



Unidad de aprendizaje 2

Características generales de la palma de aceite sana, factores de estrés y reacciones de la planta

Bienvenido a la segunda unidad de la guía para el *Reconocimiento de enfermedades en la palma de aceite*, en la que aprenderá a reconocer las características generales de una palma de aceite sana, identificar los factores de estrés y las reacciones de la planta bajo condiciones de campo. Se contrastarán de manera práctica las características de las palmas sanas con las de las afectadas por estrés.

Indicaciones para el facilitador antes de iniciar la sesión	37
Estructura de la Unidad 2	37
Preparación para el facilitador	38
Actividades a realizar con los participantes durante la sesión	38
2.1. Características de la palma de aceite sana (normal)	38
2.1.1. Palmas de previvero	39
2.1.2. Palmas de vivero	40
2.1.3. Palmas menores de cuatro años (plantas inmaduras)	41
2.1.4. Palmas mayores de cuatro años	43
Práctica 2.1. Revisión de las características de una palma sana	45
Información de retorno para la práctica	51
2.2. Factores de estrés	51
Práctica 2.2. Familiarización con los factores de estrés	52
Información de retorno para el ejercicio o práctica	54
2.3. Reacciones de la planta a los factores de estrés y características de la palma afectada	54
Práctica 2.3. Reconocimiento de las reacciones de la palma a los factores de estrés	58
Información de retorno para el ejercicio o práctica	58
Referencias bibliográficas	60



Indicaciones para el facilitador antes de iniciar la sesión

Tiempo

Este módulo tiene tres sesiones, cada una con su respectiva práctica, con duración estimada de dos horas por sesión, para un total de seis horas como mínimo estimado.

Introducción

En la determinación del estado fitosanitario de una plantación de palma de aceite es esencial conocer el cultivo, sus antecedentes, sus desórdenes y las enfermedades que lo afectan. La diferenciación entre plantas sanas o saludables y plantas afectadas por estrés o por enfermedades patogénicas es la razón de ser del seguimiento. En cada caso, la planta, como ser vivo, presenta características identificables, según sus diferentes estados de desarrollo (estados fenológicos). Por

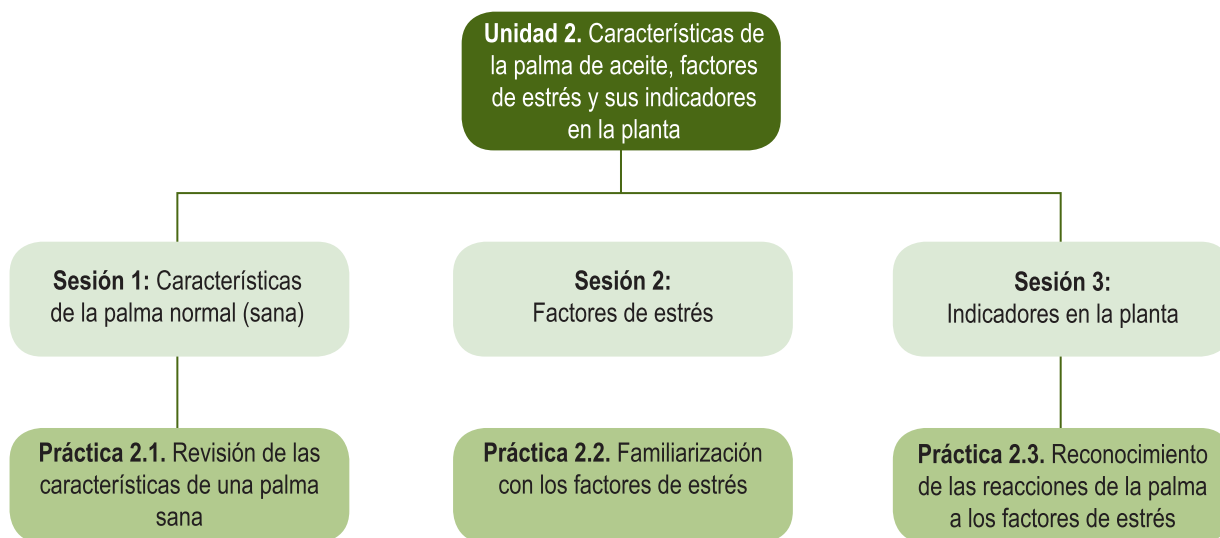
otra parte, la recolección de la información pertinente en el campo sustenta el análisis requerido para la toma de decisiones respecto al manejo de las enfermedades.

Objetivos

Al finalizar esta unidad los participantes estarán capacitados para:

1. Reconocer las características generales de una palma de aceite normal (sana).
2. Identificar los factores de estrés.
3. Reconocer las reacciones de la planta bajo condiciones de campo.
4. Explicar frente al grupo las diferencias entre la planta sana, la afectada por factores de estrés y/o enfermedad patogénica.

Estructura de la Unidad 2



Explicación de la estructura

El facilitador explicará que, una vez desarrollado el temario de la unidad uno, es muy útil que los censadores revisen y refuercen sus conocimientos acerca de las características de la palma de aceite sana, para diferenciarla de una palma enferma. Por otra parte, deben familiarizarse con los factores de estrés y la manera como la palma de aceite los expresa. El contenido de la unidad está estructurado secuencialmente, de manera que primero se revisan las características de la palma sana, luego se estudian los factores de estrés y finalmente se estudian sus manifestaciones (síntomas).

Preparación para el facilitador

1. Revisar detenidamente esta guía.
2. Conseguir los materiales descritos para la realización de las Prácticas 1, 2 y 3.
3. Obtener copias escritas de los formatos para el registro de información.
4. Obtener copias de los documentos y del material requerido.
5. Opcional. En caso de ser necesario, evaluar de manera objetiva los conocimientos de los participantes; se deben preparar materiales para una evaluación inicial y para una final de conocimientos (Anexo 1 y 2).
6. Ubicar una plantación en donde se puedan observar palmas en previvero, vivero, palmas establecidas menores de 4 años, entre 4 y 10, y palmas mayores de 10 años, para realizar las prácticas.

Actividades a realizar con los participantes durante la sesión

Sesiones 1, 2 y 3.

Las sesiones se inician con la presentación del facilitador y del tema. Luego se realizan las actividades que se describen a continuación:

²Material que debe ser estudiado por el facilitador.

Preguntas introductorias

Se sugieren proponer las siguientes preguntas para motivar a los participantes a entrar en el tema, rescatar el conocimiento que ellos tienen y, al mismo tiempo, establecer una idea general sobre su nivel de conocimiento:

Sesión 1

¿Qué tan útil es para usted conocer las características de la palma de aceite normal antes de realizar un censo de enfermedades?

¿Cuáles características de la planta de palma de aceite tendría en cuenta para determinar si está sana o afectada por algún disturbio?

Sesión 2

¿Qué entiende usted por estrés?

¿Cuáles factores de estrés considera que afectan a la palma de aceite?

¿Por qué las palmas de aceite reaccionan a los factores de estrés?

Sesión 3

¿Cómo identificaría las reacciones de estrés de la palma?

Las respuestas a las preguntas que se hallan subrayadas deben ser escritas en un papel grande. Se deben revisar estas respuestas para hacer énfasis en que varios temas sí son conocidos por los participantes, pero que otros son nuevos.

Evaluación opcional. El grado de conocimiento de los participantes se puede evaluar objetivamente usando el cuestionario que se presenta en el Anexo 1.

Desarrollo del tema²

2.1. Características de la palma de aceite sana (normal)

En la determinación del estado sanitario de una plantación de palma de aceite es esencial diferenciar las plantas sanas o saludables de las plantas afectadas por estrés o por enfermedades patogénicas. En cada

caso la planta, como ser vivo, presenta características identificables, según sus diferentes estados de desarrollo (estados fenológicos). Antes de comenzar a tratar el tema, es importante refrescar algunos conocimientos relacionados con la palma de aceite:

Nombre: (*Elaeis guineensis* Jacq.)

“Alias”: Palma aceitera, palma africana, palma de aceite.

Hábitat: Zona intertropical.

Requerimientos ambientales: alta temperatura, buena radiación, alta precipitación y alta humedad relativa, suelos con buen contenido de nutrientes.

Taxonomía: desde el punto de vista taxonómico pertenece al orden Arecales: Familia Areaceae (Palmae), sub-familia: Coccoideae, género: *Elaeis*; especie: *guineensis*. Es una planta monocotiledónea: esto significa que su semilla tiene sólo un cotiledón o almendra. Es una planta *monoica*: las flores masculinas y femeninas se producen independientes, aunque en una misma palma. Es *alógama*, pues su polinización es cruzada. Es una especie perenne con un ciclo de vida capaz de superar los 100 años, sin embargo, como cultivo comercial su vida útil puede extenderse entre los 24-28 años de edad, o hasta cuando llegue a una altura de 12 o más metros, lo que dificulta su cosecha. Situación que ocurre cuando la corona de racimos se eleva a trece metros o más sobre la superficie del suelo.

Especies: en el mundo tropical hay dos especies de palma de aceite sexualmente compatibles entre sí: la *Elaeis guineensis* L., originaria de África occidental, y la *Elaeis oleifera*, originaria de centro y sur América.

Características

La palma de aceite, como la mayoría de las especies botánicas que producen semilla, está constituida por raíces, tallo o estípote, hojas, flores y frutos. La planta presenta características morfológicas más o menos diferenciadas según su edad. Para facilitar el trabajo de las personas encargadas de registrar el estado sanitario de las plantaciones, con base en el conocimiento de la morfología de la palma sana, a continuación se describen algunas de las características más sobresalientes,

según se trate de plántulas de previvero y vivero, plantas menores y mayores de cuatro años.

2.1.1. Palmas de previvero

Las plántulas de previvero son aquellas que se obtienen a partir de semillas pregerminadas, esto es, que ya han iniciado la emergencia de los primeros órganos de la plántula, una vez que se ha desprendido la cápsula o tapa de fibra que ocluye el poro germinativo.

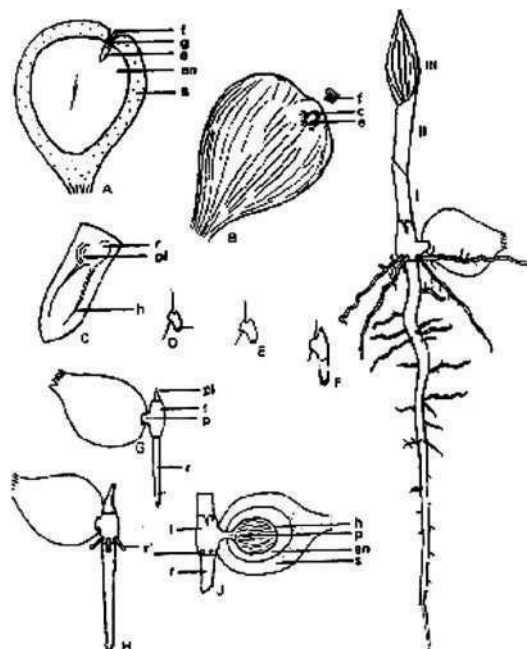


Figura 1. Semilla de palma de aceite y estados tempranos de desarrollo de la plántula: A: corte longitudinal de la semilla a través del embrión; B: semilla recién germinada; C: sección mediana longitudinal del embrión; D, E, F, G: estados tempranos de desarrollo del embrión; H: producción de raíces adventicias; I: plántula de cuatro semanas de edad; J: corte de una semilla mostrando el haustorio; c: cofia o testa; e: embrión; en: endospermo; f: tapón de fibra; g: poro germinativo; h: haustorio; I: lígula; p: peciolo; pi: plúmula; r: radícula; r': raíces adventicias; s: cuesco; l-III: hojas plumulares. [De Rees, 1960, con autorización del Editor, Palms (antes Principes)]. Tomado de Corley y Tinker, 2003. 29 p.

Las semillas pregerminadas, dispuestas en bolsas que contienen suelo, continúan el proceso de desarrollo del embrión (Figura 1). El embrión emergente

forma una especie de “botón” (comúnmente llamado hipocótilo). La plúmula (brote de la plántula) y la radícula emergen a través de una lígula cilíndrica y persistente pegada a la semilla. En el interior de la semilla el haustorio se desarrolla uniformemente.

La plúmula emerge de la proyección plumular sólo hasta cuando la radícula ha alcanzado un centímetro de longitud. Las primeras raíces adventicias se producen, justamente, en el anillo localizado por encima de la unión radícula-hipocótilo, y ellas dan origen a las raíces secundarias, antes de que emerjan las primeras hojas (Figura 1H e I). La radícula continúa creciendo durante, aproximadamente, seis meses, tiempo durante el cual alcanza 15 cm de longitud.

Antes de que emerja una hoja se desarrollan dos vainas plumulares. La última es reconocida por la presencia de una lámina foliar que emerge un mes después de iniciada la germinación. Posteriormente, emerge una hoja por mes hasta cumplir los seis meses de edad.

En el previvero, en donde las plántulas permanecen bajo sombra controlada, en la mayoría de los casos, por un periodo de 70-90 días, presentan de dos a tres hojas lanceoladas de color característico (Figura 2).



Figura 2. Plántulas en previvero. Aspecto general.

2.1.2. Palmas de vivero

Después de que las palmitas se han mantenido en el previvero y alcanzan su desarrollo inicial se hace una selección y se trasplantan a bolsas de mayor tamaño en

el vivero. Una vez dispuestas en el lugar ya trasplantadas y dispuestas en el lugar seleccionado, alineadas y orientadas a las distancias recomendadas según el tiempo de permanencia previsto en el vivero, continúan desarrollándose y conformando su estructura, constituida por el sistema de raíces, el tallo y las hojas.

Sistema de raíces. El sistema de raíces está constituido por raíces adventicias que se producen en el anillo localizado por encima de la unión radícula-hipocótilo, desde donde se originan las raíces secundarias; la radícula continúa creciendo hasta los seis meses y posteriormente se desarrollan numerosas raíces primarias en su lugar (Figura 3).

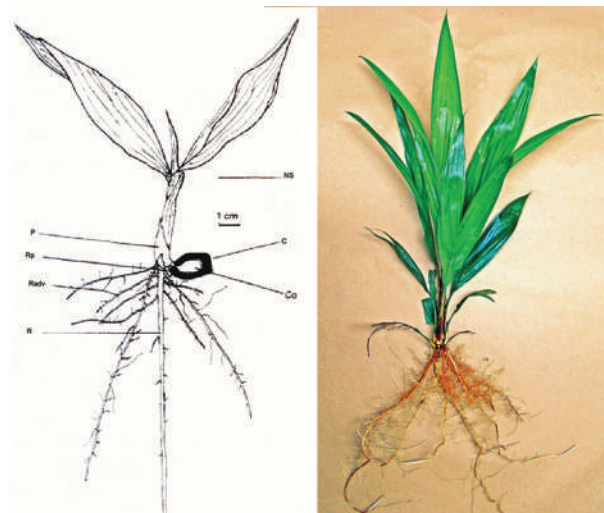


Figura 3. Izquierda, plántula de dos meses de edad después de siembra. NS: Nivel del suelo C: Cuesco; Co: cotiledón (haustorio); P: plúmula; R: radícula; Rp: raíz primaria; Radv: Raíces adventicias. (From Anon., 1956., Tomado de Corley y Tinker, 2003, p 31). Derecha: plántula mostrando las hojas ya formadas y el sistema de raíces.

Tallo o estípote. Durante la etapa de vivero el tronco se reduce al bulbo basal, el cual aumenta gradualmente de diámetro hasta cuando su longitud comienza a elongarse. Cuando la planta está lista para la siembra su altura alcanza, aproximadamente, entre 0,60 y 1,20 m, y el cuello (Bulbo basal) entre 15-22 cm de diámetro.

Corona y follaje. Las plantas de vivero con entre dos y tres meses de edad presentan tres o máximo cuatro

hojas lanceoladas bien conformadas (Figura 4a y b). Posteriormente presentan nuevas hojas, más largas que las anteriores. A los siete u ocho meses de edad la planta tiene el follaje completamente diferenciado; las hojas tienen foliolos separados o individualizados, de coloración verde oscuro; las del tercio medio forman un ángulo aproximado de 45° con el eje vertical de la planta. Los foliolos forman un ángulo de 60° con el raquis de la hoja, y las hojas nuevas son más largas que las demás. La planta normal, al momento de la siembra, presenta de cinco a ocho hojas con sus foliolos expandidos.



Figura 4. Palmas en vivero: a. Plantas en desarrollo bajo sombra; b. Plantas en desarrollo a libre exposición; c. Palma de vivero lista para trasplante.

2.1.3. Palmas menores de cuatro años (Plantas inmaduras)

Sistema de raíces. El sistema radical de la palma se expande a partir del bulbo que está ubicado debajo del tallo. Ahí se producen las raíces primarias que dan origen a las secundarias, terciarias y cuaternarias, con las cuales se ancla la palma y absorbe del suelo los nutrientes disueltos por el agua. La profundización del sistema de raíces varía de acuerdo con el tipo de suelo, la cantidad de agua que pueda saturarlo y la profundidad del manto freático. Gran parte del sistema de raíces se concentra básicamente en los primeros 50 cm de la capa superior del suelo.



Figura 5. Palmas menores de cuatro años con diferentes estados de desarrollo.

Tallo o estípote. Es la estructura cilíndrica que comunica las raíces con el penacho de hojas que lo coronan. Este órgano de la planta funciona como soporte, sistema de conducción y almacenamiento. El estípote comienza a elongarse gradualmente una vez que el bulbo ha engrosado hasta alcanzar el diámetro normal del tallo. Antes de cuatro años el estípote es relativamente corto (Figura 5). Las palmas crecen, en promedio, de 30 a 60 cm por año, dependiendo de las condiciones en que se desarrolle el cultivo, de los niveles de producción y de las características genéticas del material

plantado. Externamente, el tallo está constituido por una corteza delgada a través de la cual pasan los haces vasculares hacia las hojas. Internamente se encuentra el cilindro central con una zona periférica de haces vasculares aglomerados con vainas floemáticas fibrosas y células de parénquima esclerotizadas. Esta es la zona que provee el principal soporte mecánico del tallo. Hacia la zona central los vasos conductores están menos aglomerados y es en donde está localizado el tejido de almacenamiento rico en células que contiene almidón y sílice. Además, en la parte central del tallo y hacia el ápice del mismo se alberga el punto de crecimiento o meristemo apical: ahí se originan todas las hojas e inflorescencias de la palma.

Corona y follaje. Está constituida por el follaje, localizado en el ápice del estípote, en cuyo interior se encuentra el meristemo apical único, muy bien protegido por la corona y demás tejidos del cogollo. Las hojas se localizan alrededor del estípote en ocho espirales, siguiendo una filotaxia definida, ya sea hacia la derecha o hacia la izquierda. Antes de abrirse la hoja número uno se organiza una estructura conocida como **flecha**, la cual, a medida que se desarrolla, se abre y se expanden los folíolos.

El número de hojas producido anualmente por una planta se incrementa entre 30-40, entre los dos y cuatro años de edad. Sus bases peciolares son subleñosas, de color verde oscuro característico; el peciolo mide alrededor de 1,5 metros, aproximadamente, con espinas laterales, luego del cual está el raquis, que soporta los 200 a 300 folíolos insertos en las caras laterales, donde se alternan hileras superiores e inferiores. Las hojas son pinnadas (forma de pluma de ave), esto es que a partir del raquis o espina dorsal nacen las pínulas o segmentos direccionados (folíolos) hacia los costados. Los folíolos totalmente separados a

partir de la hoja número uno son anchos en la base, elongados, no muy delgados en el extremo, generalmente planos y lisos, sin entorchamientos o rugosidades.

Inflorescencias. Generalmente, comienzan a desarrollarse a partir del primer año de vida de la planta, después de su establecimiento en el campo. La palma de aceite, por su condición de planta monoica, produce separadamente flores masculinas y femeninas en el mismo árbol. Cada hoja que produce la palma trae en su axila una inflorescencia sin sexo definido. En las primeras etapas de su desarrollo, los primordios florales, que traen órganos tanto masculinos como femeninos, definen su sexo aproximadamente un año después de iniciada su formación y un año antes de llegar la hoja hasta la flecha. Las inflorescencias se desarrollan en las axilas de las hojas en forma sucesiva, alternando 6 a 12 flores femeninas con 6 a 12 masculinas.



Figura 6. a. Inflorescencias masculina. b. Femenina (derecha). c. Frutos tipo *nigrescens*. d. Frutos tipo *virescens*.

Las flores masculinas (Figura 6a) tienen la función de proveer el polen necesario para fecundar a las femeninas; están compuestas de 100 a 160 espigas digitiformes: cada una de ellas tiene entre diez y veinte cm de largo y de 700 a 1.200 flores, que en conjunto proveen entre 30 y 60 gramos de polen.

Las flores femeninas (Figura 6b), también insertadas en espiguillas y dispuestas en espiral alrededor del raquis o pinzote, pueden estar distribuidas hasta en 110 espigas y alcanzar la cantidad de 4.000 flores aptas para ser polinizadas.

Frutos. Son de forma ovoide, de tres a seis centímetros de largo, y pesan aproximadamente de cinco a doce gramos. Tienen la piel lisa y brillante (exocarpio), una pulpa o tejido fibroso que contiene las células con el aceite (mesocarpio), una nuez o semilla compuesta de un cuesco lignificado de grosor variable (endocarpio), y una almendra aceitosa o palmiste (endospermo).

Los frutos insertados en las espiguillas que rodean el raquis en forma helicoidal, conforman los racimos. Éstos también tienen forma ovoide y pueden alcanzar hasta un poco más de 60 cm de largo y 40 cm de ancho, con pesos variables que oscilan normalmente entre los cinco y los cuarenta kilogramos, según el tipo de material plantado, la edad de la palma y las condiciones en que se desarrolle el cultivo. En cuanto a coloración, existen dos tipos predominantes, los conocidos como *nigrescens* y *virescens* (Figura 6 c, d). Los racimos *nigrescens* -que son los más comunes- se caracterizan por el color violeta oscuro a negro antes de la maduración y rojo ladrillo en estado de madurez (Figura 6c). Los racimos *virescens* producen frutos de color verde oliva, que evoluciona a anaranjado-rojizo claro cuando maduran (Figura 6d). Existen también otros frutos poco frecuentes, que definen el tipo *albescens*: no almacenan caroteno en el mesocarpio.

2.1.4. Palmas mayores de cuatro años

Sistema de raíces. El sistema radical de la palma es más o menos extenso (Figura 7A, B) y se encuentra bien desarrollado, según las características de los suelos y disponibilidad de agua en donde se ha sembrado la planta. Su profundización varía de acuerdo con el tipo de suelo, la cantidad de agua que pueda saturarlo y la profundidad del manto freático. Es posible observar en plantas jóvenes, la presencia de raíces adventicias en la base del tallo.

Externamente las raíces son ligeramente pigmentadas (Figura 7B, C), el cilindro central y el aerénquima están bien diferenciados (Figura 7D, E). La consistencia generalmente es de tipo leñoso. El diámetro de las raíces primarias es mayor que el de las secundarias, terciarias y cuaternarias.

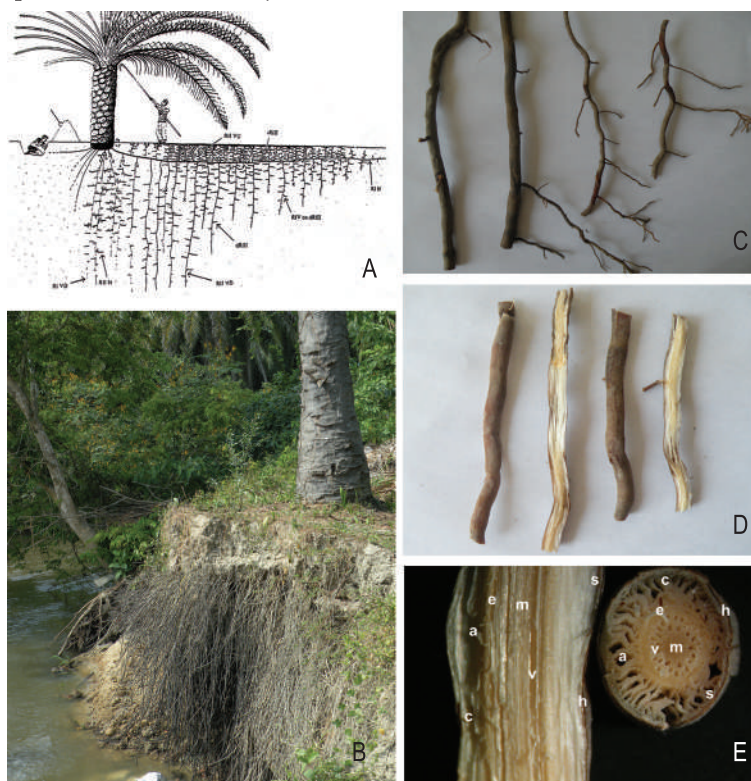


Figura 7. Sistema radical de la palma: A. Distribución de las raíces de una planta de 10 años de edad; B. Raíces de una planta mayor de 12 años; C. Aspecto externo de las raíces primarias y secundarias; D. Aspecto externo e interno de raíces primarias; E. Corte de una raíz primaria: a: aerénquima; c: corteza; e: endodermis; h: hipodermis; m: médula; s: esclerénquima; v: vaso medular. Nota el esquema de la izquierda superior se tomó de Corley y Tinker, 2003, p 36.

La raíz primaria está constituida externamente por la epidermis e internamente por la hipodermis rodeando la corteza (cortex) que contiene aerénquima (tejido lagunoso) bien desarrollado (Figura 7E). Las raíces primarias y secundarias presentan coloración marrón oscura, mientras que las terciarias y cuaternarias son algo más claras. Internamente son de color blanco o crema; junto a la corteza se encuentra el cilindro central o cilindro vascular, constituido por la endodermis lignificada que lo rodea, 30-35 vasos conductores y la médula generalmente lignificada en raíces viejas. El cilindro central también contiene lagunas. Las raíces secundarias y terciarias tienen esencialmente la misma estructura de las primarias, pero con 15-25 y 8-12 haces vasculares respectivamente (Jourdan y Rev, 1997c, citados por Corley y Tinker, 2003). Los extremos no lignificados de las raíces primarias, secundarias y terciarias en crecimiento miden 3-4, 5-6 y 2-3 cm, respectivamente. Las cuaternarias son de 1-3 cm de longitud y casi no lignificadas.



Figura 8. Palmas entre cuatro y diez años de edad; nótese la diferencia en altura del estípite y la presencia de las bases peciolares.



Figura 9. Palmas mayores de diez años: a. estípites parcialmente cubiertos con bases peciolares; b y c. estípites lisos.

Tallo. El tronco o tallo de la palma, a esta edad de la planta, ya se ha elongado notablemente y puede tener entre dos a 12 metros de altura. Durante los primeros 10 a 12 años está recubierto por las bases de las hojas o pecíolos que se mantienen tras el corte en el momento de la cosecha o de la poda (Figura 8). En la medida en que la edad de la palma aumenta, el tallo se alarga, se mantiene erecto, bien consistente, sin torceduras ni abultamientos, ni deformaciones. Entre los once y doce años se desprenden gradualmente las bases peciolares, se observan en él porciones parcialmente cubiertas (Figura 9a) y luego se muestra completamente liso al desprenderse la totalidad de las bases (Figura 9b, c). El diámetro varía entre 20-75 cm.

Corona y follaje. Está constituida por el follaje y las inflorescencias, localizadas en el ápice del estípite. En la corona de una planta adulta ocurre una sucesión continua de primordios foliares, separados lateralmente del meristemo apical en donde se originan. El desarrollo de las hojas es inicialmente muy lento. Generalmente se encuentran entre 40-60 hojas dentro de la yema apical, cada una de las cuales permanece allí enclavada, por lo menos, durante dos años, hasta cuando se desarrolla en una flecha central que finalmente abre.

En condiciones normales, la palma de aceite adulta tiene entre 36-49 hojas funcionales, de gran tamaño y gran capacidad de síntesis, color verde oscuro brillante y un ángulo de inserción con relación al eje vertical 60-90°. La suma de todos los folíolos que posee una palma en buen estado de nutrición y manejo alcanza un área foliar que varía entre 250 y 350 m². La filotaxia o distribución de las hojas indica que ellas están dispuestas en ocho espirales respecto del eje vertical. Conocer tal ordenamiento permite identificar la ubicación de cada hoja, lo cual resulta indispensable tanto en la toma de muestras para los análisis foliares como para la determinación de medidas vegetativas y otros parámetros.

Inflorescencias. La planta produce sus inflorescencias masculinas y femeninas como corresponde y, como en las otras etapas de su desarrollo, se producen en las axilas de las hojas en forma sucesiva. La producción de inflorescencias continúa como en etapas anteriores, según las condiciones de nutrición, manejo agronómico y ambientales imperantes durante su desarrollo.

Frutos. La planta produce de 11 a 12 racimos/año con un peso promedio de 12 - 18 Kg o más, para palmas mayores de 15 años, los cuales contienen los frutos, generalmente ovoides, de exocarpio liso y brillante, mesocarpio o tejido fibroso repleto de aceite, la nuez o semilla compuesta del endocarpio o cuesco lignificado de grosor variable y el endospermo (almendra) o palmiste. Su coloración es típica, según el material a que correspondan.

Práctica 2.1. Revisión de las características de una palma sana

Objetivo

Al finalizar la práctica los participantes serán capaces de:

1. Reconocer las características generales de una palma de aceite normal, según su estado de desarrollo.
2. Discutir la utilidad del conocimiento de las características de la planta normal en la determinación del estado fitosanitario de las plantaciones de palma de aceite.

Materiales

- Plantación en donde haya un vivero establecido y palmas en diferentes estados de desarrollo.
- Materiales de oficina para tomar notas: libreta de anotaciones, hojas de papel y lápices.
- Medios de transporte.
- Apoyo logístico para el ejercicio de la práctica (coordinación).
- Hojas de trabajo.

Procedimiento (Instrucciones para el participante)

1. Alistar el desplazamiento hacia la plantación seleccionada, en donde se puedan hacer observaciones en previvero, vivero y plantación establecida.
2. Compartir con los participantes los objetivos de la práctica.
3. Formar grupos de 2 a 3 personas.
4. Entregar a los participantes la libreta de anotaciones, papel y lápices.
5. Entregar a los participantes las hojas de trabajo diseñadas para la toma de datos.
6. Impartir las instrucciones de cómo realizar las observaciones acerca del aspecto general de la planta, según su estado de desarrollo (vigor, conformación, coloración), y del estado y conformación de los órganos de la palma.

7. Asesorar a los participantes en cómo registrar la información en las hojas de trabajo P2.1.1, P2.1.2, P2.1.3, P2.1.4 y P2.1.5
8. En plenaria discutir con los participantes la utilidad de la información recopilada y resolver las inquietudes en los casos de información faltante.

Nota: las prácticas aquí planteadas son apenas sugerencias; se pueden estructurar otras de acuerdo con su experiencia y necesidades de capacitación para los funcionarios de su plantación. Recomendamos tener en cuenta las orientaciones de la presente guía.

Hoja de trabajo P2.1.1					
Registro de datos del previvero		Material:			
Descriptor	Palma/Órganos	Característica	Calificación		
			E	B	R
Aspecto general de la planta	Conjunto	Vigor			
		Conformación			
		Coloración			
Estado y conformación de sus órganos	Raíces	Aspecto general			
		Cantidad			
		Coloración			
		Consistencia			
	Tallo	Aspecto general			
		Diámetro			
		Longitud			
		Coloración			
	Hojas	Aspecto general			
		Turgencia			
		Color			
		Forma			
		Tamaño			
		Número			
		Ángulo de inserción			
Observaciones:					
Calificación cualitativa: E = Excelente , B = Buena(o), R = Regular (no aplicaría a plantas normales)					

Hoja de trabajo P2.1.2					
Registro de datos en vivero		Material:			
Descriptor	Palma/Órganos	Característica	Calificación		
			E	B	R
Aspecto general de la planta	Conjunto	Vigor			
		Conformación			
		Coloración			
Estado y conformación de sus órganos	Raíces	Aspecto general			
		Cantidad			
		Coloración			
		Consistencia			
	Tallo	Aspecto general			
		Diámetro			
		Longitud			
		Coloración			
	Hojas	Aspecto general			
		Turgencia			
		Color			
		Forma			
		Tamaño			
		Número			
		Ángulo de inserción			
Observaciones:					
Calificación cualitativa: E = Excelente , B = Buena(o), R = Regular (no aplicaría a plantas normales)					

Hoja de trabajo P2.1.3					
Registro de datos en palmas establecidas menores de cuatro años			Material:		
Descriptor	Palma/Órganos	Característica	Calificación		
			E	B	R
Aspecto general de la planta	Conjunto	Vigor			
		Conformación			
		Coloración			
Estado y conformación de sus órganos	Raíces	Aspecto general			
		Cantidad			
		Coloración			
		Consistencia			
	Tallo	Aspecto general			
		Diámetro			
		Longitud			
		Coloración			
	Hojas	Aspecto general			
		Turgencia			
		Color			
		Forma			
		Tamaño			
		Número			
		Ángulo de inserción			
Observaciones:					
Calificación cualitativa: E = Excelente , B = Buena(o), R = Regular (no aplicaría a plantas normales)					

Hoja de trabajo P2.1.4					
Registro de datos en palmas establecidas entre cuatro y diez años			Material:		
Descriptor	Palma/Órganos	Característica	Calificación		
			E	B	R
Aspecto general de la planta	Conjunto	Vigor			
		Conformación			
		Coloración			
Estado y conformación de sus órganos	Raíces	Aspecto general			
		Cantidad			
		Coloración			
		Consistencia			
	Tallo	Aspecto general			
		Diámetro			
		Longitud			
		Coloración			
	Hojas	Aspecto general			
		Turgencia			
		Color			
		Forma			
		Tamaño			
		Número			
		Ángulo de inserción			
Observaciones:					
Calificación cualitativa: E = Excelente , B = Buena(o), R = Regular (no aplicaría a plantas normales)					

Hoja de trabajo P2.1.5					
Registro de datos en palmas establecidas mayores de diez años			Material:		
Descriptor	Palma/Órganos	Característica	Calificación		
			E	B	R
Aspecto general de la planta	Conjunto	Vigor			
		Conformación			
		Coloración			
Estado y conformación de sus órganos	Raíces	Aspecto general			
		Cantidad			
		Coloración			
		Consistencia			
	Tallo	Aspecto general			
		Diámetro			
		Longitud			
		Coloración			
	Hojas	Aspecto general			
		Turgencia			
		Color			
		Forma			
		Tamaño			
		Número			
		Ángulo de inserción			
Observaciones:					
Calificación cualitativa: E = Excelente , B = Buena(o), R = Regular (no aplicaría a plantas normales)					

Información de retorno para la práctica

Al finalizar la práctica es conveniente preguntar al grupo sus apreciaciones con respecto a:

¿Cuál fue el aprendizaje que les dejó específicamente la práctica ¿Qué problemas se han podido encontrar?

¿Qué tipo de respuestas o datos eran los más importantes y dicientes para la toma de decisiones?

¿Cómo se comparan los datos que recogieron diferentes equipos de trabajo?

2.2. Factores de estrés

La palma de aceite, como ser vivo que es, y como la mayoría de las plantas, es inmóvil, está anclada en el suelo, y su tallo, corona y frondas están inmersas en la biosfera (aerobiota). Así, la palma vive del suelo y del aire, fabrica su alimento, se reproduce y trasciende en el espacio-tiempo, según lo determine la información contenida en su ADN (Programa). Interactúa permanentemente con el medio ambiente o su entorno (suelo; ambiente atmosférico, físico, fisicoquímico, biológico) y puede ser manipulada por acciones antrópicas (humanas). En otras palabras, reacciona a las presiones del entorno, que de no ser favorables para su desarrollo y crecimiento se convierten en factores de estrés que inducen cambios en su comportamiento, morfología y fisiología, reflejándose en la productividad del cultivo.

El **estrés**, (del inglés “*stress*”, “fatiga”), definido para el ser humano, pero analógicamente aplicable a los organismos vivos, incluyendo las plantas, es una reacción fisiológica del organismo en el que entran en juego diversos mecanismos de defensa para enfrentar una situación que se percibe como amenazante o de demanda incrementada. Desde 1935, Hans Selye, considerado el padre del estrés (Gabriel, G. 2009) introdujo el concepto de estrés como síndrome o conjunto de reacciones fisiológicas no específicas del organismo a diferentes agentes nocivos del ambiente, de naturaleza física o química. El estrés es causado por el instinto natural del organismo a autoprotgerse (mecanismo de defensa), bueno en emergencias, pero que, si continua por mucho tiempo, puede desencadenar,

bajo determinadas circunstancias, problemas de salud graves con la consiguiente expresión de síntomas.

La palma de aceite requiere hábitat con condiciones adecuadas de medio ambiente o entorno para su establecimiento, desarrollo y productividad. Como las demás plantas terrestres, interactúa con los ambientes atmosférico y edáfico del entorno en donde crece, en razón de su naturaleza biológica, siendo por lo tanto sujeto de estrés. Su sistema radical está en contacto íntimo con el suelo (ambiente edáfico) y de él toma los nutrientes minerales y el agua necesaria para su nutrición y funcionamiento. El tallo, el follaje y demás órganos aéreos están inmersos en la biosfera o aerobiota y aprovecha de ella el gas carbónico, la energía solar y el efecto de otros factores físicos (temperatura, iluminación, aire, etc.) para realizar los procesos metabólicos propios de un organismo autótrofo. Tanto en la aerobiota como en ambiente edáfico interactúa con los componentes biológicos que habitan en él, es decir, con otros organismos, ya sean autótrofos (plantas) o heterótrofos (animales, fitoparásitos y microorganismos), la energía y la materia. Cuando a la palma se le satisfacen los requerimientos esenciales, y se desempeña bajo los parámetros del óptimo fisiológico y óptimo ecológico, con acciones antrópicas adecuadas (Agrobiológica, económica, social y políticamente hablando), produce altos rendimientos en materia prima esencial para la agroindustria, la transformación y los biocombustibles; se convierte en un generador de recursos económicos para el bienestar y progreso de todos. No obstante, en condiciones de cultivo son muchos los requerimientos de la palma que no siempre son satisfechos de manera adecuada y, por tanto, se convierten en factores de estrés, generalmente negativos, para su desarrollo.

Los llamados **estresores** o **factores estresantes** o situaciones desencadenantes del estrés son cualquier estímulo, externo o interno (tanto físico, químico, somático) que, de manera directa o indirecta, propicie la desestabilización en el equilibrio dinámico del organismo (**homeostasis**), en este caso, la palma de aceite (Figura 10). La homeostasis responde a cambios efectuados en el medio interno (metabolismo que regula

múltiples funciones fisiológicas) y en el medio externo (las interacciones de los organismos vivos con el medio ambiente cambiante, cuya tendencia es hacia el desorden o la entropía). La homeostasis proporciona a los seres vivos la independencia de su entorno mediante la captura y conservación de la energía procedente del exterior. El organismo necesita del medio, el aporte para sostener el ciclo, por lo que es sometido a actividades que, por un lado, permiten regular la homeostasis y, por otro, son un constante ataque a dichas funciones. En otro orden de situación, si el organismo no toma lo necesario del medio, dicha función deja de existir en un instante en el tiempo en el que es termodinámicamente imposible continuar sosteniendo dicha estructura. Un organismo “**enferma**” en el momento en el que se requiere un aporte extra de energía para sostener el ciclo homeostático.

Factores

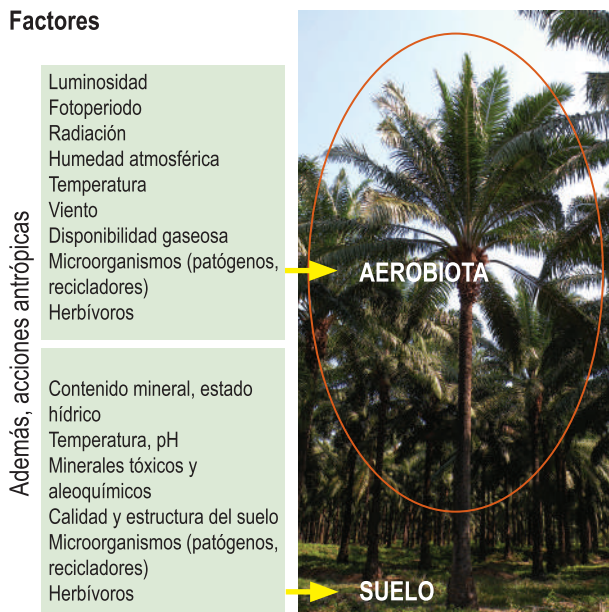


Figura 10. Factores externos que pueden afectar el desempeño biológico de la palma de aceite.

Se pueden considerar varias categorías de condiciones desencadenantes del estrés:

- Situaciones que fuerzan a procesar información rápidamente (carencia de agua, desbalance de nutrientes, etc.).

- Estímulos ambientales dañinos (radiación solar, composición atmosférica, presión del viento, temperatura, humedad, etc.).
- Percepciones de amenaza (presencia de insectos plaga, nematodos, microorganismos dañinos, etc.)
- Alteración de las funciones fisiológicas.

Uno de los desencadenantes de estrés más importantes en la palma de aceite es el desbalance nutricional, ocasionado por el suministro inadecuado de nutrientes que produce, en unos casos, deficiencias, y en otros, efectos adversos por sobredosis. La palma, como otros cultivos, requiere el suministro balanceado de todos los nutrientes necesarios para su desarrollo y productividad. No obstante, entre los estresores más preponderantes se pueden considerar las acciones antrópicas (humanas) motivadas por los intereses, preferencialmente económicos, que en muchos casos conducen al hombre a desconocer los procesos biológicos y los requerimientos de la palma de aceite, a no proveer el manejo adecuado y oportuno de los elementos nutricionales, edáficos, hídricos y de sanidad para mantener la planta saludable y productiva.

Práctica 2.2. Familiarización con los factores de estrés

Objetivo

Al finalizar la práctica los participantes serán capaces de:

1. Identificar los factores de estrés en plantaciones de palma de aceite.
2. Discutir la utilidad de la identificación de los factores de estrés en la determinación del estado sanitario de las plantaciones de palma de aceite.

Materiales:

- Plantación en donde haya palmas en diferentes estados de desarrollo que muestren los efectos del estrés.
- Materiales de oficina para tomar notas: libreta de anotaciones, hojas de papel y lápices.
- Medios de transporte.

- Apoyo logístico para el ejercicio de la práctica (coordinación).
- Hojas de trabajo.

Procedimiento (Instrucciones para el participante)

1. Alistar el desplazamiento con los participantes a la plantación seleccionada, en donde se puedan hacer observaciones que permitan identificar factores de estrés.
2. Compartir con los participantes los objetivos de la práctica.
3. Formar grupos de 2 a 3 personas.
4. Entregar a los participantes la libreta de anotaciones, papel y lápices.

5. Entregar a los participantes las hojas de trabajo diseñadas para la toma de datos.

6. Impartir las instrucciones de cómo realizar las observaciones para identificar factores de estrés.

7. Asesorar a los participantes en cómo tomar la información en la hoja de trabajo P2.2.1.

8. En plenaria discutir con los participantes la utilidad de la información recopilada y resolver las inquietudes en los casos de información faltante.

Nota: las prácticas aquí planteadas son apenas sugerencias; se pueden estructurar otras de acuerdo con su experiencia y necesidades de capacitación, para los funcionarios de su plantación. Se recomienda tener en cuenta las orientaciones de la presente guía.

Hoja de trabajo P2.2.1				
Registro de posibles factores de estrés		Lote/Finca		
Sector del ambiente	Factor	Intensidad del factor		
		Alta	Moderada	Leve
Ambiente aéreo (aerobiota)	Luminosidad baja			
	Presencia de microorganismos			
	Presencia de insectos plaga			
	Presencia de vientos fuertes			
Ambiente edáfico	Mala calidad general del suelo			
	Suelos muy pesados (arcillosos)			
	Suelos muy livianos (arenosos)			
	Suelos pedregosos			
	Suelos resecos			
	Suelos encharcados			
	Presencia de parches salinos			
	Presencia de microorganismos perjudiciales			
	Presencia de insectos plaga			
Acciones antrópicas	No fertilización			
	No mantenimiento de plantación			
Otras acciones	Ganadería establecida en la plantación			
Observaciones:				

Información de retorno para el ejercicio o práctica

Al finalizar la práctica es conveniente preguntar al grupo sus apreciaciones respecto a:

¿Cuál fue el nivel de aprendizaje que le dejó la práctica?

¿Qué problemas se encontraron?

¿Qué tipos de respuestas o datos eran los más importantes y dicientes para la toma de decisiones?

¿Cómo se comparan los datos que recogieron diferentes equipos de trabajo?

2.3. Reacciones de la planta a los factores de estrés y características de la palma afectada

La respuesta, por parte de la planta, a la acción prolongada en el tiempo de los estresores, bajo determinadas circunstancias, finaliza con problemas de salud graves, con la consiguiente expresión de síntomas. Éstos se consideran como manifestaciones, generalmente visibles o detectables, de que alguna situación anormal está ocurriendo en el organismo. Los síntomas, en general, se consideran como sistémicos o locales, según se expresen afectando total o parcialmente la planta o algún órgano o parte de éste. Una planta puede manifestar uno u otro, o combinaciones de los dos, dependiendo de la intensidad de su reacción. Los síntomas se pueden manifestar, generalmente, como:

2.3.1. Reducción de la tasa de desarrollo de la planta

Se traduce en el debilitamiento general de la planta y, por consiguiente, se puede reflejar en el retardo del desarrollo. En algunos casos se manifiesta en la reducción del tamaño de algunos órganos de la planta o de la totalidad de la misma (enanismo, hojas o frutos pequeños). La reducción de la tasa de desarrollo de la planta es el síntoma más frecuente y económicamente el más importante, por cuanto reduce el rendimiento y, aun, puede causar la pérdida total del cultivo. La

reducción de la vitalidad de la planta es también un fenómeno relacionado y que puede ser responsable del incremento de la susceptibilidad a patógenos secundarios y a condiciones adversas del medio ambiente.

2.3.2. Desviaciones de la coloración normal



Figura 11. Palmas con desviaciones de color:
a. Anaranjamiento de hojas asociado a deficiencia de potasio;
b. Banda blanca asociada a desbalance de la relación potasio/nitrógeno.

Se suelen manifestar en las hojas como cambios en la intensidad del color verde, por aumento, disminución o desaparición. Los cambios de color se observan en

las hojas, expresados como clorosis o amarillamiento, etiolación, anaranjamiento (Figura 11a), bronceado, variegaciones, moteados, manchas de anillo y rayas cloróticas, entre otros. En los tallos los cambios de color se deben a la necrosis originada en el sistema vascular, caracterizada por pardeamiento o ennegrecimiento de los tejidos, presentando en algunos casos estriados. En las flores, frutos y semillas pueden presentarse alteraciones de color en mayor o menor intensidad. Como causas posibles de esos cambios pueden ser: exceso y carencia de luminosidad, brillo solar deficiente o excesivo, temperatura excesivamente alta o baja, humedad ambiental excesiva o baja, deficiencias de nutrientes, senectud, desbalances nutricionales y efectos de factores físicos (encharcamiento). El síntoma más común de deficiencia de Potasio (K) es la presencia de las manchas anaranjadas, que se inician con el desarrollo de puntos irregulares de color amarillo pálido en los folíolos de las hojas viejas (Figura 11a). Finalmente, estos puntos se juntan y se vuelven necróticos. Aun cuando la presencia de bandas blancas a ambos lados de la nervadura central de los folíolos no se considera como una típica deficiencia de K, esta sintomatología es probablemente causada por un desbalance N/K (exceso de N) o falta de boro (B) (Figura 11b).

2.3.3. Pérdida de turgencia y necrosis o muerte de tejidos

La marchitez de la planta o desecación de tejidos se presenta por desbalance en la utilización de agua de la planta, por excesiva transpiración o bloqueo en la toma del líquido vital; generalmente se manifiesta por la pérdida de turgencia de los tejidos (Figura 12). La necrosis o muerte rápida suele presentarse acompañada del ennegrecimiento y pardeamiento de los tejidos. La necrosis puede ocurrir en el ápice de la planta, las hojas, tallos, raíces, frutos y semillas. En los tallos y raíces puede ocurrir en el sistema vascular (necrosis del floema o del xilema) y suele observarse a simple vista como un estriado oscuro y difuso en secciones longitudinales o transversales. También es posible observar el estriado en los tejidos del pecíolo y la nervadura principal. En los frutos suelen presentarse como manchas necróticas.



Figura 12. Palma que muestra marchitez y no apertura de flechas, como indicador de estrés hídrico.

2.3.4. Deformaciones de los órganos de la planta (cambios morfológicos).

Se manifiestan principalmente por estrechamiento parcial de la hoja o sus folíolos, epinastia, arrugamiento, rugosidad y rizado (Figura 13). Las deformaciones o malformaciones son cambios morfológicos que obedecen a cambios citológicos. Se pueden clasificar en primarias y secundarias. Las deformaciones primarias pueden ser adscritas a disturbios hormonales, mientras que las deformaciones secundarias son más de tipo mecánico; sin embargo, su diferenciación no siempre es definida y ambas se encuentran asociadas.



Figura 13. Palma mostrando acortamiento, adelgazamiento, rugosidades y retorcimientos.

2.3.5. Cambios en las características de los tejidos

Tales como pérdida de flexibilidad, rigidez; traducidos en flacidez, fracturas, resquebrajamiento, doblamientos (de flechas, por ejemplo); ángulos cerrados o abiertos, doblamiento de los peciolo (enruanamiento) (Figura 14).



Figura 14. Palma mostrando enruanamiento severo (cambios de las características de los tejidos).

2.3.6. Cambios en la fisiología de la planta

Como consecuencia de alteraciones en el contenido endógeno o balances de los reguladores de crecimiento (Etileno, Citoquininas, Ácido Abscísico, Auxinas, Giberelinas, etc.) en el medio interno (metabolismo que regula múltiples funciones fisiológicas), se pueden producir abortos, cambios en las inflorescencias, por ejemplo, presencia de flores masculinas en las inflorescencias femeninas (Figura 15), secamiento de flores o racimos.



Figura 15. Racimo mostrando inflorescencias masculinas entre los frutos, indicador de cambios fisiológicos.

2.3.7. Otros síntomas de desórdenes, anormalidades o alteraciones

- a) Fracturas de flechas, cogollo y destrucción del tejido de los folíolos por efecto de vientos fuertes (Figura 16a). El viento ocasiona daño físico, deterioro, fractura o rompimiento de tejidos, además de secamiento o deshidratación.
- b) Quemazones por radiación solar o escaldaduras. Son ocasionadas por acción de los rayos del sol, que queman los tejidos delicados de las hojas (Figura 16b). Las quemaduras pueden ocurrir en plántulas recién trasplantadas al vivero y expuestas a la luz directa del sol. Las hojas afectadas por la quemazón presentan zonas amarillo- blancuzco-cloróticas sobre la parte media de la lámina foliar. Las nervaduras permanecen verdes y el área intervenal clorótica, más pronunciada hacia los márgenes de las hojas.

c) Quemazones por electricidad ocasionadas por rayos durante las tempestades o por descargas de energía eléctrica de cables de conducción muy cercanos a las hojas de las palmas (Figura 16c).

d) Muerte de raíces por asfixia ocasionada por encharcamiento y posterior pudrición. El suelo normalmente contiene aire en los espacios porosos, del cual las raíces toman el oxígeno. Cuando el suelo se encharca por mucho tiempo, las raíces no tienen oxígeno, mueren y se inician procesos de pudrición y degradación de tejidos. La planta se afecta, se amarilla (Figura 16d) y finalmente suele morir.

e) Ruptura de raíces. Se puede presentar ruptura o fractura de raíces cuando los suelos tienen alto contenido de arcillas expansivas, cuya principal característica es la de producir grandes cambios de volumen (hinchamiento y retracciones), en directa relación con los cambios en la humedad del suelo, arrastrando en sus movimientos las raíces soportadas en ese tipo de suelos.

f) Intoxicación o daño en las raíces por la presencia de altas concentraciones de sales en suelos salinos o por la aplicación de altas dosis de fertilizantes. Cuando las condiciones del medio extracelular (suelo, por ejemplo) son hipertónicas (tienen mayor concentración de sales) con relación a la concentración de solutos, al interior de las células se produce plasmólisis. El proceso consiste en que el protoplasma de la célula vegetal se encoge, debido a que pierde el agua que contiene, por la salida de ésta por ósmosis hacia el medio hipertónico (suelo), ocasionando daño a la célula, la cual se deshidrata y puede morir.

g) Envenenamiento o intoxicación por aplicación de herbicidas. Las reacciones son variables, dependiendo



Figura 16. Otros síntomas de alteraciones en la palma de aceite por la acción de diversos agentes: a. Viento; b. Radiación solar; c. Electricidad; d. Encharcamiento; e. Herbicidas; f. Fertilizantes (tomada de Turner, 1981, p 68).

del producto que se haya utilizado en la aplicación. Generalmente ocurren quemazones, manchas foliares, amarillamiento, secamiento de foliolos y peciolo (Figura 16e), y, en algunos casos, muerte de la palma.

h) Quemazón por fertilizantes. Las quemaduras pueden ocurrir en plántulas o en plantas de vivero (Figura 16f). Los síntomas de quemazón, generalmente se expresan más hacia los ápices de las hojas,

sin embargo, pueden observarse en otras partes de la lámina foliar. El área afectada presenta clorosis y muere rápidamente. Los tejidos se desecan y toman coloración marrón claro con parches marrón oscuro. También se pueden presentar parches de tejido afectado hacia la base de las hojas, en donde han caído los gránulos del fertilizante. La sintomatología es semejante a las enfermedades que afectan plántulas, pero se diferencian de éstas en que en estados tempranos sobre el tejido afectado no se observan fructificaciones de hongos.

Práctica 2.3. Reconocimiento de las reacciones de la palma a los factores de estrés

Objetivo

Al finalizar la práctica los participantes serán capaces de:

1. Reconocer las reacciones de la planta a factores de estrés.
2. Discutir la utilidad de la identificación de las reacciones de la palma a factores de estrés en la determinación del estado fitosanitario de las plantaciones de palma de aceite.

Materiales

- Plantación en donde se hayan establecido palmas en diferentes estados de desarrollo.
- Materiales de oficina para tomar notas: libreta de anotaciones, hojas de papel y lápices.
- Medios de transporte.
- Apoyo logístico para el ejercicio de la práctica (coordinación).
- Formatos de trabajo.

Procedimiento

1. Desplazarse con los participantes a la plantación

seleccionada, en donde se puedan hacer observaciones que permitan identificar factores de estrés y las reacciones de la palma.

2. Compartir con los participantes los objetivos de la práctica.
3. Formar grupos de 2 a 3 personas.
4. Entregar a los participantes la libreta de anotaciones, papel y lápices.
5. Entregar a los participantes las hojas de trabajo diseñadas para la toma de datos.
6. Impartir las instrucciones de cómo realizar las observaciones para identificar factores de estrés.
7. Asesorar a los participantes en cómo tomar la información en la hoja de trabajo P2.3.1 y P2.3.2
8. En plenaria, discutir con los participantes la utilidad de la información recopilada y resolver las inquietudes en los casos de información faltante.

Nota: las prácticas aquí planteadas son apenas unas sugerencias; se pueden estructurar otras de acuerdo con su experiencia y las necesidades de capacitación para los funcionarios de su plantación. Se recomienda tener en cuenta las orientaciones de la presente guía.

Información de retorno para el ejercicio o práctica

Al finalizar la práctica es conveniente preguntar al grupo sus apreciaciones con respecto a:

- ¿Efectividad de la práctica para el aprendizaje?
- ¿Qué problemas se encontraron?
- ¿Qué tipos de respuestas o datos eran los más importantes y dicentes para la toma de decisiones?
- ¿Cómo se comparan los datos que recogieron diferentes equipos de trabajo?

También el facilitador puede hacer comentarios adicionales con respecto a la práctica, especialmente en cuanto a su aplicabilidad.

Hoja de trabajo P2.3.1		
Registro de reacciones de la palma a factores de estrés		Lote/Finca
Factor	Tipo de reacción	Descripción de la reacción
	Reducción de la tasa de desarrollo de la planta	
	Desviaciones de la coloración normal	
	Pérdida de turgencia	
	Necrosis o muerte de tejidos	
	Deformaciones de los órganos de la planta (Cambios morfológicos)	
	Cambios de las características de los tejidos	
	Cambios en la fisiología de la planta	

Hoja de trabajo P2.3.2		
Registro de otros síntomas de desórdenes, anomalías o alteraciones de la palma a factores de estrés		Lote/Finca
Factor	Tipo de reacción	Descripción de la reacción
Vientos muy fuertes	Fracturas de flechas, cogollo y destrucción del tejido de los folíolos	
Rayos, corriente eléctrica	Quemazones por descargas eléctricas	
Alta intensidad de radiación solar	Quemazones por radiación solar o escaldaduras	
Encharcamiento	Muerte de raíces por asfixia	
Fractura del suelo (arcillas expansivas)	Ruptura de raíces	
Altas concentraciones de sales en suelos salinos o por la aplicación de altas dosis de fertilizantes	Intoxicación o daño en las raíces	
Aplicaciones de fertilizantes incorrectas	Quemazón por fertilizantes	
Aplicación de herbicidas	Envenenamiento o intoxicación por aplicación de herbicidas	

Referencias bibliográficas

- Arias, N. A.; Obando, O.; Motta, D.; Mosquera, M.; Gómez, P. L.; Franco, P. N.; Álvarez, M.; Betancourt, F.; Díaz, D. F.; y Bernal, P. 2009. *Principios agronómicos para el establecimiento de una plantación de palma de aceite*. Cenipalma. Bogotá, Colombia. p 125-128.
- Bernal N., Fernando. 2001. *El cultivo de la palma de aceite y su beneficio*. A. González y Cía. Ltda. Impresores. Fedepalma. Bogotá, Colombia. p 19-25.
- Corley, R. H. V. y Tinker, P. B. 2003. *The Oil Palm*. 4 ed. Blackwell Science Ltd. Bath Press, Bath U.K. p 27-51; 339-362; 369-394.
- Corley, R. H. V. y Tinker, P. B. 2009. *La palma de aceite*. (Traducción al español del original “*The oil palm*” 4 ed. Blackwell Science Ltd por E. Maldonado y F. Maldonado) Impresores Molher Ltda. Bogotá, Colombia. p 29-54.
- Gabriel, G. 2009. *Hans Selye: el descubrimiento del estrés*. En Web http://hypatia.morelos.gob.mx/no4/el_estres.htm., Sep. 8 de 2009.
- Munévar M., F. 2004. *Relación entre la nutrición y las enfermedades de las plantas: Palmas* (Colombia) 25 (No.espec): 171-178.
- Turner, P. D. 1981. *Oil Palm Diseases and Disorders*. Oxford University Press. Singapore. pp 65-80; 233-275.