Aplicar un insecticida sobre el sustrato de las bolsas o por aspersión en los espacios entre ellas.
Spodoptera o gusano ejército	Parches en las hojas presentan la apariencia de haber sido raspadas. Al observarlas en detalle es posible encontrar las larvas.	Aplicar un insecticida sobre el follaje del vivero.
Áfidos	<p>Son insectos que se localizan en las axilas de las hojas; chupan la savia de las palmas y transmiten enfermedades virales como el anillo clorótico y la mancha anular.</p> <p>Las hormigas indican la presencia de la plaga, debido a que éstas se alimentan de las secreciones azucaradas que producen los áfidos.</p> <p>Cuando la población es alta pueden causar distorsión o entorchamiento de hojas.</p>	En zonas donde haya enfermedades virales como anillo clorótico o mancha anular se recomienda un insecticida sistémico de amplio espectro aplicado al sustrato de las bolsas desde el momento de la siembra.
Ácaros o arañas rojas	<p>Chupan la savia de las hojas y producen pequeñas lesiones de color amarillo-naranja o un amarillamiento general de la hoja. Grandes infestaciones producen síntomas similares a la deficiencia de magnesio.</p> <p>La araña roja se localiza en una telaraña fina en el envés de la hoja. Puede causar el doblamiento hacia abajo de la punta de la hoja.</p>	Aplicar un acaricida (no un insecticida) en el envés de las hojas.
Coleópteros	El daño ocurre en las noches: se inicia por los bordes del vivero y consiste en perforaciones de las hojas. Esto disminuye el área de fotosíntesis de la hoja.	Aplicar un insecticida recomendado por el Ingeniero Agrónomo, en horas de la tarde.
Saltamontes	Se alimentan de la lámina foliar y causan cortes que inician en el borde de las hojas.	Aplicar un insecticida sobre el follaje del vivero.

3.6. Control de malezas

Para desarrollar un vivero sano y vigoroso es importante hacer un oportuno manejo de malezas porque algunas de ellas pueden ser hospedero de enfermedades y plagas; contribuyen además a aumentar la humedad relativa alrededor de las palmas y crean condiciones favorables para algunos patógenos causantes de enfermedades como la Pudrición del cogollo, por ejemplo.

Se debe hacer un control periódico de malezas (con machete, guadaña o herbicida) sobre la red de drenaje para facilitar la evacuación rápida del exceso de agua después del riego o la lluvia.

El control de malezas en el previvero se debe hacer en forma manual arrancando las hierbas que crecen dentro y entre las bolsas, así como las que se encuentre en las calles entre las camas; todo el material arrancado se deposita en sacos y se retira del previvero. Una buena práctica para controlar las malezas entre las calles es poner sobre la superficie sacos de fertilizantes limpios o una capa de cuesco del fruto de la palma de aceite (Figura 3.25).



Figura 3.25. Control de malezas en las calles del vivero con una capa de cuesco.

Mantener las bolsas del vivero libre de malezas elimina la competencia por nutrientes, agua y luz y favorece el crecimiento de las palmas. Para ello resulta de gran utilidad poner un mulch de cuesco del fruto de la palma de aceite o cascarilla de arroz como se estudió en el numeral 3.2 de esta unidad de

aprendizaje. Las malezas que crecen dentro de las bolsas se deben arrancar con la mano procurando hacer el menor daño posible a las raíces de la palma.

El control de las malezas en los espacios entre las bolsas del vivero principal y demás áreas aledañas se pueden hacer con machete, guadaña o aplicando herbicidas con bomba de espalda o un traperero diseñado para ello (Figura 3.26).



Figura 3.26. Control de malezas con herbicida en los espacios entre las bolsas.

Para aplicar los herbicidas tenga en cuenta las siguientes recomendaciones técnicas:

- Antes de preparar la mezcla lea las instrucciones de preparación, aplicación y seguridad, consignadas en la etiqueta del herbicida.
- Asegúrese de que los empaques de la bomba estén en buen estado y no gotee; las gotas pueden caer sobre las palmas y causar daños considerables.
- Use pantalla en el aguilón de la bomba para dirigir la aplicación y evitar que el herbicida caiga sobre las palmas.
- Use baja presión en la bomba y lleve la boquilla a baja altura para impedir la deriva del herbicida que afecte las plantas.
- Dirija siempre la boquilla hacia el lado opuesto de la bolsa para disminuir el riesgo de rociarlas con el herbicida y asegurar un buen traslape cuando se aplique a la siguiente fila de bolsas.

- Suspenda la aplicación si hay vientos que puedan generar deriva del herbicida.
- No use herbicidas hormonales porque producen daños estructurales en las palmas.

Referencias bibliográficas

Arias A, N. A.; Bermúdez, O. O.; Motta, V. D.; Mosquera, M. M.; Gómez C, P. L.; Franco B, P. N.; Soto, A. M.; Mahecha, B. F.; Rosero D, F. D.; Hernández, B. P. 2009. *Principios agronómicos para el establecimiento de un cultivo de palma de aceite*. Cenipalma. Bogotá. 175 p.

Cenipalma. 2003. *Manejo de viveros de palma de aceite. Manual Técnico*. Primera edición. Bogotá. 74 p.

Corley, R. H. v. y Tinker, P. B. 2009. *La Palma de Aceite*. Traducción de la 4^a. ed. en inglés por Maldonado, P. E.; Maldonado, P. F. 585 p.

Martínez, L. G.; Arias, A. N.; Sarria, A. G.; Torres, A. G.; Varón F.; Noreña C.; Salcedo S.; Haya H.; Ariza G. J.; Aldana, R.; Martínez, L. C.; Moya, O.; Burgos R., C. A. 2009. *Manejo integrado de la Pudrición del cogollo (PC) de la palma de aceite*. Cenipalma. Bogotá. 32 p.

Martínez, L. G. 2009. *Pudrición del cogollo: agente causal, estrategias de manejo y erradicación*. Video de difusión, Fedepalma.

Morales G, F. J. 2000. *Diagnóstico y manejo preventivo de las enfermedades virales de la palma de aceite en la zona occidental de Colombia*. Boletín Técnico No. 13, Cenipalma. Bogotá. 24 p.

Potash & Phosphate Institute 1998. *Guía de campo, serie en palma de aceitera, viveros*. Volumen I. 112 p.





Unidad de aprendizaje 4

Selección y descarte de palmas anormales

Estructura de la unidad	115
Preguntas orientadoras	115
Objetivos	115
Introducción	115
4.1. Selección de palmas anormales	116
4.1.1. Primer ciclo de selección	116
4.1.2. Segundo ciclo de selección	116
4.1.3. Tercer ciclo de selección	116
4.1.4. Cuarto ciclo de selección	117
Práctica 4.1. Descarte de palmas anormales en el vivero	120
Información de retorno de la práctica 4.1.	122
4.2. Producción de palmas anormales sembradas en la plantación	124
Referencias bibliográficas	125



Una rigurosa selección de palmas para siembra es el punto de partida para una producción sostenible en la plantación.

Estructura de la unidad



Explicación de la estructura

En esta sección los participantes aprenderán, en primer lugar, a reconocer las características fenotípicas de las palmas anormales que justifican su descarte como material de siembra en una plantación con visión de competitividad y sostenibilidad. En segunda instancia se analiza el efecto adverso que se genera en la producción cuando se siembran palmas anormales.

Preguntas orientadoras

1. ¿Podría mencionar al menos cuatro características de la apariencia externa de las palmas de vivero que son atípicas y que además implican su descarte como material de siembra en campo?
2. ¿Podría indicar los pasos que se deben seguir con una palma que ha sido descartada en el vivero para la siembra en campo?
3. ¿Qué consecuencias considera usted que tendría una plantación si siembra palmas anormales?
4. ¿Qué características se deben observar para detectar palmas atípicas en el vivero?

Objetivos

Al finalizar esta sección, los participantes estarán en capacidad de reconocer en forma visual en el vivero las características fenotípicas de una palma anormal que justifica su descarte como material de siembra en campo, con un margen de error menor al 5%.

Los participantes estarán habilitados para controlar el proceso de descarte de palmas anormales asegurándose de su retiro y destrucción fuera del vivero, cumpliendo con los protocolos de seguridad industrial.

Introducción

Como se ha visto en las tres secciones anteriores, existen poderosas razones de índole sanitaria y de productividad, principalmente, que justifican el hecho de que cada día se asigne mayor importancia a la necesidad de llevar al campo palmas de la más alta calidad; por lo anterior, la selección y descarte en el vivero de las palmas que no cumplen con los estándares para lograr el objetivo es una práctica necesaria e imprescindible dentro del manejo adecuado del vivero.

El rechazo de palmas anormales en el vivero se hace para evitar la siembra de individuos enfermos o que no cumplen con los estándares de calidad que garanticen una producción económicamente sostenible. Las palmas descartadas se deben sacar y destruir para prevenir futuros errores del personal y contribuir al mantenimiento de la sanidad del vivero.

El nivel de descarte promedio en un vivero, establecido con semilla de buena calidad y agrónomicamente bien manejado, es del orden del 20% al 30%. Pero cuando se tiene el firme propósito de establecer una plantación con material élite de alto potencial de producción, el nivel aconsejable es hasta del 45%. El retorno del costo adicional por un mayor nivel de descarte se obtiene con una plantación más precoz y con mayor producción por unidad de área sembrada.

Generalmente el descarte durante los primeros dos a tres meses (previvero) es del 10% al 15% y el restante se hace durante los siguientes nueve a diez meses de vivero.

4.1. Selección de palmas anormales

Según Corley y Tinker (2009), los tipos de anomalías que deben ser descartados fueron determinados por Tam en 1973, que comprobó que el rendimiento de estas palmas fluctuaba desde cero hasta alrededor del 63% comparado con la producción de las plantas normales.

La selección de palmas anormales se realiza teniendo en cuenta su edad porque de acuerdo con ella se expresan mejor las características indeseables que ameritan su descarte. En consecuencia, es necesario hacer al menos cuatro ciclos de selección: uno a los dos meses en el previvero y tres más en el vivero principal.

Una palma normal de dos meses (previvero) presenta entre tres y cuatro hojas lanceoladas bien definidas y las hojas nuevas completamente desarrolladas son más largas que las anteriores. A los siete u ocho meses (vivero) las hojas deben tener sus folíolos individualizados y formando un ángulo aproximado de 60° con el raquis, las hojas del tercio medio deben formar un ángulo aproximado de 45° con el eje vertical de la planta

y las hojas nuevas deben ser más largas que las anteriores.

A continuación se describen los procedimientos y normas de selección en cada ciclo según lo descrito por Cenipalma (2002); Cenipalma (2003); Corley y Tinker (2009); Potash & Phosphate Institute (1998).

4.1.1. Primer ciclo de selección

Se hace cuando las palmas cumplen dos o tres meses de edad, momento en el cual tienen entre tres y cuatro hojas lanceoladas bien formadas. Las palmas anormales se identifican comparándolas con plantas normales de la misma edad. El procedimiento que se debe seguir es marcar la bolsa con pintura fácilmente visible y hacer el manejo requerido para revertir la anomalía si su causa se origina en alguna deficiencia en el manejo del vivero.

4.1.2. Segundo ciclo de selección

Se debe realizar 16 semanas después del primer ciclo. Se busca detectar y marcar las palmas con apariencia atípica de la siguiente manera:

- Recorra todas las líneas de palmas en sentido norte – sur y observe detenidamente para detectar las distintas anomalías ya sea en altura, en color o en la forma de sus hojas.
- Cuando encuentre una anormal marque la bolsa en la parte frontal con pintura azul y continúe la exploración hasta terminar la ronda de selección en todo el vivero.
- Cuando termine el proceso informe al Ingeniero Agrónomo responsable del vivero para que verifique que la identificación inicial se ha hecho correctamente.

4.1.3. Tercer ciclo de selección

Este ciclo es complementario al anterior y se debe realizar ocho semanas después, así:

- En esta oportunidad se debe desplazar en sentido contrario al ciclo anterior, es decir, de sur a norte para que no pueda ver las marcas azules.

- Marque en la parte frontal de la bolsa (lado opuesto de la marca anterior), cualquier palma anormal, con pintura roja.
- Al terminar el marcado avise al Ingeniero Agrónomo responsable del vivero para que confirme que la segunda identificación se hizo acertadamente.
- Las palmas con una sola marca deben volverse a observar para determinar si deben ser eliminadas o no.
- Las palmas con doble marca (azul y roja) se deben registrar en una planilla donde se indique su anomalía. Adicionalmente, se deben eliminar con un machete cortándola a ras del sustrato de la bolsa. Los restos de la palma y la bolsa deben retirarse del vivero y disponerse de tal forma que no causen contaminación ambiental.

4.1.4. Cuarto ciclo de selección

Se hace al momento de despachar las palmas para la siembra en campo. Para el efecto, debe estar presente el Ingeniero Agrónomo. En esta oportunidad se registran en la planilla y se destruyen las anormales que no se detectaron en los ciclos previos de selección.

Durante el proceso de descarte de palmas anormales tenga presente los siguientes aspectos prácticos:

- Nunca se deben considerar términos medios con respecto al descarte de palmas. Si duda, elimínela.
- Destruya las palmas descartadas cortándolas con un machete a ras del suelo.
- Además de las palmas anormales descritas, elimine las enfermas o con daños mecánicos que afecten su desarrollo y futura producción.
- No retenga palmas de mala calidad para tratar de recuperarlas en un intento de conseguir mayor producción en el vivero: ésta es una de las causas de baja producción de la plantación.
- Determine el porcentaje de descarte por cada anomalía en las diferentes progenies o cruzamientos. Se recomienda cambiar el proveedor de semilla cuando el nivel total de descarte sea mayor al 35%.

A continuación se describen las características, posibles causas y manejo de las anomalías que se expresan en las fases de previvero y vivero.

Anormalidad	Características	Posible causa	Manejo
Fase de previvero			
Palma torcida (Figura 4.1)	Desde su germinación la palma presenta hojas y tallo torcidos.	Semilla sembrada en forma invertida (la plúmula hacia abajo y la radícula hacia arriba). También puede deberse a contaminación con herbicidas hormonales.	Descartar si las hojas permanecen torcidas o si el crecimiento de la planta se ve seriamente afectado.
Hoja collante o plegada (Figura 4.2)	Las hojas se presentan plegadas o fruncidas generalmente hacia la parte media dejando extendida la punta.	Deficiencia de agua por riego irregular.	Descartar si el vigor no mejora después de corregido el riego.



Figura 4.1. Palma torcida.



Figura 4.2. Hoja collante o plegada.

Hojas angostas o tipo pasto (Figura 4.3)	Hojas estrechas parecidas a una planta de pasto.	Anormalidad de tipo genético, pero también puede deberse a estrés por falta de agua.	Descartar si el vigor no mejora después de que se ha corregido el riego.
Hoja rizada (Figura 4.4)	La hoja presenta una serie de franjas transversales arrugadas.	Cuando son pocos casos se debe a deficiente manejo del riego o ataque de insectos durante las primeras etapas de desarrollo de las hojas.	Los casos severos son usualmente de origen genético y deben descartarse.
Hojas enrolladas (Figura 4.5)	La lámina de la hoja se dobla hacia adentro dando la apariencia de una lanza.	Cuando son pocos casos puede deberse a manejo deficiente o ataque de insectos durante las primeras etapas de desarrollo de la hoja. Los casos severos son por lo general de origen genético.	Verificar el manejo del vivero. Descartar los casos severos.
Palma enana (Figura 4.6)	Crece lentamente y sus hojas son más cortas que una palma normal de la misma edad.	Es una anomalía de origen genético.	Estas palmas se deben eliminar.
Palma quimera (Figura 4.7)	Presenta secciones de la hoja de color amarillo clorótico.	Es una anomalía de tipo genético.	Descarte las palmas quimeras.
Fase de vivero principal			
Palma enana (Figura 4.8)	Tiene apariencia normal pero, comparada con sus vecinas de crecimiento normal, se nota su enanismo.	Es una anomalía de tipo genético.	Estas palmas se deben descartar.



Figura 4.3. Hojas angostas o tipo pasto.



Figura 4.4. Hoja rizada.



Figura 4.5. Hojas enrolladas.



Figura 4.6. Palma enana.



Figura 4.7. Palma quimera.



Figura 4.8. Palma enana.

Palma plana (Figura 4.9)	Las hojas nuevas son progresivamente más cortas que las anteriores y le dan una apariencia aplanada.	Es una anomalía de origen genético.	Descartar todas las palmas que tengan esta condición.
Foliolos cortos y anchos (Figura 4.10)	Palmas con foliolos excepcionalmente cortos y anchos, algunas veces pueden tener entrenudos cortos.	Es una anomalía de origen genético.	Descartar las palmas con este problema.
Palma juvenil (Figura 4.11)	Las hojas permanecen sin diferenciar los foliolos aún después de los seis u ocho meses de edad.	Es una anomalía de origen genético.	Si la condición persiste puede indicar esterilidad y deben descartarse.
Palma erecta (Figura 4.12)	Las hojas forman un ángulo estrecho con el eje vertical de la palma dando la apariencia alargada, generalmente son más altas que sus vecinas.	Es una anomalía genética. Con frecuencia resultan en palmas estériles.	Se deben descartar del vivero.
Hojas con entrenudos cortos (Figura 4.13)	La distancia entre los puntos de inserción de los foliolos en el raquis es corta. y parece una hoja comprimida.	Es una anomalía de origen genético.	Descartar todas las palmas con entrenudos cortos.
Hojas con entrenudos largos (Figura 4.14)	La distancia entre los puntos de inserción de los foliolos en el raquis es más amplia de lo normal, lo que le da a la palma una apariencia abierta.	Es una anomalía de origen genético. No se debe confundir con la etiolación que se da por sobrepoblación en el vivero.	Descartar todas las palmas con entrenudos largos.



Figura 4.9. Palma plana.



Figura 4.10. Foliolos cortos y anchos.



Figura 4.11. Palma juvenil.



Figura 4.12. Palma erecta.



Figura 4.13. Hojas con entrenudos cortos.



Figura 4.14. Hojas con entrenudos largos.

Hojas delgadas (Figura 4.15)	Las hojas son delgadas y puntiagudas debido a que los folíolos son estrechos y generalmente enrollados hacia adentro. El ángulo de inserción entre los folíolos y el raquis es agudo (45° o menos).	Es una anomalía de origen genético.	Descartar todas las palmas con hojas delgadas.
Palma flácida (Figura 4.16)	Las hojas son aparentemente normales pero sus folíolos son flácidos.	Es un problema genético que se evidencia con facilidad a los seis meses de edad.	Se deben descartar las palmas flácidas.
Palma gigante (Figura 4.17)	Es muy vigorosa y muy grande comparada con sus vecinas. Sus hojas son erguidas, con la base del peciolo amplia y blanca.	Es una anomalía de tipo genético. Es evidente a los seis u ocho meses de edad.	Estas palmas son estériles, se deben descartar del vivero.
Palma quimera (Figura 4.18)	Las hojas presentan franjas o secciones cloróticas por ausencia de clorofila; esto reduce la tasa de fotosíntesis y por consiguiente su producción.	Es una anomalía de origen genético.	Deben ser descartadas del vivero.



Figura 4.15. Hojas delgadas.



Figura 4.16. Palma flácida.



Figura 4.17. Palma gigante.



Figura 4.18. Palma quimera.

Práctica 4.1. Descarte de palmas anormales en el vivero

Objetivos

Al finalizar esta práctica, los participantes estarán en capacidad de reconocer en forma visual en el vivero las características fenotípicas de una palma anormal que justifica su descarte como material de siembra en campo.

Tendrán claridad sobre los pasos que se siguen con cada anomalía detectada en las palmas de vivero.

Orientaciones para el facilitador

Dos días antes de la práctica seleccione dos módulos de un vivero de palma de aceite de seis a siete meses de edad donde aún no se hayan descartado las palmas anormales. Detecte los tipos de anomalías y regístrelos en la hoja de trabajo con las dos o tres primeras letras de su nombre como se indica en las instrucciones para los participantes.

Obtenga el permiso para desarrollar la práctica, coordine el transporte, el suministro de agua, refrigerio y alimentación para los participantes.

El día anterior informe a los participantes sobre el sitio y la forma de desplazamiento hasta él, los elementos de protección necesarios como botas, ropa adecuada para campo, gorra para protegerse del sol, etc.; acuerde sitio y hora de encuentro para tomar el transporte.

Asegúrese de que los recursos estén disponibles el día anterior.

- Solicíteles que conformen dos grupos y entregue los materiales de trabajo a cada uno.
- Cuénteles cuáles son los objetivos de la práctica y explique su desarrollo con base en las instrucciones para los participantes.
- Desplace un grupo de trabajo a cada módulo seleccionado, ubíquelo en el extremo norte del costado este del módulo.
- Solicíteles que marquen los puntos cardinales en una de las hojas de trabajo (orientar el formato).
- Dé las instrucciones para iniciar el primer ciclo de selección de palmas anormales haciendo el recorrido por las líneas de palmas de norte a sur y desde el costado este al oeste del módulo como se muestra en la Figura 4.19. Cuando terminen pida a los grupos que intercambien de módulo, que usen la segunda hoja de trabajo adecuadamente orientada y hacer el segundo ciclo de selección iniciando el desplazamiento esta vez de sur a norte desde el mismo costado oriental del módulo como se aprecia en la Figura 4.20.
- Dedique 30 minutos para la explicación de la práctica y conceda hora y media para hacer los dos recorridos.
- Visite periódicamente los grupos para observar su trabajo y tomar notas que le sean útiles en el proceso de información de retorno.
- Al finalizar el tiempo reúna los grupos en un auditorio cómodo y pídale al primero que registre sus resultados sobre los dos formatos en un pliego de

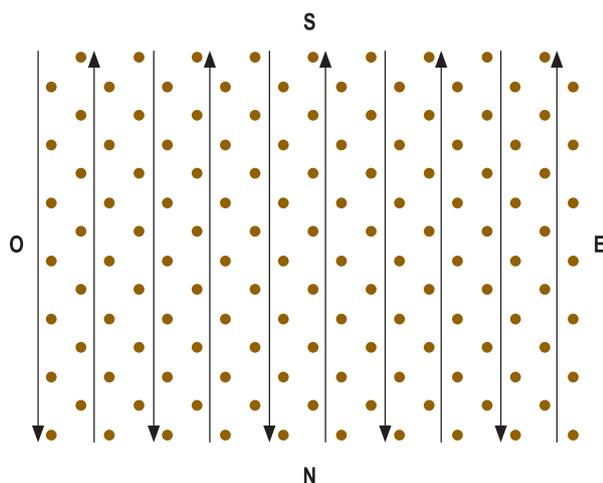


Figura 4.19. Dirección del recorrido en el primer ciclo de selección de palmas anormales en vivero (norte – sur).

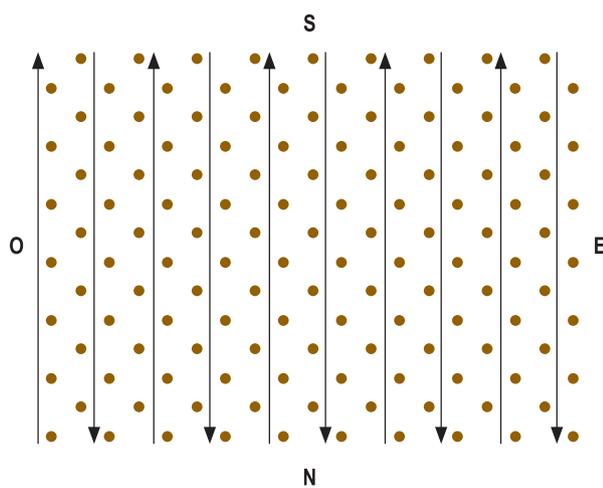


Figura 4.20. Dirección del recorrido en el segundo ciclo de selección de palmas anormales en vivero (sur - norte).

cartulina (uno para cada ciclo). Luego solicite al segundo hacer lo mismo sobre los mismos formatos con un marcador de diferente color.

- Compare los resultados de los grupos con el registro que usted hizo cuando estuvo preparando la práctica. Promueva una discusión amplia y participativa en torno a los resultados, ofrezca la información de retorno y establezca el porcentaje de aciertos de cada grupo.
- Dedique hora y media para la revisión de resultados y para entregar la información de retorno.

Recursos necesarios

- Dos módulos de un vivero de palma de aceite de seis a siete meses de edad donde aún no se hayan descartado las palmas anormales.
- Transporte, agua y refrigerio para los participantes.
- Tiempo para el desplazamiento al lugar de la práctica.
- Cuatro horas para la práctica, plenaria de resultados e información de retorno.
- Dos copias de la hoja de trabajo y una copia a color de las figuras 4.8 a 4.18 por grupo; una copia de la Tabla 4.1 y de las instrucciones para cada participante.
- Un lápiz y un borrador por grupo.
- Megáfono con baterías nuevas.
- Marcadores de diferentes colores.
- Papelógrafo.
- Dos representaciones de la hoja de trabajo en un pliego de cartulina cada uno.

Instrucciones para los participantes

Estimado participante: lea el proceso de selección de palmas anormales en el vivero y comprenda muy bien cada una de las características descritas en la Tabla 4.1. En la práctica proceda como se indica a continuación:

- Intégrese a un grupo de trabajo para desarrollar la práctica.
- Lea las instrucciones y atienda las explicaciones del facilitador. Pregunte si tiene dudas.
- Diríjase al módulo asignado al grupo, ubíquese en el extremo norte del costado este del módulo, oriente el formato de la hoja de trabajo marcando los puntos cardinales.
- Empiece el primer ciclo de selección de palmas anormales haciendo el recorrido por las líneas de palmas iniciando de norte a sur y desde el costado este al oeste del módulo como se muestra en la

Figura 4.19; identifique en la hoja de trabajo las palmas anormales con las dos o tres primeras letras de su nombre así:

Pe: Palma enana

Pp: Palma plana

Fca: Foliolos cortos y anchos

Pj: Palma juvenil

Per: Palma erecta

Hec: Hojas con entrenudos cortos

Hel: Hojas con entrenudos largos

Hd: Hojas delgadas

Pf: Palma flácida

Pg: Palma gigante

Pq: Palma quimera

- Al terminar el recorrido intercambie el módulo con el otro grupo y realice el segundo ciclo de selección iniciando el desplazamiento esta vez de sur a norte desde el mismo costado oriental del módulo como se aprecia en la Figura 4.20. Registre las palmas anormales en la segunda hoja de trabajo debidamente orientada.
- Dispone de 90 minutos para ejecutar los dos ciclos de selección.
- Al finalizar el segundo ciclo de selección presente sus resultados sobre los dos formatos dispuestos en un papelógrafo, participe en la discusión de resultados, establezca el nivel de aciertos del grupo y reciba la información de retorno.

Información de retorno de la práctica 4.1

Estimado facilitador: la información de retorno se obtiene de las anomalías que usted registró cuando preparó la práctica, del proceso de selección de palmas anormales en el vivero descrito en esta sección de la unidad de capacitación, de la Tabla 4.1, de las instrucciones para los participantes y de sus observaciones durante el desarrollo del ejercicio.

4.2. Producción de palmas anormales sembradas en la plantación

El descarte de palmas anormales en las fases del desarrollo de un vivero de palma de aceite busca seleccionar las palmas sanas y vigorosas para la siembra en campo y de esta forma sentar las bases de una plantación productiva y sostenible.

Entre las consecuencias más importantes de sembrar palmas de mala calidad se encuentran las siguientes:

- Baja producción de la plantación

- Mayor pérdida de palmas en los lotes
- Desarrollo irregular del cultivo
- Baja o ninguna respuesta a los programas de fertilización
- Baja rentabilidad del cultivo

Tam (1973) y Golden Hope (2000), citados por Corley y Tinker (2009) y Cenipalma (2003), reportan pérdidas de rendimiento según anomalías como se muestra en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2. Pérdida de rendimiento según la anomalía de la palma

Anormalidad	Pérdida de rendimiento (%)		
	Cenipalma ¹ (2010) *	Tam (1973)	Golden Hope (2000)**
Erecta	18,58	92 - 100	91,93
Plana	42,92	51	
Juvenil	86,73	88 - 100	87,72
Hojas delgadas		70	70,14
Foliolos cortos y anchos	71,68		95,86
Entrenudos cortos	82,74	73 - 96	73,31
Entrenudos largos	69,47	87	86,69
Flácidas			40,83
Foliolos estrechos	83,19	73, - 82	87,45
Quimera	72,57		
Enana	32,30		
Hojas con ángulo de inserción agudo	23,45		

*Primeros 36 meses de cosecha

**Primeros 20 meses de cosecha

¹Información sin publicar

Referencias bibliográficas

- Cenipalma. 2003. *Manejo de viveros de palma de aceite*. Manual Técnico Primera edición. Bogotá. 74 p.
- Cenipalma. 2002. *Selección y descarte de plantas anormales de palma de aceite en vivero*. Boletín Técnico No. 14. Bogotá. 16 p.
- Corley, R. H. v. y Tinker, P. B. 2009. *La Palma de Aceite*. Traducción de la 4^a. ed. en inglés por Maldonado, P. E.; Maldonado, P. F. 585 p.
- Potash & Phosphate Institute 1998. *Guía de campo, serie en palma de aceitera, viveros*. Volumen I. 112 p.





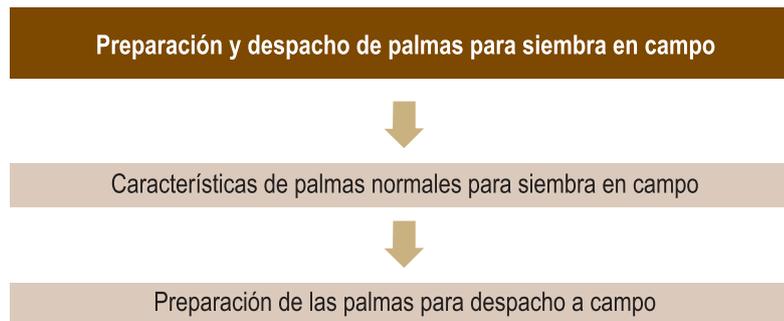
Unidad de aprendizaje 5 Preparación y despacho de palmas para siembra en campo

Estructura de la unidad	129
Preguntas orientadoras	129
Objetivos	129
Introducción	129
5.1. Características de palmas normales para siembra en campo	130
5.2. Preparación de las palmas para despacho a campo	130
Referencias bibliográficas	131



Una corta distancia al punto de cargue de las palmas es fundamental para preservar la integridad de las plantas que van al campo.

Estructura de la unidad



Explicación de la estructura

La estructura de esta última sección de la unidad de aprendizaje muestra en su orden los dos procesos finales del desarrollo de un vivero de palma de aceite. Con el aprendizaje de las características de las palmas sanas y normales a los 12 ó 14 meses de edad se tendrá la información necesaria para despachar a campo sólo aquellas palmas que tengan el mejor potencial de rendimiento.

Para cerrar el manejo de las palmas en el vivero antes de su envío al campo, en la segunda parte de esta sección se mostrarán los pasos necesarios para acondicionar las palmas de tal forma que se disminuya su estrés por el transporte y la siembra en los lotes de la plantación.

Preguntas orientadoras

1. ¿Podría mencionar al menos tres características de una palma normal al final de la etapa de vivero, apta para la siembra en campo?
2. ¿Conoce algunas prácticas para preparar las palmas en el vivero para su despacho al campo?

3. ¿Podría citar algunos criterios para evaluar la calidad general del vivero al final de su proceso?

Objetivos

Al finalizar esta sección de la capacitación, los participantes estarán en capacidad de seleccionar las palmas con los mejores estándares de calidad para su siembra en campo.

Realizar el proceso de adecuación de las palmas en el vivero antes de su envío para la siembra en campo.

Introducción

En este punto de la capacitación resulta evidente que el despacho de palmas para siembra en campo con las mejores posibilidades de expresar todo su potencial genético en términos de producción de racimos de fruta fresca y de aceite por unidad de área sembrada implica un perfecto encadenamiento de todas las fases de su desarrollo en el vivero. Se inicia con la adecuada planeación, el estricto cumplimiento del manejo agronómico entendido desde la selección del material genético para la compra de la semilla, su manejo antes de la siembra, la siembra misma, los cuidados del

previvero y el vivero principal, un riguroso descarte de palmas anormales tanto en el previvero como en el vivero principal, la selección de las mejores y finalmente su adecuación para disminuir el estrés del transporte y siembra en campo.

El mayor número de palmas vigorosas y óptimas para la siembra en campo debe ser el resultado de un adecuado y preciso cumplimiento del plan para el establecimiento y manejo del vivero y no de un débil proceso de selección final de palmas que se despachan al campo.

5.1. Características de palmas normales para siembra en campo

Aunque diferentes autores han descrito las características típicas de una palma normal con edad para la siembra en campo, no hay argumentos para una selección rigurosa con base en su altura o tamaño. Las diferencias en altura en palmas de la misma edad en el vivero tienden a nivelarse cuando se siembran en el campo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que una palma normal con 12 meses de edad al momento de la siembra debe reunir las características que se relacionan en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1. Características típicas de una palma normal al momento de la siembra en campo

Característica	Medida
Altura	1,20 m
Circunferencia del cuello del bulbo	15 a 22 cm
Número de hojas funcionales	5 a 8
Estado de los foliolos	Individualizados
Ángulo de las hojas del tercio medio con el eje vertical de la palma	45°
Ángulo de inserción de los foliolos al raquis de la hoja	60°
Hojas nuevas más largas que las anteriores	

5.2. Preparación de las palmas para despacho a campo

Si se ha cumplido con la planeación del desarrollo del vivero y la siembra de la plantación, las palmas en esta etapa deberán tener mínimo 10 y máximo 14 meses de edad. En estas condiciones es menor el estrés causado, se facilita el proceso de transporte y la siembra en campo, se disminuye el riesgo de daños físicos que podrían convertirse en la puerta de entrada del *P. palmivora*, patógeno que inicia la PC (Martínez *et al.*, 2009).

Para disminuir el estrés provocado por la remoción, el transporte y posterior siembra de la palma en el campo se recomienda iniciar su acondicionamiento de tres a cuatro semanas antes de enviarlas al campo. Este proceso consiste en las siguientes prácticas:

- Rotar las bolsas 180° sobre su eje para romper las raíces que hayan pasado la bolsa y penetrado al suelo. Si es necesario se recomienda usar un machete o cuchillo para cortarlas.
- Aplicar riego durante este periodo para disminuir el estrés causado por la ruptura de raíces.
- Suspender la fertilización un mes antes.
- Podar hasta dejar de 1,2 m las palmas con altura mayor de 1,5 m. Para reducir la transpiración de las hojas y la pérdida de agua, facilitar su manipulación durante el transporte y disminuir el riesgo de vuelco después de la siembra. Como se mencionó antes, esta actividad no sería recomendable en zonas con incidencia de la PC.
- Si el follaje es muy denso se debe amarar para facilitar el transporte y disminuir el daño.
- Regar generosamente las palmas el día anterior a su despacho al campo.
- Para el cargue de las palmas, inclinar y tomar la bolsa por debajo con una mano y con la otra el cuello del bulbo; de esta forma alzarla y ponerla en la plataforma del camión, sin golpearla.
- Despachar a campo sólo la cantidad de palmas que se van a sembrar el mismo día asegurándose de que

- se dé un manejo cuidadoso durante el cargue y transporte para disminuir los riesgos de daño físico. Las palmas deben ser puestas en el campo en un sitio sombreado.
- Todos los despachos de palmas deben registrarse apuntando la fecha, cantidad, nombre del cruzamiento genético o progenie, nombre del conductor y destino.

Referencias bibliográficas

- Cenipalma. 2003. *Manejo de viveros de palma de aceite*. Manual Técnico. Primera edición. Bogotá. 74 p.
- Cenipalma. 2002. *Selección y descarte de plantas anormales de palma de aceite en vivero*. Boletín Técnico No. 14. Bogotá. 16 p.
- Corley, R. H. V. y Tinker, P. B. 2009. *La Palma de Aceite*. Traducción de la 4ª. ed. en inglés por Maldonado, P. E.; Maldonado, P. F. 585 p.
- Martínez, L. G.; Arias, A. N.; Sarria, A. G.; Torres, A. G.; Varón F.; Noreña C.; Salcedo S.; Haya H.; Ariza G. J.; Aldana, R.; Martínez, L. C.; Moya, O.; Burgos R., C. A. 2009. *Manejo integrado de la Pudrición del cogollo (PC) de la palma de aceite*. Cenipalma. Bogotá. 32 p.
- Potash & Phosphate Institute. 1998. *Guía de campo, serie en palma de aceitera, viveros*. Volumen I. 112 p.





Anexos

Anexo 1. Evaluación final de conocimientos	135
Anexo 2. Información de retorno de la evaluación final	137
Anexo 3. Evaluación del evento de capacitación	139
Anexo 4. Plan de Acción poscapacitación	142
Anexo 5. Evaluación del desempeño del facilitador	144
Anexo 6. Evaluación de la guía como material de capacitación	147
Anexo 7. Glosario de términos usados en la guía	150
Anexo 8. Criterios para evaluar la calidad del agua para riego	152
Anexo 9. Influencia de la calidad del agua como peligro potencial de oclusión de sistemas de riego por goteo	153
Anexo 10. Diagrama para la determinación al tacto de la textura de suelos	154
Anexo 11. Resultados de análisis químico de suelos	155
Anexo 12. Interpretación general del análisis químico de suelos	156
Anexo 13. Tabla de conversión de nutrientes	157
Anexo 14. Cálculo de los principales parámetros químicos y físicos del suelo	158
Anexo 15. Concentración de nutrientes de los fertilizantes más usados en palma de aceite en Colombia	161
Anexo 16. Programa general de fertilización para un vivero de palma de aceite	162
Anexo 17. Escala de severidad de la Pudrición del cogollo en palmas de vivero	163



Anexos didácticos

Anexo 1. Evaluación final de conocimientos

Instrucciones para los participantes

Estimado participante: al finalizar su capacitación sobre el establecimiento y manejo de un vivero de palma de aceite, mediante el siguiente cuestionario tiene la oportunidad de revisar su nivel de apropiación de los conocimientos. Lea detenidamente las preguntas y contéstelas con base en lo aprendido, Esta prueba no es para calificar lo que sabe, sino una oportunidad para que revise lo asimilado.

Para contestar el cuestionario dispone de 45 minutos. Al finalizar, el facilitador compartirá con usted las respuestas preparadas por él y aclarará aquellos aspectos donde aún persisten dudas.

1. ¿Para qué sirve planear el establecimiento y manejo de un vivero de palma de aceite? _____

2. Mencione y explique al menos cuatro criterios técnicos que se deben tener en cuenta para seleccionar el sitio ideal para el vivero. _____

3. ¿Cuál es la razón principal por la cual la alineación de bolsas para la fase de vivero principal se hace en sentido norte-sur? _____

4. Mencione las dos partes más importantes de la semilla germinada de palma de aceite y cómo se reconocen al momento de sembrar la semilla. _____

5. Explique brevemente cómo se evalúa la uniformidad y la eficiencia del riego por aspersión en un vivero de palma de aceite. _____

6. Mencione los insumos que se necesitan para formular el programa de fertilización de un vivero de palma de aceite. _____

7. Enumere cuatro medidas preventivas para disminuir el riesgo de la presencia de la enfermedad Pudrición del cogollo en un vivero de palma de aceite. _____

8. Mencione al menos tres alternativas para controlar malezas en las calles y dentro de las bolsas tanto en el previvero como en el vivero principal de palma de aceite. _____

9. Enumere tres anormalidades de tipo genético y tres causadas por manejo del vivero e indique qué hacer con dichas palmas. _____

10. Mencione al menos dos prácticas para la adecuación de las palmas en el vivero antes de su envío para la siembra en campo. _____

Anexo 2. Información de retorno de la evaluación final

Conceda 45 minutos para que los participantes contesten el cuestionario de diez preguntas. Usted decide si hace menos preguntas.

Solicite que, sin excepción, todos respondan el cuestionario. Al finalizar seleccione participantes al azar para que lean lo que contestaron e indague si hay respuestas diferentes. Promueva que dentro del grupo surjan las aclaraciones pertinentes y al final comparta las respuestas que aparecen a continuación. Haga las aclaraciones que sean necesarias.

1. ¿Para qué sirve planear el establecimiento y manejo de un vivero de palma de aceite?

Planear el establecimiento y manejo del vivero de palma de aceite sirve para:

- Incluir todas las tareas que se van a desarrollar con el tiempo adecuado para su ejecución.
- Estar preparados para los eventos previstos e imprevistos.
- Entregar en el momento oportuno la cantidad necesaria de palmas con los mejores estándares de calidad.
- Hacer seguimiento del conjunto de etapas del desarrollo del vivero.

2. Mencione y explique al menos cuatro criterios técnicos que se deben tener en cuenta para seleccionar el sitio ideal para el vivero.

Los siguientes son algunos de los criterios técnicos que se deben tener en cuenta para seleccionar el sitio para el vivero:

- Contar con un área suficiente para desarrollar el número de palmas que requiere la plantación.
- El sitio debe tener una ligera inclinación para facilitar el drenaje superficial, pero no exceder del 15% para evitar corrientes superficiales de agua y disminuir el riesgo de erosión del suelo provocado por fuertes eventos de lluvia.

- Debe tener vías de fácil acceso y estar bien afirmadas para facilitar la entrada de insumos y el transporte de las palmas al campo.
- No presentar riesgo de inundaciones o encharcamiento para evitar daño a palmas y para disminuir riesgo de enfermedades o plagas.
- Contar con una fuente confiable de agua limpia para riego, libre de contaminantes y patógenos que puedan causar daño al vivero.

3. ¿Cuál es la razón principal por la cual la alineación de bolsas para la fase de vivero principal se hace en sentido norte-sur?

El objetivo principal de esta práctica es que las palmas, a partir de los tres meses de edad, tengan acceso uniforme a la luz solar durante toda la fase de vivero y alcancen un óptimo desarrollo.

4. Mencione las dos partes más importantes de la semilla germinada de palma de aceite y cómo se reconocen al momento de sembrar la semilla.

La plúmula: es la parte recta que tiene forma de cono y su color es más blanco que la radícula.

La radícula: es más delgada, menos recta que la plúmula y presenta unas protuberancias que dan origen a las primeras raíces.

5. Explique brevemente cómo se evalúa la uniformidad y la eficiencia del riego por aspersión en un vivero de palma de aceite.

La uniformidad del riego por aspersión se evalúa distribuyendo recipientes aforados en forma sistemática en los módulos de riego para recolectar la descarga de agua en los diferentes puntos en un tiempo determinado. Con una probeta se mide el volumen de agua colectado; la descarga debe ser uniforme y suficiente en todos los puntos evaluados.

La eficiencia del riego se determina mediante la inspección de la humedad del sustrato en la parte superior, media e inferior de las bolsas del vivero.

6. Mencione los insumos que se necesitan para formular el programa de fertilización de un vivero de palma de aceite.

Para formular el programa de nutrición del vivero se debe disponer del análisis químico y físico del suelo que se va a usar para preparar el sustrato para llenar las bolsas del vivero y las fuentes de fertilizantes disponibles en el mercado.

7. Enumere cuatro medidas preventivas para disminuir el riesgo de la presencia de la enfermedad Pudrición del cogollo en el vivero de palma de aceite.

Algunas de las más importantes medidas preventivas contra la PC en el vivero son:

- Usar semillas de materiales genéticos que sean tolerantes o resistentes a la enfermedad.
- Restringir el ingreso de personas ajenas al vivero porque pueden convertirse en diseminadores de la enfermedad.
- Desinfectar las herramientas con regularidad, especialmente después de realizar alguna labor sobre palmas enfermas.
- Verificar la presencia de *P. palmivora* y tratar con cloro el agua de riego en caso de que sea necesario.
- Preferir agua de pozo profundo para el riego del vivero.
- No regar después de las 2:00 ó 3:00 de la tarde para que al llegar la noche los tejidos foliares estén secos.
- Localizar el vivero alejado de zonas afectadas para disminuir las posibilidades de contaminación.
- Establecer lavapatatas en el sitio de ingreso al vivero para desinfectar las botas de quienes entran.
- Distanciar las palmas de acuerdo con el tiempo planeado de permanencia en el vivero y utilizar el tipo adecuado de bolsa para tal fin.
- Revisar semanalmente el estado sanitario del vivero según la escala de severidad de Cenipalma y efectuar el respectivo registro para facilitarles a las entidades gubernamentales la labor de seguimiento técnico y legal.

- Hacer un adecuado manejo de la nutrición. El balance de nutrientes, más que la aplicación de un elemento en particular, contribuye a la obtención de plantas sanas.
- Controlar oportunamente las malezas porque algunas de ellas pueden ser potenciales hospederos de la enfermedad o pueden ayudar a aumentar la humedad relativa alrededor de las palmas y crear condiciones favorables para el patógeno.

8. Mencione al menos tres alternativas para controlar malezas en las calles y dentro de las bolsas tanto en el previvero como en el vivero principal de palma de aceite

El control de malezas en el previvero se debe hacer en forma manual arrancando las hierbas dentro y entre las bolsas, así como las que se encuentre en las calles entre las camas.

Una buena práctica para controlar las malezas entre las calles es poner sobre la superficie una capa de cuesco del fruto de la palma de aceite.

Las alternativas para el manejo de las malezas en el vivero principal son:

- Poner un mulch de cuesco del fruto de la palma de aceite o cascarilla de arroz sobre la superficie del sustrato dentro de la bolsa.
 - Arrancar con la mano las malezas que crecen dentro de las bolsas procurando hacer el menor daño posible a las raíces de la palma.
 - Las malezas en los espacios entre las bolsas y las áreas aledañas se pueden controlar cortándolas con machete o guadaña o aplicando herbicidas con bomba de espalda o un traperero diseñado para ello.
9. Enumere tres anomalías de tipo genético y tres causadas por posibles deficiencias en el manejo del vivero.

Las anomalías de origen genético son:

- Palmas quimeras
- Palmas gigantes

- Palmas enanas
- Palma juvenil

Anormalidades por posible deficiencia en manejo:

- Hoja collante o plegada
- Hoja rizada
- Palma torcida

10. Mencione al menos dos prácticas para la adecuación de las palmas en el vivero antes de su envío para la siembra en campo.

La adecuación de palmas en el vivero antes de enviarse para la siembra en campo se puede hacer mediante las siguientes prácticas:

- Tres a cuatro semanas antes de la siembra en campo se deben rotar las bolsas 180° sobre su eje para romper las raíces que hayan pasado la bolsa y penetrado al suelo.
- Aplicar riego durante este periodo para disminuir el estrés causado por la ruptura de raíces.
- Suspender la fertilización un mes antes del despacho de las palmas al campo.
- Podar hasta dejar de 1,2 m las palmas con altura mayor de 1,5 m, para reducir la transpiración de las hojas.
- Amarrar el follaje si es muy denso para formar un manojo, facilitar el transporte y disminuir el daño.

Anexo 3. Evaluación del evento de capacitación

Nombre de la capacitación: Establecimiento y manejo de viveros de palma de aceite.

Fecha: _____

Apreciado participante:

Para introducir mejoras al desarrollo de futuras capacitaciones con esta guía de aprendizaje es importante conocer sus opiniones acerca de los diferentes componentes del evento de capacitación al que ha asistido. Le rogamos dedicar unos minutos de su tiempo para diligenciar esta evaluación y hacer sus comentarios totalmente anónimos en razón a que no se requiere de su firma.

La valoración de cada cuestionamiento incluye dos componentes así:

- Marque con una **X** sobre la letra según su apreciación así:

D = Deficiente

R = Regular

B = Bueno

M = Muy bueno

- De acuerdo con su calificación anterior haga sus observaciones en el espacio comentarios. Es muy importante que se refiera tanto a los aspectos positivos (bueno y muy bueno) como a aquellos que se deben mejorar (deficiente y regular). Deje en blanco los puntos que no apliquen en las preguntas.

1. ¿Los objetivos corresponden a las necesidades de la empresa y a sus expectativas al iniciar la capacitación?

D	R	B	M
----------	----------	----------	----------

Comentarios:

2. ¿En qué nivel considera usted que se lograron los objetivos propuestos en la capacitación?

D	R	B	M
----------	----------	----------	----------

Comentarios:

3. Evalúe las siguientes estrategias metodológicas empleadas en la capacitación:

3.1. Exposición del facilitador

3.2. Participación de los asistentes

3.3. Material de apoyo entregado

3.4. Trabajo en grupo

3.5. Prácticas de campo

3.6. Tiempo dedicado a los trabajos en grupo

3.7. Tiempo dedicado a las prácticas de campo

D	R	B	M
D	R	B	M
D	R	B	M
D	R	B	M
D	R	B	M
D	R	B	M
D	R	B	M

Comentarios:

4. Evalúe las siguientes acciones de coordinación de la capacitación:

4.1. Información preliminar recibida

4.2. Cumplimiento del horario del programa

4.3. Coordinación de las actividades

D	R	B	M
D	R	B	M
D	R	B	M

4.4. Apoyo logístico (auditorio, equipos, etc.)

D	R	B	M
D	R	B	M
D	R	B	M
D	R	B	M

4.5. Transporte (si aplica)

4.6. Alimentación (si aplica)

4.7. Refrigerios

5. ¿Cómo calificaría usted la aplicabilidad o utilidad de lo aprendido en su trabajo?

D	R	B	M
---	---	---	---

Comentarios:

6. ¿Qué acciones realizará en su empresa en el corto plazo para aplicar o transferir lo aprendido en esta capacitación?

7. ¿Estaría interesado en que esta capacitación se realizara en su empresa? ¿Cómo?

Gracias por su valioso aporte a futuras capacitaciones.

Anexo 4. Plan de Acción poscapacitación

Apreciado participante:

Estamos seguros de que al finalizar la capacitación a la que ha asistido, tiene en mente aplicar en su plantación los conocimientos adquiridos, de manera que pueda superar los problemas relacionados con este tema.

Diversas instituciones utilizan el término *Plan de Acción* para referirse a distintos tipos de actividades. En el caso del proceso de transferencia tecnológica en Cenipalma, el Plan de Acción es una formulación acerca de cómo se espera aplicar en las plantaciones la tecnología sobre la que usted ha recibido la capacitación, además de transferir estos conocimientos a otros técnicos, productores y personal con el que usted se relaciona en la producción o en la posproducción de la palma de aceite.

Capacitación recibida sobre establecimiento y manejo de viveros de palma de aceite	
1. Caracterización institucional	
Institución, plantación u organización que usted representa:	
Ubicación (dirección) de la plantación, institución u organización:	
Teléfono/ Fax:	
E-mail:	
Gerente o representante legal de la institución, plantación u organización:	
Nombres de los técnicos responsables de este Plan de Acción:	
Grupos o personas que se beneficiarán de las actividades de este Plan de Acción:	
Justificación de la aplicación de la tecnología:	
Zona/municipio donde se aplicará la tecnología:	

2. ¿Qué resultados se espera lograr con la tecnología que se ha aprendido a aplicar en esta capacitación? Es decir, ¿cuál es la situación deseada después de que se haya aplicado la tecnología estudiada?

3. Objetivos específicos de la aplicación y estrategias para lograrlos (incluir la capacitación a otros técnicos, productores y demás personal)

Objetivos que persigue este Plan de Acción	Estrategias mediante las cuales se espera lograr los objetivos

4. Cronograma de las actividades del Plan

Actividades	Mes del año: _____											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

5. Respaldo institucional para el Plan de Acción

Los abajo firmantes nos comprometemos a dar el apoyo necesario a los responsables del Plan de Acción descrito para realizar las actividades programadas y hacerles el seguimiento para conocer los resultados obtenidos.

Jefe

Supervisor

Responsable del Plan

Responsable del Plan

Fecha: _____

Anexo 5. Evaluación del desempeño del facilitador

Fecha: _____

Nombre del facilitador: _____

Tema (s) desarrollado (s): _____

Apreciado participante:

Le solicitamos diligenciar la evaluación del desempeño del facilitador marcando con una X en la casilla frente a cada descriptor, según su apreciación, acerca de si la acción fue o no ejecutada por el facilitador durante la capacitación, independientemente de la calidad con la que se podría evaluar. El objetivo central de esta evaluación es que se convierta en una herramienta de primer orden para que el facilitador mejore su desempeño en futuros eventos de capacitación.

Se sugiere al facilitador como principal beneficiario o al responsable de la capacitación, tabular las respuestas usando el formato *Tabulación de la evaluación del desempeño del facilitador* que se encuentra al final de este anexo.

1. Preparación de los participantes para el aprendizaje

Nº.	Descriptor	Sí	No
1.1	Organizó una presentación personal, de los participantes y de la guía.		
1.2	Exploró las expectativas de los participantes y las contrastó con los objetivos de la capacitación. Se aclararon los objetivos.		
1.3	Realizó la exploración inicial de conocimientos y la respectiva retroinformación, aprovechando la oportunidad para ir introduciendo los temas de la capacitación.		
1.4	Presentó la estructura general de aprendizaje de la guía y la forma como los facilitadores y los participantes en la capacitación deben usar la guía para facilitar el aprendizaje.		

2. Desarrollo de la unidad de aprendizaje

Nº.	Descriptor	Sí	No
2.1	Hizo la introducción de la unidad de aprendizaje (UA) y su importancia para el establecimiento y manejo de viveros de palma de aceite.		
2.2	Usó las preguntas orientadoras para estimular la participación y explorar los conocimientos de los participantes.		
2.3	Presentó la estructura de aprendizaje para introducir los temas de cada sección de la UA.		
2.4	Desarrolló los temas de la UA apoyándose en la guía y en imágenes de Power Point u otras ayudas (tableros, video, etc.).		

2.5	Promovió el uso de la guía e hizo que los participantes siguieran las explicaciones en ella y formularan preguntas a lo largo de la presentación o en momentos destinados para la participación.		
2.6	En caso necesario hizo referencia a anexos técnicos de la guía, a la bibliografía, a las prácticas o ejercicios que seguirían a su presentación del tema.		
2.7	Presentó los ejercicios o prácticas y sus objetivos; revisó detenidamente las instrucciones para su realización, organizando a los participantes y facilitando los materiales necesarios.		
2.8	Facilitador y participantes dispusieron de todos los elementos necesarios (hojas de trabajo, instrumentos, insumos, equipo, etc.) para los ejercicios y prácticas.		
2.9	Los ejercicios y prácticas se realizaron sin retrasos y dentro del tiempo estipulado. Los participantes completaron los ejercicios o prácticas en forma adecuada y presentaron los resultados.		
2.10	El facilitador condujo las sesiones de retroinformación para revisar los resultados de los ejercicios y prácticas, destacar los aspectos importantes, ampliar conceptos, recomendaciones y resaltar los resultados positivos del trabajo realizado por los participantes.		

3. Incorporación de los aportes de los participantes al desarrollo de los temas estudiados

Nº.	Descriptor	Sí	No
3.1	Facilitó a los participantes la exposición de sus propias experiencias.		
3.2	Usó aportes de los participantes como ejemplo para ilustrar temas de estudio en la capacitación.		
3.3	Promovió la participación del auditorio en la retroinformación de los ejercicios y prácticas.		
3.4	Estimuló la introducción de modificaciones en los ejercicios o prácticas usando información o ejemplos propios de los participantes.		

4. Estrategias para lograr los objetivos de la capacitación

Nº.	Descriptor	Sí	No
4.1	Informó sobre los objetivos de cada sección de aprendizaje.		
4.2	Diseñó los ejercicios y prácticas de acuerdo con los objetivos.		
4.3	Relacionó los aspectos teóricos de los temas con casos prácticos.		
4.4	Proporcionó ejemplos prácticos para ilustrar los temas expuestos.		

4.5	Centró la atención de los participantes en los contenidos más importantes de los temas tratados.		
4.6	Usó un lenguaje acorde con el nivel de conocimientos del auditorio.		
4.7	Se aseguró que los participantes le entendieran.		
4.8	Mantuvo contacto visual con los participantes.		
4.9	Promovió la participación del auditorio.		

5. Efectividad de los ejercicios o prácticas para probar la tecnología presentada en la capacitación

Nº.	Descriptor	Sí	No
5.1	Los ejercicios o prácticas reprodujeron en forma cercana la realidad.		
5.2	Explicó los objetivos y procedimientos para desarrollar las prácticas.		
5.3	Hizo demostraciones sobre la forma de ejecutar las prácticas.		
5.4	Seleccionó y acondicionó adecuadamente el sitio para las prácticas.		
5.5	Organizó los participantes de forma que todos pudieran tomar parte.		
5.6	Dispuso de los materiales necesarios para los ejercicios y prácticas.		
5.7	Las sesiones de retroinformación de los ejercicios o prácticas se realizaron en el sitio para ampliar conceptos y recomendaciones usando los recursos dispuestos.		

Tabulación de la evaluación del desempeño del facilitador

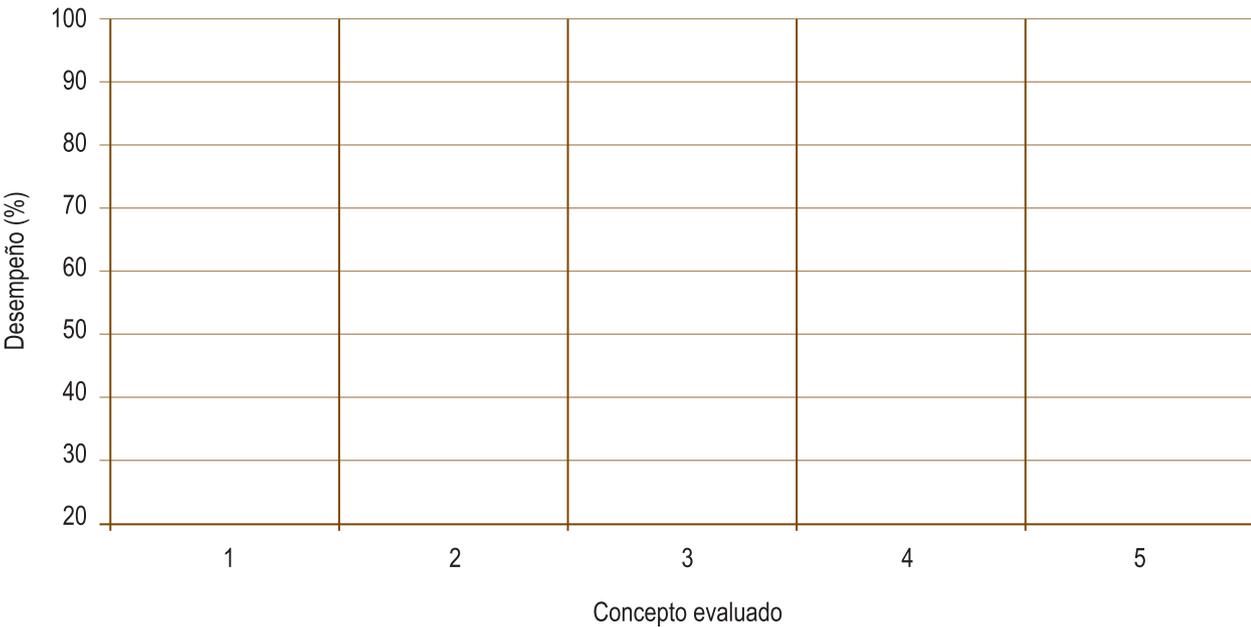
Orientaciones

Para determinar el puntaje de cada concepto evaluado y establecer el perfil de desempeño del facilitador proceda así:

1. Registre en la casilla correspondiente a cada descriptor la suma de las respuestas *Sí* de la evaluación del desempeño del facilitador.
2. Sume el puntaje de los descriptores de cada concepto evaluado y registre en la columna *Puntaje observado* (Obs.).
3. Establezca el puntaje que corresponda al 100% de cada concepto evaluado, según el número de evaluaciones recogidas y regístrelo en la columna puntaje ideal.
4. Determine el % que corresponde el puntaje observado con relación al ideal y registre su valor en la columna %.
5. Represente con una figura de barras los valores de la columna % para establecer el perfil de desempeño del facilitador en cada concepto evaluado.

Concepto evaluado	Suma de respuesta Sí por descriptor										Puntaje		%
	1.1	1.2	1.3	1.4							Obs.	Ideal	
1 Preparación de los participantes para el aprendizaje.													
2 Desarrollo de la unidad de aprendizaje.	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10			
3 Incorporación de los aportes de los participantes al desarrollo de los temas estudiados.	3.1	3.2	3.3	3.4									
4 Estrategias para lograr los objetivos de la capacitación.	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9				
5 Efectividad de los ejercicios o prácticas para probar la tecnología presentada en la capacitación.	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7						

Perfil del desempeño del facilitador



Anexo 6. Evaluación de la guía como material de capacitación

Apreciado participante:

Este formato está dirigido a usted, como usuario de la guía que se le ha entregado en la presente capacitación. Le rogamos usar unos minutos de su tiempo para calificarla con respecto a sus diferentes componentes:

- (a) El contenido, (b) El diseño editorial, (c) El enfoque metodológico que se aplica, (d) La utilidad del material para la extensión y la capacitación, (e) Los requerimientos de recursos para utilizarla, (f) El nivel de conocimiento previo exigido para entenderla y usarla, y (g) Otros aspectos que considere relevantes.

Para evaluar la guía, simplemente marque con una X la casilla que corresponde a su percepción acerca del grado en que se expresa el descriptor en la guía, usando la escala Alto, Medio y Bajo, para calificar.

Descripción de la guía: La guía que usted se dispone a evaluar es un material específicamente diseñado para realizar procesos de extensión en palma de aceite. También es adaptable a situaciones de capacitación y educación en universidades y centros de formación tecnológica.

Su estructura está fundamentada en el dominio de las habilidades para la aplicación de la tecnología en el proceso de establecimiento y manejo de viveros de palma de aceite. Este es un documento para facilitar la capacitación y la asistencia técnica. Su contenido se basa en hallazgos de investigaciones realizadas por científicos dedicados al estudio de la palma de aceite, especialmente en Colombia, pero también consulta la investigación a nivel mundial.

Aspecto para evaluar de la guía	Descriptorios	Evaluación		
		Alto	Medio	Bajo
1. Contenido científico.	1.1. El contenido está actualizado de acuerdo con lo que yo sé acerca de este tema.			
	1.2. El contenido es valioso desde el punto de vista de mis necesidades de conocimiento. Encuentro valiosos conocimientos nuevos.			
	1.3. El contenido está claramente expuesto. Entiendo todo lo que allí se expone.			
	1.4. Contiene referencias bibliográficas y vínculos útiles para ampliar el conocimiento sobre el tema.			
2. Diseño editorial y gráfico.	2.1. La forma como está diseñada la guía facilita la comprensión del contenido. Se hace fácil su lectura y uso.			
	2.2. El diseño de esta guía me ayuda, realmente, a aprender el tema que se expone.			
	2.3. La forma como está diseñada la guía hace que uno quiera usarla durante la capacitación.			
	2.4. El diseño del material es agradable desde el punto de vista gráfico (imágenes, tablas, cuadros, fotos).			
3. Enfoque metodológico.	3.1. La guía presenta una metodología (organización, estructuras, ejercicios, retroinformaciones, etc.) que facilita el aprendizaje.			
	3.2. La guía contiene las orientaciones que uno necesita para realizar las prácticas fácilmente.			
	3.3. Algunas de las estrategias de la guía (como las estructuras de aprendizaje, los cuestionarios, los anexos, etc.) ayudan a comprender el tema.			
	3.4. Los ejercicios y prácticas son muy buenos para desarrollar habilidades necesarias para el manejo de la tecnología expuesta.			

4. Utilidad en la extensión y la capacitación.	4.1. La guía es muy útil para hacer las actividades de extensión que debo realizar.			
	4.2. La guía es útil para diversos tipos de audiencias (profesionales, extensionistas, técnicos, etc.).			
	4.3. La guía sirve para aprender y también para enseñar.			
	4.4. La guía es válida como material de campo.			
5. Desarrollo y requerimiento de recursos para su empleo.	5.1. La guía pudo emplearse plenamente porque se contó con el ambiente de aprendizaje (aula, plantación, vivero, insumos, materiales de trabajo, etc.) que se requería.			
	5.2. La guía describe con claridad los insumos, materiales y equipos necesarios para realizar las actividades de aprendizaje.			
	5.3. Los ambientes usados para desarrollar la guía contaban con ejemplos y especímenes de sujetos y objetos (presencia de palmas, daños, anormalidades) a los que se refería la capacitación.			
	5.4. La guía pudo desarrollarse porque se contó con los equipos necesarios para ejecutar las experiencias de aprendizaje.			
6. Requerimientos para entender y usar la guía.	6.1. La guía requiere que los participantes en la capacitación tengan un conocimiento general básico de los procesos que presenta.			
	6.2. La guía hace los aportes teóricos y prácticos necesarios para el manejo de la tecnología a la que se refiere.			
	6.3. Para un adecuado manejo de la guía se requiere de equipos, materiales e insumos que están disponibles en las instalaciones donde trabajan los extensionistas.			
	6.4. La tecnología presentada en la guía es comprensible por especialistas y generalistas.			
7. Otros aspectos relevantes para usted.	7.1.			
	7.2.			
	7.3.			

Gracias por sus respuestas.

Anexo 7. Glosario de términos usados en la guía

Agroindustria de la palma de aceite: Cultivo y procesamiento de los productos de la palma de aceite.

Agroquímico: Sustancias químicas usadas en la agricultura como fertilizantes, insecticidas, fungicidas, etc.

Ciclo de selección: En el contexto de esta guía significa la edad en la que se identifican las palmas anormales para decidir sobre su descarte del vivero.

Criterios de selección: Son las características de crecimiento y desarrollo que se valoran en el vivero para decidir el descarte de una palma como material para siembra en campo.

Cronograma: Herramienta de planeación que determina el orden, tiempo y responsable de las actividades a desarrollar.

Cuesco: El hueso del fruto de la palma.

Curva de nivel: Línea que une los puntos que tienen igualdad de condiciones y de altura o cota.

Densidad de siembra: Cantidad de palmas que se siembran por hectárea.

Descarte de palmas: Acción de retirar del vivero y destruir las palmas anormales seleccionadas.

Desinfestar: Acción de limpiar o impedir el desarrollo de agentes causantes de enfermedades.

Diseminadora: Que distribuye o dispersa una cosa.

Enmienda: Producto que se incorpora al suelo para modificar sus propiedades químicas y/o físicas.

Envés: Superficie inferior de la hoja.

Erosión: Proceso de pérdida de suelo debido al transporte de sus partículas por acción del agua, del viento, etc.

Escorrentía: Desplazamiento de las aguas por la superficie del suelo.

Exploración de conocimientos: Intercambio de saberes entre el grupo participante en la formación y el facilitador del proceso de aprendizaje.

Flácida: Blando, sin consistencia.

Foliar: Propio o relativo a las hojas.

Folíolo: Las hojuelas que están a lado y lado del raquis de una hoja compuesta como la de la palma.

Follaje: Conjunto de las hojas de un árbol.

Fotosíntesis: Mecanismo por el cual las plantas convierten la energía solar en energía química estable para su crecimiento y desarrollo.

Fungicida: Producto químico u orgánico usado para el control de las enfermedades causadas por los hongos.

Halo: Aureola de color diferente que rodea la lesión del tejido enfermo.

Haz: Cara superior de la lámina de la hoja, opuesto al envés.

Herbicida: Producto químico usado para el control de las malezas.

Hoja Pinnada: Hoja formada por folíolos dispuestos a lado y lado del raquis.

Inoculación: Acción de introducir en un organismo agentes patógenos o toxinas de éstos.

Insecticida: Producto de síntesis química u orgánica usada para el control de insectos.

Lixiviación: Proceso de arrastre a través del perfil del suelo de los materiales solubles como los fertilizantes, causado por el agua de lluvia o del riego.

Melga: Surco hecho por el arado, en palma de aceite, el espacio entre ellas se usa para desarrollar viveros.

Mesocarpio: Parte del fruto de la palma de aceite de donde se extrae el aceite rojo, está situado en medio del epicarpio y el endocarpio.

Módulo de riego: Área o sección de un sistema de riego que se opera durante el mismo lapso de tiempo.

Necrosis: Referencia al color negro que toman los tejidos enfermos por acción de un patógeno.

Nuez: Semilla de la palma, comprendido por la almendra y el cuesco.

Oclusión: Estado de lo que está tapado o cerrado.

Palma anormal: En esta guía se refiere al individuo con características diferentes a las deseables como material para siembra en campo.

Palmiste: Nuez del fruto de la palma.

Participativo: En esta guía significa las actividades que involucra el conjunto de actores en el proceso de aprendizaje y formación del nuevo conocimiento.

Patógeno: Agente que puede causar una enfermedad.

Planeación: En el marco de esta guía significa incluir en un cronograma todas las actividades a desarrollar y el tiempo adecuado para ejecutarlas.

Poceta: Pequeño pozo de unos 15 a 20 cm de profundidad construido en el piso en la puerta de entrada al vivero, donde se deposita una solución desinfectante para los zapatos de las personas que entran.

Plúmula: Embrión de la semilla cuyo desarrollo forma el estípite de la palma.

Previvero: Fase inicial del vivero donde se siembra la semilla diferenciada en bolsas pequeñas y se acomodan en camas hasta los dos a tres meses de edad.

Progenitor: Padre y/o madre de un individuo (semilla o palma).

Progenie: Conjunto de individuos (semillas o palmas) que provienen de los mismos padres o progenitores.

Radícula: Parte de la semilla germinada que en el desarrollo forma la raíz de la palma.

Saprófito: Microorganismo que se desarrolla sobre tejido muerto y ayuda a en su descomposición.

Savia: Jugo contenido en las plantas y que circula por sus elementos conductores.

Semilla diferenciada: Aquella que permite distinguir con claridad la plúmula y la radícula.

Semilla precalentada: Es aquella que se somete a 39° C y 19% de humedad relativa durante 60 días para romper la latencia o dormancia del embrión y con ello facilitar su germinación.

Severidad: En el marco de esta guía es el grado de manifestación o avance de una enfermedad.

Solarización: Método de desinfección mediante la radiación solar.

Sostenibilidad: Vigencia en el tiempo de una organización o actividad económica, social o ambiental.

Soluble: Que puede disolverse o desintegrarse.

Sustrato: Material en que se siembra una semilla o planta.

Textura del suelo: Composición elemental de la arcilla, limo y arena de un suelo.

Vivero principal: Fase en la que las palmas sanas y vigorosas del previvero se desarrollan en bolsas grandes hasta la edad de siembra en campo.

Zoospora: Espora flagelada que le permite movilidad en medio líquido como el agua.

Anexo 8. Criterios para evaluar la calidad del agua para riego

Problema potencial	Unidades	Grado de restricción en el uso		
		Ninguno	Ligero a moderado	Severo
Salinidad				
CEa o TDS*	ds/m	< 0,7	3,7 – 3,0	> 3,0
	mg/L	< 450	450 – 2.000	> 2.000
Infiltración				
RAS = 0-3 y CEa=		> 0,7	0,7 – 0,2	< 0,2
= 3-6 =		> 1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
= 6-12 =		> 1,9	1,9 – 0,5	< 0,5
= 12-20 =		> 2,9	2,9 – 1,3	< 1,3
= 20-40 =		> 5,0	5,0 – 2,9	< 2,9
Toxicidad de iones				
Sodio (Na)				
Riego por superficie	RAS	< 3	3 - 9	> 9
Riego por aspersión	me/L	< 3	> 3	
Cloruros (Cl)				
Riego por superficie	me/L	< 4	4 – 10	> 10
Riego por aspersión	me/L	> 3	> 3	
Boro (B)	mg/L	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0
Elementos traza				
Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	< 5	5 - 30	> 30
Bicarbonatos (HCO ₃)	me/L	< 1,5	1,5 – 8,5	> 8,5
pH	Rango normal	6,5 – 8,4		

* TDS: total de sólidos disueltos.

Fuente: García, O. A., 1991.

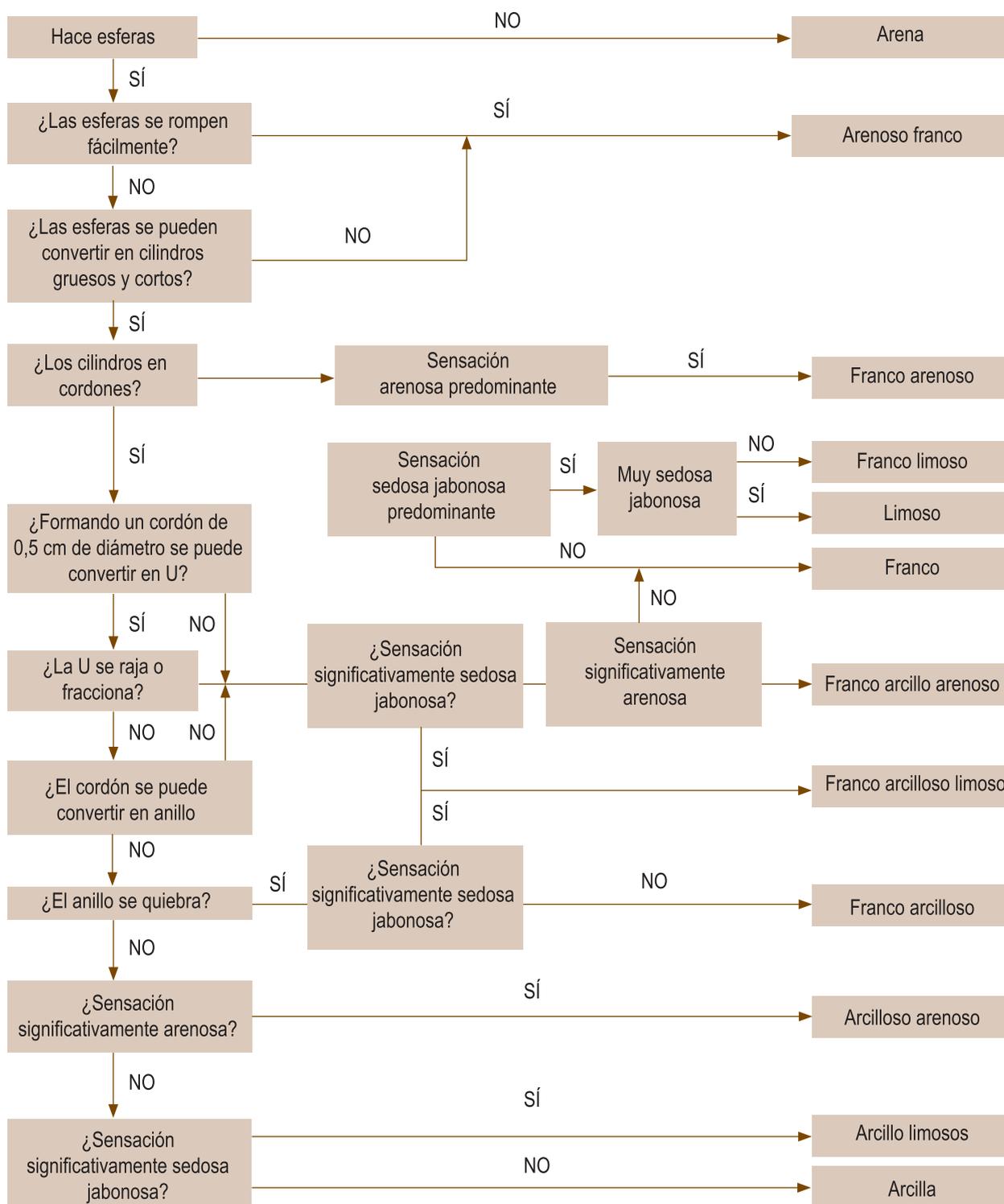
Anexo 9. Influencia de la calidad del agua como peligro potencial de oclusión de sistemas de riego por goteo

Problema potencial	Unidades	Grado de restricción en el uso		
		Ninguno	Ligero a moderado	Severo
Físico				
Sólidos en suspensión	mg/L	< 50	50 - 100	> 100
Químico				
pH	mg/L	< 7,0	7,0 – 8,0	> 8,0
Sólidos disueltos	mg/L	500	500 – 2.000	> 2.000
Manganeso	mg/L	< 0,1	0,1 – 1,5	> 1,5
Hierro	mg/L	< 0,1	0,1 – 1,5	> 1,5
Sulfuro de hierro	mg/L	< 0,5	0,5 – 2,0	> 2,0
Biológico				
Poblaciones bacteriales	Número Máximo/ml	< 10.000	10.000–50.000	> 50.000

Fuente: García, O. A., 1991.

Anexo 10. Diagrama para la determinación al tacto de la textura de suelos

Formar una esfera de suelo húmedo de aproximadamente 2,5 cm de diámetro



Anexo 11. Resultados de análisis químico de suelos

		Laboratorio de Análisis Foliare y de Suelos									
Finca/Plantación		Fecha de Muestreo						Informe N°.			
Municipio		Fecha de Registro									
Departamento		Fecha de Entrega									
Codigo:		M1		M2		M3		M4		M5	
Identificación:		Resultado	Cal	Resultado	Cal	Resultado	Cal	Resultado	Cal	Resultado	Cal
Análisis	Unidades										
Textura		F - Ac		F - Ac -Ar		F - An		F - Ac		F - Ac	
Arena	%	37,3		67,9		66,3		47,72		40,4	
Arcilla	%	32,5		21,7		20,5		35,62		27,64	
Limo	%	30,2		10,4		13,2		19,66		32,32	
pH	Unidades	5,15	A	3,72	B	5,61	A	4,04	B	8,42	A
C.E.	dS/m	N.D.		N.D.		N.D.		N.D.		8,28	
Acidez Inter	meq/100g	0,15		1,64		N.D.		8,89		N.D.	
C.I.C.	meq/100g	13,6	M	4,52	B	7,55	B	15,81	B	19,61	M
C. Orgánica	%	1,04	B	0,46	B	0,92	B	0,14	B	0,64	B
M. Orgánica	%	1,79	B	0,79	B	1,59	B	0,24	B	1,1	B
Potasio	meq/100g	0,41	M	0,04	B	0,48	A	0,17	A	0,13	B
Calcio	meq/100g	9,62		0,19		5,88		1,03		10,8	
Magnesio	meq/100g	4,33		0,02		2,21		0,92		6,86	
Sodio	meq/100g	0,41		0,06		0,26		0,15		15,4	
Aluminio	meq/100g	0,06		1,47		N.D.		7,72		N.D.	
Silicio	ppm Si	N.D.		N.D.		N.D.		N.D.		N.D.	
Fósforo	ppm P	73,7	A	3,14	B	114	A	1,45	B	41,26	A
Azufre	ppm S	54,4	A	112,4	A	34,2	A	13,72	M	77,51	A
Boro	ppm B	0,59	A	1,24	A	0,35	M	1,34	A	0,89	A
Hierro	ppm Fe	42,7	A	37,91	A	55,4	A	17,41	M	1,73	B
Cobre	ppm Cu	4,83	A	0,16	B	6,38	A	1,16	M	0,19	B
Manganeso	ppm Mn	37,2	A	0,56	B	20,3	A	14,22	A	2,67	B
Zinc	ppm Zn	3,41	A	0,17	B	3,82	A	1,02	M	0,43	B
Cálculos Secundarios											
CICE	meq/100g	14,8		1,8		8,83		10,0		33,2	
Suma Bases	meq/100g	14,8		0,3		8,83		2,3		33,2	
Sat Bases	%	99,6		17		100		22,7		100	
Sat K	%	2,76	B	2,25	B	5,44	M	1,70	B	0,39	B
Sat Ca	%	64,9	A	10,7	B	66,6	A	10,3	B	32,5	M
Sat Mg	%	29,2	A	1,1	B	25,0	A	9,2	B	20,7	A
Sat Na	%	2,76	B	3,37	B	2,94	B	1,50	B	46,40	A
Sat Al	%	0,40	B	82,58		N.D.		77,28	A	N.D.	
Ca:Mg		2,22		9,50	A	2,66		1,12	B	1,57	B
K:Mg		0,09	B	2,00	A	0,22	B	0,18	B	0,02	B
(Ca+Mg)/K		34,0		5,3		16,9		11,5		135,8	A
Prohibida la reproducción total o parcial de este documento.		Convenciones: Cal: Calificación Agronómica N.D.: No Determinado I.L.D.: Inferior al Limite de Detección						Responsable: Directora LAFS			
		N.A.: No Aplica Rep: Análisis de Repetición									

Anexo 12. Interpretación general del análisis químico de suelos

Párametro	Unidad	Bajo	Medio	Alto
pH 1:1	Unidades	< 5,5	5,5 - 6,5	> 6,5
C.E.	dS/m	< 2	2 - 4	> 4
Acidez intercambiable	meq/100g	< 25	25 - 50	> 50
C.I.C.	meq/100g	< 10	10 - 20	> 20
C. orgánico	%	< 1,5	1,5 - 2,5	> 2,5
M. orgánica	%	< 2	2 - 4	> 4
Potasio	meq/100g	< 0,2	0,2 - 0,4	> 0,4
Calcio	meq/100g	< 3	3 - 6	> 6
Magnesio	meq/100g	< 1,5	1,5 - 2,5	> 2,5
Sodio	meq/100g		< 1	> 1
Aluminio intercambiable	meq/100g	< 1,5	1,6 - 3,0	3,0
Fósforo	ppm	< 15	15 - 30	> 30
Azufre	ppm	< 10	10 - 15	> 15
Boro	ppm	< 0,25	0,25 - 0,50	> 0,50
Hierro	ppm	< 25	25 - 50	> 50
Cobre	ppm	< 1	1 - 3	> 3
Manganeso	ppm	< 5	5 - 10	> 10
Zinc	ppm	< 1,5	1,5 - 3,0	> 3,0
Suma de bases	meq/100g	< 5	5 - 10	> 10
Saturación K	%	< 3	3 - 6	> 6
Saturación Ca	%	< 20	20 - 40	> 40
Saturación Mg	%	< 10	10 - 20	> 20
Saturación de Na	%		< 15	
Saturación Al	%		< 15	
Mg/K		< 1: def. Mg	3	> 18: def. K
Ca/Mg			2 - 4	> 10: def. Mg
Ca/K			6	> 30: def. K
(Ca+Mg)/K			10	> 40: def. K
Ca: Mg			2	
K:Mg			0,2	
Ca:Mg:K			3:1:0,25	
N. total	%	M. Orgánica/20		
N. asimilable	%	% N. Total * 0,015		
CICE = Σ bases + Al intercambiable + Acidez intercambiable				
1% = 10.000 ppm				

Adaptado de: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1989); ICA (1981). Manual Técnico No. 25.

Anexo 13. Tabla de conversión de nutrientes

De	A	Factor
Nitrógeno		
N	NO ₃	4,427
NO ₃	N	0,226
N	NH ₃	1,216
NH ₃	N	0,820
N	(NH ₄) ₂ SO ₄	4,716
(NH ₄) ₂ SO ₄	N	0,212
N	NH ₄ NO ₃	2,857
NH ₄ NO ₃	N	0,350
Fósforo		
P	P ₂ O ₅	2,291
P ₂ O ₅	P	0,436
P ₂ O ₃	Ca ₃ (PO ₄) ₂	2,182
Ca ₃ (PO ₄) ₂	P ₂ O ₅	0,458
Potasio		
K	K ₂ O	1,205
K ₂ O	K	0,830
KCl	K ₂ O	0,632
K ₂ O	KCl	1,580
Magnesio		
Mg	MgO	1,658
MgO	Mg	0,603
MgO	MgSO ₄	2,986
MgSO ₄	MgO	0,335
MgO	MgSO ₄ .H ₂ O	3,432
MgSO ₄ .H ₂ O	MgO	0,290
MgO	MgCO ₃	2,091
MgCO ₃	MgO	0,478
MgSO ₄ .7H ₂ O	MgO	0,160

De	A	Factor
Azufre		
S	SO ₂	1,997
SO ₂	S	0,501
S	SO ₃	2,496
SO ₃	S	0,400
S	SO ₄	2,995
SO ₄	S	0,333
S	MgSO ₄	3,750
MgSO ₄ .H ₂ O	S	0,230
S	MgSO ₄ .H ₂ O	4,310
MgSO ₄ .H ₂ O	S	0,230
S	MgSO ₄ .7H ₂ O	7,680
MgSO ₄ .7H ₂ O	S	0,130
S	(NH ₄) ₂ SO ₄	3,995
(NH ₄) ₂ SO ₄	S	0,250
Calcio		
CaO	Ca	0,715
Ca	CaO	1,399
CaCO ₃	CaO	0,560
CaO	CaCO ₃	1,780

Fuente: Potash & Phosphate Institute (1998).

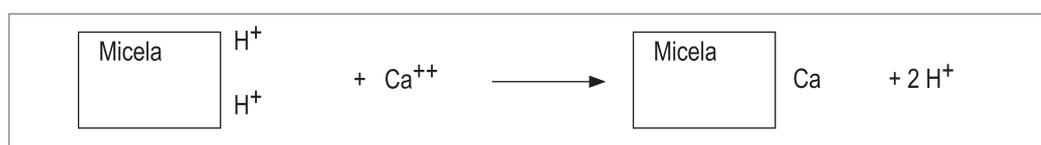
Anexo 14. Cálculo de los principales parámetros químicos y físicos del suelo

1. Químicos

El miliequivalente por 100 g de suelo (meq/100 g) \approx cmol (+). kg⁻¹

Tiene su base en el concepto de peso equivalente o peso de combinación. Se define como el peso de un elemento que puede combinarse con un átomo de hidrógeno. El peso atómico del H⁺ es igual a la unidad, el peso equivalente de otro átomo será igual al peso atómico dividido entre la valencia.

Para el caso de los suelos, el concepto de peso equivalente se entiende mejor con base en las reacciones de intercambio catiónico.



Para desplazar dos átomos de hidrógeno se necesitó un átomo de calcio, en razón a su condición divalente. Por consiguiente, para desplazar un átomo de hidrógeno se necesitará medio átomo de calcio. En cifras sería:

$$1 \text{ átomo de Ca}^{++} = 40 \text{ g}$$

$$\frac{1}{2} \text{ átomo de Ca}^{++} = 40 \text{ g} / 2 = 20 \text{ g.}$$

De donde el peso equivalente de Ca⁺⁺ necesario para desplazar un átomo de H⁺ será de 20 g.

El miliequivalente es la milésima parte de un equivalente. Para el ejercicio del calcio, un miliequivalente pesará:

$$1 \text{ meq Ca}^{++} = 1 \text{ equivalente} / 1.000 = 20 \text{ g} / 1.000 = 0,02 \text{ g}$$

De igual forma se calculan para los demás elementos:

- Peso atómico de Mg⁺⁺ = 24 g
Peso equivalente de Mg⁺⁺ = 24 g / 2 = 12 g
1 meq Mg⁺⁺ = 12 g / 1.000 = 0,012 g
- Peso atómico de K⁺ = 39 g
Peso equivalente de K⁺ = 39 g / 1 = 39 g
1 meq K⁺ = 39 g / 1.000 = 0,039 g
- Peso atómico de Na⁺ = 23 g
Peso equivalente de Na⁺ = 23 g / 1 = 23 g
1 meq Na⁺ = 23 g / 1.000 = 0,023 g
- Peso atómico de Al⁺⁺⁺ = 27 g
Peso equivalente de Al⁺⁺⁺ = 27 g / 3 = 9 g
1 meq Al⁺⁺⁺ = 9 g / 1.000 = 0,009 g

- Peso atómico de $N^{++++} = 14 \text{ g}$
 Peso equivalente de $N^{++++} = 14 \text{ g} / 4 = 3,5 \text{ g}$
 $1 \text{ meq } N^{++++} = 3,5 \text{ g} / 1.000 = 0,0035 \text{ g}$

La concentración de cationes cambiabiles del suelo se expresa en términos de miliequivalente por cada 100 g de suelo seco o de centimol de carga positiva (cmol+) por kilogramo de suelo.

Por ejemplo: ¿Cuántos gramos de Ca por 100 g de suelo hay en un suelo cuyo análisis indica que hay Ca en cantidad de 3 meq/100g de suelo?

$$(3 \text{ meq} / 100 \text{ g}) \times (0,02 \text{ g} / 1 \text{ meq}) = 0,06 \text{ g de Ca por } 100 \text{ g de suelo.}$$

La capacidad de Intercambio Catiónico del Suelo (CIC) se expresa también en meq/100 g de suelo. Entonces si un suelo registra una CIC de 10 meq/100 g se interpretará que cada 100 g de peso seco de tal suelo está en capacidad de almacenar un máximo de 10 meq de cationes.

Las partes por millón (ppm) \approx mg.kg⁻¹

Esta es otra unidad que denota concentración y se utiliza para expresar la cantidad de un nutriente en el suelo. No es frecuente usarla para los contenidos de cationes en el suelo pero sí cuando se quiere expresar sus concentraciones totales. Las concentraciones de fósforo disponible, nitrógeno disponible y elementos menores, se expresan usualmente en ppm.

Las partes por millón significan partes del elemento por cada millón de partes de suelo seco.

10 ppm de Ca indican 10 g de Ca por cada millón de gramos de suelo, o bien 10 kg de Ca por cada millón de kg de suelo.

$$1 \text{ ppm} \approx \text{mg.kg}^{-1} = 1 \text{ mg del elemento por } 1 \text{ kg de suelo} = 1 \text{ mg del elemento por cada } 1.000.000 \text{ mg de suelo.}$$

Con frecuencia se requiere convertir meq/100 g de suelo a ppm o viceversa. El razonamiento es sencillo.

Por ejemplo: ¿Cuántas ppm corresponden a una concentración de Mg de 4 meq/100 g?

$$1 \text{ meq}/100 \text{ g} = 0,012 \text{ g} \times 4 = 0,048 \text{ g de Mg por cada } 100 \text{ g de suelo.}$$

Si en 100 g de suelo hay \longrightarrow 0,048 g de Mg

En 1.000.000 g de suelo \longrightarrow hay X g de Mg

$$X = 480 \text{ ppm de Mg.}$$

El porcentaje (%), ahora se utiliza g.kg⁻¹

El contenido de materia orgánica, carbono orgánico y nitrógeno total se expresa en porcentaje que, a su vez, denota el contenido de un elemento en gramos por cada 100 gramos de suelo.

El manejo de los cálculos es análogo al de las partes por millón.

2. Físicos

Peso de una hectárea de suelo

El peso de una hectárea es función de la profundidad radicular o profundidad de arada y de la densidad aparente del suelo, que depende de la mineralogía, la porosidad, el contenido de materia orgánica y la textura, entre otros factores.

Generalmente se toma una profundidad de 20 cm, pero en ocasiones se utilizan valores mayores a 25 ó 30 cm.

La densidad aparente (Da) de los suelos presenta un rango amplio, por ejemplo entre 0,4 y 1,8 g.ml⁻¹ lo que significa que 1 ml o 1 cm³ de suelo seco pesa 1,8 gramos.

Ejemplo: ¿Cuál es el peso de una hectárea de suelo a 25 cm de profundidad si su densidad aparente es de 1 g.ml⁻¹?

Peso = Volumen x Da

Volumen = 100 m x 100 m x 0,25 m = 10.000 m² x 0,25 m = 2.500 m³

1 m³ = 1.000.000 ml

Entonces:

Volumen = 2.500 m³ x 1.000.000 ml = 2.500.000.000 ml = 2,5 x 10⁹ ml

Peso = 2,5 x 10⁹ ml x 1 g.ml⁻¹ = 2,5 x 10⁹ g

Peso = 2,5 x 10⁶ kg. ha⁻¹

Peso = 2.500.000 kg. ha⁻¹ = 2.500 t. ha⁻¹

Si tomamos el valor promedio de densidad 1,33 g.ml⁻¹, entonces el peso sería de 3.325 t.ha⁻¹, estaríamos 825 t.ha⁻¹ por encima del valor real. Entonces la densidad aparente es una propiedad que se debe determinar en el laboratorio para hacer una correcta formulación de los fertilizantes para balancear los nutrientes en el suelo.

Kilogramos por hectárea

Con fines de diagnóstico y manejo de suelos, la expresión de nutrientes en kg. ha⁻¹ es muy útil. Por ejemplo kilogramos de materia orgánica por hectárea, kilogramos de un nutriente por hectárea, kilogramos de agua, etc.

Ejemplos:

¿Cuántos kg. ha⁻¹ de materia orgánica (MO) hay en un suelo cuyo análisis arrojó un contenido del 5% de MO y el peso del suelo es de 2.000.000 kg. ha⁻¹?

En 100 kg de suelo hay —————> 5 kg de MO

En 2.000.000 kg de suelo —————> hay X kg de MO

X = 100.000 kg.ha⁻¹ de MO

El análisis de un suelo muestra 20 mg.kg⁻¹ de fósforo (P) aprovechable. En una hectárea de suelo que pesa 800.000 kg, ¿cuántos kg hay de P aprovechable?

En 1 kg de suelo hay —————> 0,00002 kg de P

En 800.000 kg de suelo —————> hay X kg de P

X = 16 kg.ha⁻¹ de P

El análisis de un suelo arrojó una concentración de 0,26 cmol(+)/kg de potasio (K) disponible. En una hectárea de suelo que pesa 1.500.000 kg, ¿cuántos kg hay de K disponible?

1 cmol(+) de K / kg suelo —————> 0,039 g K / 100 g de suelo ≈ (0,1 kg suelo)

0,26 cmol(+) K / kg suelo —————> hay X g de K

$X = 0,01014 \text{ g de K} / 0,1 \text{ kg de suelo}$

En 0,1 kg de suelo hay \longrightarrow $0,01014 \text{ g de K} / 100 \text{ g suelo}$

En 1.500.000 kg de suelo \longrightarrow hay $X \text{ g de K}$

$X = 152.100 \text{ g.de K} / 100 \text{ g suelo}$

$X = 152,1 \text{ kg de K ha}^{-1}$

Anexo 15. Concentración de nutrientes de los fertilizantes más usados en palma de aceite en Colombia

Fertilizante	Concentración de nutrientes
Urea	46% N
Agran 33 (nitrato de amonio)	33,5% N
Nitrato de amonio	26% N
Nitromag (nitrato de amonio y Mg)	22% N – 7% MgO – 11% CaO
Nitrato de calcio	15,5% N – 19% CaO
Nitrato de potasio	13% N – 44% K ₂ O
Sulfato de amonio (SAM)	21% N – 24% S
Fosfato de amonio (DAP)	18% N – 46% P ₂ O ₅
Superfosfato triple (SFP)	46% P ₂ O ₅
Roca fosfórica	29% P ₂ O ₅ – 39% CaO
Cloruro de potasio (KCl)	60% K ₂ O – 45% Cl
Sulfato de potasio	50% K ₂ O – 17% S
Sulphomag (sulfato de K y Mg)	22% K ₂ O – 18% MgO – 22% S
Cal Dolomita	29% CaO – 12% MgO
Carbonato de calcio	50% CaO
Sulfato de magnesio	18% MgO – 14% S
Óxido de magnesio (Monómeros)	88% MgO
Óxido de magnesio (Mejjsulfatos)	93% MgO
Kieserita	25% MgO – 20% S
Borax 48	48% B ₂ O ₃
Abotek	14% N – 4% P ₂ O ₅ – 23% K ₂ O – 3% CaO – 4% MgO – 2% S – 0,1% Zn – 0,1% B – 0,04% Cu
Palmero	13% N – 6% P ₂ O ₅ – 23% K ₂ O – 6% MgO – 3% S 0,25% B

Anexo 16. Programa general de fertilización para un vivero de palma de aceite

Semanas después del trasplante	Dosis (g/planta)	Tipo de fertilizante*	Dosis de nutriente (g/planta)			
			N	P ² O ⁵	K ² O	MgO
1	5	A	0,8	0,8	0,3	0,2
3	7	B	0,8	0,8	1,2	0,1
5	7	A	1,1	1,1	0,4	0,3
7	10	B	1,2	1,2	1,7	0,2
10	10	A	1,5	1,5	0,6	0,4
13	10	B	1,2	1,2	1,7	0,2
16	15	A	2,3	2,3	0,9	0,6
19	15	B	1,8	1,8	2,6	0,3
22	20	A	3,0	3,0	1,2	0,8
25	20	B	2,4	2,4	3,4	0,4
28	20	B	2,4	2,4	3,4	0,4
32	25	B	3,0	3,0	4,3	0,5
	10	Kieserita				2,7
36	25	B	3,0	3,0	4,3	0,5
	20	KCl			12,0	
40	25	B	3,0	3,0	4,3	0,5
44	30	B	3,6	3,6	5,1	0,6
48	30	B	3,6	3,6	5,1	0,6
52	20	Kieserita				5,4
	30	B	3,6	3,6	5,1	0,6
56	30	B	3,6	3,6	5,1	0,6
	30	Kieserita				8,1
Total	404		41,9	41,9	62,7	24,0

Adaptado de: Potash & Phosphate Institute (1998).

* **A:** 15-15-6-4 (N-P-K-Mg).

B: 12-12-7-2 + EM (N-P-K-Mg + elementos menores).

Anexo 17. Escala de severidad de la Pudrición del cogollo en palmas de vivero

Escala de Severidad de la Pudrición del Cogollo, PC.

El grado de severidad de la PC en una palma se debe evaluar en la flecha más joven con más de 30 cm de largo, considerando el costado de la flecha que presenta la mayor afección.

Según el área afectada se catalogan así:

Grado 0		Grado 1	
Grado 2		Grado 3	
Grado 4		Grado 5	
Cráter		<p>Las medidas de control de los casos de PC se deben iniciar, en lo posible, antes de que se llegue al grado 3 de severidad, para mejorar las posibilidades de una recuperación satisfactoria de la palma enferma.</p>  <p><small>Publicación financiada por Fedipalma - Fondo de Fomento Palmero</small></p>	
<p>Cráter: El proceso de emisión de flechas se ha interrumpido, las palmas carecen de tejidos jóvenes</p>			

