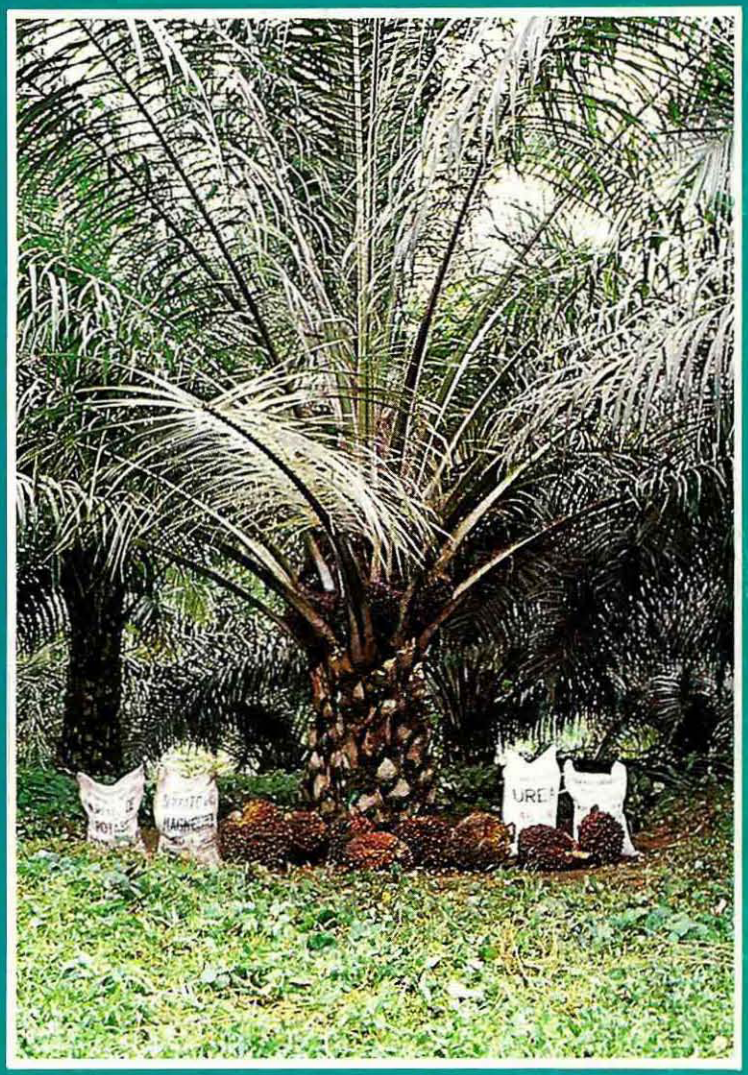
MANUAL DE NUTRICION Y FERTILIZACION DE LA PALMA AFRICANA



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

* *Nelson Motato A.*
** *Julián Barba R.*

MANUAL DE NUTRICION Y FERTILIZACION DE LA PALMA AFRICANA

* *Ing. Agr. , Maestro en Ciencias, Especialista en Edafología y Fertilidad de Suelos, Director Estación Experimental "Santo Domingo", INIAP.*

** *Ing. Agr., Jefe Departamento de Suelos y Fertilizantes, Estación Experimental "Santo Domingo", INIAP.*

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

RECONOCIMIENTO

Los autores expresan su reconocimiento al grupo de Investigadores del Departamento de Suelos y Fertilizantes de la Estación Experimental "Santo Domingo", del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), que en su oportunidad aportaron su contingente en la tarea investigativa de la Institución y que sirvió de base para la elaboración del presente manual y a los Ings. Agron. José Laínez C, y Saúl Mestanza S., por sus valiosos comentarios y sugerencias al texto de esta publicación.

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

CONTENIDO

Capítulo		Pág
	RECONOCIMIENTO	i
	CONTENIDO	ii
	INDICE DE CUADROS	iii
	INDICE DE FIGURAS	iv
	INDICE DE FOTOGRAFIAS	v
I.	INTRODUCCION	1
II.	SUELOS PARA PALMA AFRICANA	1
III.	REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LA PALMA AFRICANA	2
IV.	ESTADO NUTRICIONAL DE ALGUNOS SUELOS CULTIVADOS CON PALMA AFRICANA EN EL ECUADOR	6
V.	RESPUESTAS DE LA PALMA AFRICANA A LA FERTILIZACION QUIMICA	10
VI.	METODOS PARA DIAGNOSTICAR LA FERTILIDAD DE LA PLANTACION	15
	A. Suelos	15
	1. Elaboración de un croquis de campo	15
	2. Forma y profundidad de muestreo	18
	3. Precauciones	18
	B. Hojas	18
	1. Elaboración de un plano o croquis de campo	18
	2. Epoca de muestreo	23
	3. Número de plantas a muestrear	23
	4. Elección de hoja a tomar	23
	5. Determinación del rango de la hoja	23
VII.	RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION	23
	A. Para el vivero	26
	B. Para el sitio definitivo	27
	1. Transplante	27
	2. Plantaciones de 2 a 3 años	28
	3. Plantaciones de 4 o más años	28
	C. Normas para la aplicación de fertlizantes	
VIII:	TRANSFORMACION DE LAS RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION A FERTILIZANTES COMERCIALES	31
	A. Utilizando fertilizantes simples	31
	B. Utilizando fertilizantes compuestos	32
IX.	LITERATURA CONSULTADA	

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág
1	Contenidos de N, P y K, en diferentes órganos de la palma africana.	3
2	Nutrientes extraídos (kg/ha), en una plantación de palma africana de 20 años de edad.	3
3	Extracción anual de nutrientes, para una producción de 15 toneladas de racimos/ha.	4
4	Resultados e interpretación del análisis químico de suelos de varios sitios de explotación de palma africana en la vía Quinindé-Santo Domingo-Quevedo.	7
5	Resultados e interpretación del análisis químico foliar de algunas plantaciones de palma africana en producción a lo largo de la vía Quinindé-Santo Domingo-Quevedo.	8
6	Resultados del análisis químico de muestras de suelos tomados a varias profundidades en la corona y la interlínea de plantas de palma africana con y sin síntomas de "amarillamiento-secamiento del follaje".	9
7	Efectos de la fertilización química, sobre la producción y nutrición en palma africana.	12
8	Características de algunos suelos y respuestas a los fertilizantes fosfatados.	13
9	Respuestas de la palma africana a la fertilización potásica, en algunos suelos de origen volcánico en Indonesia.	14
10	Recomendaciones de fertilización, para la etapa de vivero cuando se utiliza como sustrato el suelo virgen de montaña.	26
11	Recomendaciones de fertilización, para la etapa de viveros, cuando se utiliza como. sustrato tierra de horizontes superficiales de suelos ya explotados.	27
12	Recomendaciones de fertilización, para el trasplante y/o para el primer año de plantación.	27
13	Recomendaciones de fertilización para plantaciones de 2 a 3 años de edad.	28

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

Cuadro		Pág
14	Recomendaciones de fertilización para plantaciones de 4 o más años de edad.	28
15	Cálculo de fertilizantes comerciales simples a partir de las recomendaciones del análisis foliar.	34
16	Cálculo de fertilizantes comerciales, a partir de las recomendaciones del análisis foliar, cuando se complementa con un fertilizante compuesto (18-46-0).	35
17	Cálculo de fertilizantes comerciales, a partir de las recomendaciones del análisis foliar, cuando se complementa con fertilizantes compuestos (15-15-15 y 12-24-12).	36

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág
1	Cantidad de N, P, K y Mg (kg/ha) extraídas a través de 10 años de plantación.	5
2	Contenidos foliares de nitrógeno, frente a varios niveles de fertilización nitrogenada, durante varios años en Indonesia.	11
3	Efecto de varias combinaciones de fertilizantes en la producción de palma africana.	16
4	División del área a sembrarse en sectores de condiciones semejantes.	17
5	División de la plantación en sectores de condiciones semejantes.	19
6	Recorrido en zig-zag que se deberá seguir en la toma de la muestra del suelo.	20
7	Esquema de la toma de muestra de hojas en palma africana. (a) Hoja No. 17 (b) Folíolos de la parte media (c) Parte media de los folíolos (Muestra para analizar).	24
8	Distribución foliar de la palma africana.	25

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía		Pág
1	No obtenga muestras de suelo, al pie de cercas o zanjas.	21
2	Evite muestrear el suelo, en lugares de acumulación de materia vegetal o estiércol.	21
3	No utilice suelo proveniente de lugares donde hayan ocurrido quemas recientes.	21
4	Descarte como zonas de muestreo de suelos, las áreas con pendiente pronunciada.	22
5	Deseche las zonas pantanosas o de acumulación de sales, para el muestreo de suelos.	22
6	Distribución de los fertilizantes, durante el primer año de cultivo.	29
7	Distribución de los fertilizantes, para el segundo año de cultivo.	29
8	Forma de aplicación de los fertilizantes, para el tercer año de cultivo.	30
9	Forma de aplicación de los fertilizantes, del cuarto año de cultivo en adelante.	30

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

I. INTRODUCCION

La palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.), es un cultivo propio de zonas tropicales húmedas. En nuestro país se desarrolla ampliamente en la zona noroccidental del Litoral, caracterizada por precipitaciones que sobrepasan las 2.500 mm y temperaturas entre 25 y 28°C, aunque con baja radicación solar.

Por su alta rentabilidad, en los últimos años las áreas sembradas se han incrementado notablemente, existiendo en la actualidad alrededor de 70.000 hectáreas; de las cuales, la mayor parte se localiza en el triángulo Quinindé-Santo Domingo de los Colorados-Quevedo. Bajo esta situación y condiciones, el promedio de producción es de 12 Ton/ha/año, que contribuye en gran parte ante la demanda creciente de aceites, mantecas y otros subproductos, con el lógico ahorro de divisas para el país.

Este promedio de producción se considera bajo, al ser comparado con los obtenidos en otros países donde se cultiva esta oleaginosa, siendo la causa principal la aplicación incorrecta de algunas prácticas agronómicas en el manejo del cultivo.

En los actuales momentos, y desde hace algún tiempo, no existe una guía correcta que ayude a los agricultores palmicultores a establecer y utilizar en forma acertada planes óptimos de fertilización, que conlleven finalmente a incrementos en la producción, toda vez que para los otros factores contables que intervienen en la ecuación de rendimiento, existen metodologías y recomendaciones correspondientes.

Este Manual de Nutrición y Fertilización de la Palma Africana, está dirigido especialmente para los palmicultores y para quienes en una u otra forma desarrollan sus actividades en el área del conocimiento de los suelos y fertilización.

Es importante señalar, para quienes hagan uso de este manual, que cada capítulo y tabla de recomendación no es más que una guía, que ayudará a emitir recomendaciones más cercanas a la realidad.

II. SUELOS PARA PALMA AFRICANA

En Ecuador, las áreas de cultivo de palma africana, se encuentran ubicadas en zonas del trópico húmedo, tanto en el noroccidente del Litoral ecuatoriano, entre Quinindé, Santo Domingo de los Colorados y Quevedo, como en el nororiente del país en las áreas próximas a Shushufindi y Lago Agrio.

En el Litoral, cerca del 70°/o del área cultivada se encuentra sobre suelos de origen volcánico formados en el Terciario y Cuaternario clasificados como Dystrandepts y Eutrandepts. En la vía Santo Domingo de los Colorados-Quinindé existe un predominio de suelos con apreciables contenidos de alófanos (arcillas amorfas) y en la vía Santo Domingo de los Colorados-Quevedo, prevalecen las arcillas del tipo haloisita.

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

Los suelos de la región oriental, están clasificados como Dystrandepts y Distropepts, donde prevalecen las arcillas caoliníticas que se han desarrollado a partir del material volcánico, constituídos por cenizas y arenas.

Desde el punto de vista edáfico la palma africana crece en muchas clases de suelos, siendo preferible aquellos cuya profundidad varía entre 1 y 1.5 metros, ricos en humus y nutrientes, con textura franco arenosa en el horizonte A y arcillosa en el horizonte B. El drenaje deberá ser bueno para asegurar una excelente aireación y una alta capacidad de retención de humedad, ya que la palma africana necesita mucha agua. Siempre que sea posible se debe escoger áreas planas o ligeramente onduladas, aun cuando se pueden lograr buenos rendimientos en zonas más accidentadas, pero los costos de establecimiento y producción aumenta.

Con relación a la acidez del suelo el pH óptimo está entre 5.5 y 7.0, pero en la práctica los mejores resultados se obtienen en suelos neutros o ligeramente ácidos.

Suelos con drenaje deficiente o que presenten características adversas o indeseables, como: poca profundidad en sus primeros estratos; arena gruesa, gravas y rocas en la capa superficial; compactos, duros o rígidos; capa freática elevada y permanente, afectarán seriamente el crecimiento del cultivo.

Una descripción detallada del perfil del suelo, y el conocimiento de las cualidades de algunas características físicas y químicas del mismo, ayudarán a determinar las relaciones convenientes de agua, aire y nutrientes.

III. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LA PALMA AFRICANA

La palma africana extrae gran cantidad de nutrientes del suelo. Se considera que por palma y por año se forman aproximadamente 30 hojas, 10 inflorescencias masculinas y nueve racimos. Se estima que la cantidad de material vegetal elaborada anualmente es de 300 a 500 kg, de los cuales entre 80 a 230 kg corresponden a racimos, 150 kg a hojas y 20 kg a inflorescencias masculinas. Esto evidencia que el cultivo necesita cantidades elevadas de minerales para su desarrollo adecuado.

Un estudio efectuado por Georgi (1931), en el cual se determinaron las cantidades de algunos nutrientes, en diferentes órganos de la palma africana, de siete años de edad y con una producción de 8.2 TM de racimos/hectárea, mostró que los valores tanto para nitrógeno como para potasio son bastante elevados y que una buena parte de ellos retornan al suelo, por efecto de la poda de hojas e inflorescencias masculinas (Cuadro 1).

En el Congo y Nigeria, se estimaron las cantidades de nutrientes almacenados en el tronco, hojas, raíces y racimos, para un hectárea de palma africana de 20 años de edad. Las cantidades extraídas son elevadas y aún cuando no son iguales para los países indicados, los nutrientes más absorbidos son el nitrógeno y el potasio. El calcio, magnesio y fósforo son asimilados en menores cantidades, en su orden. Es importante resaltar, que para todos los nutrientes y en ambos países, los contenidos más altos se determinaron en el tronco y racimos, y los más bajos en hojas y raíces (Cuadro 2).

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

Cuadro 1. Contenidos de N, P y K, en diferentes órganos de la palma africana.

Parte de la planta	N	P	K
	---------- kg/ha ----------		
Hojas	64	4	44
Inflorescencias masculinas	15	2	13
Racimos	21	4	47
TOTAL	101	10	104

Fuente: Georgi, citado por:
SANTANA, C.J.I. de, MIRANDA, E.R. de e ROSAND, P. 1975. Consideracaos sobre os requerimientos nutricionais e fertilicao do dendezeiro. Brasil, EMBRAPA/CEPEC. Boletín Técnico No. 31. p. 5-26.

Cuadro 2. Nutrientes extraídos (kg/ha), en una plantación de palma africana de 20 años de edad.

Parte de la planta	Congo					Nigeria				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Tronco	649	119	252	270	164	220	35	150	110	165
Hojas	64	6	53	27	10	170	20	100	110	65
Raíces	84	9	86	1	4	70	5	90	14	30
Racimos	264	97	585	88	82	430	90	500	76	65
TOTAL	1361	231	976	386	260	890	150	840	310	325

Fuente: Fewerda y Tinker y Smilde, citados por:
WERKHOVEN, J. 1967. Fertilización de la palmera de aceite. Trad. por L. Martínez. Hannover Verlagsgesellchaft für Ackerbau mbH. Boletín Verde No. 18. 58 p.

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

En cuanto a necesidades por producción, el Cuadro 3 indica las extracciones anuales de nutrientes para un rendimiento de 15 toneladas de racimos por hectárea. A pesar de existir variación, en los diversos autores y sitios analizados, se observa que las mayores extracciones relacionadas con la producción, son para nitrógeno y potasio. El fósforo, calcio y magnesio entran en menor proporción.

Cuadro 3. Extracción anual de nutrientes, para una producción de 15 toneladas de racimos/ha.

Investigador (País)	N	P	K	Ca	Mg
			kg		
Bunting (Malasia)	39	6	85	--	--
Ng., Thamboo (Malasia)	44	6	56	12	12
Blommendaal (India)	90	20	135	39	--
Wilbaux (Congo-Kinshasa)	66	11	69	--	--
IRHO (Costa de Marfil)	66	5	68	12	12
IRHO (Dahomey)	54	5	68	15	14

Fuente: OLLAGNIER, N.; OCHS, R. e MARTIN, G. 1970. Adubacao do dendezeiro no mundo. Fertilite 36 (2) : 3-64.

La nutrición mineral de la palma aceitera varía con la edad del cultivo, condiciones ambientales y aptitud genotípica. Así se ha llegado a estimar necesiades pequeñas en cuanto a nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio, durante el primer año después del transplante al sitio definitivo. Los requerimentos se incrementan grandemente del segundo al séptimo año en el caso del nitrógeno y del segundo al cuarto año en cuanto al potasio, manteniéndose en equilibrio hasta el décimo año, donde se estabiliza la demanda por estos nutrientes. Respecto al magnesio y fósforo, la necesidad es muy pequeña pero va en aumento hasta el octavo año, para posteriormente uniformarse. (Figura 1).

Las cifras mostradas sobre los nutrientes almacenados y/o estraídos por la palma aceitera varían ampliamente, sin embargo se observan las tendencias siguientes:

1. El nitrógeno y el potasio son requeridos en grandes cantidades particularmente por el tronco y los racimos.

2. Las necesidades por calcio, magnesio y fósforo son menores.

3. La mayor parte de los nutrientes absorbidos son retirados del campo por los racimos.

4. Las cantidades extraídas por las hojas y raíces son relativamente pequeñas.

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

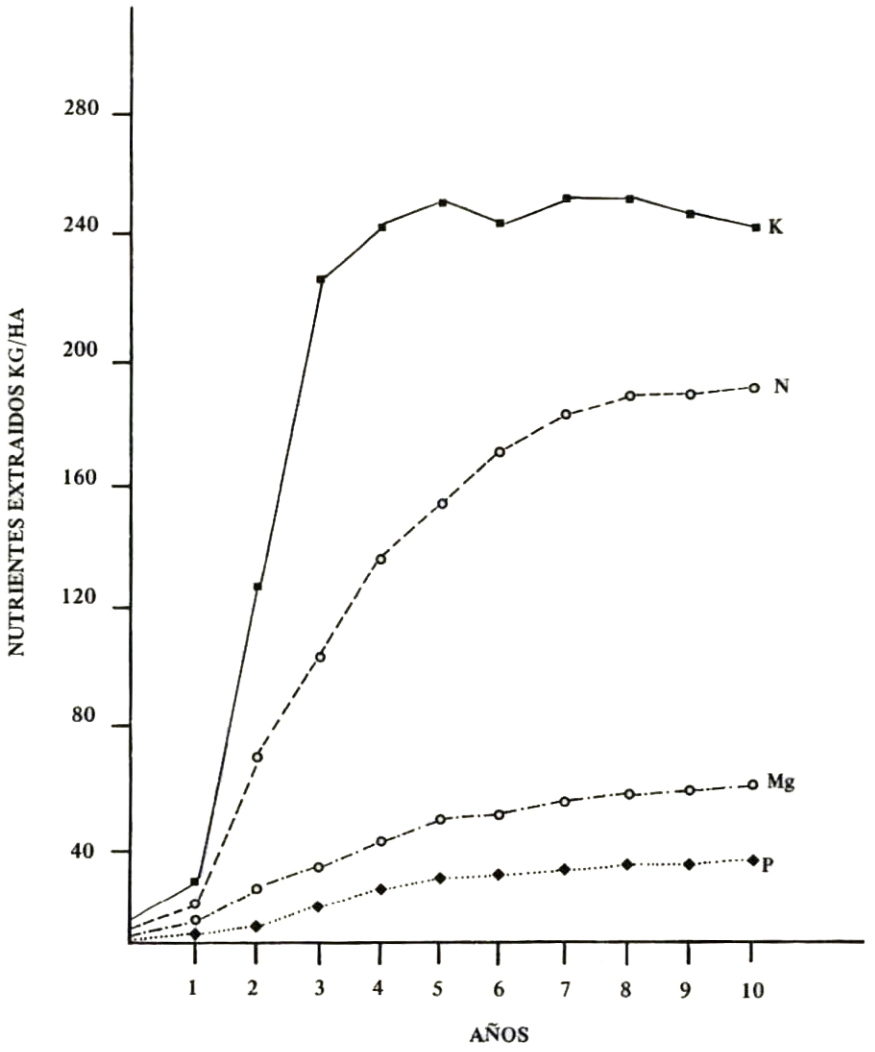


FIGURA 1. **Cantidades de algunos nutrientes (Kg/ha) extraídas por palma africana durante 10 años**

Fuente: Ng, S.K. 1977. Review of oil palm nutrition and manuring-scope for greater economy in fertilizer usage. In. International Developments in Oil Palm (Ed. Earp, D. A. and Newall, W.) Inc. Soc. of Planters, Kuala Lumpur, p. 209–233.

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

IV. ESTADO NUTRICIONAL DE ALGUNOS SUELOS CULTIVADOS CON PALMA AFRICANA EN EL ECUADOR

El Cuadro 4, muestra los resultados del análisis químico de algunos suelos donde se cultiva palma africana, en tanto que el Cuadro 5 resalta el análisis químico foliar de varias plantaciones en producción. Las muestras fueron obtenidas de plantaciones ubicadas en el área palmicultura del triángulo Quinindé-Santo Domingo de los Colorados-Quevedo.

Es notorio, en el primer caso, que la mayoría de los suelos presentan problmeas en la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio, los contenidos en calcio son "altos" y los de magensio varían de "medios" a "altos". En cuanto a micronutrientes, los niveles determinan suficiencia para el hierro y cobre, y un déficit marcado para el manganeso y zinc.

Respecto al análisis foliar, las plantaciones estudiadas muestran contenidos "adecuados" para nitrógeno, fósforo y magnesio en el 50°/o de los casos y valores "bajos" y "deficientes" en el porcentaje restante. Las determinaciones para potasio y calcio, en la totalidad de los sitios, indicaron un buen suministro de estos nutrientes.

A partir de 1970, las áreas sembradas con palma africana en nuestro país se han visto afectadas por un trastorno conocido como "amarillamiento-secamiento del follaje", el mismo que inicialmente se atribuyó a una deficiencia de magnesio de los suelos, de acuerdo al criterio de algunas personas, incluyendo técnicos extranjeros que en su oportunidad enfocaron el problema. Analizada toda la información técnica disponible por el Departamento de Suelos y Fertilizantes de la Estación Experimental "Santo Domingo" del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (NIAP), se ha concluído que siendo este un problema nutricional, se debe en ocasiones solo al déficit indicado y, en otras, a las deficiencias de otros elementos y/o de sus desbalances.

Esto podría deberse a la manifiesta pobreza de gran parte de los suelos del área palmicultura, agravada por programas de fertilización química inadecuados.

En 1983, un estudio preliminar ha testimoniado el hecho de que la fertilización que se ha venido aplicando podría estar acidificando los suelos de las plantaciones de palma en Santo Domingo de los Colorados. Dicho efecto ha sido encontrado en una prueba realizada con muestras de suelos tomadas a varias profundidades en la corona y la interlínea de plantas con y sin "amarillamiento-secamiento", de una plantación ubicada en el km 56 en la vía Quevedo-Santo Domingo de los Colorados (Cuadro 6). Los resultados mostraron que: a) en los suelos de la corona fertilizada, de las plantas con amarillamiento, el pH fue más bajo y la acidez libre más alta que en los suelos de la interlínea de estas mismas plantas; b) en las capas superficiales (0-5 y 5-10 cm) más en contacto con los fertilizantes, de la corona fertilizada, el pH fue aún más bajo y la acidez libre aún más alta que en el promedio de los cuatro horizontes del perfil; c) el incremento de la acidez produjo la consecuente disminución de calcio y potasio intercambiables y también la de magnesio, a pesar de las aplicaciones corrientes de los fertilizantes que lo contienen (solo en el horizonte superficial de la corona fertilizada hubo más magnesio que en mismo horizonte del suelo de la interlínea); d) el porcentaje de saturación efectiva de

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

Cuadro 4. **Resultados e interpretación del análisis químico de suelos, de varios sitios de explotación de palma africana en la vía Quinindé-Santo Domingo-Quevedo.**

Provincia	Sectores (Lugar)	pH	ug/ml		meq /100 g suelo			ug/ml			
			N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn
Esmeraldas	La Unión (ICA)	6.2	29 B	4 B	0.05 B	9.69 A	1.72 A	4.0 M	4.1 A	102.5 A	2.6 B
"	Guayllabamba (P. de los Andes)	6.0	21 B	3 B	0.05 B	4.38 A	0.42 M	2.3 B	3.4 M	75.0 A	2.3 B
"	La Unión (El Limón)	5.6	21 B	4 B	0.06 B	2.97 A	0.21 B	1.3 B	2.6 M	72.5 A	4.1 B
"	Quinindé (Santa Mónica)	5.9	32 M	6 B	0.28 M	7.56 A	1.26 A	4.7 M	2.9 M	106.0 A	18.6 A
"	Quinindé (Malimpia)	6.0	26 B	9 B	0.07 B	8.19 A	0.70 A	1.9 B	1.7 M	48.0 A	5.1 M
"	La Independencia (PEXA)	5.6	17 B	7 B	0.10 B	3.34 A	0.54 M	2.4 B	4.0 M	125.0 A	5.1 M
"	Villegas (Leonas)	5.6	28 B	3 B	0.21 M	6.63 A	0.91 A	2.9 B	5.5 A	75.0 A	2.1 B
Pichincha	Santo Domingo (El Salvador)	6.1	26 B	3 B	0.13 B	3.66 A	0.80 A	2.7 B	7.7 A	+125.0 A	3.2 B
"	Santo Domingo (El Pambil)	6.0	15 B	4 B	0.07 B	4.91 A	0.59 M	2.7 B	5.1 A	103.0 A	1.4 B
"	Santo Domingo (El Bambú)	5.9	21 B	4 B	0.08 B	3.75 A	0.31 B	3.0 B	7.9 A	125.0 A	3.8 B
"	Santo Domingo (La Merced)	5.3	20 B	6 B	0.05 B	1.16 A	0.39 M	2.4 B	5.1 A	92.0 A	2.1 B
"	Flor del Valle (Las Canarias)	5.9	20 B	6 B	0.13 B	4.91 A	0.85 A	2.7 B	3.2 M	98.0 A	3.2 B
"	La Concordia (INIAP)	5.8	21 B	10 M	0.14 B	3.75 A	0.62 M	3.5 M	9.8 A	125.0 A	5.6 M
"	La Concordia (Palfricasa)	5.6	13 B	3 B	0.22 M	3.44 A	0.57 M	3.3 M	5.6 A	92.5 A	1.1 B
"	La Concordia (PAECA)	5.6	16 B	4 B	0.10 B	2.41 A	0.54 M	3.7 M	5.1 A	84.0 A	7.4 M
Los Rios	El Vergel	6.4	33 M	5 B	0.11 B	2.50 A	0.57 M	0.5 B	3.9 A	30.9 M	2.0 B
"	Patricia Pilar (Skinner)	6.4	33 M	4 B	0.10 B	6.56 A	0.77 A	3.0 B	6.0 A	98.1 A	2.3 B
"	Buena Fé (FUMISA)	6.2	21 B	4 B	0.12 B	6.25 A	0.78 A	2.5 B	3.4 M	125.0 A	2.6 B
"	Patricia Pilar (MAYRA)	6.7	24 B	8 B	0.18 B	7.50 A	1.30 A	3.3 M	6.0 A	+125.0 A	2.6 B
"	Patricia Pilar (EL PALMAR)	6.2	17 B	7 B	0.13 B	3.75 A	0.36 M	2.0 B	4.1 A	81.3 A	4.9 B

A = Alto M = Medio B = Bajo

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

Cuadro 5. **Resultados e interpretación del análisis químico foliar de algunas plantaciones de palma africana en producción a lo largo de la vía Quinindé-Santo Domingo-Quevedo.**

Provincia	Sectores (Lugar)	% en Materia Seca				
		N	P	K	Ca	Mg
Esmeraldas	Qunindé (P. de los Andes)	2.14 B	0.14 A	0.69 B	0.87 A	0.28 A
"	Quinindé (Santa Mónica)	2.35 A	0.13 B	0.94 A	0.84 A	0.18 B
"	Quinindé (Malimpia)	2.28 A	0.15 A	0.81 A	0.87 A	0.23 A
"	La Unión (El Palmar)	2.05 B	0.13 B	1.33 A	0.80 A	0.23 A
"	La Independencia (PEXA)	2.65 A	0.15 A	1.33 A	1.00 A	0.21 B
"	La Unión (Fusakatan)	2.40 A	0.12 B	0.90 A	0.80 A	0.12 D
Pichincha	La Concordia	2.23 A	0.12 B	1.00 A	0.90 A	0.09 D
"	La Concordia (INIAP)	2.09 B	0.11 B	1.20 A	1.00 A	0.12 D
"	La Concordia (Palfricasa)	2.08 B	0.12 B	1.25 A	0.80 A	0.17 B
"	Santo Dominggo (El Bambú)	1.89 B	0.13 B	0.86 A	0.75 A	0.23 A
"	Santo Domingo (PAECA)	1.78 B	0.10 B	1.30 A	0.60 A	0.11 D
"	Santo Domingo (María Zoila)	2.17 B	0.14 A	1.00 A	0.84 A	0.19 B
Los Ríos	Patricia Pilar (Oleaginosas)	2.24 A	0.16 A	1.06 A	0.96 A	0.10 D
"	Patricia Pilar (Skinner)	2.35 A	0.15 A	0.81 A	0.84 A	0.27 A
"	Patricia Pilar (Mayra)	2.14 B	0.15 A	1.00 A	0.84 A	0.27 A

A = Adecuado
B = Bajo
D = Deficiente

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

Cuadro 6. **Resultado del análisis químico de muestras de suelos tomadas a varias profundidades en la corona y la interlínea de plantas de palma africana con y sin síntomas de "amarillamiento del follaje"**

Muestras de suelos	Prof. (cm)	Plantas sin amarillamiento							Plantas con amarillamiento						
		pH	Al	Ca	Mg	K	≤	Sat. Al (%)	pH	Al	Ca	Mg	K	≤	Sat. Al (%)
Corona Fertilizada	0 – 5	4.9	0.14	2.25	1.56	0.20	4.15	3.37	4.0	0.34	1.10	0.82	0.10	2.36	14.40
	5 – 10	4.8	0.10	1.75	0.89	0.18	3.02	3.31	3.9	0.30	0.30	0.20	0.10	0.90	33.33
	10 – 15	5.0	0.06	1.45	0.89	0.18	2.58	2.32	4.0	0.24	0.80	0.27	0.10	1.41	17.02
	15 – 20	5.2	0.04	1.05	0.66	0.15	1.90	2.10	4.2	0.16	0.60	0.15	0.08	0.99	16.16
Promedio		5.0	0.08	1.62	1.02	0.18	2.90	2.76	4.0	0.26	0.70	0.36	0.10	1.42	18.31
Interlínea	0 – 5	5.8	0.01	8.50	1.25	0.20	9.60	0.10	5.7	0.01	7.40	0.63	0.18	8.22	0.12
	5 – 10	6.0	0.02	5.50	0.91	0.28	6.71	0.30	5.9	0.01	5.10	0.45	0.18	5.74	0.17
	10 – 15	6.1	0.02	4.00	0.56	0.28	4.36	0.45	5.8	0.01	3.70	0.34	0.13	4.18	0.24
	15 – 20	6.1	0.02	3.35	0.52	0.25	4.14	0.48	5.9	0.01	2.90	0.30	0.15	3.36	0.30
Promedio		6.0	0.02	5.34	0.81	0.25	6.42	0.31	5.8	0.01	4.80	0.43	0.16	5.40	0.18

Fuente: LAINEZ, C. 1989. Avances en la investigación del problema "amarillamiento-secamiento" de la palma africana en el Ecuador. Quito, Ecuador. INIAP. Publicación Miscelanea No. 51. p. 19.

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

aluminio intercambiable en relación con la suma total de bases llegó a ser 196 veces mayor (0.17 contra 33.33°/o) en el suelo del horizonte 5-10 cm de la corona de las plantas con "amarillamiento-secamiento" y, e) tanto la acidificación como la disminución de calcio, magnesio y potasio, y el aumento del porcentaje de saturación de aluminio, fueron menores en los suelos de la corona fertilizada de las plantas sin amarillamiento.

V. RESPUESTAS DE LA PALMA AFRICANA A LA FERTILIZACION QUIMICA

Resultados de experimentos de fertilización nitrogenada en suelos de origen volcánico en Indonesia, han mostrado que el contenido de nitrógeno en plantas de palma africana varía entre 2.4 y 2.6; y, reafirman el hecho de que si no se aplica este nutriente, dicho contenido puede disminuir a 2.1, pudiendo estabilizarse en aproximadamente 2.5 con la fertilización indicada (Figura 2).

En Papua, Nueva Guinea, sobre la misma clase de suelos, no obstante que se lograron incrementos en los rendimientos y en los contenidos foliares de nitrógeno, conforme se aumentó la fertilización con urea, estos no fueron significativos (Cuadro 7).

En los dos casos anteriores, existe una tendencia positiva de la fertilización nitrogenada, sin alcanzar diferencias marcadas o contrastantes. Probablemente bajo las condiciones de cultivo, existe un nivel elevado de nitrógeno en el suelo, como producto del aporte del cultivo de cobertura (leguminosas preferentemente), complementado por la intensa actividad microbiana, que asociado con los altos contenidos de materia orgánica y un pH adecuado, contribuyen en la aportación de este nutriente; tampoco debe descartarse la contribución del nitrógeno contenido en las precipitaciones que son importantes en las áreas de cultivo.

En el mismo Cuadro, claramente se observa que la fertilización fosfatada no originó ningún efecto en la producción ni en los valores del análisis foliar.

Al respecto, de una investigación realizada en Indonesia con varios tipos de suelos, de manera general se observó que en suelos lateríticos con bajos contenidos en fósforo se alcanzó marcada respuesta a su aplicación, lográndose un efecto contrario en suelos aluviales; en tanto, que en suelos volcánicos se dan discrepancias. Para relacionar las características del suelo y las respuestas al fertilizante, se sugiere considerar el nivel de fósforo en el suelo o su capacidad de fijación (Cuadro 8).

Varios experimentos, en algunos países donde se cultiva palma africana, han mostrado efectos positivos de la fertilización potásica sobre la producción.

En Papua, Nueva Guinea, es notoria la respuesta en cuanto a producción a los niveles de muriato de potasio aplicados al suelo, a pesar de que se observa una disminución significativa en los contenidos foliares en cuanto a potasio y boro. Esto ocasionó además, incrementos en los contenidos foliares de calcio y cloro (Cuadro 7).

Experiencias en Indonesia, han demostrado el beneficio que se logra, con las aplicaciones de cloruro de potasio en la producción (Cuadro 9). En el primer caso (Exp. LB–CP1),

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

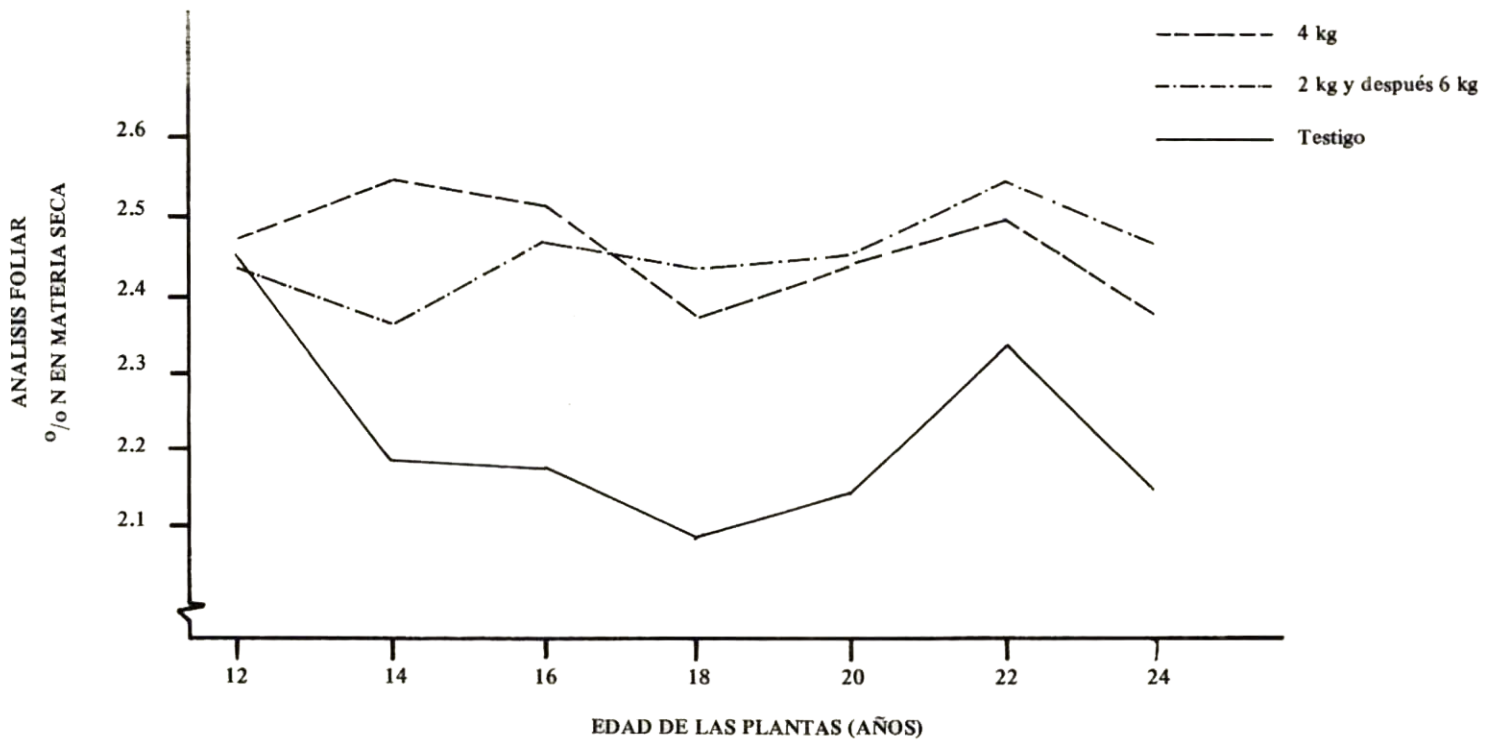


FIGURA 2. Contenidos foliares de Nitrógeno frente a varios niveles de fertilización nitrogenada, durante varios años en Indonesia.

Fuente: OLLAGNIER, M. & OLIVIN. 1984. Effets de la nutrition sur la production. Progrés génétiques et effets de la nutrition sur la qualité de l' huile de paime (1). Oleagineux, 39 (7): p. 349–362.

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

Cuadro 7. Efectos de la fertilización química, sobre la producción y nutrición en palma africana.

Niveles de fertilización 1/ (kg/palma/año)	Producción (Ton/ha/año)	% de materia seca 2/					ppm de materia seca 2/	
		N	P	K	Ca	Mg	Cl	B
N_0 = 0	18.21	2.46	0.159	0.773	0.99	0.192	0.45	10.8
N_1 = 0.75	18.25	2.47	0.156	0.766	0.98	0.183 *	0.51	10.3
N_2 = 1.50	18.30	2.48	0.156	0.764	0.97	0.175 **	0.49	9.9
N_3 = 2.25	18.30	2.48	0.157	0.788	0.97	0.185	0.47	10.8
K_0 = 0	17.48	2.49	0.157	0.811	0.92	0.187	0.34	11.3
K_1 = 1.50	17.83	2.47	0.157	0.773 **	0.98 *	0.180	0.48 ***	10.5 *
K_2 = 3.00	19.18 **	2.46	0.156	0.766 **	0.96	0.187	0.53 ***	10.2 **
K_3 = 4.50	19.09 **	2.47	0.156	0.751 **	1.05 **	0.181	0.56 ***	9.8 **
MSD 5%	1.07	NS	NS	0.03	0.06	0.009	0.05	0.8
Mg_0 = 0	18.25	2.46	0.157	0.764	0.99	0.176	0.43	11.0
Mg_1 = 3.00	18.54	2.48	0.157	0.766	0.97	0.192 ***	0.52	9.9 ***
P_0 = 0	18.41	2.47	0.156	0.777	1.00	0.181	0.49	10.4
P_1 = 0.75	18.38	2.47	0.158	0.774	0.96	0.186	0.47	10.5
MSD 5%	NS	NS	NS	NS	NS	0.007	0.003	0.5

1/ N = Urea
K = Muriato de Potasio
Mg = Cloruro de Magnesio
P = Fosfato Disódico

MSD = Diferencia mínima significativa
NS = No significativo
* = Significación al 0.05
** = Signficación al 0.01
*** = Significación al 0.001

2/ Valores para la hoja No. 17

Fuente: BREURE, C. J. and ROSENQUIST, E. A. 1977. An oil palm fertilizer experiment on volcanic soils in Papua New Guinea. In. International Developments In Oil Palm. The proccedings of the Malaysian International Agricultural Oil Palm Conference held In Kuala Lumpur, 1976. Malaysia. Ed. Earp and Newall. pp. 327-341.

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

Cuadro 8. Características de algunos suelos y respuestas a los fertilizantes fosfatados

Niveles de los umbrales de fósforo en el suelo para IC = 50	Suelos volcánicos				Suelos aluviales			Suelos lateríticos	
	Ecuador	Indonesia			Colombia	Indonesia	Perú	Costa de Marfil	Brasil
		CP1	BB3	TG2					
Total 400 ppm 1/	800	270	134	153	1000	1320	475	300	80
Saunders 130 2/	200	16	40	18	440	510	92	84	22
Olsen 30 3/	70	25	14.7	38.5		96	32	13	8
Bray 15 4/	2.8	1.7	5.2	2		9.5	11	7.3	3.9
Capacidad de fijación ppm	2300	530	820	790	450	950	885	230	200
Respuestas a fosfatos °/o	0	50	0	0	0	0	0	+10	200

1/ Estracción usando ácidos perclórico y nítrico
2/ Extracción usando soda caliente 0.1 N
3/ Extracción usando un reactivo compuesto de NH_4F, 0.5 N y $NaHCO_3$, 0.5 a pH 8.5
4/ Extracción usando un reactivo compuesto de NH_4F, 0.03 N y HC1, 0.1 N.

Fuente: OLLAGNIER, M.& OLIVIN, J. 1984. Effets de la nutrition sur la production. Progres génétiques et effets de la nutrition sur la qualité de l' huile de palme (1). Oleagineux, 39 (7) 349-362.

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

Cuadro 9. Respuestas de la palma africana a la fertilización potásica, en algunos suelos de origen volcánico en Indonesia

Dosis de KCl (kg/palma/año)	Experimento * LB–CP1			Experimento ** AL–CP1			
	Contenidos foliares de K (%)	Producción (kg/palma/año)	Incremento (%)	Contenidos foliares de K (%)	Contenidos foliares de Cl (%)	Producción (kg/palma/año)	Incremento (%)
0	0.720	191	–	0.775	0.283	147	–
1	0.659	200	5	0.861	0.456	169	15
2	0.847	221	16	0.832	0.500	161	10

* Fertilización complementada con fósforo

** Fertilización complementada con nitrógeno y fósforo

Fuente: OLLAGNIER, M. & OLIVIN, J. 1984. Effets de la nutrition sur la productión. Progrés génétiques et effets de la nutrition sur la qualité de l'huile de palme (1). Oléagineux, 39 (7): 349–362.

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

se aprecia que el efecto del cloruro de potasio es maś pronunciado una vez que la deficiencia de fósforo ha sido corregida, que puede ser explicado tanto por los requerimientos de potasio cada vez mayores como por la corrección de una deficiencia, y más asentuado por el efecto depresivo del fosfato. En el experimento AL–CP1, el cloruro de potasio interviene como factor complementario de la producción, aumentándola en un 15°/o a partir del momento en que se corrigen las principales deficiencias en nitrógeno y fósforo; por otra parte, los contenidos foliares de potasio y cloro aumentaron por efecto de los niveles del fertilizante potásico adicionado.

En nuestro país, en el área de influencia de la Estación Experimental "Santo Domingo" del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del INIAP, al hacer una evaluación de nueve combinaciones de fertilizantes, se observó incrementos en la producción cuando se aplicó potasio (KCl y/o ceniza de raquiz de palma africana) complementado con adiciones de nitrógeno, fósforo y magnesio (Figura 3).

En el mismo Centro Experimental, algunos trabajos sobre fertilización química en plántulas durante la etapa de vivero, indicaron respuestas positivas a las aplicaciones complementarias de nitrógeno, fósforo y potasio; por otra parte, al estudiar algunas frecuencias, se determinó que la aplicación cada tres meses a partir del tercer mes de la siembra, fue la que mostró mayor eficacia.

VI. METODOS PARA DIAGNOSTICAR LA FERTILIDAD DE LA PLANTACION

Los análisis químicos de suelos y foliares, ayudan a predecir las cantidades de nutrientes necesarios para complementar la reserva del suelo. El primero, se recomienda antes de establecer la plantación, el segundo, es la mejor alternativa para determinar las cantidades de fertilizantes en plantaciones de palma africana en producción.

Los procedimientos, en cada caso, se presentan a continuación.

A. Suelos

Los análisis químicos de suelos, determinan los contenidos disponibles de nutrientes, los que al ser comparados con niveles críticos pre-establecidos orientan las recomendaciones de programas de fertilización de un cultivo con el propósito de incrementar la producción y productividad a niveles económicos.

Para que las recomendaciones de fertilización, a base del análisis del suelo, sean confiables en gran parte dependerá del método de muestreo y las precauciones que se tengan al realizarlo. Las normas que se indican a continuación, deberán tenerse en cuenta a fin de lograr lo indicado.

1. Elaboración de un croquis de campo

Cuando se va a establecer el cultivo en el sitio definitivo (Figura 4), se elaborará un croquis o plano de campo en el que se determinarán áreas que presenten condi-

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

FIGURA 3. Efecto de varias combinaciones de fertilizantes en la producción de la palma africana

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

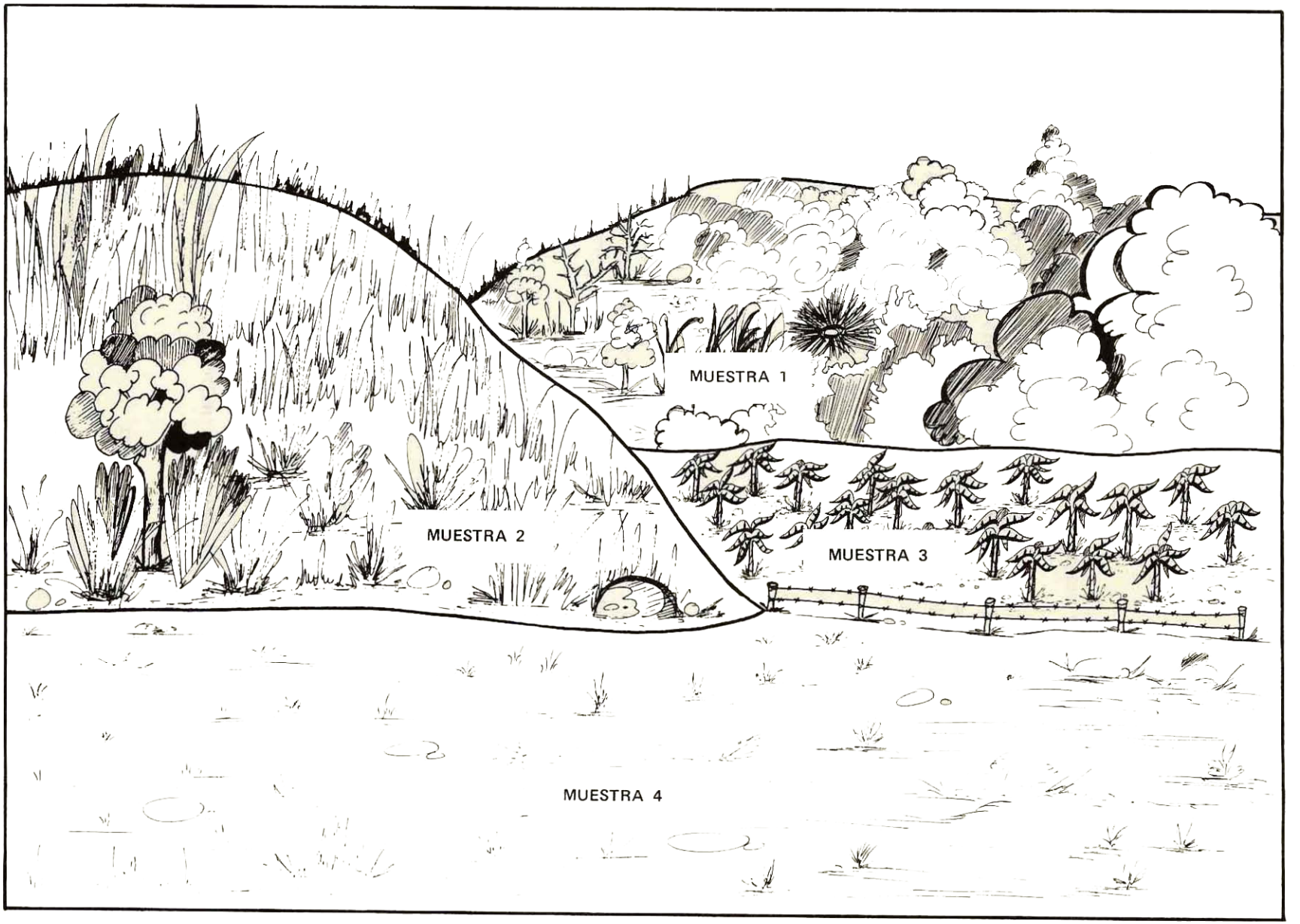


FIGURA 4. Croquis de área a sembrarse, con división en sectores de condiciones semejantes

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

ciones similares de suelo, como: manejo, vegetación, color, drenaje, topografía, etc.

Cuando se tiene el terreno sembrado con palma africana, la definición de las áreas estará en función de la variedad (origen), edad de las plantas, topografía, etc. (Figura 5).

2. Forma y profundidad de muestreo

En cada área representativa, no mayor de 10 hectáreas, siguiendo un recorrido en zig-zag, se tomarán de 15 a 20 submuestras, tratando de abarcar todo el terreno (Figura 6). Estas submuestras, tomadas a la profundidad de 0-20 cm, se mezclarán en un recipiente de donde se tomará aproximadamente un kilogramo de la mezcla y se constituirá una "muestra representativa" para fines de análisis.

Si el área total del terreno presenta condiciones semejantes de suelo, se eligirá un área representativa (cinco hectáreas) y se realizará la labor antes indicada.

3. Precauciones

Recuerde lo siguiente:

a. No mezcle muestras de diferentes áreas.
b. Al tomar muestras en lotes que han sido recientemente fertilizados, tener cuidado de no muestrear en los sitios donde los fertilizantes fueron aplicados.
c. No tome muestras en los siguientes lugares:
   - Al pie de cercas o zanjas (Fotografía 1).
   - Lugares de acumulación de material vegetal o estiércol (Fotografía 2).
   - Lugares donde haya ocurrido quemas recientes (Fotografía 3).
   - Areas con pendiente pronunciada (Fotografía 4).
   - Zonas pantanosas o de acumulación de sales (Fotografía 5).

B. Hojas

El análisis químico foliar, constituye un método valioso para evaluar el estado nutricional de las plantaciones de palma africana en producción y sirve para orientar los programas de fertilización, junto con el conocimiento de la fertilidad del suelo.

Su realización deberá ser orientada a lograr un muestreo óptimo de acuerdo a las normas que se indican a continuación.

1. Elaboración de un plano o croquis de campo

Si hay diferencias marcadas en el suelo de la plantación, se procederá a elaborar un plano o croquis de campo, en el que se definirá áreas, considerando algunos factores como: color, profundidad, pendiente, etc.

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

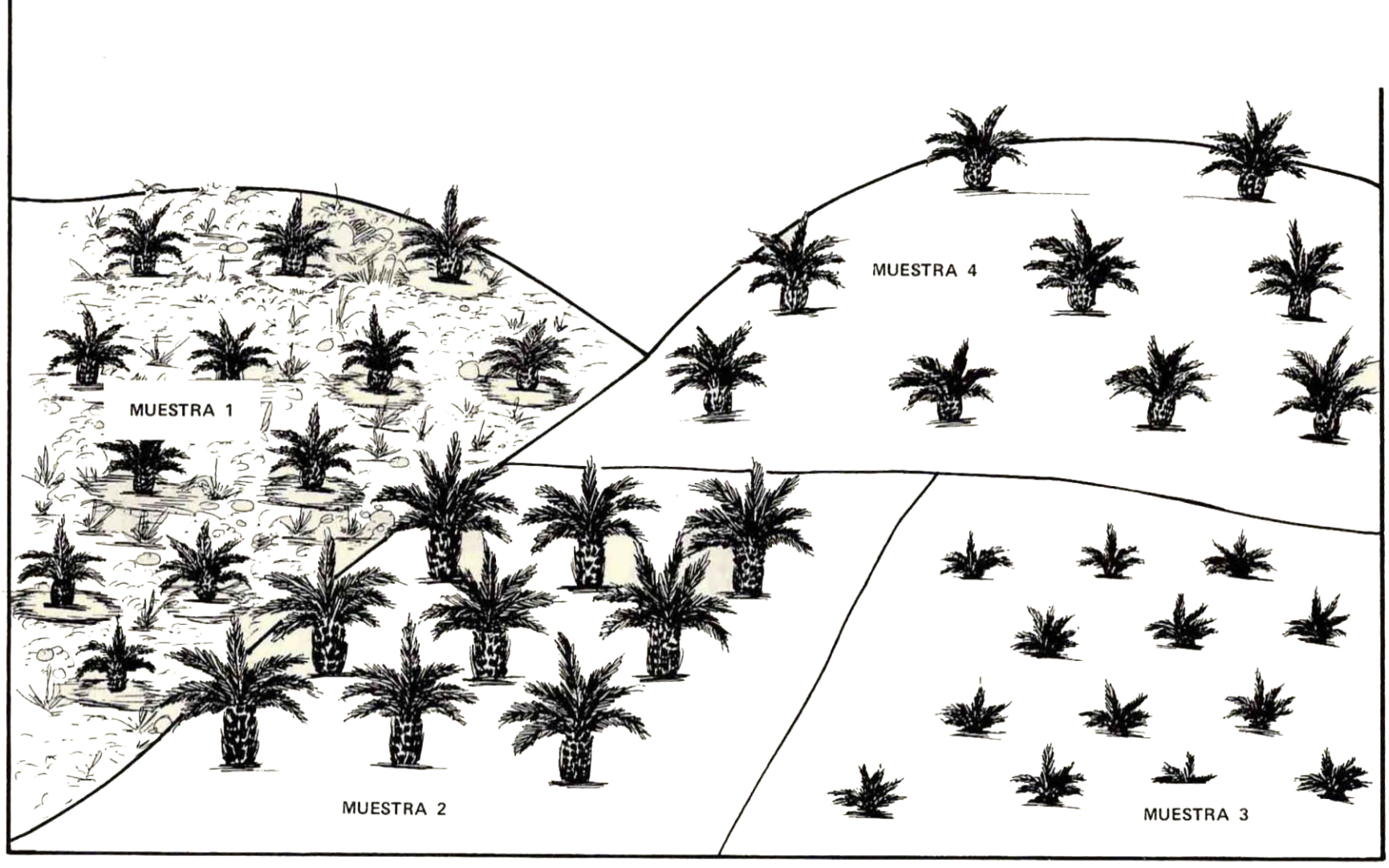


FIGURA 5. División de la plantación en sectores de condiciones semejantes

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

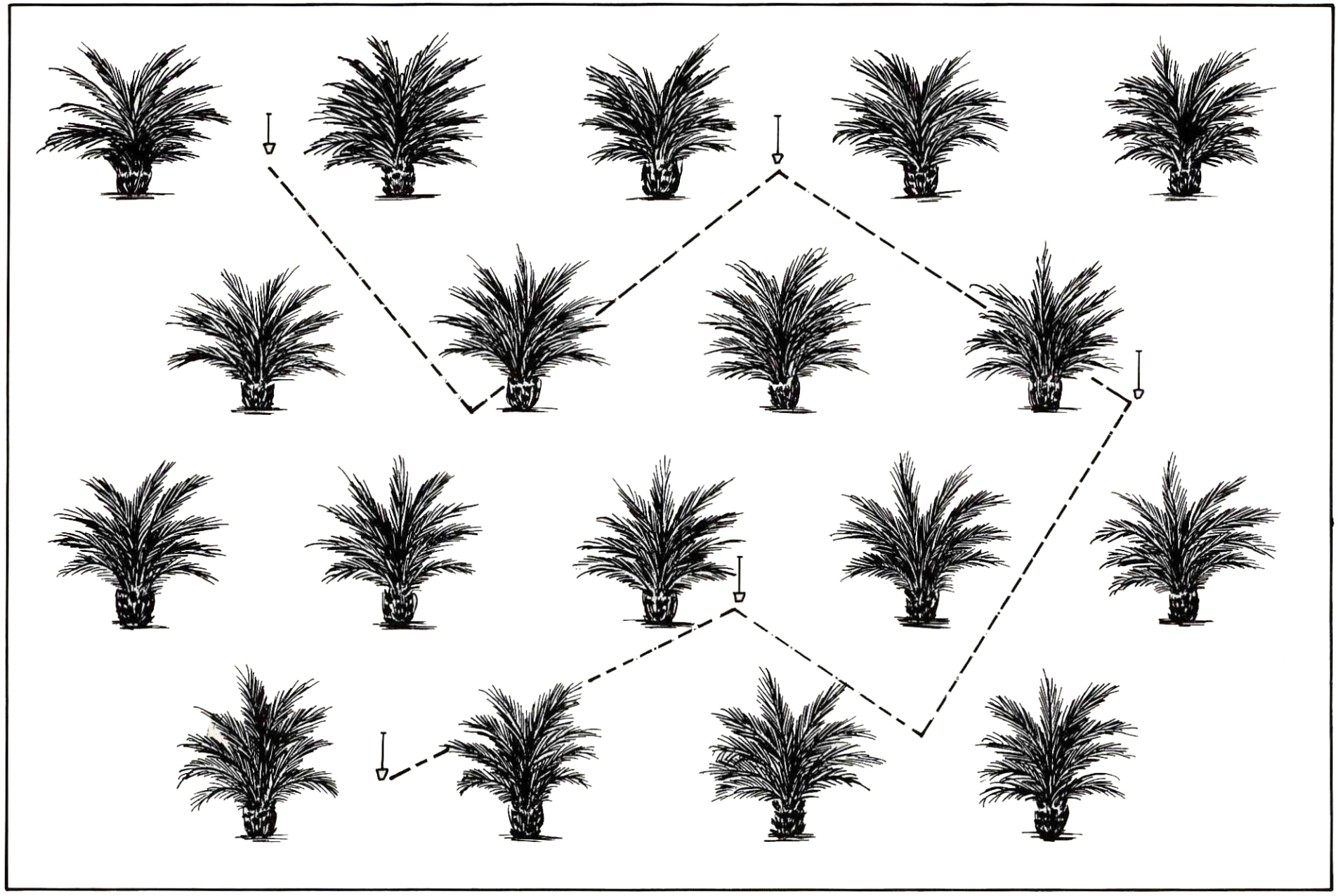


FIGURA 6. Recorrido en zig–zag que se deberá seguir en la toma de la muestra de suelo

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo



FOTOGRAFIA 1.

No obtenga muestras de suelos, al pie de cercas o zanjas.

FOTOGRAFIA 2.

Evite muestrear el suelo, en lugares de acumulación de material vegetal o estiércol.





FOTOGRAFIA 3.

No utilice suelo proveniente de lugares donde haya ocurrido quemas recientes.

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo



FOTOGRAFIA 4. Descarte como zonas de muestreo de suelos, las áreas con pendiente pronunciada.



FOTOGRAFIA 5. Deseche las zonas pantanosas o de acumulación de sales, para el muestreo de suelos.

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

2. Epoca de muestreo

El muestreo debe realizarse siempre en el mismo período climático, recomendándose efectuarlo en la estación seca o en el tiempo de menos lluvias, debido a que en esta época los contenidos nutricionales son más estables. En nuestro medio se sugiere practicarlo durante las horas de la mañana, en los meses de octubre y noviembre.

3. Número de plantas a muestrear

De cada área seleccionada, se tomarán submuestras de 25 palmas en dos hileras ubicadas en sentido norte-sur, 13 árboles en un sentido y 12 en el otro.

Las plantas serán seleccionadas de una superficie no menor de 15 y no mayor de 50 hectáreas, para los dos primeros años después de la siembra. Si la similitud resulta satisfactoria, entre unidades próximas de 50 hectáreas, se puede reducir el muestreo a una sola muestra para 100 hectáreas.

4. Elección de la hoja a tomar

Tomar hojas del mismo rango, a fin de poder comparar las diferentes muestras. En cada planta elegida se recomienda tomar la hoja No. 17, que es adulta, funcional y fácil de alcanzar.

En plantaciones jóvenes (dos a tres años después de la siembra), a falta de la hoja No. 17, se tomará la hoja No. 9.

En el tercio medio de las hojas cortadas para la muestra, se separarán los folíolos, y de estos se tomará la parte media para el análisis (Figura 7).

5. Determinación del rango de la hoja

Las hojas en la palma africana, se distribuyen formando un hélice que gira hacia la derecha o hacia la izquierda (Figura 8). Para un observador situado delante de una palma y que mira a la hoja No. 1, (la cual es la más cercana a la flecha en la que la mayoría de los folíolos están completamente separados), apreciará que las bases de las hojas No. 1, 9, 17 y 25 se hayan situadas sobre la misma línea curva.

VII. RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION

El fertilizante, es uno de los insumos que mayor egreso económico representa en la agricultura, de ahí la importancia de hacer de esta labor una práctica económica y rentable.

El proceso de nutrición mineral se inicia, luego que la planta ha agotado las reservas alimenticias de la semilla, aproximadamente después de tres meses de la siembra en el vivero. Hay que considerar, en esta etapa de desarrollo, que las disponibilidades naturales

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

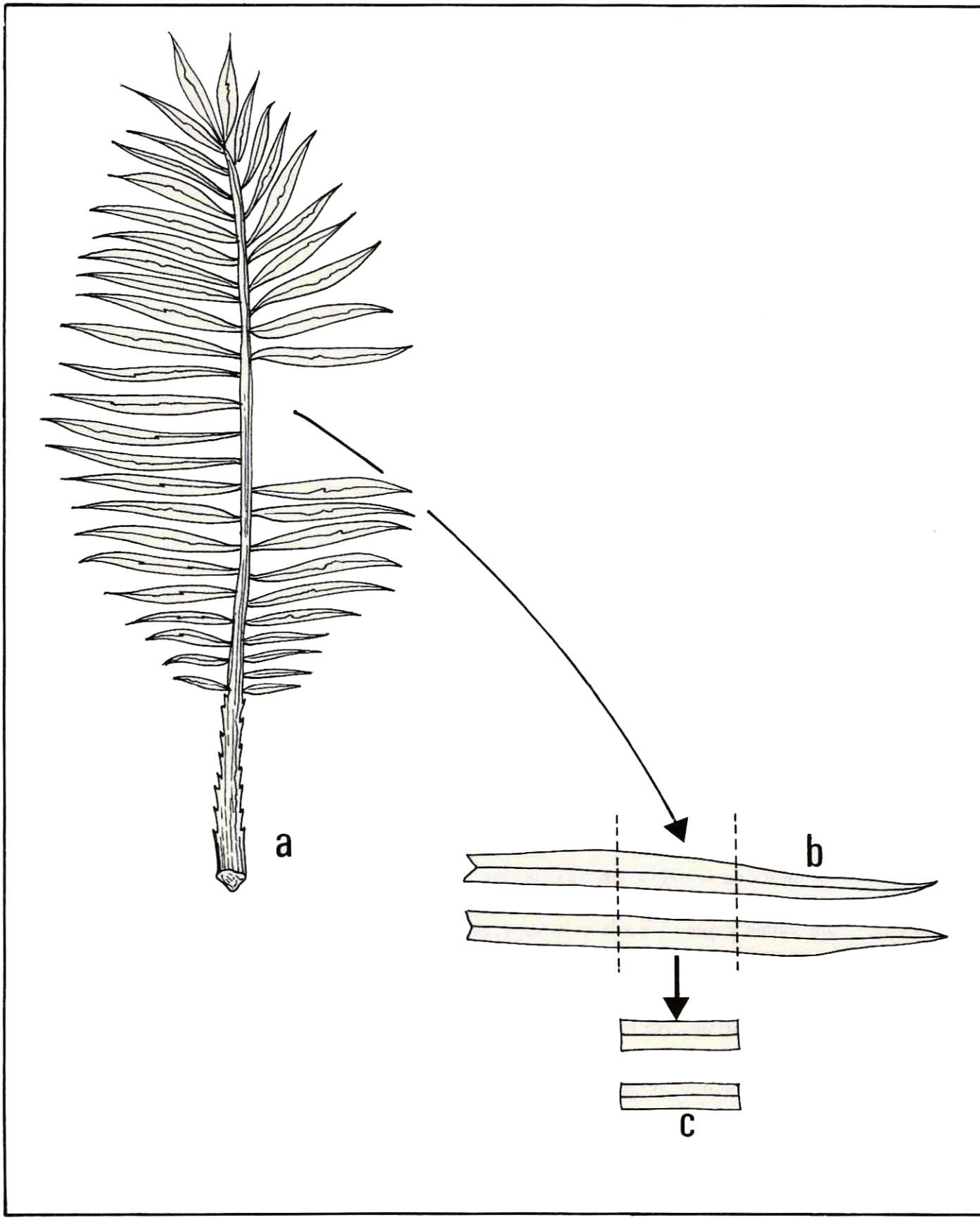


FIGURA 7. Esquema de la toma de muestra de hojas en palma africana. (a) Hoja No. 17 (b) Folíolos de la parte media (c) Parte media de los folíolos (Muestra para analizar)

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

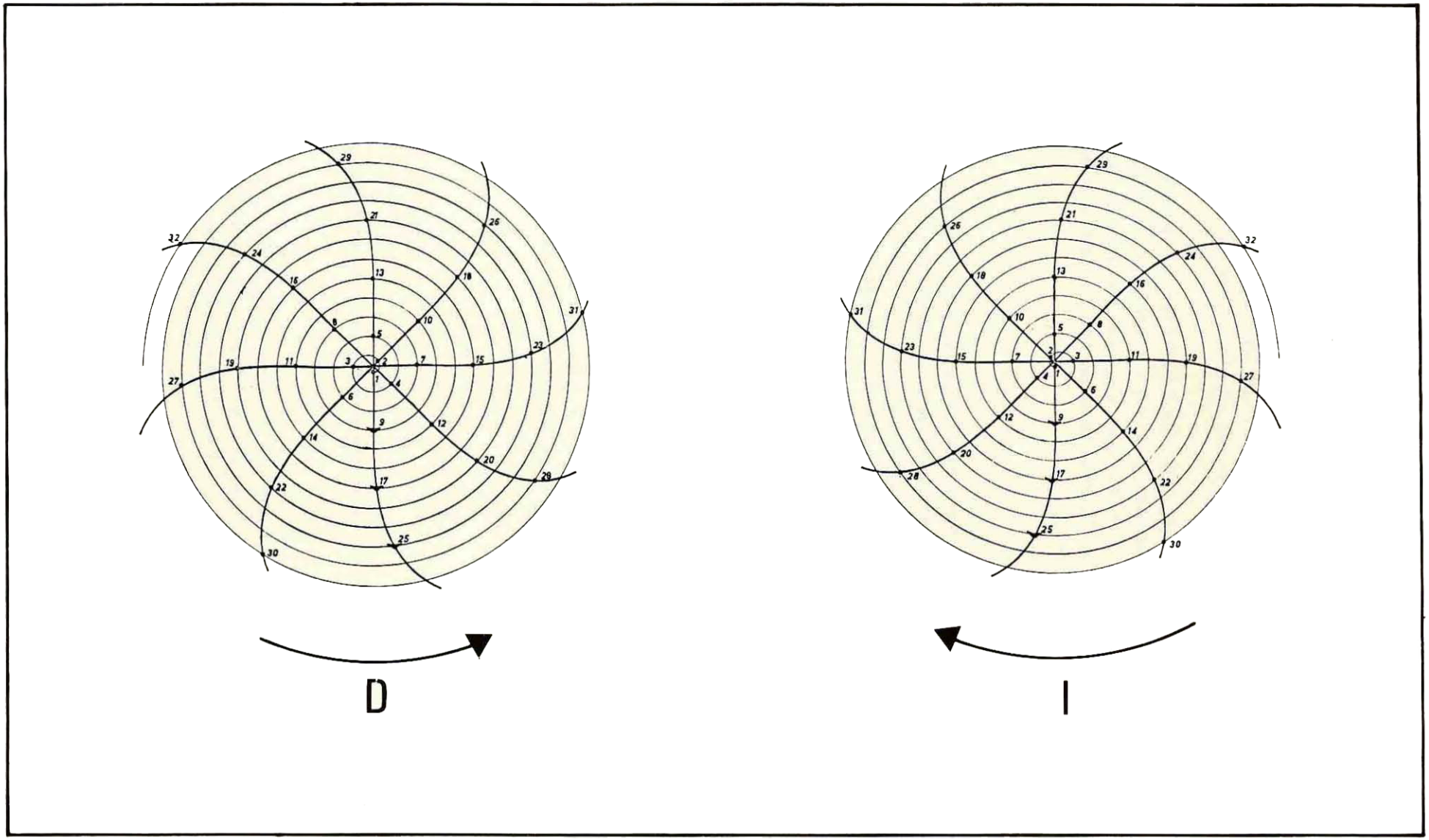


FIGURA 8. Distribución foliar de la palma africana

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

del suelo en cuanto a nutrientes minerales, se verán rápidamente consumidas, por lo que es indispensable suministrar al suelo en forma racional y equilibrada los elementos minerales contenidos en los fertilizantes, y así obtener plantas que presenten características de desarrollo y vigor que garanticen un potencial de rendimiento.

A continuación se presenta un esquema básico de fertilización para la palma africana, en diferentes etapas de su desarrollo, recalcando la necesidad de realizar análisis químico de suelos y hojas, a fin de recomendar programas adecuados de fertilización, más aún si consideramos que las condiciones físico-químico de los suelos donde se cultiva esta oleaginosa son muy variadas.

A. Para el vivero

En el llenado de las fundas, se recomienda utilizar el mejor suelo disponible, preferentemente la tierra virgen de montaña, por cuanto garantiza un contenido aceptable de materia orgánica y de nutrientes minerales, que asegurará un buen suministro nutricional al inicio de esta etapa. Sin embargo, es necesario adicionar fertilizantes, de acuerdo al esquema de fertilización descrito en el Cuadro 10, a fin de propiciar un normal crecimiento de las plantas.

Cuadro 10. Recomendaciones de fertilización, para la etapa de viveros, cuando se utiliza como substrato el suelo virgen de montaña.

Edad de las plantas (meses)	Gramos/planta			
	N	P_2O_5	K_2O	MgO
3	3	2	0	2
6	6	3	0	3
9	11	5	0	5

Cuando no se disponga del substrato indicado y se utilice tierra de horizontes superficiales de suelos ya explotados, se sugiere seguir el programa de fertilización, previa la interpretación del análisis del suelo a utilizar, detallado en el Cuadro 11.

Para los casos indicados, la dosis totales se dividirán en 10 partes, de las cuales una se aplicará a los tres meses, tres a los seis meses y seis a los nueve meses de edad de las plantas. Previo humedecimiento del suelo, los fertilizantes se colocarán alrededor de las plantas, lo más cercano al borde la funda.

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

Cuadro 11. **Recomendaciones de fertilización, para la etapa de viveros, cuando se utiliza como substrato tierra de horizontes superficiales de suelos ya explotados.**

Interpretación del análisis de suelos	Gramos/planta			
	N	P_2O_5	K_2O	MgO
Bajo	55	30	35	25
Medio	35	20	25	15
Alto	20	10	0	10

B. Para el sitio definitivo

1. Transplante

El programa de fertilización a cumplirse para el transplante corresponde al primer año de plantación en el campo, se basará en los resultados del análisis químico del suelo en donde se establezca el cultivo. Las recomendaciones para este caso se exponen en el Cuadro 12.

Cuadro 12. **Recomendaciones de fertilización, para el transplante y/o para el primer año de plantación.**

Interpretación del análisis de suelos	Gramos/planta			
	N	P_2O_5	K_2O	MgO
Bajo	200	120	200	90
Medio	100	60	100	45
Alto	50	0	0	0

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

2. Plantaciones de 2 a 3 años

En el Cuadro 13, se muestran las recomendaciones de fertilización para plantaciones de 2 a 3 años de edad, las mismas que se establecerán de acuerdo a los resultados del análisis químico foliar practicado.

Cuadro 13. Recomendaciones de fertilización para plantaciones de 2 a 3 años de edad.

Interpretación del análisis foliar (hoja No. 9)	Gramos/planta			
	N	P_2O_5	K_2O	MgO
Deficiente	450	200	500	150
Bajo	250	100	300	75
Adecuado	100	0	50	35

3. Plantaciones de 4 o más años

El Cuadro 14, indica las recomendaciones de fertilización para plantaciones de 4 o más años de edad, que se definirán a base del análisis químico foliar.

Cuadro 14. Recomendaciones de fertilización para plantaciones de 4 o más años de edad.

Interpretación del análisis foliar (hoja No. 17)	Gramos/planta			
	N	P_2O_5	K_2O	MgO
Deficiente	500	300	720	170
Bajo	300	150	360	85
Adecuado	100	0	0	40

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

C. Normas para la aplicación de fertilizantes

Para el transplante todo el fósforo se aplicará al fondo del hoyo, mezclando el fertilizante con un poco de suelo superficial.

Los fertilizantes se distribuirán en bandas y al voleo alrededor de las plantas, de acuerdo al siguiente distanciamiento del tronco (Fotografías 6, 7, 8 y 9).

Edad del cultivo (años)	Distanciamiento (m)
1	Entre 0.50 y 1.00
2	" 1.00 y 1.50
3	" 1.50 y 2.50
4 en adelante	" 2.00 y 4.00



FOTOGRAFIA 6.

Distribución de los fertilizantes, durante el primer año de cultivo.

FOTOGRAFIA 7.

Distribución de los fertilizantes, para el segundo año de cultivo.



INIAP - Estación Experimental Santo Domingo



FOTOGRAFIA 8. Forma de aplicación de los fertilizantes, para el tercer año de cultivo.



FOTOGRAFIA 9. Forma de aplicación de los fertilizantes, del cuarto año de cultivo en adelante.

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

En cuanto a la época de aplicación, con excepción del fósforo que se aplicará todo al inicio de las lluvias, se recomienda fraccionar las dosis en dos partes, una para inicios de la época lluviosa entre diciembre y enero, dejando para el mes de junio la parte complementaria.

VIII. TRANSFORMACION DE LAS RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION A FERTILIZANTES COMERCIALES

Se puede partir del siguiente ejemplo; el análisis foliar para un cultivo de tres años de edad, presentó los siguientes resultados: contenidos deficientes en nitrógeno y fósforo, bajo en potasio y adecuado en magnesio. Considerando una densidad de plantación de 143 palmas/ha, las cantidades de nutrientes en elementos puros necesarios para fertilizar una superficie de 50 has, se dan a continuación.

Las cantidades de elementos puros recomendados por hectárea son las siguientes:

N: 450 g x 143 plantas = 64.35 kg/ha/año
P: 200 g x 143 plantas = 28.60 kg/ha/año
K: 300 g x 143 plantas = 42.90 kg/ha/año
Mg: 35 g x 143 plantas = 5.00 kg/ha/año

A. Utilizando fertilizantes simples

Urea (46°/o N) como fuente de N.
Superfosfato Triple (46°/o P_2O_5) como fuente de P.
Muriato de Potasio (60°/o K_2O) como fuente de K.
Sulfato de Magnesio (17°/o MgO) como fuente de Mg

- Cálculo para nitrógeno

46 kg de N hay en ——— 100 kg de Urea
64.35 kg de N requeridos ——— x =

$$x = \frac{64.35 \times 100}{46} = 139.8 \text{ kg de Urea/ha}$$

$$\frac{139.800 \text{ g de Urea/ha}}{143 \text{ plantas/ha}} = 978 \text{ g de Urea/planta/año}$$

- Cálculo para fósforo

46 kg de P_2O_5 hay en ——————— 100 kg de Superfosfato Triple
28.60 kg requeridos ——————— X

$$x = \frac{28.60 \times 100}{46} = 62.20 \text{ kg de 18–46–0 /ha/año}$$

$$\frac{62.200 \text{ g de 18–46–0/ha}}{143 \text{ plantas/ha}} = 435 \text{ g de Superfosfato Triple/planta/año}$$

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

- Cálculo para Potasio

60 kg de K_2O hay en ——— 100 kg de Muriato de Potasio
42.9 kg de K_2O requeridos ——— x=
$x = \frac{42.9 \times 100}{60} = 71.5$ kg de Muriato de Potasio/ha

$\frac{71.500 \text{ g de Muriato de Potasio/ha}}{143 \text{ plantas/ha}} = 500$ g de Muriato de Potasio/planta/año

- Cálculo para Magnesio

17 kg de MgO hay en ——— 100 kg de Sulfato de Magnesio
5 kg de MgO requeridos ——— x=
$x = \frac{5 \times 100}{17} = 29.4$ kg de Sulfato de Magnesio/ha

$\frac{29.400 \text{ g de Sulfato de Magnesio/ha}}{143 \text{ plantas/ha}} = 205.6$ g de Sulfato de Magnesio/planta/año

- Para las 50 hectáreas requeridas

  - 139.8 kg de Urea/ha x 50 – 6.990 kg, aproximadamente 140 sacos de Urea de,50 kg
  - 62.2 kg de Superfosfato Triple/ha x 50 has = 3110 kg, aproximadamente 62 sacos de Superfosfato Triple,de 50 kg
  - 71.5 kg de Muriato de Potasio/ha x 50 has = 3575 kg, aproximadamente 72 sacos de Muriato de Potasio,de 50 kg
  - 29.4 kg de Sulfato de Magnesio/ha x 50 has = 1470 kg, aproximadamente 30 sacos de Sulfato de Magnesio,de 50 kg.

B. Utilizando fertilizantes compuestos

Cuando se emplea este tipo de fertilizante, los cálculos se inician con los requerimientos del elemento que se encuentra en mayor porcentaje en el fertilizante. Por ejemplo al utilizar el 18-46-0, como fuente de nitrógeno y fósforo, sería el fósforo (46°/o). Para el efecto se sigue este procedimiento:

- Cálculo para fósforo

46 kg de P_2O_5 hay en ——— 100 kg de 18 - 46 - 0
28.60 kg de P_2O_5 requeridos ——— X

$X = \frac{28.60 \times 100}{46} = 62.20$ kg de 18 - 46 - 0/ha/año

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

$$\frac{62.200 \text{ g de } 18 - 46 - 0}{143 \text{ plantas/ha}} = 435 \text{ g de } 18 - 46 - 0/\text{planta/año}$$

- Cálculo para nitrógeno

En 100 kg de 18–46–0 hay ——————— 18 kg de N
en 62.20 kg de 18–46–0, habrán ——————— x

$$x = \frac{18 \times 62.20}{100} = 11.2 \text{ kg de N}$$

Para completar los 64.35 kg de N requeridos se usará Urea (46°/o de N)

Entonces:
64.35 – 11.2 = 53.15 kg de N, que se debe completar

Para lo cual:

46 kg de N están en ——————— 100 kg de Urea
53.15 kg de N requeridos ——————— x

$$x = \frac{53.15 \times 100}{46} = 115.5 \text{ kg de Urea/ha/año}$$

$$\frac{115.500 \text{ g de Urea/ha}}{143 \text{ plantas/ha}} = 808 \text{ g de Urea/planta/año}$$

Los cálculos para potasio y magnesio son iguales que para el caso anterior. En consecuencia, las cantidades de fertilizantes para las 50 has serán las siguientes:

- 115.5 kg de Urea/ha x 50 has = 5775 kg, aproximadamente 115 sacos de Urea, de 50 kg

- 62.2 kg de 18-46-0/ha x 50 has = 3110 kg, aproximadamente 62 sacos de 18-46-0, de 50 kg

- 71.5 kg de Muriato de Potasio/ha x 50 has = 3575 kg, aproximadamente 72 sacos de Muriato de Potasio, de 50 kg

- 29.4 kg de Sulfato de Magnesio/ha x 50 has = 1470 kg, aproximadamente 30 sacos de Sulfato de Magnesio, de 50 kg.

Los Cuadros 15 y 16, resumen los cálculos para los casos de utilización de fertilizantes simples y compuestos, en su orden, en la transformación de las recomendaciones de fertilización a fertilizantes comerciales. En el Cuadro 17, se dan dos ejemplos cuando se utilicen otros fertilizantes compuestos que se expenden normalmente en el mercado.

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

Cuadro 15. Cálculo de fertilizantes comerciales simples a partir de las recomendaciones del análisis foliar.

Fuentes de fertilizantes	Dosis recomendadas				Cantidades totales de fertilizantes a aplicar*
	N	P_2O_5	K_2O	MgO	
	gramos/planta/año				
Urea (46°/o)	450	–	–	–	978
Super Fosfato Triple (46°/o P_2O_5)	–	200	–	–	435
Muriato de Potasio (60°/o K_2O)	–	–	300	–	500
Sulfato de Magnesio (17°/o MgO)	–	–	–	35	206
Total	450	200	300	35	2119

* Las cantidades totales a aplicar resultan de dividir las dosis recomendadas de los elementos para las concentraciones contenidas en las fuentes de los fertilizantes comerciales. Ejemplo para nitrógeno, 450 ÷ 0.46 = 978.

Cuadro 16. Cálculo de fertilizantes comerciales, a partir de las recomendaciones del análisis foliar, cuando se complementa con un fertilizante compuesto (18–46–0).

Fuentes de fertilizantes	Dosis recomendadas				Cantidades totales de fertilizantes a aplicar*
	N	P_2O_5	K_2O	MgO	
	gramos/planta/año				
18–46–0	78	200	–	–	435
Urea (46°/o N)	372	–	–	–	808
Muriato de Potasio (60°/o K_2O)	–	–	300	–	500
Sulfato de Magnesio (17°/o MgO)	–	–	–	35	206
Total	450	200	300	35	1949

* Las cantidades totales a aplicar, resultan de dividir las dosis recomendadas de los elementos para las concentraciones contenidas en las fuentes de los fertilizantes comerciales. En este caso se parte de la concentración mayor, que es 46 °/o de P_2O_5, del 18–46–0, 200 ÷ 0.46 = 435. Estos 435 gramos de 18–46–0, contienen 78 gramos de nitrógeno, y para complementar los 450 gramos de nitrógeno, se adicionarán 372 gramos del elemento como Urea.

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

Cuadro 17. Cálculo de fertilizantes comerciales, a partir de las recomendaciones del análisis foliar, cuando se complementa con fertilizantes compuestos (15–15–15 y 12–24–12).

Fuentes de fertilizantes	Dosis recomendadas				Cantidades totales de fertilizantes a aplicar*
	N	P_2O_5	K_2O	MgO	
	gramos/planta/año				
15–15–15	200	200	200	–	1333
Urea (46°/o N)	250	–	–	–	543
Muriato de Potasio (60°/o K_2O)	–	–	100	–	167
Sulfato de Magnesio (17°/o MgO)	–	–	–	35	206
Total	450	200	300	35	2249
12–24–12	100	200	100	–	833
Urea (46°/o N)	350	–	–	–	761
Muriato de Potasio (60°/o K_2O)	–	–	200	–	333
Sulfato de Magnesio (17°/o MgO)	–	–	–	35	206
Total	450	200	300	35	2133

* Las cantidades totales a aplicar, resultan de dividir las dosis recomendadas de los elementos para las concentraciones contenidas en las fuentes de los fertilizantes comerciales. En estos casos, remitase a la explicación dada en la llamada del Cuadro 16.

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

IX. LITERATURA CONSULTADA

BEJARANO, W.; ESPINOZA, N; CACERES, J.; CHAVEZ, J.; VEGAS, J.; CAÑADAS, L. y MALDONADO, E. 1977. Breve diagnóstico agrosocio-económico de la Región Oriental, para la ubicación de un Centro Experimental Agropecuario del INIAP. Quito, Ecuador, INIAP. Boletín Técnico No. 23. p. 12.

------ 1975. Como tomar muestras de suelo para su análisis químico. Quito, Ecuador, INIAP. Plegable No. 34. s.p.

BREURE, C.J. and ROSENQUIST, E.A. 1977. An oil palm fertilizer experiment on volcanic osil in Papua New Guinea. In Malaysian International Agricultural Oil Palm Conference held in Kuala, Lumpur, 1976. Proceedings, Malaysia, Earp and Newall. p. 373-341.

CHAPMAN, G. and GRAY, H. 1949. Leaf analysis and nutrition of the oil palm (**Elaeis guineensis** Jacp.). Annals of Botanny 13 (52): 415-133.

COULTER, J. and ROSENQUIST, E. 1955. Mineral nutrition of the oil palm. Malaysian Agricultural Journal 38 (4): 214-236.

JACOB, A. y UEXKULL, von H. 1973. Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Traducido por L. López M. de Alava. 4 a. ed. México Euroaméricana p. 339-347.

FALLAVIER, P. and OLIVIN, J. 1988. Experimental study of Potassium and magnesiym dynamics, in a few tropical soils representative of oil palm growing zones. Oleagineux 43 (3): 93-102.

HARTLEY, C. 1977. La palma de aceite. Trad, por E. Maldonado. México, Continental. p. 603-710.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1975-1989. Informes Técnicos Anuales 1974-1988. Santo Domingo de los Colorados, Ecuador, Estación Experimental Santo Domingo, Departamento Suelos y Fertilizantes, p.v. (mimeografiados).

------- 1987. Establecimiento y manejo de plantaciones de palma africana. Santo Domingo, Ecuador, Estación Experimental Santo Domingo, Departamento Suelos y Fertilizantes. p. v. (mimeografiados).

LAINEZ, J. 1989. Avances en la investigación del problema "amarillamiento-secamiento" de la palma africana en el Ecuador. Quito, Ecuador, INIAP. Publicación Miscelanea No. 51. 22 p.

MITE, F. 1984. Amarillamiento de la palma. Informe de Resultados, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Tropical Pichilingue, 6 p.

NG, S.K. 1972. The oil palm its culture, manuring and utilization. Bern, Switzer, International Potash Institute. p. 94-100.

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

OCHS, R. y OLIVIN, J. 1977. El diagnóstico foliar para el control de la producción de las plantaciones de palma de aceite. Toma de muestras foliares. Oleagineux 32 (5): 215-216.

OLLAGNIER, M.; OCHS, R. e MARTIN, G. 1970. Adubacao do dendezeiro no mundo. Fertilite 36 (2): 3-64.

OLLAGNIER, M.and OLIVIN, J. 1984. Effets de la nutrition sur la production. Progrés génétiques et effets de la nutrition sur la qualité de l'huile de palme (1). Oleagineux 39 (7): 349-362.

PACHECO, A.; BARNWELL, I. e TAILLIEZ, J. 1986. Descas de deficience en cuivre en pepiniero de palmier a'huile en Amazonie bresilienne. Oleagineux 41 (11): 483-489.

PACHECO, A.; TAILLIEZ, B. e VIEGAS, I. 1987. Respostas de N, P, K, Ca y Mg no desembolvimiento de mudas de dende na rigiao de Manaus-AM. Brasil, EMBRAPA. Boletín de Pesquisa No. 04. p 12-15.

PADILLA, G. 1978. Guía de recomendaciones de fertilización para los principales cultivos del Ecuador. Quito, Ecuador, INIAP. Boletín Técnico No. 32 p. 20-22.

RIVADENEIRA, J. 1983. Fertilización mineral de la palma africana en la etapa de vivero. Quito, Ecuador, INIAP. Boletín Divulgativo No. 136 p. 3-5.

SANTANA, CH.; MIRANDA, E. e ROSAND, D. 1975. Consideracoes sobre os requerimientos nutricionais e fertilicao do denzeiro. Brasil, EMBRAPA/CEPEC. Boletín Técnico No. 31. p. 5-26.

SLOBBE, van W. G. 1988. Amarillamiento, un trastorno de la palma africana y algunos otros problemas fitosanitarios en Ecuador Occidental. Amsterdam, Holanda, HVA—International bv. p. 11-17.

TISDALE, S. y NELSON, W. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Trad. por J. Bolash C. Piña. Barcelona, España, Montaner y Simon. p. 508-514.

UEXKULL, van H.R. and COHEN, A. 1978. Potassium requeriments of some tropical tree crops (oil palm, coconut palm, rubber, coffe, cocoa), and cotton. In Potassium Research-Review and Trends. Bern, Switzer, International Potash Institute, p. 291-324.

VALLEJO, G.; FIGUEREDO, P.; ROJAS, L.; MUÑOZ, R.; MENA, E.; DE LA CRUZ, R.; GENTY, Ph.; SANCHEZ, A.; LOWE, J. y ARAGON, J. 1978. La palma africana de aceite. Bogotá, Colombia. ICA. Manual de asistencia Técnica No. 22 p. 204-256.

WERKHOWEN, J. 1967. Fertilización de la palmera de aceite. Trad. por Leopoldo López Martínez. 2da. ed. Hannover, Verlagsgesellchaft für Ackerbau mbH. Boletín Verde No. 18. 58 p.

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo

PRODUCCION:
DEPARTAMENTO DE COMUNICACION SOCIAL
Y RELACIONES PUBLICAS DEL INIAP
Casilla 2600 — Quito - Ecuador
Manual No. 15
Septiembre, 1990
AdeR.

INIAP - Estación Experimental Santo Domingo