

Selección de palmas de aceite élite en plantaciones comerciales de Colombia



Selección de palmas de aceite élite

en plantaciones comerciales de Colombia



Boletín Técnico N° 20

Selección de palmas de aceite élite en plantaciones comerciales de Colombia

© Publicación del Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma)

Cofinanciado por Colciencias bajo el contrato N° 117-2005 y el Fondo de Fomento Palmero

Autores

Leonardo Rey Bolívar – Investigador Asociado, Cenipalma.

Iván Mauricio Ayala Díaz – Investigador Auxiliar, Cenipalma.

Pedro León Gómez Cuervo – Director Ejecutivo, Cenipalma.

Rodrigo Ruiz Romero – Investigador Auxiliar, Cenipalma.

Coordinación Editorial - Diagramación

Angélica Peña Rocha –Transferencia de Tecnología, Cenipalma.

Impresión

Molher Impresores

Cenipalma

Calle 21 N° 42C – 47

PBX: 2088660 Fax: 3681152

Email: bogota@cenipalma.org

www.cenipalma.org

Enero 2007

Bogotá D.C.

ISBN: 978-958-96153-8-6

Contenido

Presentación	5
Introducción	7
Proceso de selección de palmas sobresalientes	9
I. Selección de los mejores lotes en plantación	9
II. Selección inicial de palmas individuales	10
III. Evaluación de las palmas seleccionadas	12
IV. Identificación de palmas Élite	13
Anexo 1 (Formato para la pre-selección de palmas promisorias para selección de palmas Élite)	15
Anexo 2 (Cálculo del coeficiente de variación)	16
Anexo 3 (Procedimientos de evaluación en campo para selección de palmas de aceite Élite)	17
Anexo 4 (Formato de registro de las variables productivas)	28
Anexo 5 (Formato para el registro de medidas vegetativas en palma de aceite)	29
Anexo 6 (Formato para el registro de medidas vegetativas en palma de aceite)	30
Bibliografía	31

Presentación

Varios estudios han demostrado que más del 80% de los ingresos que obtienen los palmicultores, corresponden al incremento de la producción de aceite por hectárea. Por lo tanto, el aumento de la productividad es el principal factor que incide en el logro de la competitividad del sector. Para alcanzar el mayor aprovechamiento del potencial productivo de un material genético, éste debe estar rodeado de condiciones edafoclimáticas y de manejo que promuevan la máxima expresión de la interacción genotipo – ambiente.

Las condiciones edafoclimáticas del país palmero colombiano son muy variadas, las cuatro zonas palmeras son totalmente diferentes entre si y dentro de ellas existen grandes diferencias de suelos, luminosidad, precipitación y temperaturas extremas, entre otras variables. Esta gran diversidad de condiciones hace que en cada plantación se deba caracterizar muy bien el ambiente y se identifiquen para cada caso los genotipos que se comporten eficientemente en cada condición. Para mantener la competitividad del sector palmicultor se debe ir hacia la agricultura de precisión y éste es el primer paso hacia ella. Es necesario identificar, antes de las nuevas siembras y de las renovaciones, los materiales que respondan apropiadamente a los factores edafoclimáticos y de manejo específicos de cada plantación.

Cenipalma está intensificando su programa de producción de variedades mejoradas de palma de aceite adaptadas a las diferentes condiciones colombianas y se espera que en poco tiempo el país palmero esté dividido en zonas edafoclimáticas y dentro de ellas se inicie la evaluación de progenies promisorias que serán las que van a aportar los mejores materiales de siembra para cada una de ellas. Este será un proceso permanente como lo es el cultivo.

Como un paso intermedio entre lo que se tiene actualmente y la identificación de progenies para cada zona agroecológica, Cenipalma propone a las plantaciones interesadas, que de sus materiales comerciales Ténera sembrados entre los años 1991 y 1998 (palmas entre los 8 y 15 años), identifiquen las mejores palmas para que después de ser evaluadas durante 4 ó 5 años se proceda a su clonación para la utilización en la renovación en esas áreas.

Cenipalma dispondrá de un investigador en cada una de las zonas para que apoye en este procedimiento a las plantaciones que se vinculen a este proceso. El presente boletín técnico y sus anexos describen la metodología para la identificación de las palmas élite. Se espera que con este primer paso se masifique el programa de investigación para el fitomejoramiento de la palma de aceite, el cual deberá ser el producto de una selección conjunta entre investigadores de Cenipalma y técnicos de las empresas palmicultoras.

Introducción

Colombia posee cuatro regiones productoras de palma de aceite, cuyas características de clima y suelo las hacen contrastantes entre sí. Dichas condiciones limitan o estimulan el comportamiento de los diferentes materiales genéticos.

A continuación se presentan algunas de éstas:

Zona Palmera	Condición(es) limitante(s)
Norte	Déficit hídrico mayor a cinco meses, altas saturaciones de Ca y desbalance de bases.
Central	Altas saturaciones de aluminio (Al)>75%, deficiente distribución de las precipitaciones, déficit hídrico de tres meses, pedregosidad en el perfil (terrazza alta de Puerto Wilches).
Oriental	Saturaciones de aluminio (Al)>65%, desbalance de bases y zonas compactadas dentro del perfil.
Occidental	Pobre disponibilidad de bases, saturaciones de aluminio (Al)>50% y problemas de drenajes por las altas precipitaciones (mayores a 3000 mm/año).

Los cultivos comerciales de palma han sido desarrollados con semillas provenientes de diferentes casas comerciales y orígenes genéticos, por eso, su comportamiento varía significativamente de acuerdo con las condiciones ambientales del lugar donde estén, generando así, una interacción genotipo por ambiente significativa para los componentes del rendimiento, como número y peso total de racimos, cantidad y calidad de aceite, entre otros.

En las diferentes zonas palmeras se han detectado variaciones en la producción de racimos frescos y de aceite por hectárea / año, tanto en cultivos de la misma zona como en lotes de la misma plantación, muchas veces, con el mismo material genético.

Esto se da, ya que dentro de dichos materiales se presentan variaciones genéticas debido a que son mezclas de familias Dura X Pisifera (Híbridos intraespecíficos DxP).

La existencia de estas diferencias genéticas dentro de las familias, como entre ellas, permiten identificar palmas individuales sobresalientes en lotes comerciales, facilitando así analizar el siguiente comportamiento teórico, en la práctica:

1. La mejor familia híbrida (DxP) supera entre un 10% y un 15% al promedio de todas las familias en producción de aceite.
2. La mejor palma individual puede superar hasta en un 15% el promedio de la mejor familia híbrida (DxP).
3. La combinación de las dos situaciones anteriores, permite identificar y seleccionar palmas individuales sobresalientes con producciones de aceite superiores al promedio de la plantación entre un 20% y un 30%.
4. Esta situación se puede explotar en la práctica clonando estas palmas individuales sobresalientes para obtener lotes altamente productivos y muy uniformes.

Cenipalma dentro de su programa de mejoramiento está llevando a cabo una red de pruebas regionales (pruebas de progenie) a nivel nacional, ubicadas en cada una de las zonas agroecológicas que conforman la palmicultura Colombiana. En cada una de estas zonas se deben seleccionar las plantaciones en donde se realizará el seguimiento y la posterior selección de palmas Élite.

Esta guía técnica entrega al lector los pasos para la selección, evaluación e identificación de palmas sobresalientes o élites, adaptadas a las condiciones específicas (oferta ambiental) de cada finca o plantación, que serán la materia prima de los programas de clonación a escala comercial para las plantaciones que deseen renovar con este material, aprovechando plantas sobresalientes adaptadas a las condiciones agroclimáticas y de manejo de cada plantación.

El proceso de evaluación y selección de palmas sobresalientes en plantaciones comerciales se desarrolla de manera sistemática y jerárquica con el propósito de garantizar una evaluación confiable y con ello poder seleccionar palmas Élite individuales.

Para que este proceso tenga éxito, se deben seguir algunos pasos específicos (Figura 1), los cuales encontrará en este boletín divididos en los siguientes capítulos:

1. Selección de los mejores lotes dentro de la plantación.

2. Selección y evaluación de palmas promisorias dentro del mejor o los mejores lotes.

3. Selección de palmas Élite sobresalientes.

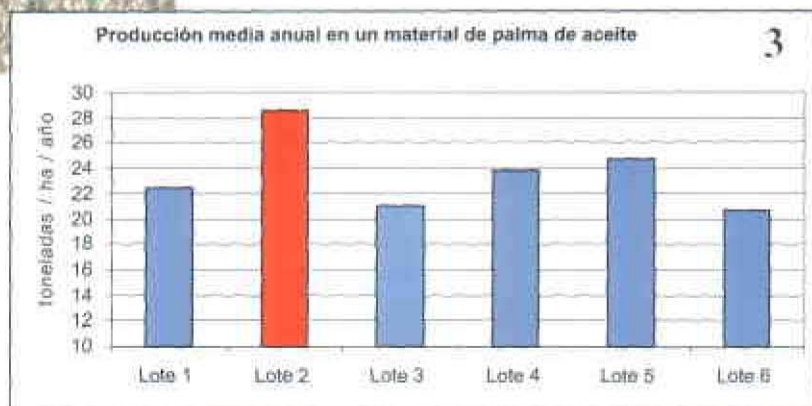
Además, este documento incluye anexos donde se describen en detalle la forma, el cálculo de medidas vegetativas, parámetros estadísticos y formatos de registro de mediciones.

PROCESO DE SELECCIÓN DE PALMAS SOBRESALIENTES

I. Selección de los mejores lotes en plantación



1. Selección de la plantación.
2. Selección de lote o lotes.
3. Selección de los mejores lotes en la plantación.



La selección de los mejores lotes dentro de una plantación deben cumplir los siguientes requerimientos mínimos:

1. Condiciones edáficas representativas dentro de la plantación (unidad de manejo agronómico que tenga igual material genético y edad).
2. Lotes de palmas ténera (DxP) con edades entre los 8 y 15 años.
3. Producción media histórica de los últimos cinco años, mayor a 24 toneladas de RRF (Racimos de Fruta Fresca) / hectárea / año con un coeficiente de variación (CV) máximo del 15%. (Ver anexo 2 para el cálculo del coeficiente de variación).

El número de lotes y de palmas depende del tamaño y de los recursos que la plantación dispone para las evaluaciones, por ejemplo:

“El pesaje de la producción de racimos de 300 palmas individuales, se hace con cuatro jornales / mes y el rendimiento de evaluaciones morfológicas es de 22 palmas / hombre / día.”



II. Selección inicial de palmas individuales dentro de los lotes seleccionados

La selección de palmas individuales dentro del lote o los lotes seleccionados se debe realizar teniendo en cuenta aspectos sanitarios, vegetativos y productivos, como los que se describen a continuación:

* Aspectos Sanitarios:

En la selección inicial se debe tener en cuenta el estado sanitario de las palmas, especialmente, que estén libres de plagas y enfermedades (pudrición de cogollo, pudriciones de estípites, anaranjamiento causado por ácaros, etc.), y en lo posible, que no presenten síntomas de deficiencias nutricionales.

• Aspectos Vegetativos:

Las palmas seleccionadas por aspectos sanitarios deben tener, además, una conformación homogénea del dosel y del estípite, y un crecimiento del tallo de un máximo de 50 cm. / año, que se calcularía así:

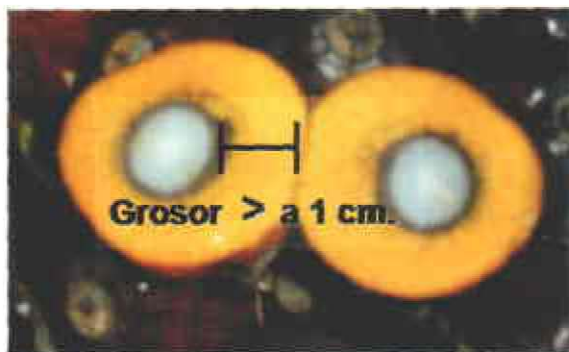
$$\frac{\text{Altura media}}{\text{Año (para la selección inicial)}} = \frac{\text{Altura hasta la base de la hoja 41 (cm.)}}{\text{Años de sembrada la palma}}$$

(Registrar en el formato 1, anexo 1)

Ejemplo: $\frac{450 \text{ cm.}}{10 \text{ años}} = \frac{45 \text{ cm.}}{\text{año}}$

• Aspectos Productivos:

En esta etapa de selección pasan las palmas escogidas por sanidad y aspectos vegetativos. A estas palmas pre - seleccionadas se les realiza un conteo de inflorescencias femeninas y racimos; luego, por medio de cortes de fruto en forma transversal, se mide el grosor de la pulpa (mesocarpio) que debe ser mayor a un centímetro. (Anexo 1)



Medición del grosor de la pulpa (mesocarpio)

Basados en estos resultados, se seleccionarán palmas con un número de estructuras reproductivas superiores o iguales a ocho aproximadamente. (Tabla 1)

Tabla 1. Pre-selección de palmas promisorias para selección de palmas Élite.

			Formato 1. Pre-selección de palmas promisorias para selección de palmas Élite				
Lote	Línea	Palma	Número de inflorescencias femeninas 1	Número de racimos 2	Número de estructuras reproductivas	Altura (cm/año)	Grosor de la pulpa (cm)
2	4	14	3	4	7	45	1,5
2	7	12	2	5	7	55	0,8
2	14	22	4	6	10	45	1
2	26	20	4	7	11	50	1,8
2	34	6	2	4	6	6	1,6

Número de estructuras reproductivas 3 = Número de inflorescencias femeninas 1 + Número de racimos 2

Palmas promisorias para la evaluación



III. Evaluación de las palmas seleccionadas

Después de haber seleccionado las palmas individuales promisorias bajo los criterios vegetativos, de sanidad y productividad (estructuras reproductivas presentes), se inicia un proceso intensivo de evaluaciones de tipo morfológico y productivo.



Este proceso se realiza durante un periodo entre cuatro y cinco años dependiendo de la estabilidad en las producciones y medidas a través de los años. La periodicidad para la toma de las evaluaciones es la siguiente:

Tipo de Evaluación	Periodicidad	Formato
Medidas vegetativas	Cada seis meses	Anexo 5
Peso y número de racimos	Según el ciclo de cosecha de la plantación de estudio	Anexo 3
Análisis de racimo	Dos por palma cada cuatro meses (seis al año)	Boletín especial sobre Análisis de Racimo

IV. Identificación de palmas Élite

Después de haber evaluado las palmas individuales por cuatro o cinco años, se seleccionan las palmas Élite, las cuales deben cumplir los siguientes criterios o índices de selección:

Producción media de RFF por palma por año:

> o igual a 250 Kg. (CV. hasta del 15% entre los años)

Aceite en racimo (potencial):

> o igual al 28% (CV. hasta del 20 % entre la media anual)

Aceite por palma (potencial):

> o igual a 70 Kg.

Producción potencial de aceite/hectárea/año:

> o igual a 10 toneladas

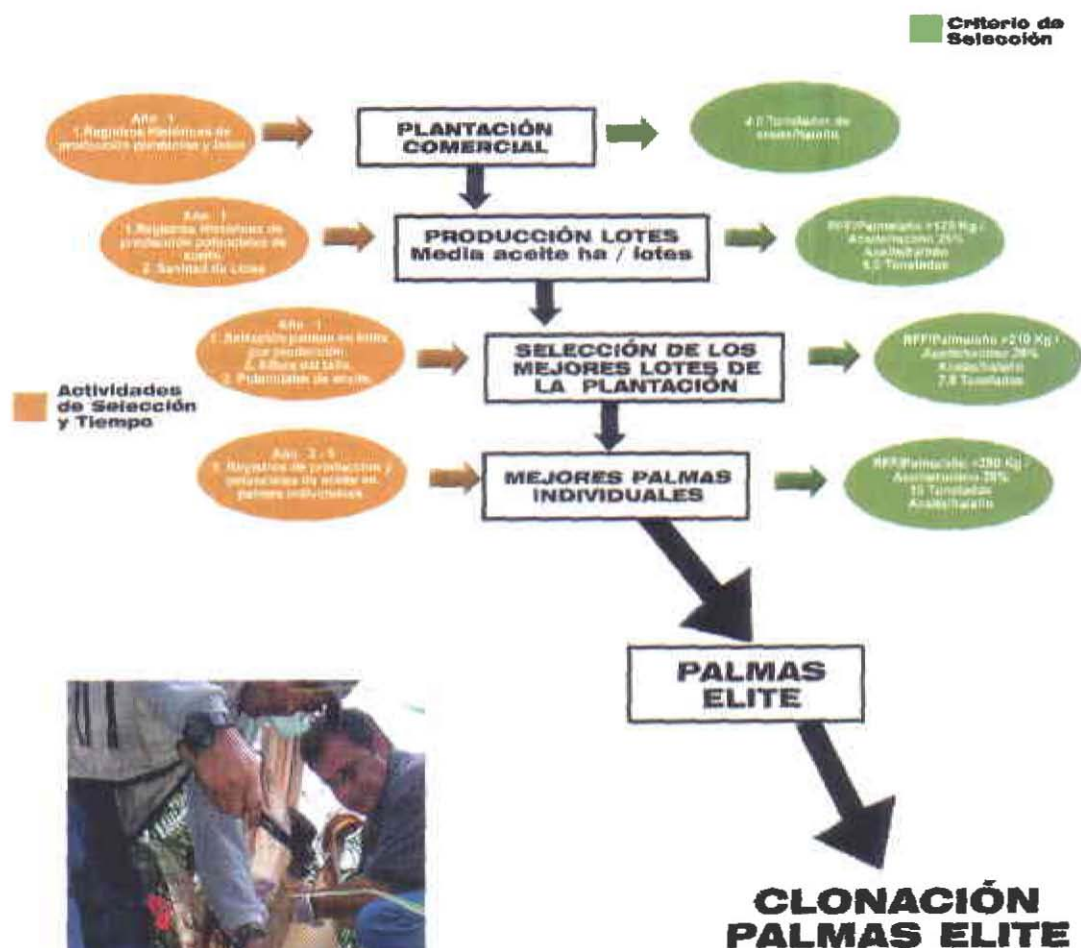
Índice de racimo (IR):

> a 0,6

“Recuerde que usted tiene en su plantación material genético comercial con una alta variabilidad, adaptado a las condiciones de suelo, clima y manejo agronómico. Los cuales puede seleccionar y utilizar mediante la clonación, que podrían garantizar altas productividades en forma uniforme”

Este tipo de palmas se constituyen en palmas Élite o sobresalientes, las cuales son consideradas como palmas madre u ortet para ser clonadas.

Tabla 2. Flujoograma Selección de palmas Élite para clonación



cenipalma

Lote

Línea

Palma

Número de
inflorescencias
femeninas 1

Número de racimos 2

**Número de
estructuras
reproductivas**

Altura
(cm/año)

Grosor de la pulpa (cm)

Anexo 2. Cálculo del coeficiente de variación (CV)

El coeficiente de variación (CV) representa el número de veces que la desviación estándar contiene a la media aritmética y por lo tanto cuanto mayor es CV mayor es la dispersión y menor la representatividad de la media.

Donde:

s = desviación estándar

x = media aritmética

$$CV = \frac{S}{|\bar{X}|} \times 100$$

Media: (media aritmética) es el promedio aritmético de las observaciones, es decir, el cociente entre la suma de todos los datos y el número de ellos. Si x_i es el valor de la variable y n_i su frecuencia, tenemos que:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i n_i}{n}$$

Desviación estándar: La desviación estándar es la medida de la dispersión de los valores respecto a la media (valor promedio). Esta se define como la raíz cuadrada positiva de la varianza:

$$S = \sqrt{S^2}$$

Ejemplo:

La producción de cinco años continuos de unos lotes ha sido de: 24,3, 26,8, 23,7, 22,2 y 25,1 toneladas de racimos de fruta fresca / ha / año respectivamente. Como se explicó, la media de producción debe ser mayor o igual a 24 toneladas de racimos de fruta fresca / ha / año y el coeficiente de variación no debe ser mayor al 15% (CV). El cálculo de la media y el CV se realiza de la siguiente manera:

Cálculo de la media: Se suman todos los valores de la variable dividida entre el número total de datos de los que se dispone:

$$X = \frac{24,3 + 26,8 + 23,7 + 22,2 + 25,1}{5 \text{ (años)}} \\ X = 24,42$$

La varianza S^2 : Es la media de los cuadrados de las diferencias entre cada valor de la variable y la media aritmética de la distribución.

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 n_i}{n - 1}$$

$$Sx2 = (24,3 - 24,42)^2 + (26,8 - 24,42)^2 + (23,7 - 24,42)^2 + (22,2 - 24,42)^2 + (25,1 - 24,42)^2$$

$$Sx2 = 2,897$$

$$S = \sqrt{S^2}$$

La desviación estándar S: es la raíz cuadrada de la varianza.

$$S = \sqrt{2,897} = 1,7021$$

El coeficiente de variación: cociente entre la desviación estándar y el valor absoluto de la media aritmética.

$$CV = (1,7021 / 24,42) \times 100 = 6,97\%$$

Anexo 3. Procedimientos de evaluación en campo para la selección de palmas de aceite Élite

I. Evaluaciones de tipo productivo

A. Procedimiento para la medición de la materia seca productiva:

La evaluación de la productividad de la materia seca productiva comprende la sumatoria de los componentes del rendimiento tales como el número y peso de racimos, el registro de esta información en campo debe realizarse en el formato de registro de variables productivas. (Anexo 4)

1. Número de racimos (NR):

Es el resultado de la sumatoria de racimos en un periodo de tiempo determinado, generalmente se expresa en número de racimos / palma / año.

2. Racimos de fruta fresca (RFF):

Es la sumatoria del peso de los racimos en un periodo de tiempo determinado (Figura 1). En este procedimiento se debe tener en cuenta el peso de los frutos sueltos, ya que en largos periodos de registros este peso puede ser significativo. Esta variable se expresa en kilogramos de fruta fresca / racimo.



Figura 1. Pesaje de los racimos de fruta fresca

3. Peso medio del racimo (PMR):

Es la resultante entre la sumatoria de RFF dividido por la sumatoria del número de racimos en un periodo de tiempo determinado y se expresa en kilogramos de materia fresca.

$$\text{PMR} = \sum \text{Racimos de fruta fresca} / \sum \text{Número de racimos}$$

4. Peso seco de los racimos (PSR) y racimos de fruta seca (RFS):

Para el cálculo del peso seco de racimo es recomendable utilizar la metodología de Corley, R.H.V. et al 1971, quienes encontraron una muy alta correlación entre el peso seco del racimo y el peso fresco del mismo con un $r^2=0.935$. La formula obtenida por medio de la regresión es:

$$\text{PSR} = 0.540 * F - 0.372 \text{ (Corley, et al. 1971)}$$

Donde:

PSR: Peso seco del racimo (kilogramos)

F: Peso fresco del racimo (kilogramos)

$$\text{RFS} = 0.540 * \text{RFF} - 0.372 \text{ (Corley, et al. 1971)}$$

Donde:

RFS: Peso seco del racimo (kilogramos)

RFF: Peso fresco del racimo (kilogramos)

Esta metodología fue validada por Cenipalma, para los Llanos Orientales de Colombia, por Contreras, A.P. en 1996.

5. Índice de Racimo (IR):

Es la proporción del peso seco de los racimos con respecto a la producción total de materia seca por palma. Esta variable es calculada por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{IR} = \text{RFS} / (\text{RFS} + \text{MSV})$$

Donde:

IR: Índice de racimo

RFS: Racimos de fruta seca

MSV: Materia seca vegetativa total en kilogramos

II. Evaluaciones de tipo vegetativo

A. Procedimiento para la medición de los componentes vegetativos:

1. Área foliar de la hoja 17 (AF):

- Procedimiento para la toma de mediciones en el campo:

La información generada sobre el área foliar debe registrarse en el formato de medidas vegetativas. (Anexo 5)

Paso 1: Reconozca el sentido de la Filotaxia:

Identifique el sentido de la filotaxia de la palma, puede ser derecho o izquierdo. (Figura 2 y 3)



Figura 2. Organización foliar derecha



Figura 3. Organización foliar izquierda

Paso 2: Localización y corte de la hoja 17:

Localice la hoja numero 17 según la filotaxia de la palma y posteriormente corte esta hoja en la parte baja del pecíolo. (Figuras 4 y 5)



Figura 4. Organización foliar derecha



Figura 5. Organización foliar izquierda

Paso 3: Número de foliolos:

Cuente el número de foliolos de la hoja 17 por el lado de la lámina foliar, en donde los foliolos rudimentarios (espinas) estén más cerca de la base del pecíolo. Los foliolos rudimentarios se tienen en cuenta en el conteo. (Figura 6)



Figura 6. Conteo de foliolos

Paso 4: Largo del pecíolo y del raquis:

Registre el largo del pecíolo con una cinta métrica desde la base (inserción con el estipe o tallo) hasta donde empiezan los folíolos rudimentarios. La longitud del raquis se mide desde que empiezan los folíolos rudimentarios hasta el ápice de la hoja. (Figuras 7, 8 y 9)



Figura 7. Medición del largo de la hoja



Figura 8. Acercamiento de los folíolos rudimentarios



Figura 9. Terminación de los folíolos en la punta de la hoja

Paso 5: Selección de los folíolos:

Seleccione seis folíolos a cada lado del raquis de la lámina foliar de la hoja 17, localizados en las 3/5 partes de la longitud del raquis (para reducir tiempo en el campo multiplique la longitud del raquis por 0,6), (Figura 10)



Figura 10. Selección de los folíolos en la hoja 17

De cada lado de la hoja seleccione los tres folíolos más largos y sanos. (Figura 11)



Figura 11. Selección de los folíolos

Paso 6: Medición de los folíolos:

Los seis folíolos seleccionados se doblan por la parte media en dirección al largo del folíolo; posteriormente, se mide el ancho y el largo en centímetros. (Figuras 12, 13 y 14)



Figura 12. Doble los foliolos por su parte media



Figura 13. Mida el ancho de los seis foliolos



Figura 14. Mida el largo de los seis foliolos

“Recuerde registrar en el formato de medidas vegetativas cada uno de los datos” (Anexo 5)

Determinación matemática:

Las determinaciones del área foliar en la palma adulta son realizadas en la hoja 17 según la filotaxia de la palma de aceite, debido a que estructuralmente esta es la hoja más madura y representativa de la palma. Su cálculo se puede realizar por medio de la siguiente ecuación (Hardom et al, 1969):

$$AF = b * (n * lw)$$

Donde:

AF: Área foliar en metros cuadrados (m²)

n: Numero de foliolos

lw: Ancho del foliolo x largo del foliolo en centímetros

b: Factor de corrección (para la palma de aceite es de 0.55, este valor fluctúa entre 0.51 y 0.57, pero en la mayoría de los experimentos, se utiliza el valor de 0.55 (Hatley, 1986) y está validado por Cenipalma bajo condiciones de la palmicultura Colombiana (Contreras, 1996).

2. Peso seco foliar (PSF):

Procedimiento para la toma de mediciones en campo:

El registro de la información en campo, generada en el siguiente procedimiento de peso seco foliar, debe registrarse en el formato de medidas vegetativas. (Anexo 5)

Paso 1: Reconozca la hoja 17 según la filotaxia de la palma: (Figuras 15 y 16)



Figura 15. Organización foliar derecha

Figura 16. Organización foliar izquierda

Paso 2: Corte la hoja y mida el ancho y el grosor del pecíolo, ubicándolo al comienzo de los folíolos rudimentarios

(Figuras 17 y 18)



Figura 17. Ancho del pecíolo



Figura 18. Espesor del pecíolo

Paso 3: Determinación matemática:

Realice los cálculos matemáticos para determinar el peso seco foliar de la hoja 17.

$$\text{PSF} = 0.1023 \times P + 0.2062 \text{ (Corley, et al. 1971)}$$

Donde:

PSF: Peso Seco Foliar (kilogramos)

P: Ancho del pecíolo (w) x espesor del pecíolo (d), en centímetros

3. Emisión Foliar (EF)

Paso 1: Reconozca y pinte la hoja 1 con pintura de aceite de color anaranjado o amarillo en la base del raquis.

Paso 2: Ubique la hoja pintada 3, 6 ó 12 meses después, y cuente a partir de esta, el número de hojas nuevas.

Paso 3: Determine la emisión foliar, contando el número de hojas nuevas sobre el total de meses que trascurrieron desde el momento que se pintó la hoja, hasta que se evaluó.

$$\text{Emisión foliar / mes} = \frac{\text{No. hojas nuevas}}{\text{No. meses transcurridos}}$$

4. Producción de Materia Seca Vegetativa Total (MSVT):

Es la sumatoria de la producción de materia seca vegetativa total. Hojas, tronco y peciolo. Producida en un periodo de tiempo determinado (un año):

Se calcular por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{MSVT} = K + \text{EF} \times \text{PSF} \quad (\text{Corley, et al 1971})$$

EF x PSF: Peso Seco Foliar Total por año

Donde:

EF: Emisión Foliar

PSF: Peso Seco Foliar (Hoja 17)

K: Incremento anual del peso del tronco, (kg/año), donde $K = D \times V$ donde:

D: Densidad del estipe

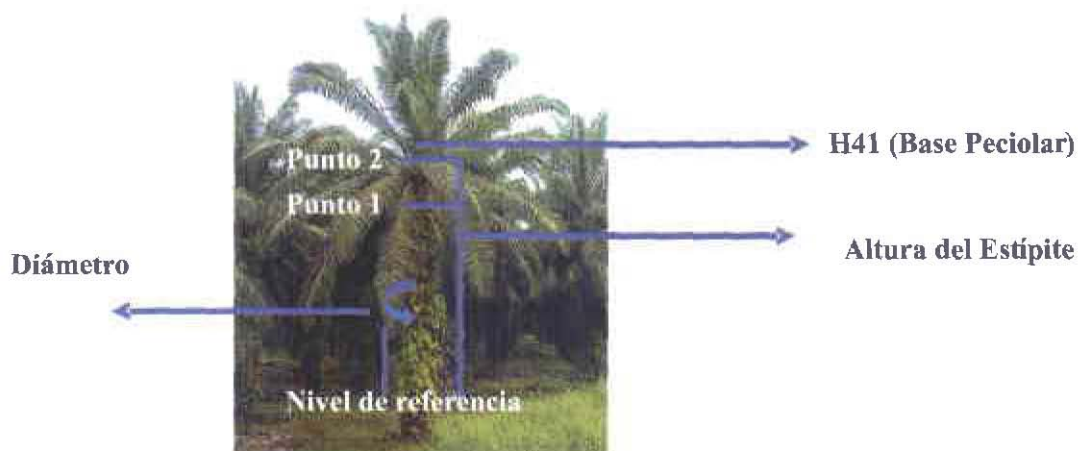
V: Volumen del estipe

D y V se determinan mediante constantes determinadas de la siguiente manera:

$$D = 0,1211$$

$$V = 3,14159 (\text{Pi}) \times r^2 (\text{radio}) \times \text{Incremento de altura (cm) en un año}$$

$$\text{Incremento de altura} = \text{Punto 2} - \text{Punto 1}$$



4. Altura del estípite (ALT) e Incremento de altura

Paso 1: Identifique la hoja 41 según la filotaxia de la palma.

Paso 2: Mida la distancia desde la base peciolar de la hoja 41 hasta un punto de referencia en la palma, cercano a la superficie del suelo.

Paso 3: Mida nuevamente la altura de la palma al año, como en el punto 2.

Paso 4: Obtenga el incremento de la altura de la palma, como la diferencia entre la lectura registrada en el punto 3 y la registrada en el punto 2.

“Recuerde registrar en el formato de medidas vegetativas cada uno de los datos” (Anexo 5)

Anexo 4. Formato de registro de las variables productivas

[illegible]

30

Anexo 6. Materia seca vegetativa e índice de racimo

PSF (Kg)	EF (N°)	K	MSVT (Kg)	RFS (Kg)	IR

Donde:

PSF: Peso Seco Foliar

EF: Emisión Foliar

K: Incremento anual del peso del tronco

MSVT: Materia seca vegetativa total

RFS: Racimos de fruta seca

IR: Índice de Racimo

Bibliografía

CONTRERAS, P. Análisis de crecimiento en la palma de aceite. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. 1996

CORLEY, R.H.V.; HARDÓN, J.J.; TANG, Y. Analysis of growth of the oil palm *Elaeis guineensis* Jacq. In: Estimation of growth parameters and application in breeding. *Euphytica*, 20, p 307 -315. 1971.

HARDON, J.J. Leaf Area and Yield in the oil palm in Malaya. *Expl. Agric.* 5, 25-32. 1969.

HARTLEY, C. La Palma de Aceite, México, editorial continental. 1986

REY L.; AYALA I.; RUIZ R.; GOMEZ P.; REYES A.; *et. Al.* Evaluación y selección de materiales Dura en plantaciones comerciales de palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. XIV Conferencia Internacional sobre Palma de Aceite. Colombia. 2003

Colección Boletines Técnicos Fedepalma - Cenipalma

- No. 1** Reconozca usted la Marchitez Sorpresiva, 1ª edición, Enero 1986
- No. 2** El gusano canasta. *Oiketicus Kirbyi Guild*, Enero 1987
- No. 2A** Importancia de la adecuada capacidad de almacenamiento de aceite de palma, 1ª edición, Abril 1987
- No. 3** Material plantable de la palma africana de aceite, Mayo 1987
- No. 4** Anillo Rojo en palma africana, Diciembre 1988
- No. 5** Guía de los usos del aceite de palma, Mayo 1989
- No. 6** Importancia de una adecuada capacidad de almacenamiento de aceite de palma, 2ª edición, Febrero 1989
- No. 7** Certificados de depósito y bonos de prensa para el aceite de palma africana, Septiembre 1989
- No. 7A** Reconozca usted la Marchitez Sorpresiva, 2ª edición, Septiembre 1990
- No. 8** Mancha Anular de la palma africana, Febrero 1991
- No. 9** Anillo Rojo hoja corta en palma de aceite, 1ª edición: Abril 1995, 2ª edición: Diciembre 2004
- No. 10** Manejo de efluentes de plantas extractoras, Marzo 1996
1. Arranque, operación y mantenimiento de lagunas de estabilización.
- No. 11** Manejo de efluentes de plantas extractoras, Marzo 1997
2. Diseño de lagunas de estabilización.
- No. 12** Guía general para el muestro foliar y de suelos en cultivos de palma de aceite, 1ª edición: Mayo 1998, 2ª edición: Octubre 2002.
- No. 13** Diagnóstico y manejo preventivo de las enfermedades virales de la palma de aceite en la Zona Occidental de Colombia, 2001
- No. 14** Selección y descarte en plantas de vivero, Mayo 2002
- No. 15** Biología, hábitos y manejo de *Cyparissius (Castnia) daedalus* Cramer, Barrenador gigante de la palma, Septiembre 2002
- No. 16** Manejo de *Leptopharsa gibbicularina* Froeschner, insecto inductor de la Pestalotiopsis, Septiembre 2002
- No. 17** Referenciación competitiva para la agroindustria de la palma de aceite en Colombia, Estudios de cosecha y control de pérdidas en la Zona Central, Mayo 2005
- No. 18** Mejores prácticas de cosecha, Mayo 2006
- No. 19** Mejores prácticas en plantas de beneficio, Febrero 2007
- No. 20** Selección de palmas de aceite elite para clonación, Marzo 2007