



UNALM



**Agrobanco**

Financiamiento, Asistencia Técnica y Capacitación

## GUÍA TÉCNICA

# “ANÁLISIS DE SUELOS Y FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA”



**EXPOSITOR:**

**Dr. Oscar Loli Figueroa**

**JOSE CARLOS MARIATEGUI - TOCACHE - SAN MARTÍN**

**PERÚ 2012**



OFICINA ACADÉMICA  
DE EXTENSIÓN Y  
PROYECCIÓN SOCIAL

# *Agrobanco*

***¡Comprometidos con el Desarrollo  
Agropecuario en el Perú!***

Con **FINANCIAMIENTO:**

*Créditos fáciles para el productor  
agropecuario*

Con **ASISTENCIA TÉCNICA:**

*Transferencia tecnológica para  
mejorar la producción*

Con **CAPACITACIÓN:**

*Para apoyar la gestión del negocio  
de los productores agropecuarios.*



***Agrobanco***

Financiamiento, Asistencia Técnica y Capacitación



# **ANÁLISIS DE SUELOS Y FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA**

## **CONTENIDO**

I. ANÁLISIS DE SUELOS Y FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA .....	4
II. CONDICIONES PARA EL DESARROLLO DE LA PLANTA .....	5
2.1. Temperatura: .....	6
2.2. Precipitación pluvial: .....	6
2.3. Altitud:.....	6
2.4. Radiación Solar: .....	6
2.5. Suelos:.....	8
III. FERTILIZACIÓN.....	12
3.1. Muestreo de suelos.....	12
3.2. Análisis foliar.....	15
IV. LOS PRINCIPALES NUTRIENTES ESENCIALES DE LA PALMA ACEITERA .....	21
4.1. Nitrógeno (N) .....	21
4.2. Fósforo (P).....	21
4.3. Potasio (K).....	21
4.4. Magnesio (Mg).....	22
4.5. Azufre (S) .....	23
4.6. Boro (B) .....	23
V. SÍNTOMAS VISUALES DE DESÓRDENES NUTRICIONALES	25

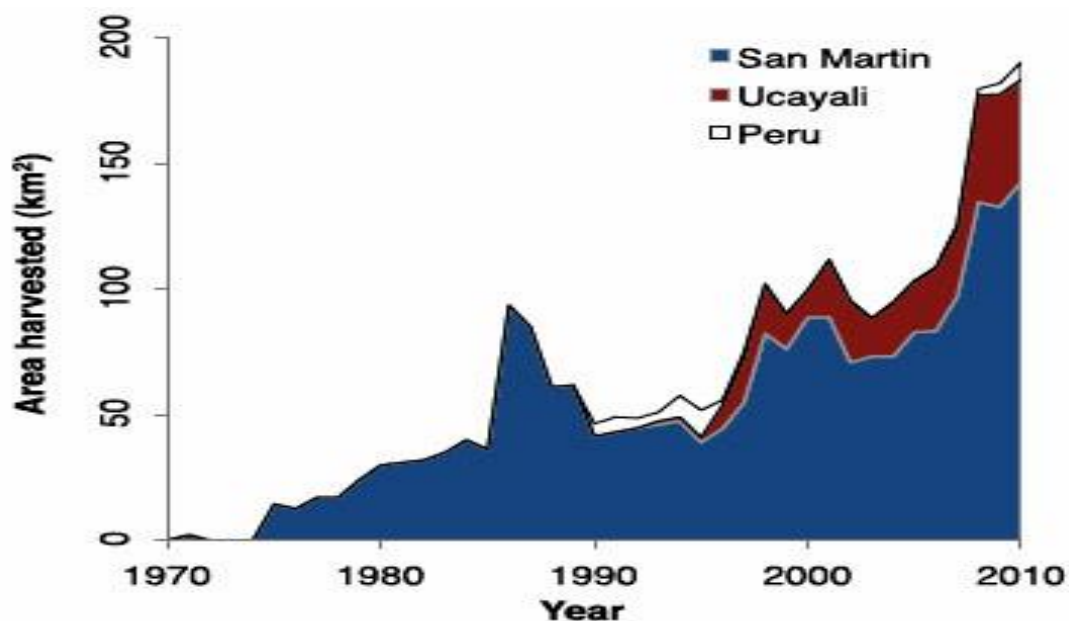
## I. ANÁLISIS DE SUELOS Y FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA

El cultivo de la Palma Aceitera presenta una alternativa significativa en la economía de los agricultores de nuestra selva, pues sus precios son expectantes y su producción aún no satisface la demanda.

En nuestro país este cultivo se está difundiendo y tal como se cita el cuadro a continuación, se dispone de áreas para su implementación.

Región	Área altamente adaptable (ha)		Área moderadamente adaptable (ha)		Área total con bosque (ha)	Área total sin bosque (ha)	Área total (ha)
	Con bosque	Sin bosque	Con bosque	Sin bosque			
Amazonas	6.454		65.448	239	71.902	239	72.141
Cusco	8.916		86.980		95.896	0	95.896
Huánuco	179.829	57.425	22.106	49.710	201.935	107.135	309.070
Junin			48.972	5.642	48.972	5.642	54.614
Loreto	1'024.458	6.365	1'021.031	66.945	2'045.489	73.310	2'118.799
Pasco	7.987	5.632	12.461		20.448	5.632	26.080
San Martín			133.132	119.634	133.132	119.634	252.766
Ucayali	792.423	43.141	936.514	155.347	1'728.937	198.488	1'927.425
<b>TOTAL</b>	<b>2'020.067</b>	<b>112.563</b>	<b>2'326.644</b>	<b>397.517</b>	<b>4'346.711</b>	<b>510.080</b>	<b>4'856.791</b>

Fuente: INRENA, citado por Sáenz, 2003.



El cultivo de la palma aceitera independientemente de las características de los suelos esta en función de otros factores, como la planta, clima, actividad humana, que conjuntamente con el suelo, constituyen los factores de la producción.

## II. CONDICIONES PARA EL DESARROLLO DE LA PLANTA

Las características de las zonas en las cuales la palma alcanza niveles altos de producción siempre coinciden con altas temperaturas ambientales, adecuado suministro de agua, suficiente luz y radiación solar. Es deseable que tales condiciones sean estables a lo largo del año y de todo el proceso productivo.

Entre las características medio ambientales bajo las cuales se desarrolla la palma aceitera, podemos citar, que requiere de un clima propio o característico del trópico húmedo.

El grado de rusticidad de la palma aceitera, permite su adaptación a una amplia gama de condiciones agroecológicas con diversidad de suelos, dentro del marco ambiental del trópico húmedo.

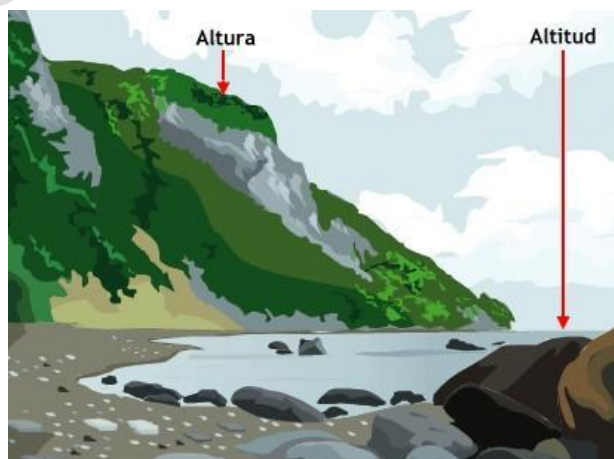


**2.1. Temperatura:** La temperatura media anual apta para palma de aceite puede oscilar entre 20 y 35 grados centígrados (PARAMANANTHAN. 2003). La temperatura media mensual es considerada de 28 (23 a 28) grados centígrados la misma que resulta óptima para la palma (Hartley)

El crecimiento de las palmas jóvenes se inhibe por completo a 15 grados centígrados, mientras que el crecimiento a 25 grados centígrados es 7 veces más rápido que a 20 grados y 3 veces más rápido que a 17.5 grados centígrados (Hartley)

**2.2. Precipitación pluvial:** Como rangos óptimo se tiene 1700-2000 mm al año, con un promedio de 150 mm al mes, aún cuando algunos autores indican que en ningún caso el déficit de agua anual debe ser menor de 200 mm, es decir importa mucho la distribución de las precipitaciones, pero durante julio a octubre son requeridas precipitaciones superiores a 400 mm al mes, cuando las precipitaciones son menores a 1500 mm anuales se deben efectuar riegos complementarios, sobre todo en los meses más secos(MAGFOR, 2005).

**2.3. Altitud:** De 0 – 3 hasta 500-700 msnm (Cesar Augusto Borrero. Ingeniero Agrónomo.) Los ecosistemas que presentan máximo potencial productivo de la palma, aceitera son las tierras bajas del trópico, con pocos metros sobre el nivel del mar y con pendientes menores al 6%.

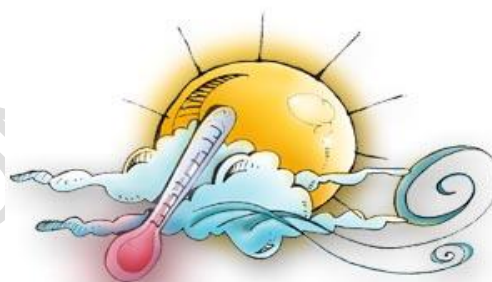


Humedad relativa: 70-90%, aun cuando se indica también que esta debe variar entre 75-85 % (Raygada, 2005)

**2.4. Radiación Solar:** La radiación solar es uno de los factores mas importantes en los sistemas agroforestales, ya que determinan el crecimiento de las plantas y el microclima en el entorno de las mismas.

Por tanto, si no existen otros factores limitantes, la cantidad de biomasa disponible viene dada por la eficiencia en la intercepción de la radiación de cada una de las especies que forman el sistema, y que compiten por la luz.

Se indica que para la palma se requieren de 1500-2000 horas luz por año, que equivaldría a más de 5,5 horas por día (MAGFOR, 2005). Según Chan (1991), en Malasia, una disminución de la radiación solar de 6,23 a 5,69 GJ/m<sup>2</sup> al año, causó pérdidas de cosecha de 2,6 t en racimos de fruta fresca por hectárea. Normalmente se considera, que las palmas necesitan cinco horas al día de luz solar, en épocas que no coincidan con la época seca (Hartley, 1988). A veces, se utilizan las horas de luz solar al día como medida de la radiación diaria, aunque esto no es del todo exacto



La cantidad y calidad de Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) que una hoja es capaz de interceptar o captar, viene determinada por distintos factores, entre los que se encuentran: la edad, el tamaño y la filotaxia de la hoja (Pitty 1997)

Quesada (1997) afirma que con una disponibilidad lumínica de 1.500-2.000 horas de luz al año (5 horas de luz al día), el cultivo mantiene sus funciones fisiológicas y productivas en óptimas condiciones. Otros autores, sin embargo, aseguran que con 4 horas de luz al día, el cultivo presenta buenas producciones y tasas de crecimiento, aunque no son las mejores.

Si se sombrea palmas de cualquier edad, y no reciben la radiación necesaria, se reduce el crecimiento y la tasa neta de asimilación.

El sombreado en palmas adultas, reduce la producción de inflorescencias femeninas (Corley y Tinker, 2003).

Una palma aceitera adulta, cultivada en una densidad normal, intercepta cerca del 70% de la radiación solar total (Henson, 1995) y el 90% de la radiación fotosintéticamente activa (Henson, 1999).

## 2.5. Suelos:

El suelo cumple una importante labor en las explotaciones de palma, sobre todo en aquellas en las que las condiciones climáticas son marginales, dado que la disponibilidad de nutrientes y agua viene determinada por el estado del suelo (Surre y Ziller 1969).



Las mejores plantaciones de palma aceitera crecen en suelos en donde no existen impedimentos físicos, químicos o biológicos, para un buen desarrollo del sistema radical.

Varios problemas fitosanitarios de gran importancia en el cultivo se encuentran relacionado con condiciones del suelo que comprometen el desarrollo y mantenimiento de un sistema radical vigoroso (Chinchilla y Duran, 1997).

Una aeración pobre en el suelo, y una baja fertilidad que cause en la planta una nutrición desbalanceada comprometen seriamente la calidad y cantidad del sistema radical.

Una aeración pobre en el suelo puede resultar de la combinación de texturas pesadas y baja macroporosidad, de la presencia de texturas contrastantes en el perfil, de la compactación, o de la presencia de un nivel freático poco profundo (menor de un metro de profundidad) o fluctuante.

La presencia de estratos gruesos superficiales restringen también el desarrollo radical y debido a su poca capacidad de retención de humedad, exponen a la planta a un estrés mayor durante periodos prolongados de sequia.



Entre las características a tener en consideración podemos citar:

**a) Características físicas:**

Las palmas expresan su mayor potencial cuando el suelo es fértil donde los nutrientes mantienen un buen equilibrio y rico en materia orgánica (Quesada 1997), con características físicas permiten la exploración nutritiva e hídrica de las raíces, ya que son muy sensibles a la compactación y a la cohesibilidad de los suelos (Surre y Ziller, 1969).

Las características físicas más consideradas son principalmente la textura y el drenaje. En los suelos ligeros, de textura arenosa a franco-arenosa, se presentan problemas de lavado y lixiviación de nutrientes, por lo que su consistencia es insuficiente para el soporte de la planta. Los suelos pesados, de textura arcillosa, presentan limitaciones para su manejo, por la dificultad para drenarlos y por la facilidad con la que se compactan.



Por tanto, los suelos óptimos para el cultivo de la palma aceitera, son suelos profundos con buen drenaje, de textura ligeramente arcillosa, con buen contenido en materia orgánica, topografía de plana a ligeramente ondulada con pendientes inferiores al 2% y con un nivel de fertilidad de medio a alto. (Raygada 2005).

**b) Fisiografía y drenaje:**

Requiere de suelos bien drenados que eviten que se lave el terreno y produzcan lixiviación de nutrientes. Por ello son preferibles terrenos con pendientes suaves (hasta el 25%), ya que las grandes pendientes favorecen la erosión por escorrentía y dificultan el manejo del cultivo.

Asimismo, es necesario que el suelo tenga un grado adecuado de porosidad para garantizar el drenaje.

Por todo esto, los mejores suelos para el cultivo de la palma son aquellos que presentan una buena porosidad y disponibilidad de los nutrientes (Quesada, 1997).

Es necesario evitar la formación de horizontes excesivamente coherentes, ya que el sistema radical es sensible a dicho fenómeno. Por tanto, la palma africana se desarrolla de forma adecuada en medios porosos, con suficiente capacidad de saturación de humedad, que permitan, además de un buen desarrollo radical, soportar cortos períodos de sequía, sin disminuir su producción.



### c) Características químicas:

El pH del suelo debe estar comprendido entre 4,5 y 7,5, pero se adapta desde 3 a 8.2, aunque bajo condiciones de acidez en general presentan deficiencias de elementos nutritivos, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y boro, que obligan a un manejo adecuado de la fertilización e imponen la aplicación de enmiendas. Cuando hay una alta acidez en el subsuelo se limita la profundización de las raíces y ocasiona susceptibilidad en las plantas a períodos prolongados de déficit hídrico.

La cantidad de calcio intercambiable puede producir problemas de absorción de cationes. (Quesada, 1997), así niveles altos de calcio intercambiables puede ocasionar problemas en la absorción de cationes, por efecto de interacciones.



La palma, tolera suelos moderadamente ácidos, los cuales presentan deficiencias en algunos elementos nutritivos, tales como N, P, K, Mg y B. Si existe elevada acidez en el subsuelo, se limita la profundización de las raíces, lo que puede causar problemas en épocas de déficit hídrico (Raygada, 2005).

Las raíces pueden generar sistemas secundario, terciario y cuaternario de raíces siendo las pertenecientes al tercer y cuarto orden son las más importantes para la absorción de agua y nutrientes.



**Detalle del sistema radicular**

<b>LIMITACIÓN</b>	<b>IMPACTO O FUENTE DE COSTOS ADICIONALES</b>
Suelo superficial	Poca reserva de nutrientes Poco desarrollo de raíces Mayor costo de preparación y fertilización Cuidados en la preparación del terreno
Suelo muy arenoso	Poca reserva de nutrientes Mayor frecuencia de fertilización Poca de retención de agua
Suelo muy arcilloso	Mayores costos de drenaje Mayores costos de labranza.- Subsulado
Bajo contenido de nutrientes	Mayores costos de fertilización
Pendiente pronunciada	Mayor costo de siembra Mayor costo de cosecha Mayor costo de mantenimiento general
Exceso de precipitación	Mayores costos de drenaje Limitaciones para la fertilización Limitaciones para operaciones de campo

### III. FERTILIZACIÓN

La fertilización es la práctica por la cual se trata de devolver al suelo los nutrientes que son extraídos por las cosechas, es decir que esta labor esta en función de las características del cultivo y del suelo que van a influir en la eficiencia de los fertilizantes aplicados.

La palma africana es una planta con elevado potencial de producción y es debido a su alta productividad que se genera grandes volúmenes de biomasa en forma de hojas, inflorescencias, racimos, raíces y desarrollo del estipe. Esta producción de biomasa y del producto comercial demanda una gran cantidad de nutrientes, por lo que la práctica de la fertilización es determinante. Los nutrientes pueden provenir del suelo, el que es considerado como un reservorio de nutrientes, de la fijación biológica por efecto de la cobertura (kudzu), de la materia orgánica o biomasa incorporada por efecto de la cobertura empleada en el cultivo, por la aplicación de fertilizantes.

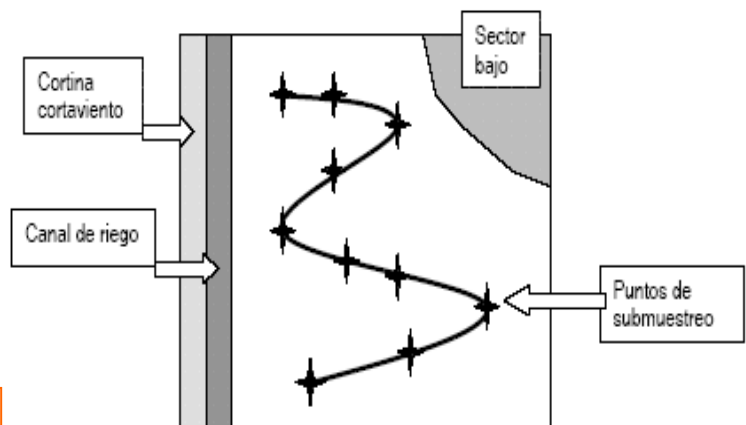
En definitiva, los objetivos que se persiguen con la fertilización son el suministro de nutrientes para promover el desarrollo vegetativo y la resistencia a plagas y enfermedades y el reemplazamiento de los nutrientes exportados por los racimos en la cosecha. Observar las características que estos presentan y la forma que podrían afectar la fertilización, para este efecto el muestreo de suelos es determinante.

#### 3.1. Muestreo de suelos

El análisis de suelos es una guía indispensable para diseñar recomendaciones que permitan el uso eficiente de los fertilizantes y enmiendas obtención de muestras representativas, en función de lo cual se sugiere lo siguiente:



- Elaborar un croquis que determine áreas con condiciones semejantes en cuanto a origen y edad de la planta, topografía, color, textura y drenaje del suelo y prácticas agronómicas aplicadas.
- Tomar muestras entre 0 y 30 cm de profundidad.
- Mezclar un mínimo de quince submuestras, tomadas al azar (generalmente extraídas en zigzag del suelo a muestrear para formar una muestra compuesta por cada 24 hectáreas, se debe extraer la submuestra de la proyección de la copa, que es la zona donde proliferan las raíces más activas en la absorción de nutrientes.
- No mezclar muestras de áreas diferentes.
- No muestrear en sitios donde fueron aplicados los fertilizantes.
- \* No muestrear al pie de cercas o canales de drenaje, ni en zonas donde se conoce que se ha producido una alteración.
- \* No tomar muestras en lugares de acumulación vegetal o donde hayan ocurrido quemas recientes.
- \* No muestrear en áreas de pendiente pronunciada o de drenaje deficiente.





Características*	Valor óptimo
pH (H <sub>2</sub> O)	5.5 - 6.0
Materia orgánica (%)	> 5
Fósforo (mg/L)**	> 10
Calcio (cmol (+) / L)	> 4.0
Magnesio (cmol (+) / L)	> 1.0
Potasio (cmol (+) / L)	> 0.3
Aluminio (cmol (+) / L)	< 1.0
Saturación de Al (%)	< 30
Azufre (mg / L)	> 10
Hierro (mg / L)	10 - 50
Manganeso (mg / L)	5 - 50
Cobre (mg / L)	1 - 10
Zinc (mg / L)	3 - 15
Boro (mg / L)	0.5 - 2

\* Métodos de análisis: Ca Mg y Al intercambiable extraíbles con KCl  
P, K y micronutrientes extraíbles con Olsen modificado  
S y B extraíbles con fosfato de calcio.

\*\* mg/L = ppm; cmol (+)/L = meq/100 g

### 3.2. Análisis foliar

El análisis foliar se basa en el criterio de que la concentración de un elemento esencial en la planta, indica la habilidad del suelo para suplir este nutrimento.

#### Es importante porque:

Constituye una de las bases fundamentales del monitoreo de nutrición del cultivo de palma aceitera, a través del conocimiento de la composición química de las hojas.

Permite conocer anticipadamente cualquier deficiencia o suficiencia de elementos tomando como bases los niveles críticos locales; de ahí la importancia de estandarizar el método de muestreo (clásico y sistemático) y el análisis químico en sí.

Para lograr este objetivo se debe determinar la hoja que esta relacionada con la producción o el desarrollo del fruto, así luego de diferentes trabajos de investigación, muchos investigadores y laboratorios recomiendan la hoja N° 17, ello es importante pues las concentraciones varían de acuerdo al número de hoja.

Los niveles críticos de diferentes elementos en las hojas 9 y 17, expresados en porcentaje de materia

Hoja	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio
9	2,7	0,160	1,25	0,500	0,230
17	2,50	0,150	1,00	0,600	0,240

Elemento	Palmas jóvenes (menores de 6 años)		Palmas maduras (mayores de 6 años)	
	Deficiencia	Optima	Deficiencia	Optimo
N (%)	<250	2.6-2.9	<2.30	2.4-2.8
P (%)	<0.15	0.16-0.19	<0.14	0.15-0.19
K (%)	<1.00	1.1-1.3	<0.75	0.9-1.2
Mg (%)	<0.20	0.3-0.45	<0.20	0.25-0.40
Ca (%)	<0.30	0.5-0.7	<0.25	0.5-0.75
S (%)	<0.20	0.3-0.4	<0.20	0.25-0.35
Cl (%)	<0.25	0.5-0.7	<0.25	0.5-0.7
B (mg/kg)	<8	15-25	<8	15-25
Cu (mg/kg)	<3	5-8	<3	5-8
Zn (mg/kg)	<10	12-18	<10	12-18

Niveles en la hoja N° 17.

Para efectos del muestreo se debe tener en cuenta:

- Elaborar un croquis con las áreas con similares condiciones.
- Realizar el muestreo en el mismo período climático, preferiblemente en la época seca cuando el contenido de los elementos es más estable.
- Cada muestra debe representar un máximo de 25 hectáreas y deben muestrearse al menos 25 palmas.
- Tomar dos pares de folíolos completamente sanos de la hoja 17, cortar segmentos de 10 a 20 cm de los mismos y eliminarle los bordes marginales y la nervadura central.
- Limpiar rápida y cuidadosamente los segmentos con un trapo limpio o algodón y agua destilada, y proceder al secado a una temperatura entre 65 y 80 cm, en un plazo máximo de 48 horas.

### ¿Cómo APLICAR?

Para la aplicación de fertilizantes, debe tenerse en cuenta que el mayor porcentaje de raíces absorbentes se encuentra a unos 25 cm de profundidad, y que las raíces se extienden en la misma forma que su follaje o corona.

La aplicación de los fertilizantes se hace en círculos de 0,50 m de radio en palmas al año del trasplante, de 1,50 m a los dos años, y de 2,00 m a los 3 años. El círculo se agranda en 0,50 m cada año.



### ¿Cuánto APLICAR?

En este aspecto se debe tener en consideración la extracción de nutrientes por la campaña de producción, en nuestro país no existen datos disponibles al respecto, por lo que tomando datos de experiencias extranjeras, podemos presentar el siguiente cuadro



**ESTIMACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE NUTRIENTES  
DE PALMAS ADULTAS**

Componente	N	P	K	Mg	Ca	
Material vegetativo (acumulación neta)	40.9	3.1	55.7	11.5	13.8	
Hojas podadas	67.2	8.9	86.2	22.4	61.6	
Racimos de fruta (25 ton)	73.2	11.6	93.4	20.8	17.5	
Inflorescencia masculina	11.2	2.4	16.1	6.6	4.4	
<b>Total</b>	<b>192.5</b>	<b>26.0</b>	<b>251.4</b>	<b>61.3</b>	<b>99.3</b>	

Fuente: Ng, S. K., 1972

Las diferentes instituciones luego de posiblemente estudiar este aspecto proponen fórmulas de fertilización, las mismas que van a variar de acuerdo a la edad de la planta, del híbrido, de las características del suelo, y otros aspectos.

Epoca	Fuente	Dosis (kg/ha)	----- Nutrientes aplicados, kg/ha -----		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Siembra	10-30-10	300	30	90	30
2 meses	Nitrato de amonio*	200	67	-	-
4 meses	Nitrato de amonio	200	67	-	-
<b>Total</b>		<b>700</b>	<b>164</b>	<b>90</b>	<b>30</b>

\* El nitrato de amonio se puede sustituir con urea.

Fuente	0	1	2	3
Urea	125	250	-	-
Escorias Thomas	500	1.000	-	-
Cloruro de Potasio	250	500	550	1.250
Keiserita	-	500	500	650
Borax	-	50	75	75

**Plantas jóvenes:**

Fuente	Kg/palma/año
Urea	1,0 – 2,0
Cloruro de Potasio	1,5 – 2,0
Cloruro de magnesio	1,0 – 1,5

Las cantidades recomendadas de nutrientes se han basan en los resultados de los análisis foliares y de suelo, considerando que el suelo es un abastecedor de nutrientes y crea las condiciones adecuadas para que la planta pueda absorberlo.

Así por ejemplo en Costa Rica son empleadas diferentes dosis, en promedio se podría indicar que presentan los siguientes rangos: nitrógeno (80-120 Kg), potasio (100-200 Kg), fósforo (15-40 Kg), magnesio (30-70 Kg), boro (3-6 Kg), azufre (10-30 Kg). Recientemente se han suministrado otros elementos en áreas pequeñas que muestran bajos contenidos de zinc, y cobre. Entre los elementos menores, la palma absorbe relativamente cantidades muy altas de Zn y Cu (aproximadamente 5 g/t de racimos de cada uno de estos elementos).

### **¿Qué APLICAR?**

Se pueden aplicar diferentes productos, por ejemplo aplicaciones de cal agrícola, materias orgánicas del tipo compost, que son considerados como enmiendas, es decir su aplicación obedece a mejorar la capacidad de la planta para extraer nutrientes, reduciendo las toxicidades como mejorando el balance hídrico.

Pero también se pueden aplicar diferentes fuentes de nutrientes, las mismas que pueden ser:

Orgánicas, la fuente orgánica se caracteriza por liberar en un tiempo relativamente corto todo el elemento que lleva en su estructura. Es el Guano de Islas el abono que presenta mayor concentración de nitrógeno, fósforo y de potasio, pero su concentración es del orden: 10-10-2, es decir si quiero aplicar 100 kg de N por hectárea, deberé aplicar 1000 kg de guano de islas, paralelamente estoy aplicando 100 kg de  $P_2O_5$  y 20 kg de  $K_2O$ , es decir se requiere aplicar un alto volumen del producto.

## Contenido de nutrientes de los principales desechos agroindustriales en Costa Rica

Costa Rica.

Material	%					mg/Kg			
	N	P	Ca	Mg	K	Fe	Cu	Zn	Mn
Broza del café	2,0-3,2	0,3	4,3	1,8	0,4	590	30	22	94
Cachaza	1,3	0,7	2,0	0,2	0,4	15700	73	116	519
Pulpa de naranja	0,84- 1,0	0,11	0,5	0,09	1,0	45	9	16	11
Pulpa de piña	0,81	0,12	0,4	0,15	1,22	366	10	14,7	86
Banano de rechazo	0,8	0,58	0,45	0,4	6,45	194	5,8	13	63
Pinzote de banano	0,9-1,5	0,13	0,4	0,2	8,2	85	17	14	75
Vinazas	0,4	0,1	1,1	0,6	4,9	1567	44	127	81
Gallinaza	1,0-3,0	1,4	2,6	0,75	2,5	325	44	315	330
Estiércol vacuno*	1,6	1,2	2,2	1,1	1,8	-	-	-	-
Cerdaza*	1,8	2,6	2,0	0,2	2,1	-	-	-	-
Harina de pescado	9,5	7,0	8,5	0,5	-	-	-	-	-
Sangre seca*	13,0	2,0	0,5	-	1,0	-	-	-	-

\* tomados de Bertsch, 1995.



Aproximadamente, 20% del peso de la fruta fresca que entra a la planta extractora de aceite se convierte en racimos vacíos, y cada tonelada de fruta procesada, genera entre 800 y 900 litros de efluente, de la misma manera se tiene el escobajo, el mismo que se descompone en un lapso de de 7 a 10 meses en general

Inorgánicas, son compuestos sintetizados a través de la industria, se caracterizan por presentar mayor concentración de nutrientes los mismos que se encuentran solubles, por lo que su eficiencia va a ser significativamente mayor. Estos compuestos pueden proveer sólo un elemento como N, P o K, o presentar dos o más de los elementos como N y P, N y K, P y K, o también con Mg, Ca, S y micronutrientes

**PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS PARA HACER MEZCLAS FÍSICAS**

UREA	46-0-0
MAP	10-50-0
DAP	18-46-0
KCI	0-0-60
K-MAG	0-0-22-18-
SULFATO DE POTASIO	22(S)
NITRATO DE AMONIO	0-0-50-17(S)
SULFATO DE AMONIO	33.5-0-0
ULEXITA	21-0-0-24(S)
SULFATO DE ZINC	10% B 31% Zn

**EQUIVALENTES DE ACIDEZ O BASICIDAD, ÍNDICE DE SALINIDAD Y HUMEDAD RELATIVA CRÍTICA DE ALGUNOS FERTILIZANTES**

<b>FUENTE</b>	<b>EQUIVALENTE DE ACIDEZ (-) O BASICIDAD (+) (Kg CaCO<sub>3</sub>/100 kg material)</b>	<b>Índice salino (%)</b>	<b>Humedad relativa crítica (%)</b>
Nitrato de amonio	-63	104,7	63
Sulfato de amonio	-112	69,0	81
Urea	-84	75,4	81
Fosfato monoamónico	-65	34,2	92
Fosfato diamónico	-64	29,9	83
Amoniaco anhidro	-148	47,1	--
Azufre	-312	--	--
Nitrato de sodio	+29	100	--
Triple superfosfato	0	10,1	94
Cloruro de potasio	0	116,3	84
Nitrato de potasio	+23	73,6	--
Sulfato de potasio	0	46,1	.96
Nitrato de calcio	+20	52,5	--
Sulfato de K y Mg	0	43,2	--
Cal calcítica	+80-+95	4,7	--
Cal dolomítica	+90-+100	0,8	--
Roca fosfórica	+56	--	--
Sulfato de calcio	0	8,1	--

## IV. LOS PRINCIPALES NUTRIENTES ESENCIALES DE LA PALMA ACEITERA

### 4.1. Nitrógeno (N)

Rápido crecimiento, color verde intenso a las hojas y mejora la calidad de las mismas. Aumenta el contenido de proteínas, la producción de frutos y semillas. Un suministro adecuado de nitrógeno y balanceado con otros nutrientes es importante para el buen desarrollo y producción del cultivo.

### 4.2. Fósforo (P)

Las palmas de aceite son usualmente muy eficientes en la utilización del fósforo, tanto del suelo como en el fertilizante aplicado, teniendo una marcada influencia en el desarrollo del sistema radicular la floración y por ende en la producción.

### 4.3. Potasio (K)

Incrementa la resistencia a la sequía y a las enfermedades en las palmas e influyen sobre el tamaño y número de racimos producidos.

#### **Asegura rendimiento y calidad**

El potasio es el nutriente más importante en la producción de aceite de palma. Por lo tanto, no se puede lograr una alta producción de aceite sin la adecuada cantidad de potasio. El potasio es esencial para una gran variedad de procesos dentro de la fisiología vegetal:

El potasio juega un rol importante en la conversión de la luz solar en energía bioquímica durante el proceso de fotosíntesis.



El potasio acelera el flujo de asimilados desde las hojas hacia otros órganos de la planta (por ejemplo los racimos de fruta fresca)

El potasio promueve el almacenaje de asimilados como resultado de una mayor producción y una mejora en la translocación de los carbohidratos

El potasio incrementa la eficiencia en el uso del nitrógeno a través una conversión más rápida del nitrógeno en proteínas

Plantas bien nutridas con potasio pueden utilizar de manera más eficiente la humedad del suelo que las plantas con deficiencia de K.

#### **4.4. Magnesio (Mg)**

El Mg cumple numerosas funciones vitales en el metabolismo de la planta, como un componente esencial de la fotosíntesis ocupando la posición central de la clorofila, realizando la fijación de CO<sub>2</sub> en el metabolismo de energía y en la síntesis de carbohidratos, proteínas y aceite.

##### **Para alta fotosíntesis**

El magnesio tiene diversas funciones en el metabolismo de la palma aceitera:

El magnesio es el átomo central de la molécula de clorofila, el pigmento verde de las hojas, que captura la energía del sol necesaria para la fotosíntesis

El magnesio está involucrado en la reacción de la carboxilasa de la fotosíntesis, al ser parte de una coenzima que fija el CO<sub>2</sub>

El magnesio es necesario en todos los procesos que requieren energía, como por ejemplo la síntesis de almidón, proteínas y vitaminas.



El magnesio acelera el transporte de asimilados hacia las hojas y racimos de fruta, y se necesita en varias enzimas relacionadas con la producción de ácidos grasos y en la biosíntesis de aceites.

#### **4.5. Azufre (S)**

Es un ingrediente esencial de las proteínas. Ayuda a mantener el color verde intenso de las hojas. Estimula la producción del fruto y las semillas y el crecimiento vigoroso de las plantas.

#### **Esencial para la calidad del aceite**

El azufre es uno de los seis macronutrientes y es absorbido usualmente por las plantas en una cantidad similar al fósforo y magnesio. El contenido total de azufre en las plantas varía entre 0,2 % y 0,5 % de la materia seca. El azufre está involucrado en muchos procesos metabólicos como por ejemplo:

El azufre se necesita para la fotosíntesis, producción de almidón y azúcar

El azufre es constituyente de dos aminoácidos los cuales son necesarios para la producción de proteínas

El azufre incrementa el uso eficiente del nitrógeno por parte de las raíces

#### **4.6. Boro (B)**

El boro es uno de los nutrientes que está relacionado con la actividad del tejido de crecimiento meristemático), dentro de los siguientes procesos: Regulación del metabolismo de los carbohidratos; Floración y fructificación. La formación del grano del polen, metabolismo del nitrógeno, absorción de agua y nutrientes.

#### **Indispensable para los procesos metabólicos**

El boro es el micronutriente más importante en la nutrición de la palma aceitera y tiene varias funciones en procesos fisiológicos:

El boro es esencial para la elongación radical, la formación de carbohidratos y de la pared celular

El boro participa en la formación de proteínas y en la regulación de la síntesis de ácidos nucleicos

El boro activa la producción de sacarosa y el transporte hacia otros órganos de la planta

### Cuadro 1. Niveles foliares de referencia para varios elementos en palma aceitera

	Plantas jóvenes (menores de 6 años)		Plantas maduras (mayores de 6 años)	
	Deficiencia	Optima	Deficiencia	Optima
N (%)	<2,50	2,6 – 2,9	<2,3	2,4- 2,8
P (%)	<0,15	0,16 – 0,19	<0,14	0,15 – 0,19
K (%)	<1,00	1,1 – 1,3	<0,75	0,9 – 1,2
Mg (%)	<0,20	0,30 – 0,45	<0,20	0,25 – 0,40
Ca (%)	<0,30	0,50 – 0,70	<0,25	0,50 – 0,75
S (%)	<0,20	0,30 – 0,40	<0,20	0,25 – 0,35
Cl(%)	<0,25	0,50 – 0,70	<0,25	0,50 – 0,75
B (mg kg <sup>-1</sup> )	<8	15 -25	<8	15 – 25
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	<3	5 - 8	<3	5 - 8
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	<10	12 - 18	<10	12 – 18

*Son niveles encontrados en la hoja n 17. Tomado de Rankine y Fairhurst, 1998.*

Mc. Lean y Carbonell (1972) quienes sugieren que un 65-70% de la CIC total debería estar ocupada por el calcio, 13-15% de magnesio y 5%de potasio.

Como fuente de nitrógeno se ha usado principalmente la urea, y en menor grado el nitrato de amonio y el DAP: este ultimo utilizado como fuente principal de fosforo.

El cloruro de potasio ha sido la fuente tradicional de potasio, la cual también sule cloro, considerado un elemento esencial en palma aceitera.

La fuente tradicional de magnesio ha sido la kieserita y/o el sulfato doble de potasio y magnesio (sulfomag), que también sule azufre.

En aquellos suelos, en donde los niveles de calcio y magnesio en el suelo son altos, el sufomag no debería utilizarse.



## V. SÍNTOMAS VISUALES DE DESÓRDENES NUTRICIONALES

La apariencia de la planta indica claramente su condición de salud, por ello la manifestación visual de síntomas de deficiencia ha sido ampliamente caracterizada.

Sin embargo, no debe confiarse solamente en estas características, ya que existen posibilidades de equivocarse al no tomar en cuenta la influencia de otros factores que alteran la manifestación de estos síntomas (plagas, mal drenaje, déficit hídrico, enfermedades).

Es importante destacar que los síntomas de deficiencias nutricionales se manifiestan a ambos lados del raquis y en hojas sucesivas, mientras que los síntomas provocados por otras causas tienden a presentarse desorganizadamente.

**Nitrógeno.** Su deficiencia es rápidamente reconocida en palmas jóvenes por el desarrollo de un color amarillo pálido en todo el follaje, iniciándose a partir de las hojas inferiores. Sin embargo, en áreas mal drenadas, y en donde existe competencia por este elemento con algunas gramíneas las hojas superiores pueden presentar un mayor grado de amarillamiento que las inferiores. También se observan deficiencias de este elemento en suelos de textura arenosa, en donde se produce su pérdida por lavado.



**Fósforo.** Normalmente no se observan síntomas fácilmente visibles de esta deficiencia. El crecimiento en general es menor, notándose una reducción en la longitud de las hojas y en el diámetro del tronco, que puede tomar una apariencia de "lápiz".

Algunas malezas asociadas al cultivo (particularmente gramíneas), pueden desarrollar una coloración púrpura en el follaje de mayor edad.

**Potasio.** Existen dos tipos de síntomas asociados a la carencia de este elemento. El más común es el llamado "moteado anaranjado" que consiste en la aparición de manchas translúcidas que pasan a color naranja en las hojas más viejas.

Conforme la deficiencia se acentúa, el centro de las manchas se seca y lesiones cercanas se unen. Eventualmente, se desarrolla una necrosis marginal en las hojas a partir de la parte distal.

Otro síntoma es el amarillamiento medio de la corona, en donde una o más hojas de la mitad de la corona, desarrollan una coloración amarilla muy intensa que se inicia a partir del ápice. Las hojas más jóvenes son más cortas de lo normal, y las inferiores adquieren una coloración amarillenta y se secan prematuramente.



**Magnesio.** Posiblemente esta es la deficiencia mas difícil de diagnosticar debido al "efecto de sombreo", que consiste en el desarrollo de una clorosis en la porción de los folíolos que reciben luz directamente.

La porción del folíolo que esta sombreado se mantiene más o menos verde. Estos síntomas son muy evidentes en las hojas inferiores, particularmente en la estación seca.

**Azufre.** La deficiencia se asemeja a los estados iniciales de la carencia de nitrógeno, pero afecta principalmente las hojas mas jóvenes.

**Boro.** Una gran cantidad de síntomas han sido asociados a la carencia de este elemento y la mayoría incluyen deformaciones en las hojas mas jóvenes: hojas cortas, folíolos en forma de gancho, suberización del tejido del raquis, corrugamientos de la lamina foliar, perdida de la lamina foliar que puede quedar reducida.

## Deficiencia de Nitrógeno



## Deficiencia de Fosforo



Planta con síntomas de deficiencia severa de nitrógeno. Obsérvese la clorosis general y el achaparramiento de la corona

Reni Barrios\*; Asdrúbal Díaz\*;  
Diógenes Molina\*  
Investigador. FONAIAP-Centro Nacional  
de Investigaciones  
Agropecuarias del Estado Monagas.  
Maturín



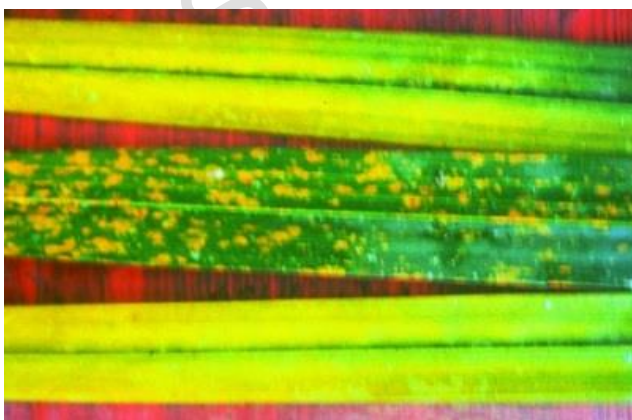
## Deficiencia de S



## Deficiencia de B



## Deficiencia de Magnesio



## Deficiencia de Potasio



## Deficiencia de Cu



2 0 1 2



D	L	M	M	J	V	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Enero  
Oñolla poopy  
killa



D	L	M	M	J	V	S
				1	2	3
				4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29					

Febrero  
Hatun  
poopy killa



D	L	M	M	J	V	S
				1	2	3
				4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Marzo  
Pawkar  
waray killa



D	L	M	M	J	V	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

Abril  
Aynway killa



Financiamiento, Asistencia Técnica y Capacitación



D	L	M	M	J	V	S
				1	2	3
				4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Mayo  
Aymuray  
killa



D	L	M	M	J	V	S
				1	2	3
				4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

Junio  
Inti raymi  
killa



D	L	M	M	J	V	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Julio  
Anta situwa  
killa



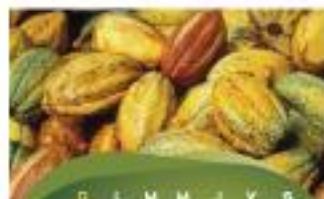
D	L	M	M	J	V	S
				1	2	3
				4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Agosto  
Chakra  
yapuy killa



D	L	M	M	J	V	S
30						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29

Setiembre  
Tarpuy killa



D	L	M	M	J	V	S
				1	2	3
				4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Octubre  
Kantanya  
killa



D	L	M	M	J	V	S
				1	2	3
				4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

Noviembre  
Ayamarka  
killa



D	L	M	M	J	V	S
30	31					1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29

Diciembre  
Chapag  
raymi killa



