



PALMELIT

OIL PALM SEEDS - CIRAD INSIDE



NUTRICIÓN VEGETAL EN PALMA DE ACEITE

Ing. LIBARDO H. SANTACRUZ A.
Especialización: Gerencia y Economía Solidaria
Asesor cultivos de Palma de Aceite

13 de septiembre de 2023





MANEJO NUTRICIÓN EN PALMA DE ACEITE

Antecedentes

Justificación

Estrategias - Criterios

Conclusiones



Antecedentes

- La palma de aceite: Mayor cantidad de aceite vegetal en el mundo.
- En el manejo nutricional en general de la palma de aceite, hay desconocimiento por la importancia, interacción y función de cada uno de los 17 elementos nutricionales (en especial los elementos menores y el Silicio en los procesos fisiológicos de la palma).
- La palma de aceite tiene una alta demanda de nutrientes:
 - Por el rápido crecimiento anual, especialmente en los primeros años de su ciclo de crecimiento (25 años)
 - Por los altos rendimientos anuales obtenibles después de que se inicia la producción en el tercer o cuarto año, luego de la siembra en campo

Antecedentes

- El nitrógeno (N) y potasio (K) son los nutrientes más requeridos, mientras que los requerimientos de magnesio (Mg) y fósforo (P) son menores. Estos nutrientes son removidos del campo en los RFF cosechados e inmovilizados en las palmas en el ciclo de crecimiento (25 años).
- Las plantaciones de palma de aceite en el Sureste Asiático se cultivan en áreas de suelos ácidos y con bajos niveles de fertilidad (Mutert, 2001). Por lo tanto, es necesario utilizar fertilizantes para satisfacer la demanda de nutrientes y soportar altos rendimientos.

Antecedentes

- Se ha demostrado consistentemente la respuesta a la aplicación de fertilizantes en numerosos experimentos en Malasia, donde se lograron altos rendimientos de RFF en un amplio rango de tipos de suelo (Kee y Goh, 2006).
- Preparar la palma antes del periodo de alta cosecha que debería coincidir con la época de lluvias, para que la mayor carga de racimos tenga el mayor peso
- “En todos los experimentos de la red de Potencial de respuesta (25 replicas distribuidas en Guatemala, Nicaragua, Panamá, Colombia y Brasil), las mayores dosis de nitrógeno están asociadas con una mayor emisión foliar y un mayor número de racimos”. (Fuente: Álvaro Acosta 2016)

Antecedentes



Justificación

Elementos nutricionales esenciales

- Elementos necesarios en la planta para que complete su ciclo de vida vegetativo y reproductivo.
- Esenciales porque no pueden faltar en la planta para que esta se desarrolle normalmente.
- Para su normal desarrollo las plantas necesitan 16 (17 Si) elementos nutritivos.
 - Macro - elementos = N, P, K, Ca, Mg - Si
 - Micro - elementos = Fe, Cu, Cl, B, Mn, Zn, Mo, S



Justificación

Elementos nutricionales esenciales

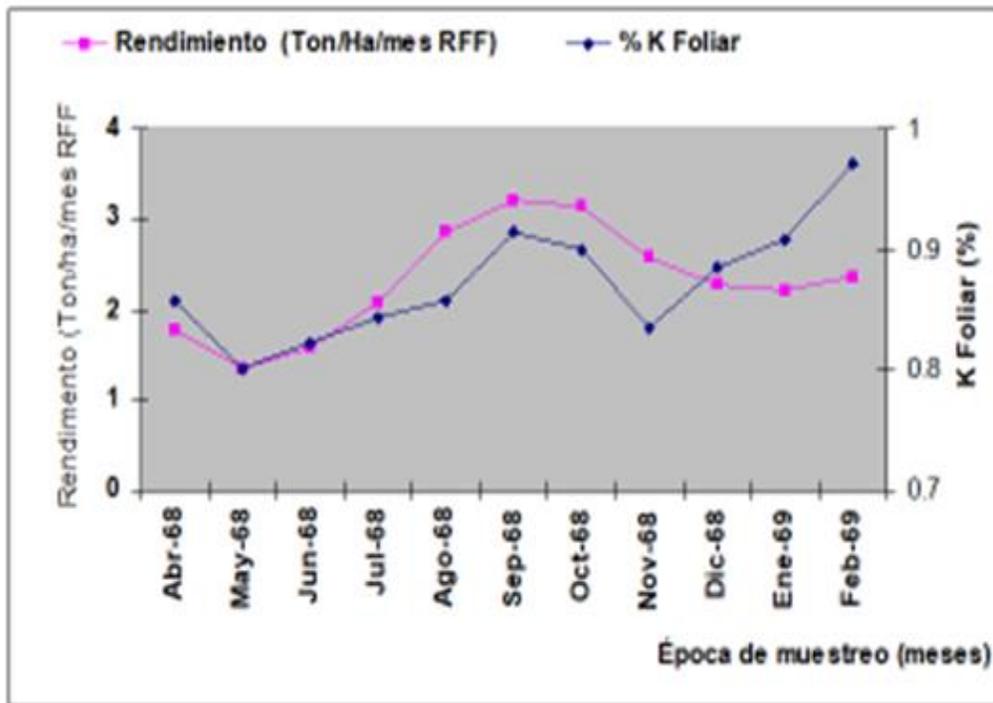
Elementos beneficiosos (Broadley et al. 2012), se encuentra el silicio (Si)

- Resistencia mecánica a los tejidos.
- Condiciones abióticas adversas: la salinidad, la sequía, la inundación, el frío y la radiación excesiva.
- Condiciones bióticas adversas: las enfermedades y las plagas (Ma et al.s 2001).



Justificación

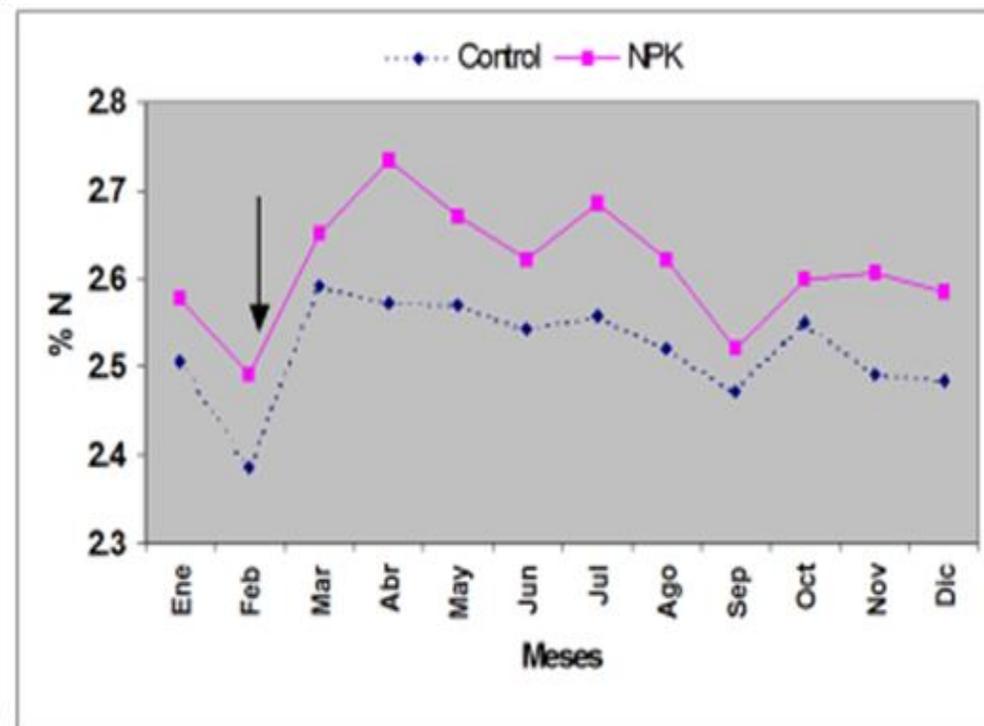
Variabilidad de los contenidos nutricionales con relación a la época de muestreo



Fuente: Fostery Chang (1976)

En Malasia se ha registrado:

- Amplia variabilidad dentro del año
- Cierta relación con la variación en rendimiento



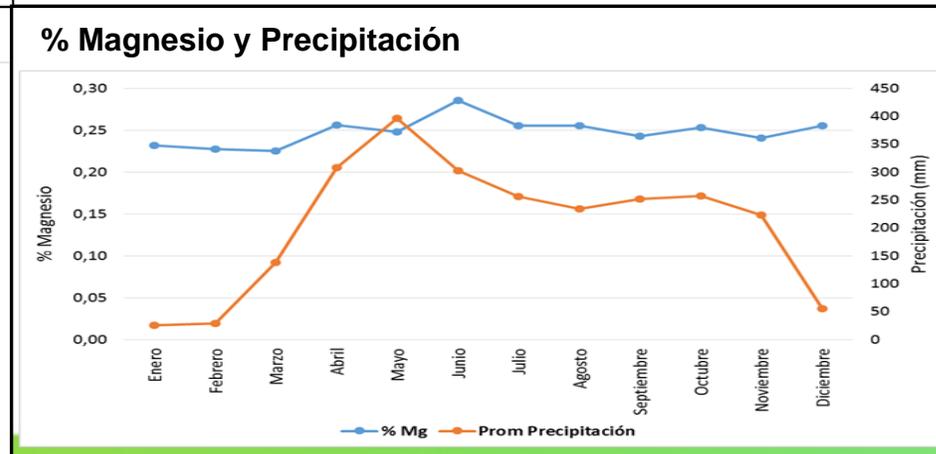
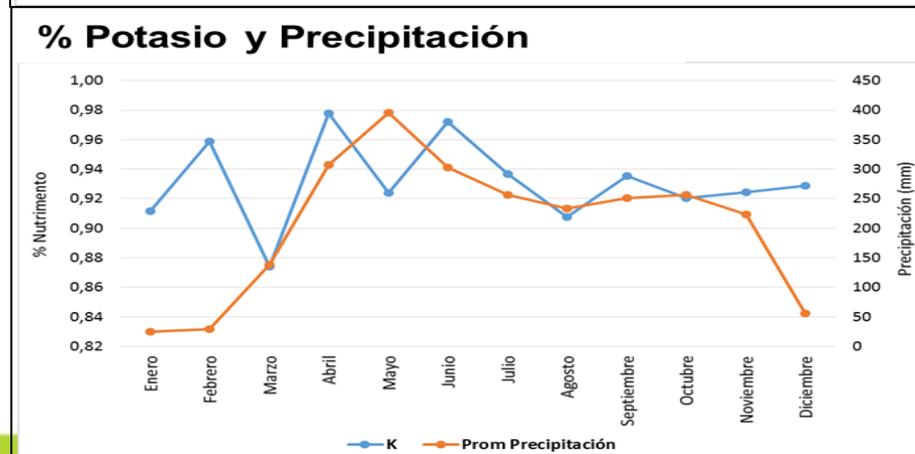
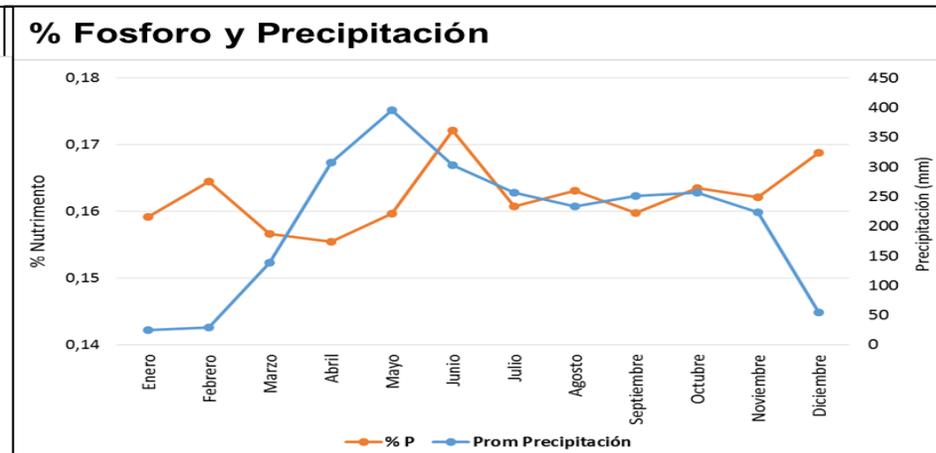
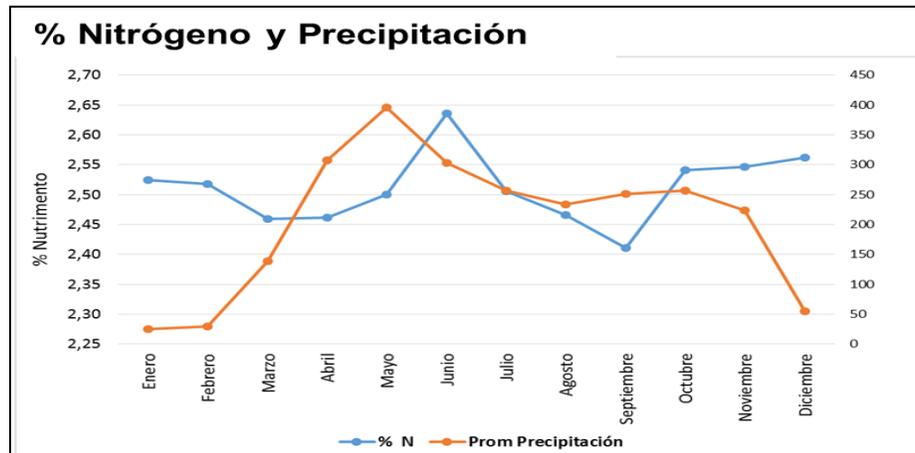
Fuente: Teoh, Chew y Soh (1982)

Dos factores determinan la variabilidad estacional:

- La lluvia
- La fertilización

Justificación

Comportamiento de los niveles de nutrimentos a nivel foliar y la precipitación promedio mensual



Justificación

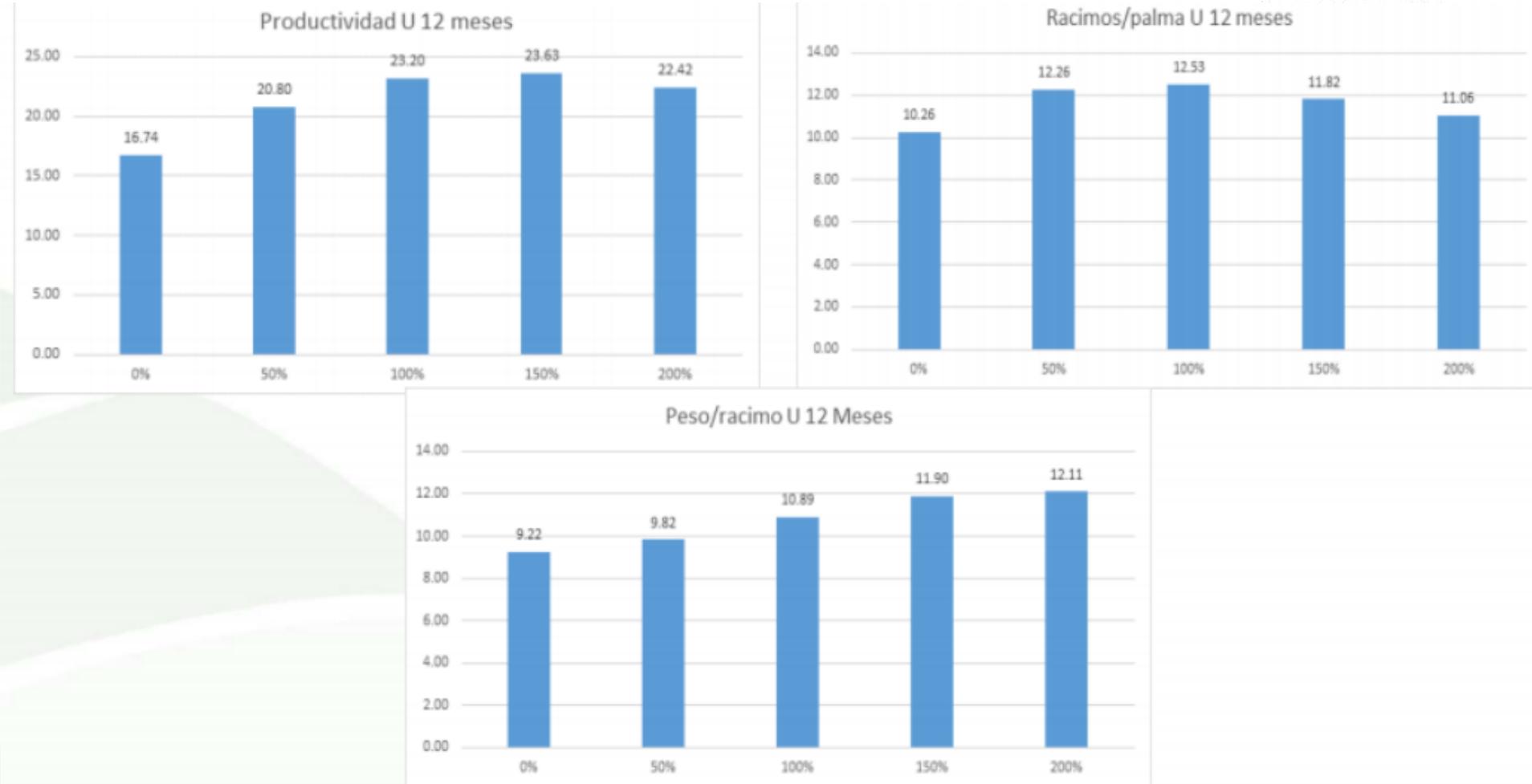
- 13 • Hay una amplia variabilidad estacional en todos los nutrientes.
- La mayoría están en niveles más bajos en época seca.
- El inicio de las lluvias aumenta los niveles foliares de nutrientes sensiblemente.
- Los aumentos debidos a la fertilización duraron pocos días (30 a 60).

Fuente: Guaicaramo - El Borrego

- Para que la palma de aceite pueda mantener altas productividades y para darle un manejo adecuado al recurso suelo, es necesario mantener el equilibrio entre los nutrientes que la planta absorbe y las reservas del suelo.
- Para ello se elaboran programas de fertilización, basados en análisis químico de suelo, tejido foliar y raquis.
- Los elementos principalmente manejados dentro del programa de fertilización son: N, P, K, Mg, B, Ca y Si

Justificación

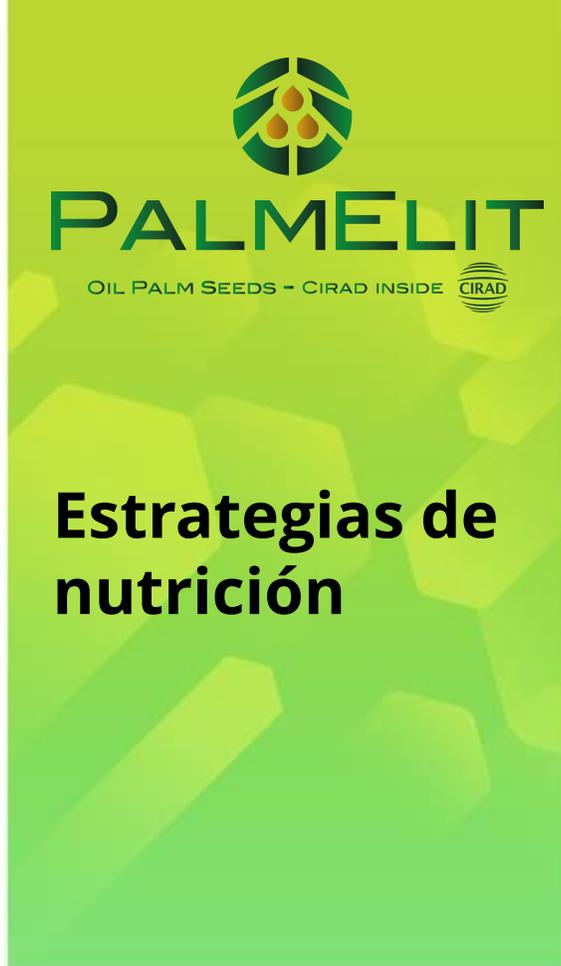
En 4 años de investigación para plantaciones - Aplicaciones crecientes de fertilizante



Justificación



Estrategias - Criterios



La estrategia es un plan general para lograr uno o más objetivos a largo plazo

Suficiente.

- Ajuste por edad, material y propios óptimos.
- Ajuste por materia seca foliar faltante
- Reposición por extracción de fruta

Oportuna.

- Sincronía entre demanda y oferta de nutrientes.
- Épocas de floración y racimos en formación.

Balanceda.

- Balance en suelo, raquis de hoja y follaje



Criterios plan nutrición

Cada uno de los elementos menores por su presencia frente a los elementos mayores, durante las diferentes etapas fenológicas de la palma, favorecen el balance nutricional que repercute en el óptimo aprovechamiento de los nutrientes, resistencia a plagas y enfermedades y en especial en el aumento de la producción en toneladas hectárea año.

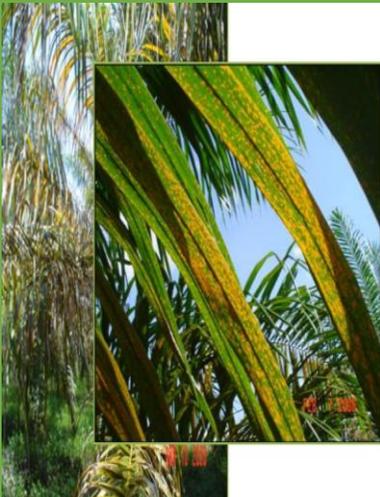


Capacidad para tomar una decisión acertada.

- Producción de biomasa, nivelación foliar de nutrimentos (análisis foliares), reposición de nutrimentos extraídos por cosecha, producción esperada y análisis de suelos.
- Mayor producción de RFF por hectárea de Coarí x La Mé - Híbrido (35 -40 t /ha-año) frente a Guineensis (28 - 35 t /ha-año) en palma adulta. (Mayor consumo de fertilizante).
- Los nutrientes regresan al sistema cuando se reciclan en el campo las hojas podadas y las inflorescencias masculinas viejas, además de los racimos vacíos (RV) y los efluentes de la extractora (EE)
- En el suplemento de nutrientes también se deben tener en cuenta el aporte del suelo, la lluvia, las leguminosas de cobertura. Se necesitarán nutrientes en forma de fertilizantes cuando existe un déficit de suplemento frente a la demanda.

Criterios plan nutrición

DEFICIENCIAS NUTRICIONALES

NITRÓGENO – N	FÓSFORO – P	POTASIO – K	MAGNESIO - MgO
			
Motor de crecimiento	Energía	Actividades fisiológicas	Clorofila
Área foliar	Desarrollo de raíces	Peso de los Racimos.	Energía
	Sinergia N	Uso eficiente del agua	Aceite en Racimos



Criterios plan nutrición

AZUFRE – S	CALCIO – Ca	COBRE - Cu
		
Aminoácidos	Estructural	Lignina
Proteínas	Crecimiento meristemos.	Formación de clorofila
síntesis de aceite	Economía agua del agua	Mantiene la viabilidad del polen

Crterios plan nutrición

ZINC – Zn	HIERRO - Fe	MANGANESO - Mn
		
División Celular	Fotosíntesis	Formación de la clorofila
Fecundación:	Metabolismo de la energía	Eficiencia fotosintética
Sostenimiento de flor y fruto.	Fijación de N	Tóxico en suelos mal drenados
Protección Contra Enfermedades		

Criterios plan nutrición

BORO - B

DIVISIÓN CELULAR - PUNTOS DE CRECIMIENTO

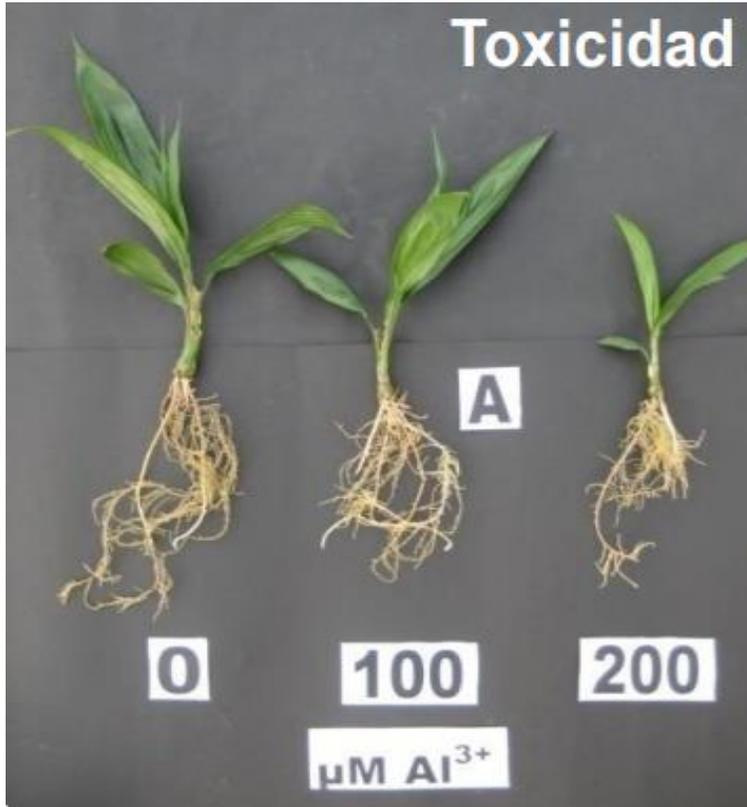
GERMINACIÓN DEL POLEN

TRANSPORTE DE CARBOHIDRATOS

CRECIMIENTO DEL TUBO POLÍNICO

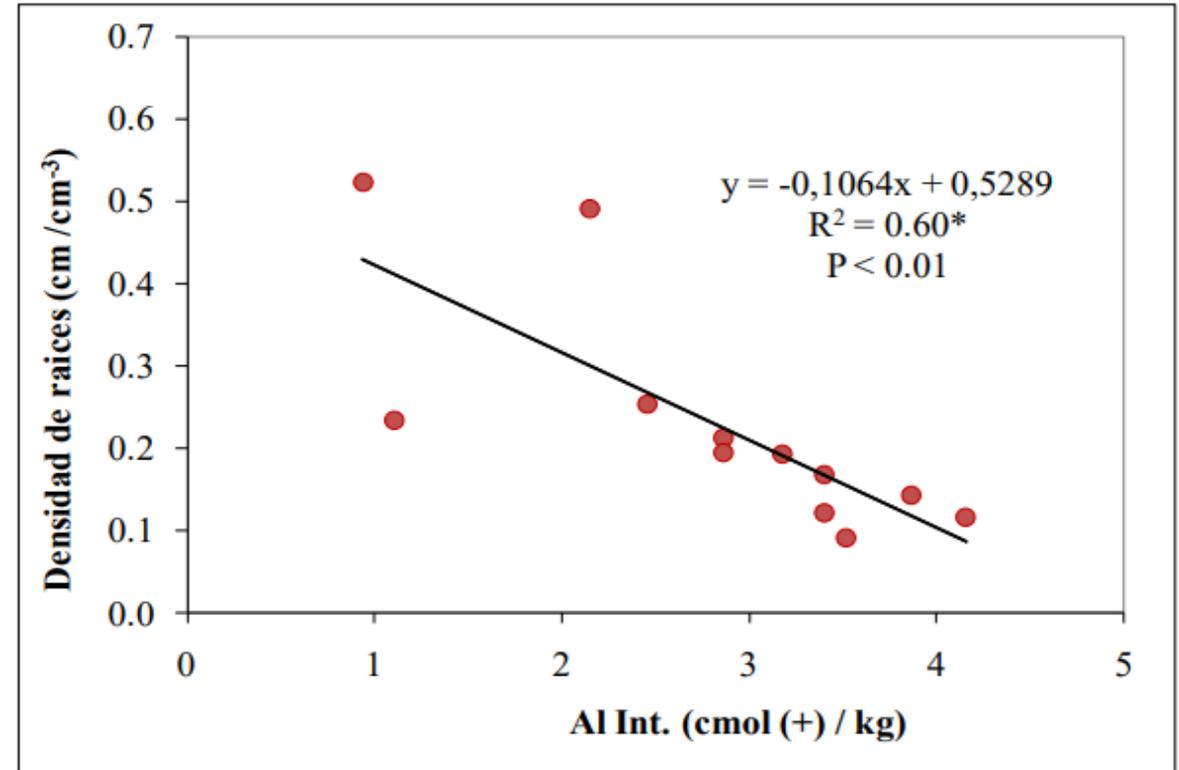
Criterios plan nutrición

Aluminio - Al

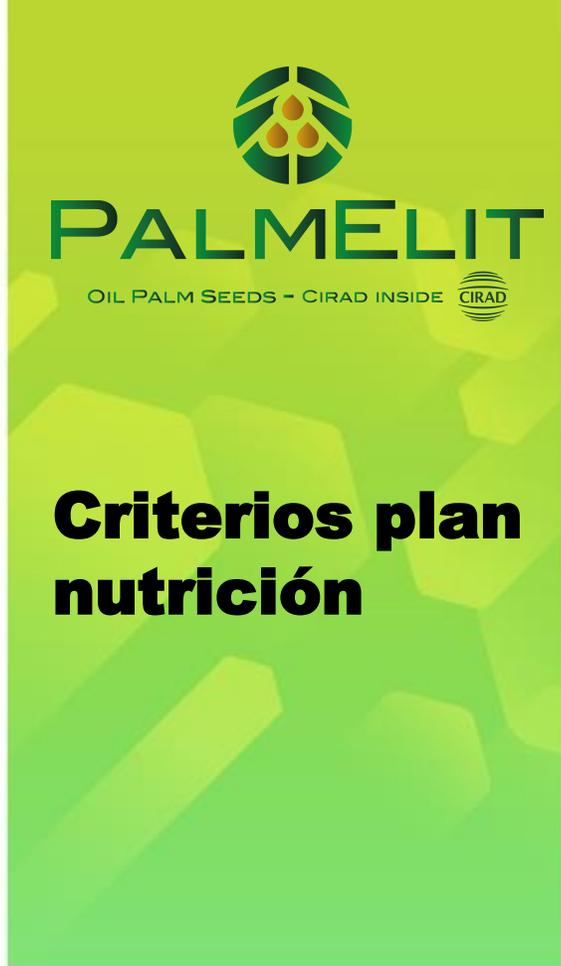


Tóxico en altas concentraciones – daño raíces, reducción de rendimientos

Neutralizar con enmiendas químicas u orgánicas



Criterios plan nutrición



Al⁺⁺⁺

El aluminio por sus cargas positivas reacciona de la siguiente manera:

- 01** Con los minerales de cargas positivas los rechazan e impiden que sean absorbidos por la planta. Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Fe⁺⁺⁺, Mn⁺⁺, Zn⁺⁺, Cu⁺⁺, NH₄⁺
- 02** Con los minerales de cargas negativas, los amarra e impiden que sean absorbidos por la planta NO₃⁻, H₂PO₄⁻, HPO₄⁻⁻, MoO₄⁻⁻
- 03** Con el ion sulfato SO₄⁻⁻, si esta deficiente, lo amarra impidiendo su absorción.

Según el porcentaje de saturación de aluminio en el suelo, en esa medida y/o porcentaje, se bloquea la absorción de minerales nutritivos.

Forma química en la que absorben los nutrientes algunas plantas

Nutriente	Forma absorbida
Carbono (C)	CO ₂
Hidrógeno (H)	H ₂ O
Oxígeno (O)	H ₂ O, O ₂
Nitrógeno (N)	NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻
Fósforo (P)	H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ⁼
Potasio (K)	K ⁺
Calcio (Ca)	Ca ⁺⁺
Magnesio (Mg)	Mg ⁺⁺
Azufre (S)	SO ₄ ⁼ , SO ₂
Hierro (Fe)	Fe ⁺⁺ , Fe ⁺⁺⁺
Manganeso (Mn)	Mn ⁺⁺
Boro (B)	H ₃ BO ₃
Zinc (Zn)	Zn ⁺⁺
Cobre (Cu)	Cu ⁺⁺
Molibdeno (Mo)	MoO ₄ ⁼
Cloro (Cl)	Cl ⁻

ELEMENTOS	FUENTES
N	Urea Revestida, Sulfato de amonio, Nitrato de amonio, Nitrato de potasio, Nitrato de calcio, Compuestos, M.O., Coberturas, Hojas podadas.
P	Roca fosfóricas, Rocas parcialmente acidulada, DAP, MAP SPT, Microessentials, Compuestos, M.O. Coberturas, Hojas podadas
K	KCl, Sulfato de potasio, Nitrato de potasio, Sulphomag K-Mg, Tusas, Efluentes, Coberturas, Hojas podada
Ca	Roca fosfórica, Carbonato Ca, Dolomita, Yeso, Nitrato de Calcio, Silicatos de Ca, Enmiendas compuestas, Coberturas, Hojas podadas.
Mg	Kieserita, Sulfato de Mg, Dolomita, Carbonato de Mg, Silicato de Mg, Sulphomag – K-Mg, Enmiendas compuestas, Coberturas, Hojas podadas.
S	Roca parcialmente acidulada, Sulfato de amonio, Sulfato de Mg, Kieserita, Microessentials SZ, Azufre Agrícola.
B	Ácido bórico, Ulexita, Borato 48
Cu	Sulfato de Cu, Quelatos de Cu
Fe	Sulfatos de hierro, Quelatos de hierro
Mn	Quelato Mn, DRENAJES
Zn	Sulfato de Zn, Óxido de Zn, Quelato de Zn
Si	Silicatos

Crterios plan nutrición

Nutrient requirements and sustainability in mature oil palms - An Assessment.

Patrick NG, Chew PS, Goh K j and Kee K K

Palmas/Ha	143				Desde 8 hasta 16 años				
Toneladas	20				30				
	N	P	K	Mg	N	P	K	Mg	Ca
Estipe	42,4	4,08	121,6	10,2	42,4	4,08	121,6	10,2	
Cuesco	3	0,08	1,4	0,2	4,5	0,11	2,1	0,3	
Fibra	5,2	1,3	21,5	1,9	7,8	1,94	32,3	2,9	
FFB	57,8	9,03	63,5	20,1	86,8	13,5	95,2	30,1	
Subtotal	108	14,5	208	32,4	142	19,7	251,2	43,5	
Pérdidas	N	P	K	Mg	N	P	K	Mg	
Escorrentía	15,2	0,98	21,6	2,1	15,2	0,98	21,6	2,1	
Lixiviación	3,4	0,9	6,3	3,4	3,4	0,9	6,3	3,4	
Erosión	2,5	0,02	0	0,2	2,5	0,02	0	0,2	
Subtotal pérdidas	21,1	1,9	27,9	5,7	21,1	1,9	27,9	5,7	
% en pérdidas					15	10	11	13	
Entrada de nutrientes Iluvia	17	2,4	31,6	4,8	17	2,4	31,6	4,8	
	113	14	235,9	38,1	146	19,2	247,5	44,4	
Kgrs/Tonelada de RFF	5,63	0,70	11,80	1,91	4,85	0,64	8,25	1,48	0,81
Total Óxidos	130	16,4	235,9	38,1	163	21,6	279,1	49,2	
Factores óxidos	1	2,29	1,2	1,67	1,00	2,29	1,205	1,66	
Oxidos	130	37,5	283,1	63,6	162,6	49,4	336,3	81,7	
P comercial	Urea	MAP	KCl	Sulf Mg	Urea	MAP	KCl	Sulf Mg	
	46%	52%	60%	18%	46%	52%	60%	25%	
	281,5	72,2	471,8	353,5	353,5	95,0	560,5	326,7	

MANEJO DE FERTILIZACION EN SITIO DEFINITIVO PARA LOS 4 PRIMEROS AÑOS GUINEENSIS

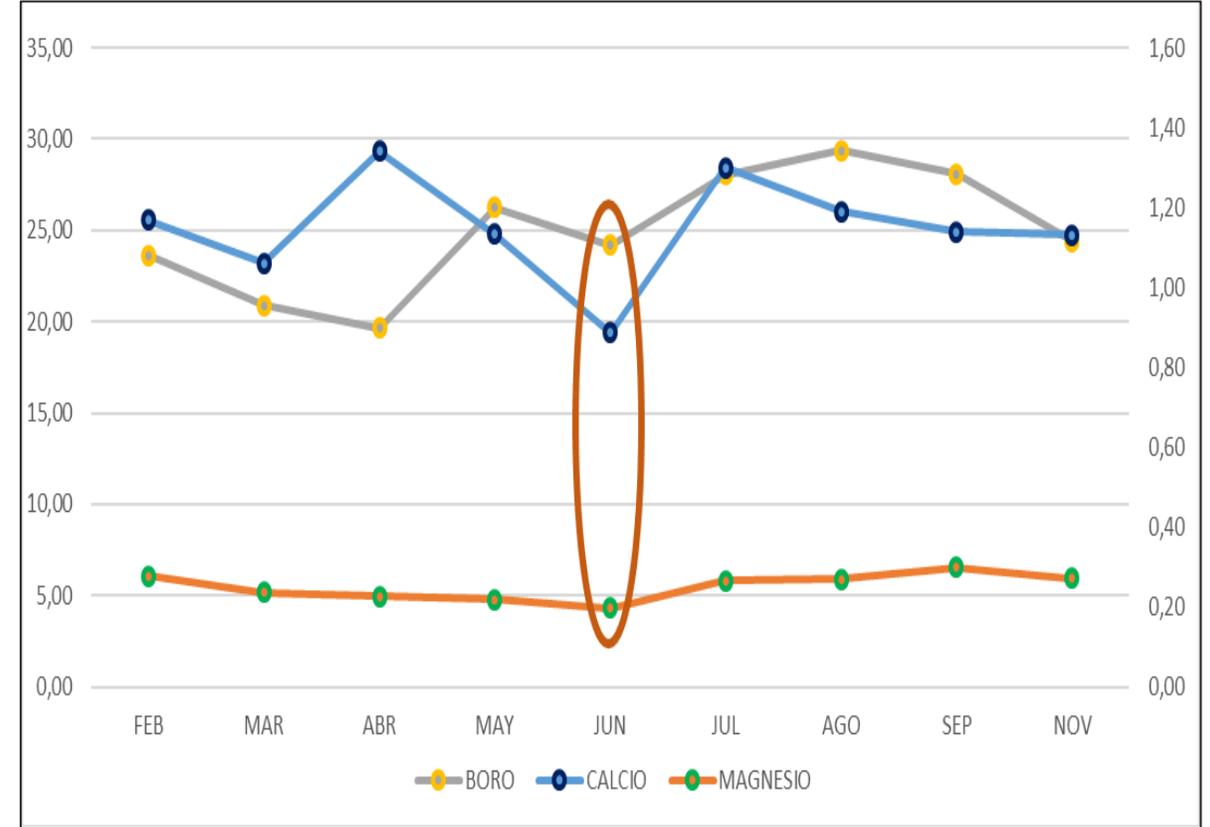
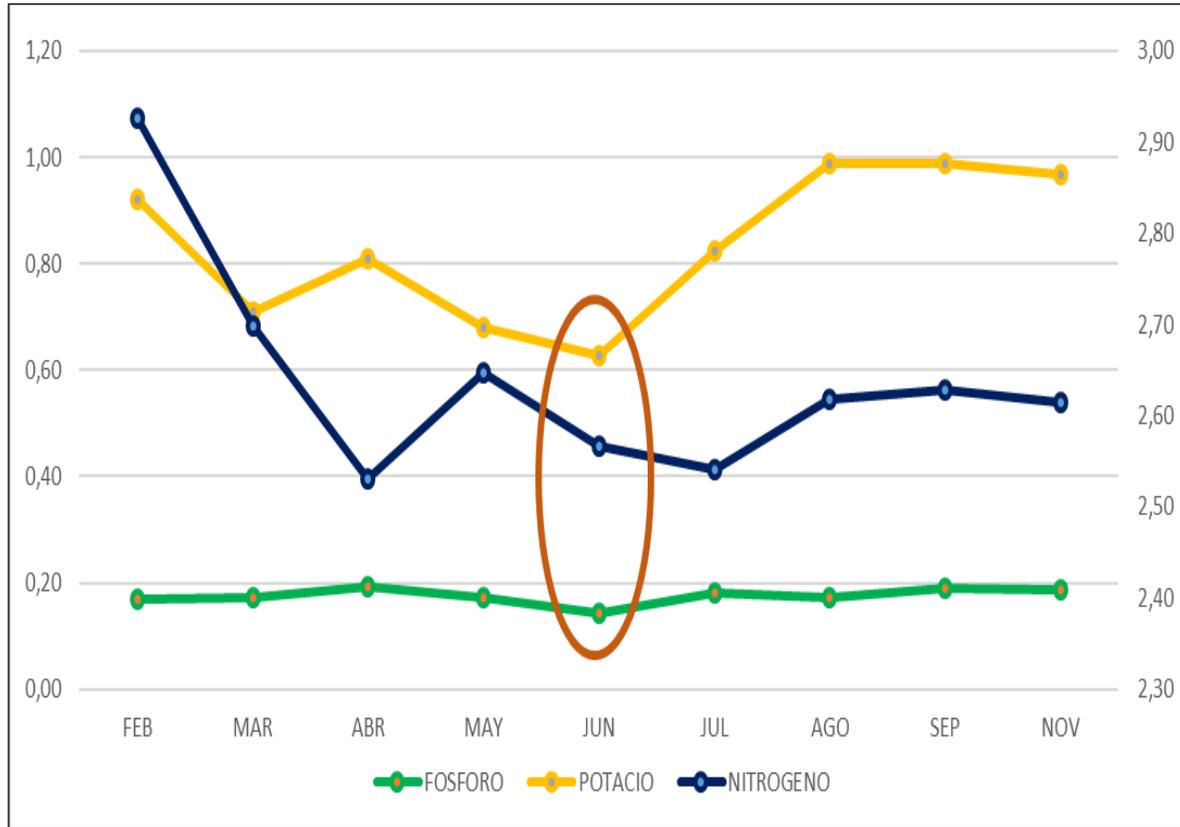
Ian Rankine and Thomas Fairhurst

Edad	N	P205	K2O	MgO	B2O3	Zn
1 a 6 meses	0,2	0,3	0,4	0,1	0,05	0,05
7 a 18 meses	0,4	0,5	1,2	0,12	0,05	0,05
19 a 30 meses	0,5	0,6	1,5	0,2	0,1	0,1
31 a 42 meses	0,7	0,70	1,5	0,25	0,1	0,1
4 años (hoja 9 meses)	0,8	0,70	1,7	0,3	0,08	0,08

Kee y Goh (2006) Variedades altamente productivas

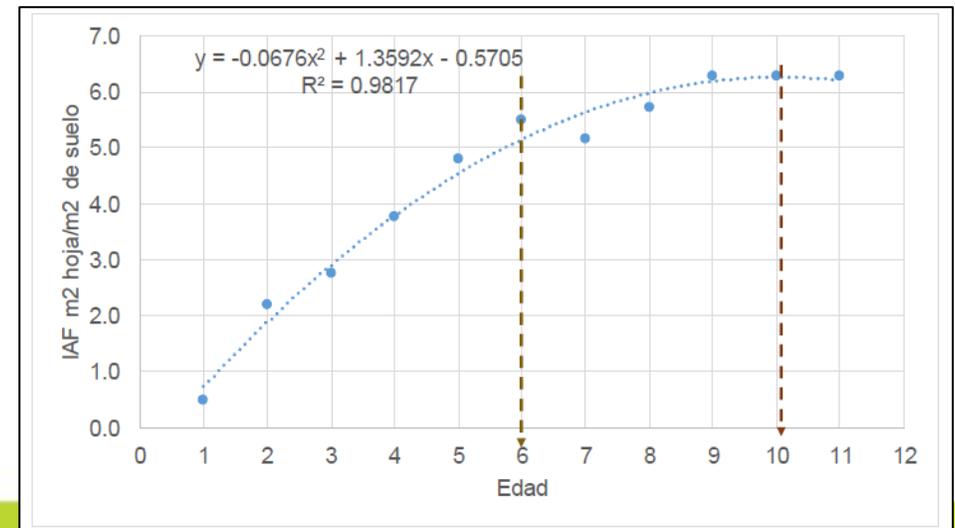
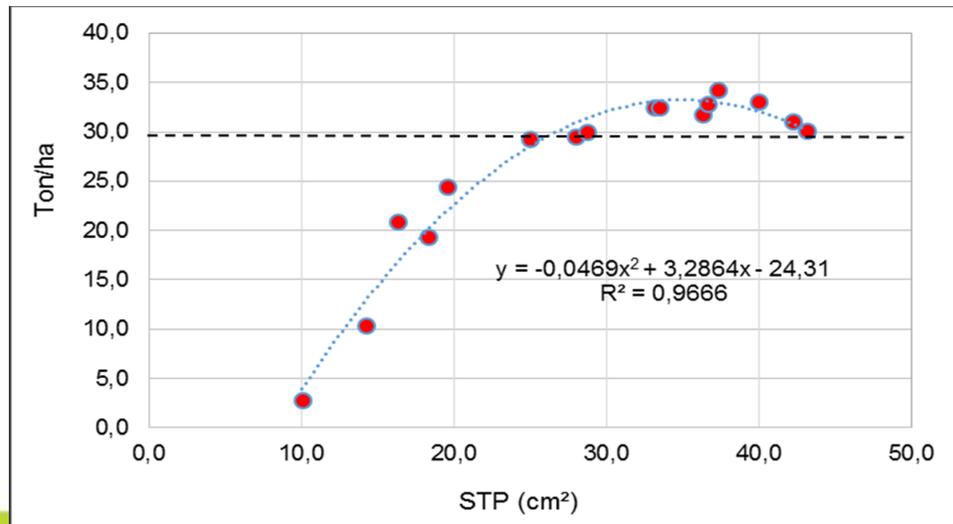
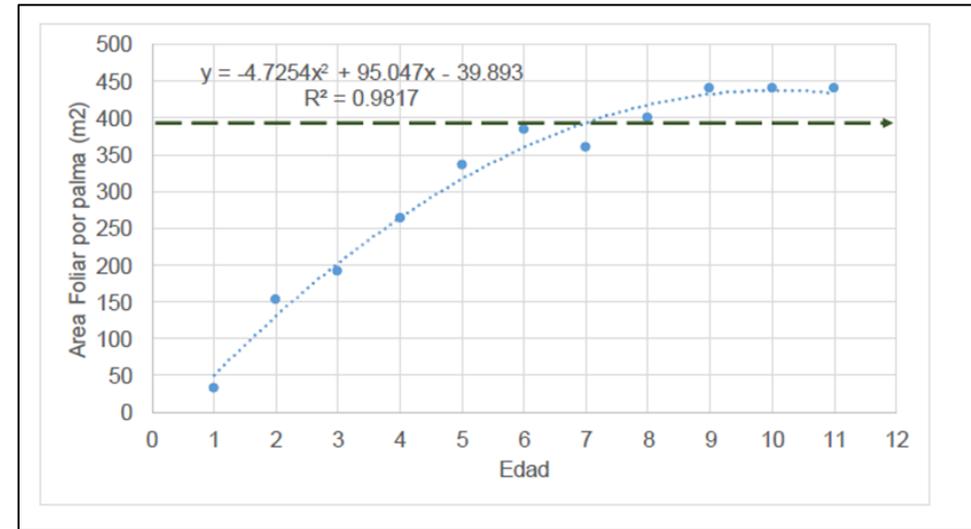
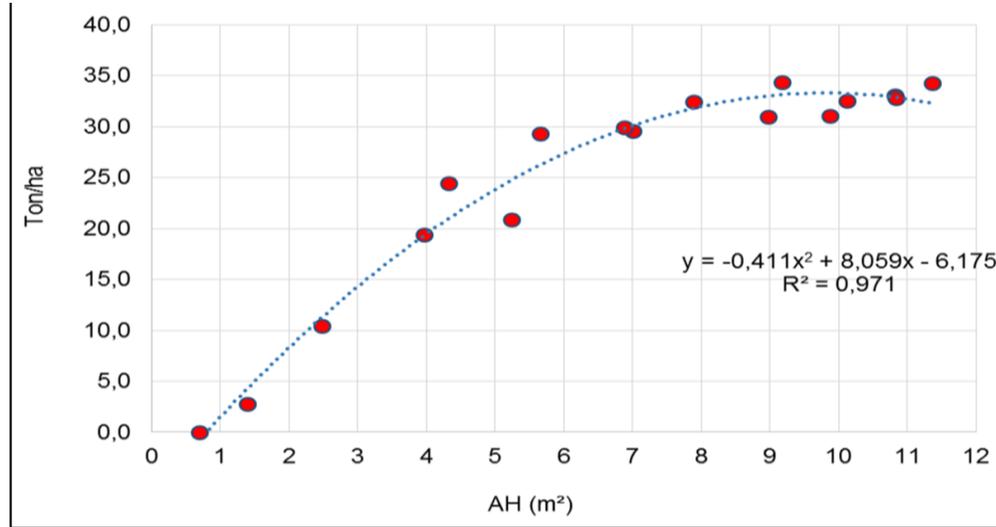
Año	N	P205	K2O	MgO	B2O3	Zn
0	0,25	0,20	0,30	0,15	0,01	0,03
1	0,40	0,30	1,00	0,20	0,02	0,05
2	0,60	0,50	1,50	0,25	0,03	0,07
3	0,75	0,60	1,75	0,30	0,04	0,08
4	1,00	0,65	2,00	0,35	0,05	0,10
5	1,25	0,70	2,50	0,35	0,05	0,11
6	1,25	0,70	2,75	0,40	0,06	0,12
7	1,75	0,70	2,50	0,40	0,06	0,12
8	1,75	0,70	2,50	0,40	0,06	0,12
9	1,75	0,70	2,50	0,40	0,06	0,12
10	1,75	0,70	2,50	0,40	0,06	0,12

Variación de los niveles de nutrimentos a nivel foliar a través del tiempo

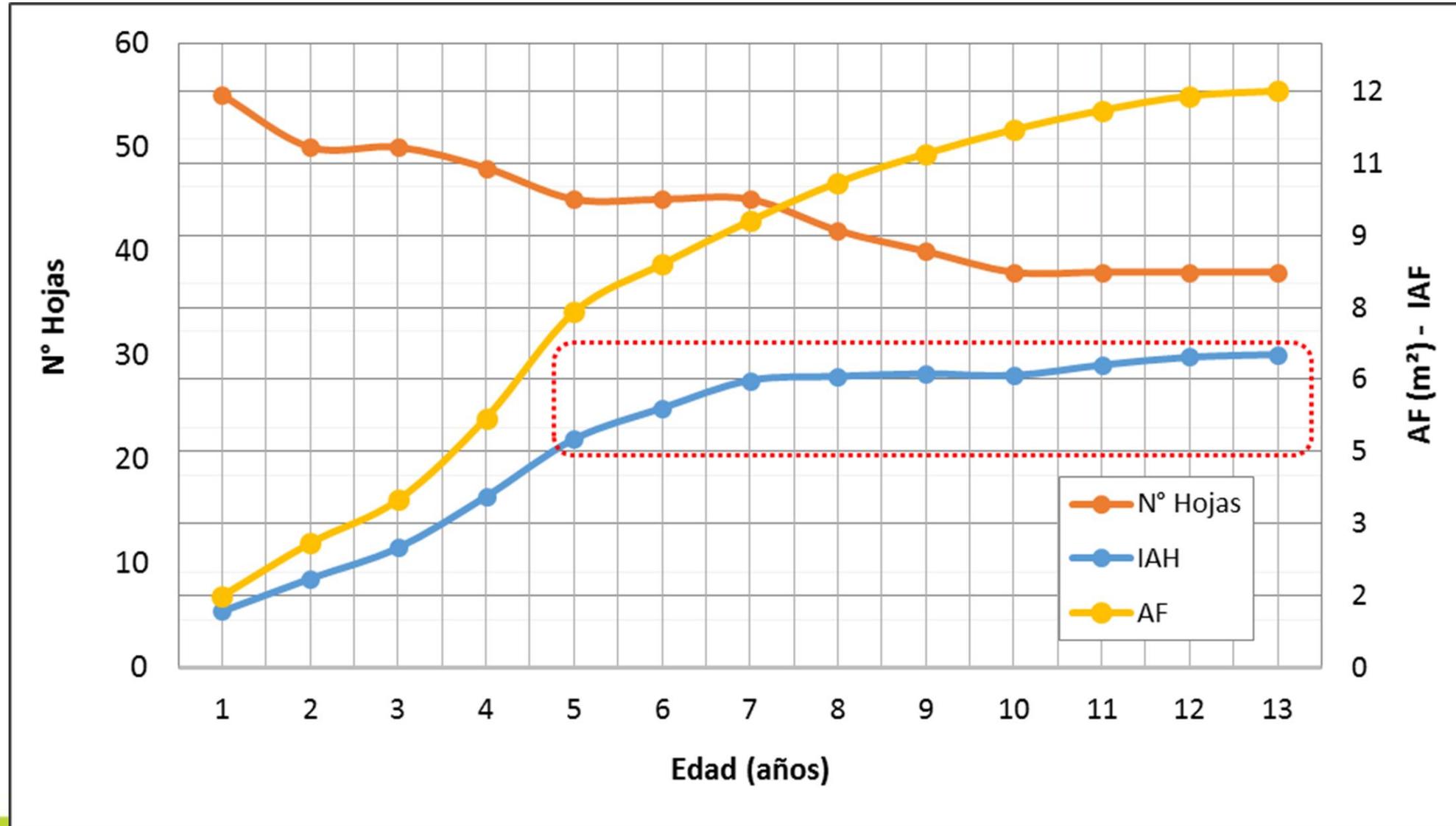


Fuente: Guaicaramo 2008

Relación del área de la hoja (m²). La sección transversal del peciolo (STP) y la producción ton/ha/año



Interacción de las variables de crecimiento con la edad del cultivo





NUTRIENTE	PALMA JOVENES (< 6 AÑOS)			PALMA MADURAS (≥ 6 AÑOS)		
	DEFICIENTE	OPTIMO	EXCESO	DEFICIENTE	OPTIMO	EXCESO
N (%)	<2.50	2.60-2.80	<3.10	<2.30	2.40-2.80	<3.00
P (%)	<0.15	0.16-0.19	<0.25	<0.14	0.15-0.18	<0.25
K (%)	<1.00	1.10-1.30	>1.80	<0.75	0.90-1.20	>1.60
Mg (%)	<0.20	0.30-0.45	>0.70	<0.20	0.25-0.40	>0.70
Ca (%)	<0.30	0.50-0.70	>0.70	<0.25	0.50-0.75	>1.00
S (%)	<0.20	0.25-0.40	>0.60	<0.20	0.25-0.35	>0.60
Cl (%)	<0.25	0.50-0.70	>1.00	<0.25	0.50-0.70	>1.00
B (Mg Kg ⁻¹)	<8	15-25	>40	<8	15-25	>40
Cu (Mg Kg ⁻¹)	<3	5-8	>15	<3	5-8	>15
Zn (Mg Kg ⁻¹)	<10	12-18	>80	<10	12-18	>80
Fe (Mg Kg ⁻¹)	La deficiencia de Fe se muestra solamente en suelos con alto pH (<50 mg					

N-P-K-Mg-Si-B-Zn (Kg aplicados) y Ton/Ha.

Variables	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Prom
Producción	32,0	37,0	37,0	36,0	31,0	33,0	34,3
Dosis N-P-K-Mg	9,0	8,0	8,0	9,0	7,0	8,0	8,2
Producción	30,0	35,0	33,0	31,0	33,0	27,0	31,5
Dosis N-P-K-Mg	9,0	7,0	7,0	8,0	6,0	8,0	7,5
Producción	36,0	38,0	37,0	35,0	33,0	31,0	35,0
Dosis N-P-K-Mg	10,0	9,0	9,0	10,0	7,0	10,0	9,2

Relación N-P-K-Mg-Si-B-Zn (Kg aplicados) y Ton/Ha.

2012	2013	2014	2015	2016	2017	Prom
40,2	30,9	30,9	35,8	32,3	34,7	34,0
42,9	28,6	30,3	36,9	26,0	42,4	34,0
39,7	33,9	34,8	40,9	30,3	46,1	37,5

Nutrientes disponibles en las hojas podadas, (Kee y Chew, 1977)

Parte de la Planta	N	P	K	Mg
	----- Kg ha ⁻¹ año ⁻¹ -----			
Foliolo	66	4	29	6
Raquis	10	2	49	3
Peciolo	6	1	102	11
Total	82	7	180	20

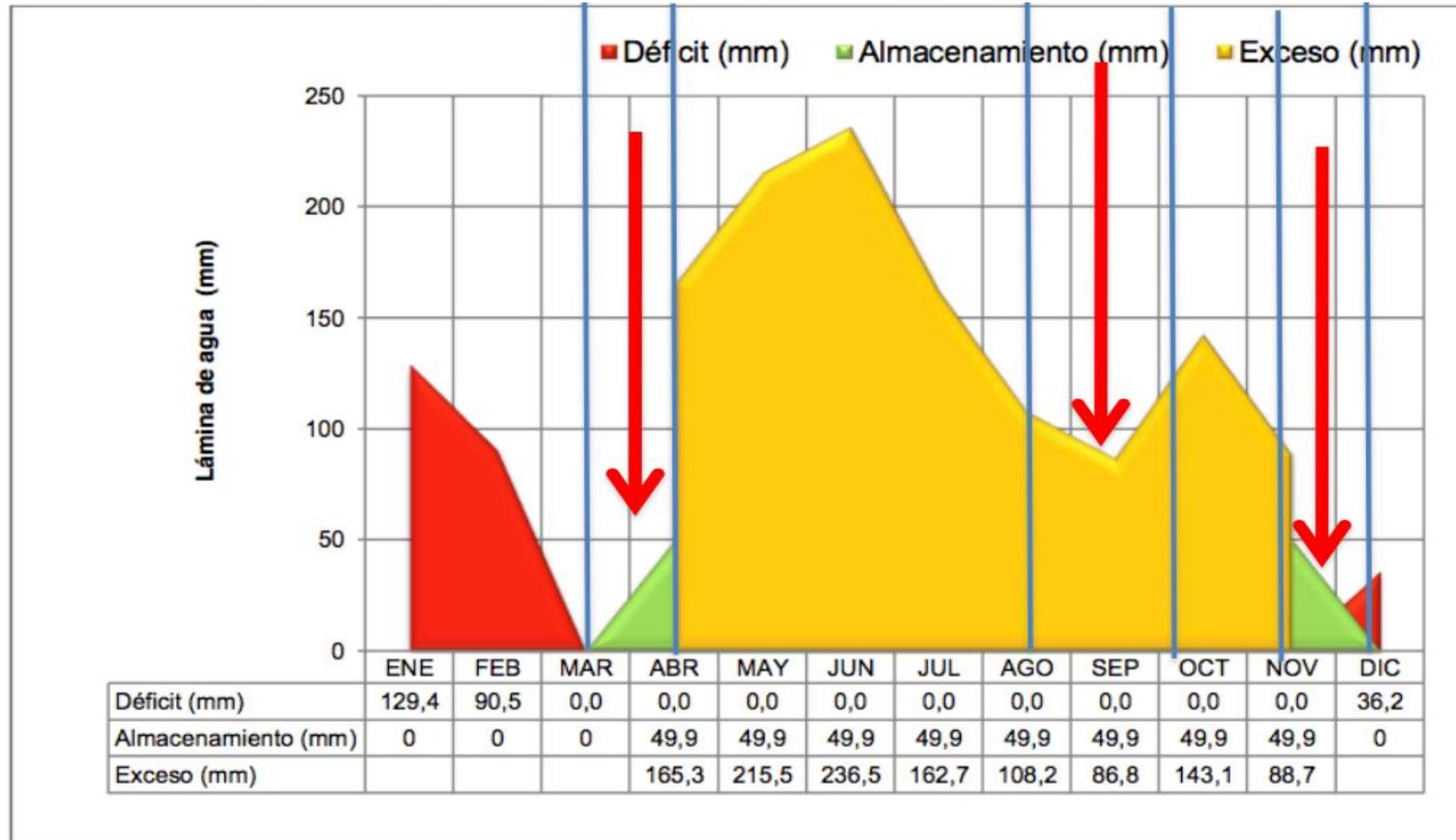
Contenido de nutrientes de las tusas y equivalentes en kg/palma



Nutrientes	Corley et al	Gurmit Singh	BLRS	Aporte de nutrientes por 1 tonelada de raquis		Media
	1971	et al 1989	1998	Fuente	kg/t de Raquis	
N	0.35%	0.80%	0.70%	Urea	2.7 - 6.1	0.62
P	0.01%	0.10%	0.04%	Roca Fosfórica	0.3 - 2.6	0.05
K	1.90%	2.41%	1.46%	KCl	10.3 - 16.9	1.92
Mg	0.11%	0.18%	0.09%	Kieserita	1.9 - 3.9	0.13
Ca	0.11%	0.18%	0.22%	Dolomita	1.1 - 2.2	0.17



Balance hídrico y mejores épocas para colocar los fertilizantes





PALMELIT

OIL PALM SEEDS - CIRAD INSIDE 



SEPALM

OIL PALM SEEDS - CIRAD INSIDE 

Lisanaco 

Conclusiones

- Existe variabilidad temporal de los niveles foliares a través del tiempo.
- En la variabilidad influyeron la distribución de las lluvias y la fertilización.
- Hay una variabilidad constante de los niveles foliares en los diferentes materiales de siembra y su edad.
- Los parámetros foliares más asociados con el rendimiento fueron: $(Ca+Mg)/K$, Mn, K, P y Mg.
- La utilización periódica de los análisis foliares y los ajustes en la fertilización contribuyen a lograr una productividad sostenible y a tener nuestros propios óptimos.

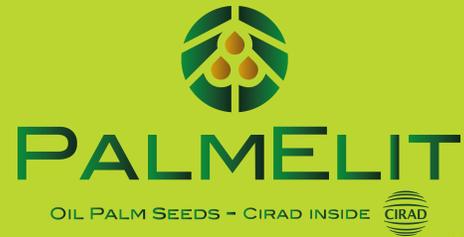
Conclusiones

- Los procedimientos de análisis de datos y de despliegue de los mismos, facilitan la identificación de los factores nutricionales más limitantes de la producción en una plantación específica
- La toma de información es para la toma de decisiones.
- El buen fraccionamiento y distribución de la hoja (raquis y peciolo), nos puede ahorrar entre un 10 a 15% de los fertilizantes químicos.
- La aplicación de tusa nos puede suplir un 10 a 15% del fertilizante químico

Conclusiones

- La nutrición balanceada es más eficiente para el desarrollo vegetativo y productivo de la palma de aceite.
- La época de aplicación de fertilizantes por condiciones climáticas y por los eventos productivos contribuyen a lograr una productividad sostenible.
- Debemos usar la mayoría de los residuos disponible del cultivo para lograr mayor efectividad y eficiencia de uso de cada kg de nutriente del suelo, de los residuos y de los fertilizantes aplicados.

Conclusiones



MUCHAS GRACIAS

“Ya que no podemos cambiar la realidad cambiemos los ojos con que vemos la realidad”

Nikos Kazantzaquis



Libardo H. Santacruz Arciniegas
ASESOR CULTIVOS DE PALMA DE ACEITE
libarsan@yahoo.com
311 - 4629145