

Materiales PalmElit - CIRAD® experiencias y recomendaciones de manejo. Ciclo de foros virtuales 2020.



# Estrategia de Manejo de la Nutrición de los Materiales PALMELIT-CIRAD: Profundización.

Por:

Jose Alvaro Cristancho Rodriguez I.A. *Ph.D.*

21/09/2020

Investigación  
& Desarrollo



HACIENDA LA CABAÑA S.A.

Productor y distribuidor  
autorizado





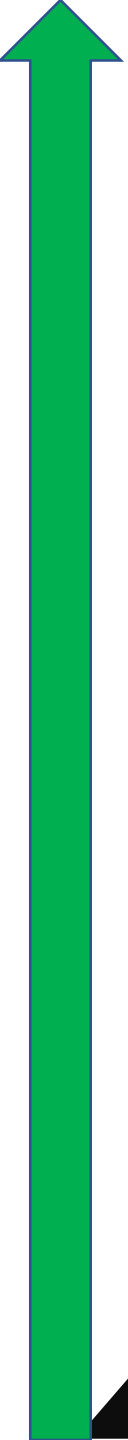
# Evolucionamos al servicio de la agroindustria del continente



Rendimiento potencial del sitio

## Interacción

**Agua** × Suelo × Mejores Prácticas de Manejo (MPM) ×  
Genética



40 t/ha

11) Manejo x sitio

10) RECICLADO DE NUTRIENTES (BIOMASA) +/- 2 - 6

9) COSECHA A 10 DIAS +/- 2 t/ha

8) ADMINISTRACION DEL DOSEL (Poda & Raleo - 0.8 a 4 t/ha)

7) MANEJO SANITARIO MIP (plagas +/- 2 a 8 t/ha) & MIE (PC, MS, ML, AR, PB +/- 4 a 20 t/ha)

6) NUTRICION BALANCEADA (+ - 6 a 16 t/ha)

5) MANEJO DE LA POLINIZACION<sup>†</sup> +/- 4 a 10 t/ha

4) CONTROL GRAMINEAS & ESTABLECIMIENTO DE COBERTURAS (>M.O.) (+/- 2 a 6 t/ha)

3) DESCOMPACTACION & MANEJO DE LA ACIDEZ (+/- 2 a 6 t/ha)

2) Diseño Plant. → DRENAJES (+/- 4 a 8 t/ha) & RIEGO (+ - 6 a 12 t/ha)<sup>^</sup>

1) SELECCIÓN DEL SITIO (LLUVIA) Y MATERIAL (+/- 7 a 40 t/ha)

ACTIVIDADES ESTRATÉGICAS  
PARA PRODUCCIONES  
SOSTENIBLES

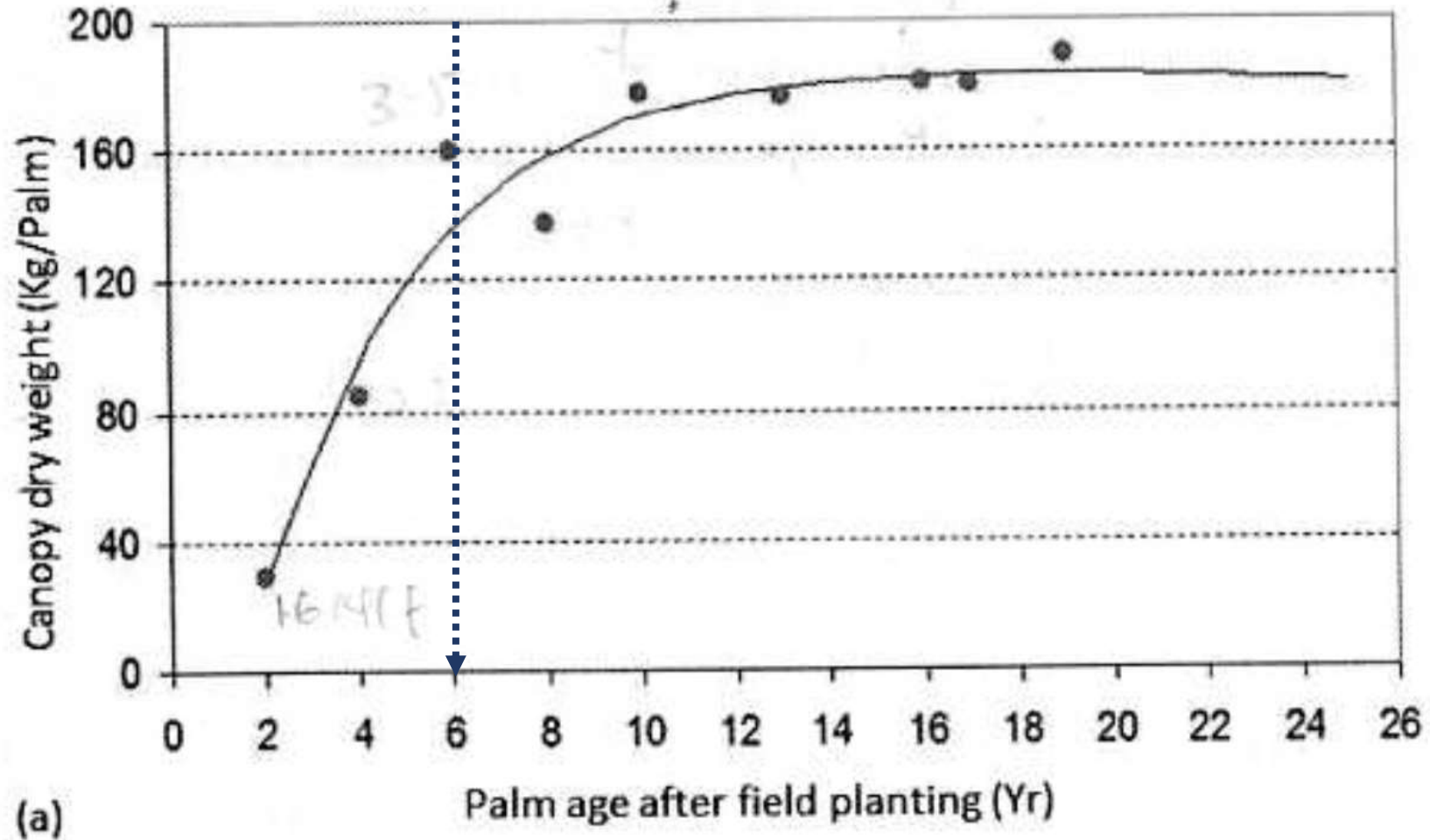
# Qué buscamos con la Nutrición de la palma de aceite?

- 1) **Buen desarrollo – alcanzar y mantener IAF de 5.7 en el menor tiempo posible,**
- 2) **Niveles óptimos de nutrientes en el sistema Suelo, foliolos y raquis,**
- 3) **Altos rendimientos → ↑ número de racimos y ↑ peso de racimos → ↑ toneladas de aceite × ha,**
- 4) **Sanidad de los cultivos,**
- 5) **↑ Rentabilidad → < Kg de fertilizantes por t de RFF o <USD\$/t de RFF,**
- 6) **Cuidar el ambiente y no agotar los suelos.**

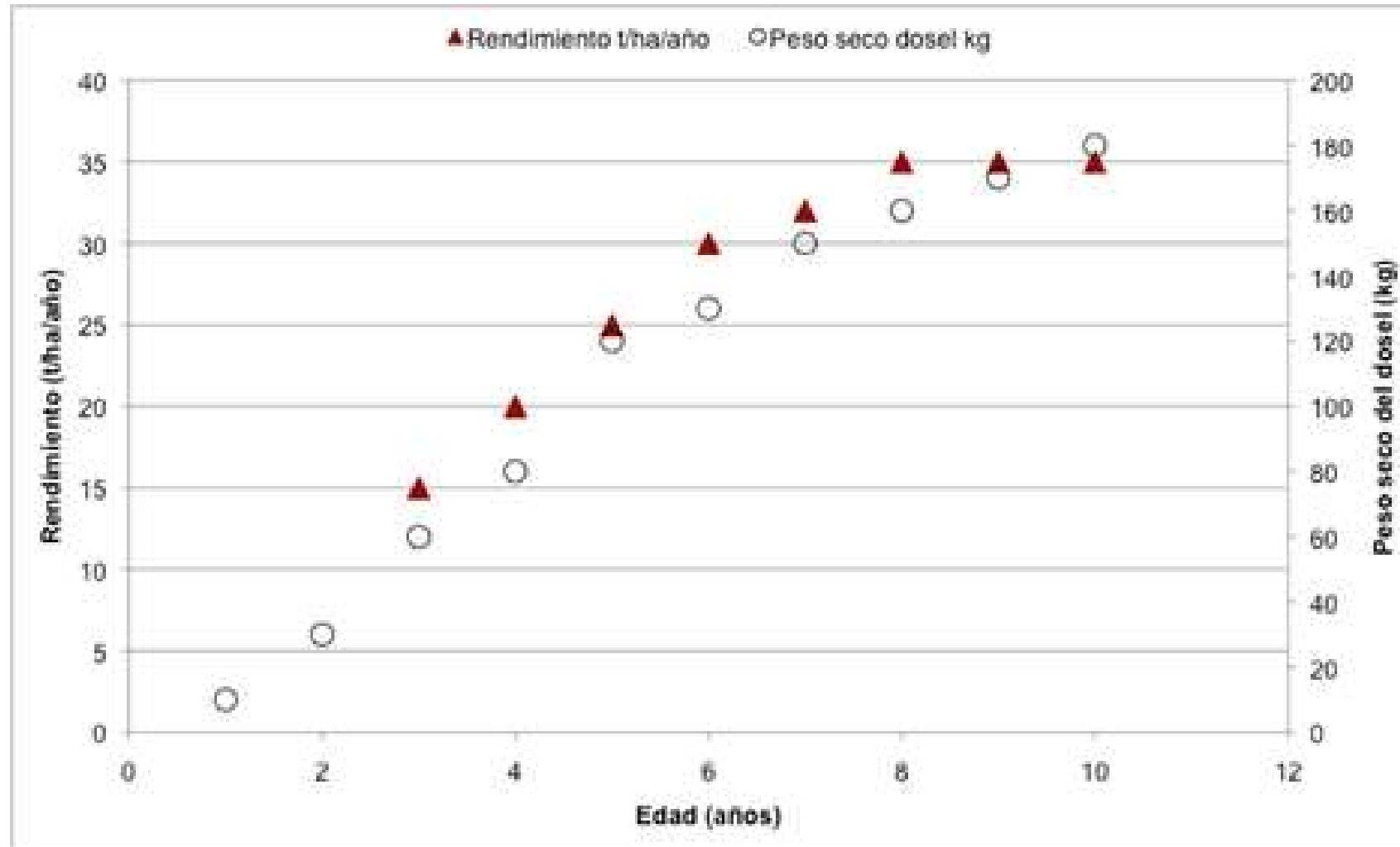
# Qué buscamos con la Nutrición de la palma de aceite?

- 1) **Buen desarrollo – alcanzar y mantener IAF de 5.7 en el menor tiempo posible,**
- 2) **Niveles óptimos de nutrientes en el sistema Suelo, foliolos y raquis,**
- 3) **Altos rendimientos → ↑ número de racimos y ↑ peso de racimos → ↑ toneladas de aceite × ha,**
- 4) **Sanidad de los cultivos,**
- 5) **↑ Rentabilidad → < Kg de fertilizantes por t de RFF o <USD\$/t de RFF,**
- 6) **Cuidar el ambiente y no agotar los suelos.**

Dentro de las variables de crecimiento la metería seca o peso seco del dosel es muy importante de mantener Lee et al., 2019. Ojalá que desde el sexto año en adelante se alcancen entre 160 y 180 kg × palma



# RELACIÓN ENTRE EL PESO SECO DEL DOSEL Y LA PRODUCTIVIDAD





Se recomienda hacer seguimiento de los parámetros de crecimiento en cada lote o unidad de manejo.



En plantaciones comerciales los materiales CIRAD  
tienen menor tasa de crecimiento anual



# En plantaciones comerciales los materiales CIRAD tienen menor tasa de crecimiento anual.

Edad	----- cm × year -----		
	Cirad	Unipalma	Delix Ghana
6	27.9	26.8	29.1
7	25.3	29.0	32.0
8	34.7	31.0	41.4
9	32.9	35.1	40.3
10	32.6	35.2	46.2
11	31.6	39.9	44.2
<b>Promedio</b>	<b>30.8</b>	<b>32.8</b>	<b>38.9</b>

1. #S = Es una opción de reducción del crecimiento – trabajo realizado durante 60 años,
2. Permite alargar el tiempo de explotación → 30 a 35 años,
3. Facilita la cosecha en las diferentes etapas del cultivo,
4. Menor inmovilización de nutrientes en el estípite → > eficiencia en producción.
5. 10 años de cosecha generan 8000 USD\$ adicionales por ha.

# En plantaciones comerciales los materiales CIRAD logran áreas foliares deseables 10m<sup>2</sup>/hoja

Edad	----- área foliar m2 -----		
	Cirad	Unipalma	Delix Ghana
6	9.0	7.2	8.1
7	9.3	8.4	8.2
8	10.2	10.3	10.2
9	11.0	10.2	9.9
10	11.1	11.7	10.8
11	11.4	12.6	11.3
<b>Promedio</b>	<b>10.3</b>	<b>10.0</b>	<b>9.7</b>

1. En suelos fértiles y con buena oferta climática la siembra 143 palmas × ha de #S es una buena opción.
2. En suelos de moderada fertilidad y oferta climática con limitaciones el #C → reducción del área foliar del dosel y por lo tanto mayor densidad por hectárea es una buena opción – 160 palmas × ha,
3. Mayor densidad permite un retorno de la inversión en menor tiempo.

# En plantaciones comerciales los materiales CIRAD logran materia seca deseables > 4 kg/hoja

Edad	----- materia seca de la hoja -----		
	Cirad	Unipalma	Delix Ghana
6	3.3	2.5	2.9
7	3.5	2.8	3.1
8	3.8	3.6	3.6
9	4.1	3.5	3.7
10	4.6	4.0	4.0
11	4.8	4.5	4.2
<b>Promedio</b>	<b>4.0</b>	<b>3.5</b>	<b>3.6</b>

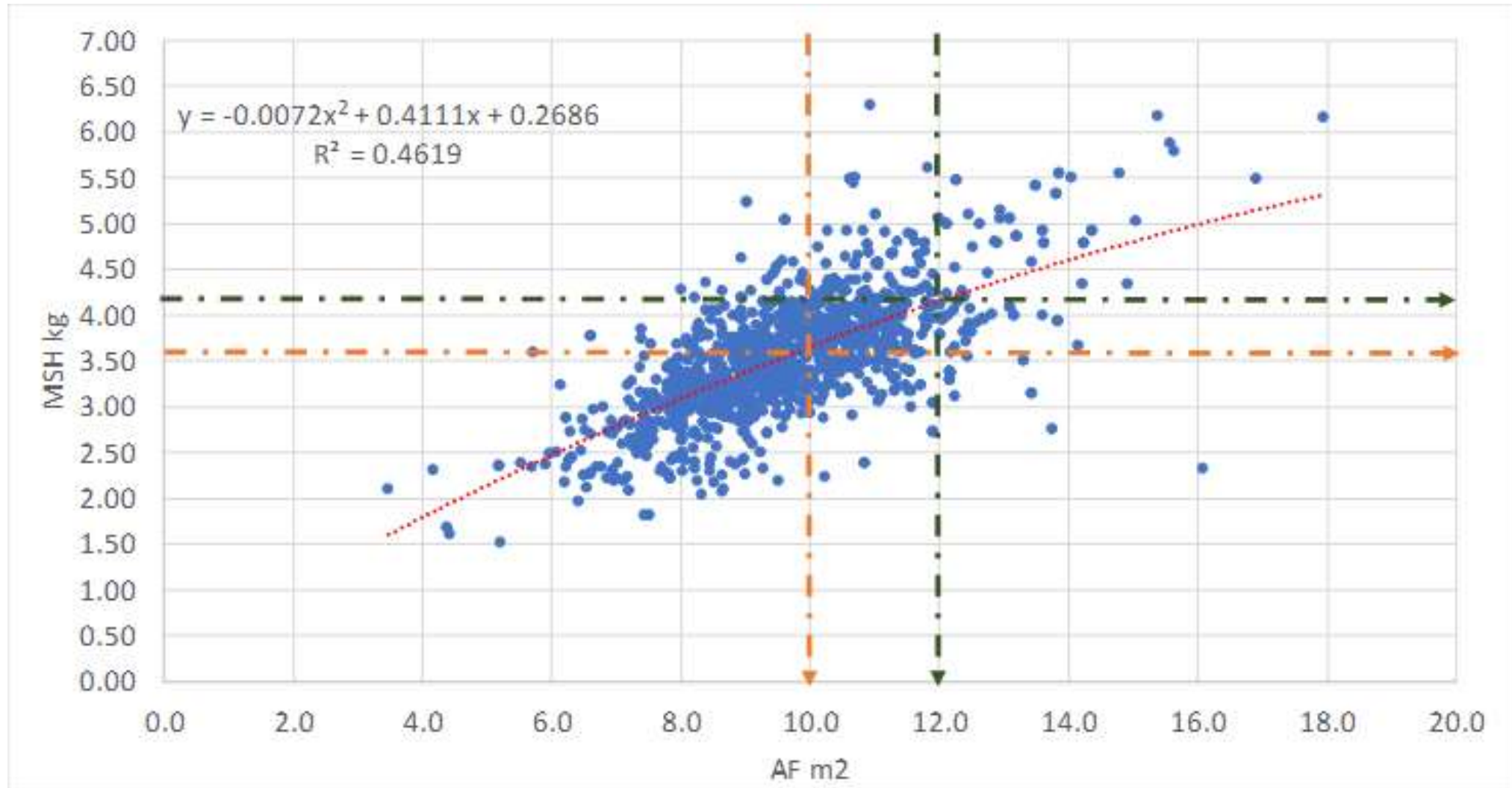
1. La materia seca de la hoja se correlaciona muy bien con la producción,
2. Al tener palmas que no crezcan tanto y logren áreas foliares y materia seca permiten obtener rendimientos potenciales del sitio.

# En plantaciones comerciales los materiales CIRAD logran IAF deseables alrededor de 5.5

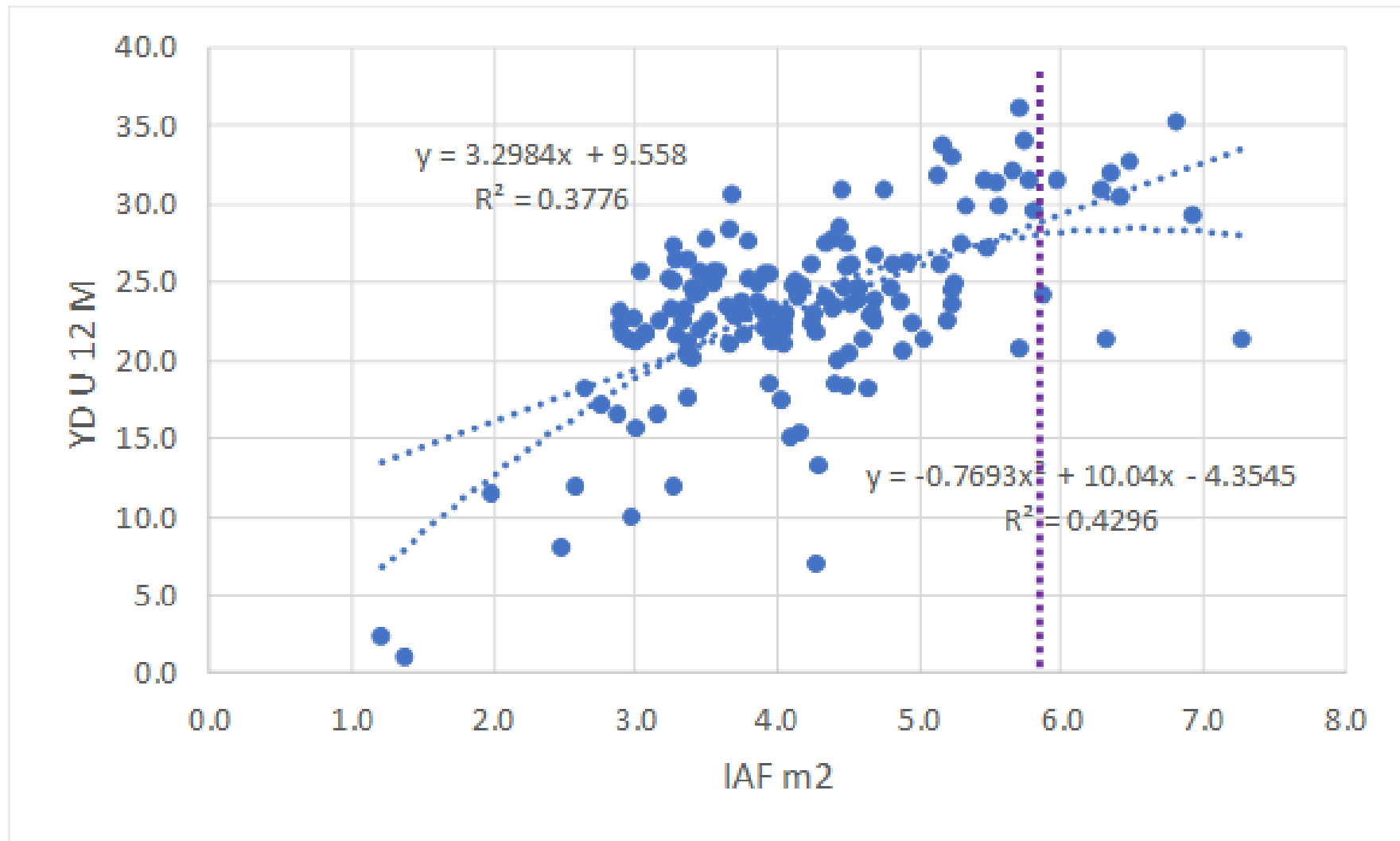
Edad	índice de Área Foliar		
	Cirad	Unipalma	Delix Ghana
6	4.5	4.0	3.7
7	4.8	4.3	4.1
8	4.8	4.8	5.3
9	5.4	4.8	4.8
10	5.2	5.1	5.7
11	5.3	5.1	6.3
<b>Promedio</b>	5.0	4.7	5.0

1. En la mayoría de los sitios sembrados con materiales PALMELIT se tiene que densidades de 143 palmas × ha no necesitan de raleo,
2. El mantener una buena densidad real en el tiempo permite producciones más sostenidas en el tiempo,
3. Se evita las reducciones en producción ocasionadas por el raleo.

El híbrido Coarí x La Mé tiene capacidad de producir hojas muy grandes > AF.

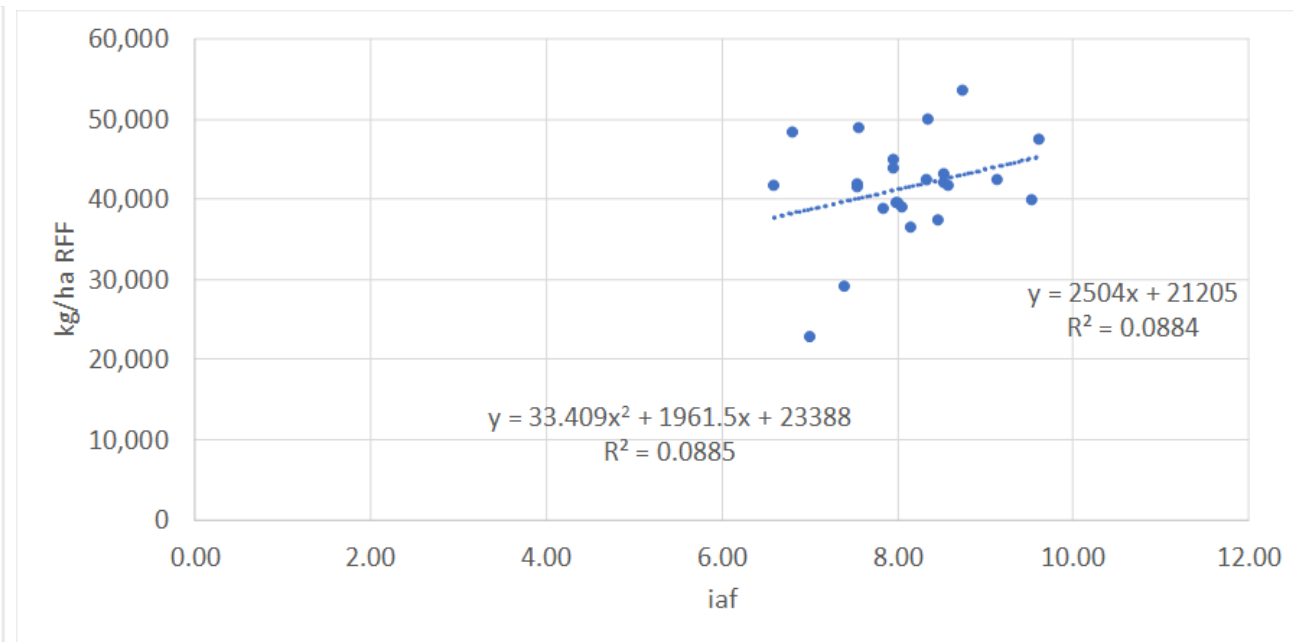
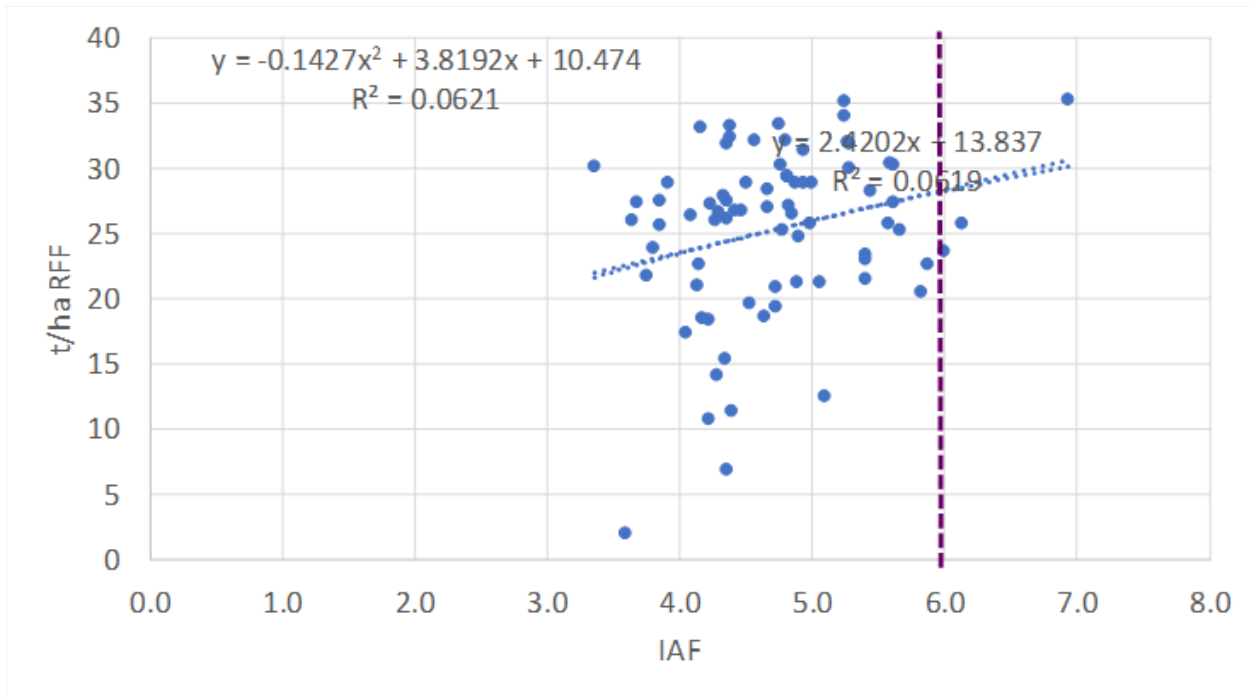


En materiales Guineensis con IAF superiores a 6 y mayor tasa de crecimiento del estípite se debe hacer raleo.





# El IAF óptimo aún continúa en estudio en híbridos.



# Guía de variable de crecimiento para cultivares *Guineensis* CIRAD-PALMELIT

Edad	MSH	AFH	Hojas	IAF
	kg×hoja	m <sup>2</sup> ×hoja	#×palma	m <sup>2</sup> ×m <sup>2</sup>
1	0.5	1.4	24	0.48
2	1.1	3.2	48	2.20
3	1.4	4.0	56	3.20
4	2.3	5.5	64	5.03
5	2.9	7.5	56	6.01
6	3.4	8.5	48	5.83
7	3.8	9.2	44	5.79
8	4.1	10.2	40	5.83
9	4.4	11.0	36	5.66
10	4.5	11.0	36	5.66
11	4.8	11.0	36	5.66

# Guía de variable de crecimiento para el cultivar *Híbrido Coarí* × La Mé

				128
	MSH	AFH	Hojas	IAF
Edad	kg×hoja	m <sup>2</sup> ×hoja	#×palma	m <sup>2</sup> ×m <sup>2</sup>
1	0.5	1.4	28	0.50
2	1.2	3.6	48	2.21
3	1.4	4.8	56	3.40
4	2.3	6.8	56	4.87
5	2.8	8.5	56	6.09
6	3.2	10.0	56	7.17
7	3.5	10.8	56	7.74
8	3.7	11.8	48	7.25
9	3.9	12.0	40	6.14
10	4.0	12.5	40	6.40
11	4.5	13.0	40	6.66

# Consideraciones sobre parámetros de crecimiento

1. Son muy importantes para tomar decisiones sobre el desarrollo y respuesta del cultivo,
2. Permite hacer seguimiento a prácticas implementadas,
3. Son de vital importancia en planes de fertilización,
4. Permiten tomar decisiones de podas y raleo,
5. Contrastes entre materiales,
6. Contrastes entre regiones y sitios dentro de la finca.

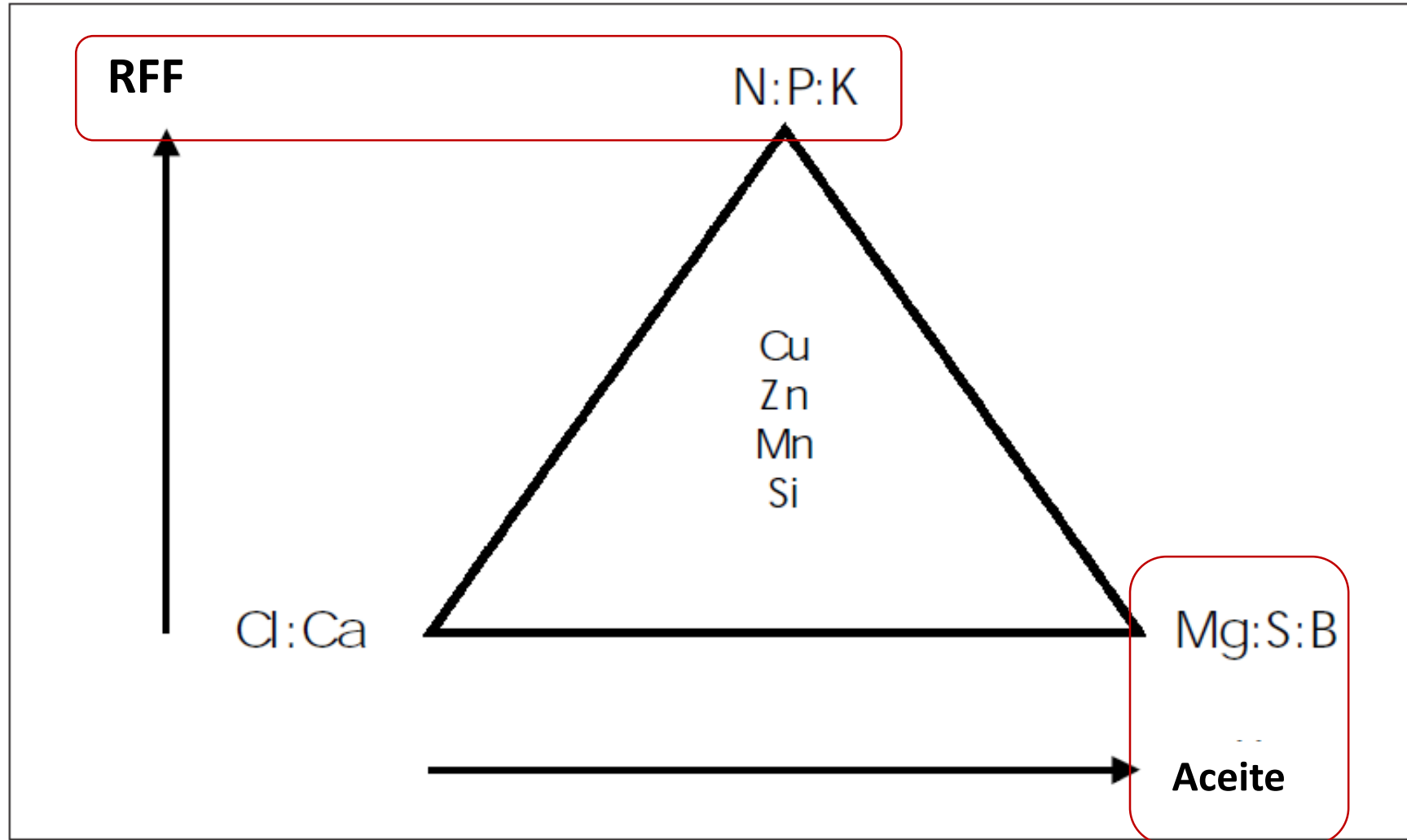
# Qué buscamos con la Nutrición de la palma de aceite?

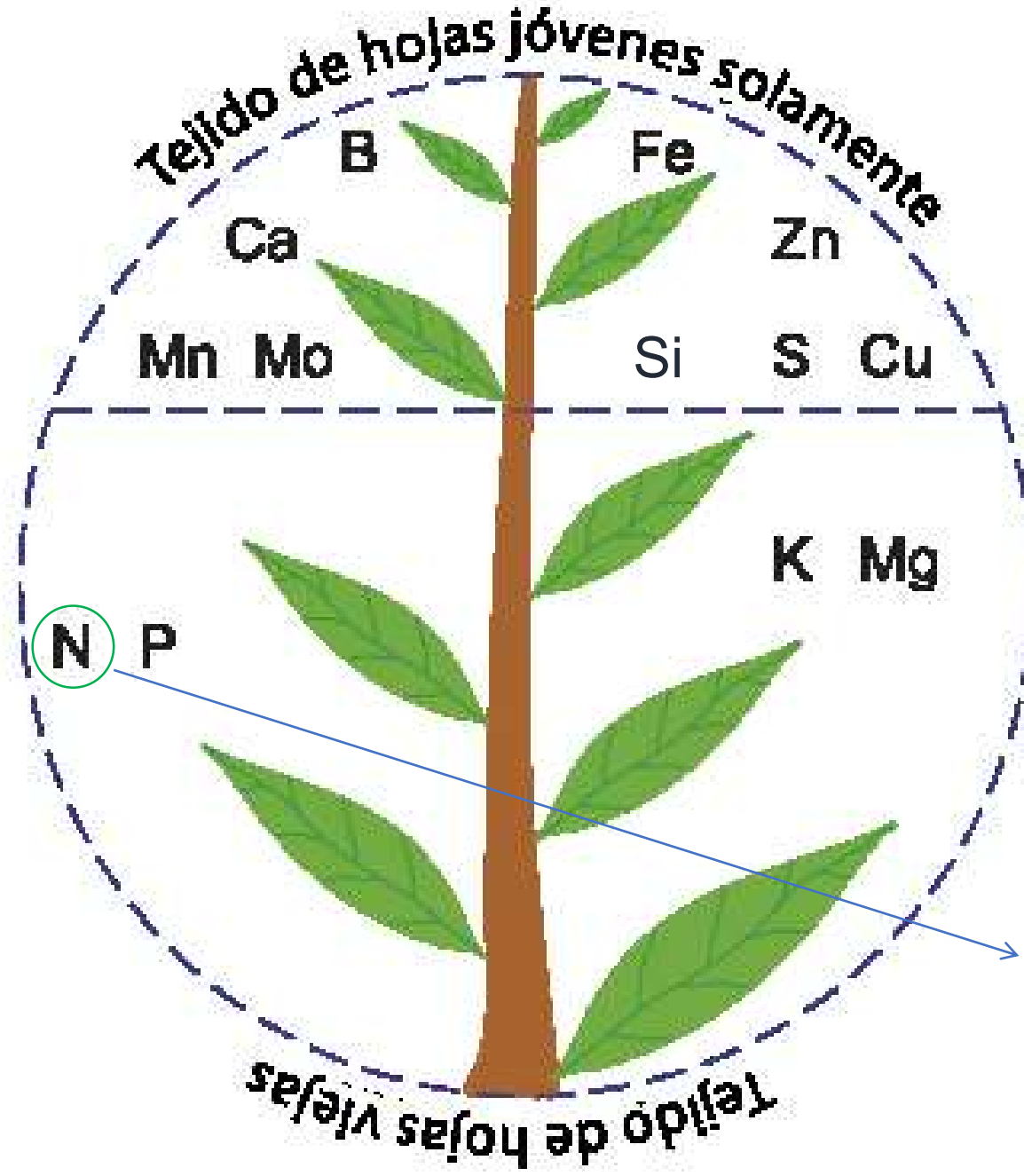
- 1) Buen desarrollo – alcanzar y mantener IAF de 5.7 en el menor tiempo posible,
- 2) Niveles óptimos de nutrientes en el sistema → Suelo, folíolos y raquis,
- 3) Altos rendimientos → ↑ número de racimos y ↑ peso de racimos → ↑ toneladas de aceite × ha,
- 4) Sanidad de los cultivos,
- 5) ↑ Rentabilidad → < Kg de fertilizantes por t de RFF o <USD\$/t de RFF,
- 6) Cuidar el ambiente y no agotar los suelos.

# Nutrientes esenciales y benéficos para la Palma de Aceite

Para todas las plantas		Para algunas plantas	
Requeridos en cantidades relativamente altas		Requeridos en cantidades relativamente pequeñas	
Tomados por lo general del aire o de la solución del suelo	De la solución del suelo		
1. Carbono, 2. Hidrógeno, 3. Oxígeno,	4. Nitrógeno, 5. Fósforo, 6. Potasio, 7. Calcio, 8. Magnesio, 9. Azufre, 10. Cloro,	11. Hierro 12. Manganeso 13. Boro 14. Molibdeno 15. Cobre 16. Zinc 17. Níquel	18. Silicio

# Efecto de los nutrimentos en la producción de toneladas DE RFF y aceite





Inmóviles

Móviles

Esto define cómo fraccionar los nutrientes

\* Puede ser fijado de la atmósfera por microorganismos



Para corroborar que los nutrientes estén en cantidades adecuadas y balanceadas se deben adelantar los muestreos de Suelos, Foliare y Raquis

### Suelos

Al menos uno cada 2 a 3 años

### Foliare

- 1) Anuales
- 2) Bimestrales o de seguimiento

### Raquis

Anuales

# CUAL ES LA FORMA DE MUESTREO?

1. Identificar y marcar el 1% de las palmas para el muestreo (~30 palmas por lote) – Cada 12 palmas cada 12 líneas
2. Seleccionar solamente palmas sanas y productivas,
3. Muestree la hoja 9 para palma joven ( $\leq 2$  años de edad) y la hoja 17 palmas  $> 2$  años de edad,
4. Se deben marcar en el campo las palmas y en un mapa isométrico - SIG.
5. Se puede agrupar lotes para formar Unidades homogéneas (UH) de 15 a 40 ha.
6. Una unidad homogénea es un área con características similares de edad, tipo de suelo, material, manejo de agua, condición sanitaria y nivel nutricional.

The slide features a white background with two decorative geometric shapes. On the left, a gold-colored shape is partially visible, consisting of several overlapping triangles. On the right, a green-colored shape is partially visible, also consisting of several overlapping triangles.

# Indicadores de suelos

# Suelos – mucha variabilidad

- 1) Importante – bien drenados – nivel freático para cultivares *Guineensis* entre 80 y 100 cm y cultivares híbridos 60 a 80 cm,
- 2) Suelos con densidades aparentes alrededor de 1.4 g/cm<sup>3</sup>
- 3) Suelos aireados,
- 4) Continuo reciclaje de materia orgánica 3 al 6% coberturas y acomodación de hojas,
- 5) Buena actividad de microorganismos → pH de suelos 5.5.

# RECAVA DE DRENAJES NATURALES



## Construcción de drenajes primarios



## Construcción de drenajes secundarios



**Construcción de drenajes terciarios cada 4 líneas.**





**Implementación del sistema de drenaje cada 8 líneas.**

**El distanciamiento de los drenajes depende de la textura del suelo y la profundidad del nivel freático.**



**El drenaje le apunta a tener un buen sistema de raíces**



# Manejo de la materia orgánica

The slide features a white background with two decorative geometric shapes. A gold-colored shape is located in the bottom-left corner, and a green-colored shape is in the top-right corner. Both shapes are composed of several overlapping rectangular and triangular segments, creating a layered, architectural appearance.



**Buena  
distribución de  
hojas, raquis y  
bases peciolares  
en palma adulta**

Las coberturas  
es una buena  
opción de  
mejorar los  
suelos y  
cosechar agua  
Ej. Palma de 24  
meses  
Con *Pueraria  
phaseoloides*



Promover la siembra de *Mucuna bracteata* en plantaciones ya establecidas – mejoramiento de suelos – cosecha de agua.



# Indicadores de la parte química del suelo

Parámetro	Rango suficiente
pH	4.8 a 6.5
MOS (%)	3 a 6
P Bray II mg/kg	10 a 25
S (mg/kg)	10 a 30
B (mg/kg)	0.5 a 2
Zn (mg/kg)	1 a 4
Cu (mg/kg)	2 a 4
Sat. K (%)	5 a 8
Sat. Mg (%)	14 a 25
Sat. Ca (%)	40 a 60
Sat. Al (%)	< 40
K/(Ca+Mg)	>0.1



# Indicadores foliares



# Niveles de nutrientes óptimos en la hoja 17 de materiales Guineensis – CIRAD-PALMELIT

Nutrientes	Suelos de baja fertilidad	Suelos de moderada a buena fert.
N (%)	2.45 a 2.55	2.6 a 2.8
P (%)	0.15 a 0.16	0.17 a 0.18
K (%)	0.9 a 1	0.95 a 1.05
Ca (%)	0.65 a 0.75	0.7 a 0.85
Mg (%)	0.22 a 0.26	0.24 a 0.32
S (%)	0.16 a 0.18	0.18 a 0.22
Cl (%)	0.55 a 0.85	0.6 a 0.75
B (mg/kg)	18 a 22	25 a 40
Zn (mg/kg)	16 a 18	16 a 18
Cu (mg/kg)	5 a 7	5 a 7
Fe (mg/kg)	75 a 125	60 a 80
Mn (mg/kg)	150 a 400	150 a 400

# Niveles de nutrientes óptimos en la hoja 17 para el híbrido Coarí × La Mé.

Nutrientes	Sur América
N (%)	2.2 a 2.3
P (%)	0.14 a 0.145
K (%)	0.7 a 0.8
Ca (%)	0.75 a 0.85
Mg (%)	0.2 a 0.22
S (%)	0.16 a 0.18
Cl (%)	0.7 a 0.95
B (mg/kg)	20 a 25
Zn (mg/kg)	14 a 16
Cu (mg/kg)	5 a 7
Fe (mg/kg)	70 a 90
Mn (mg/kg)	150 a 400

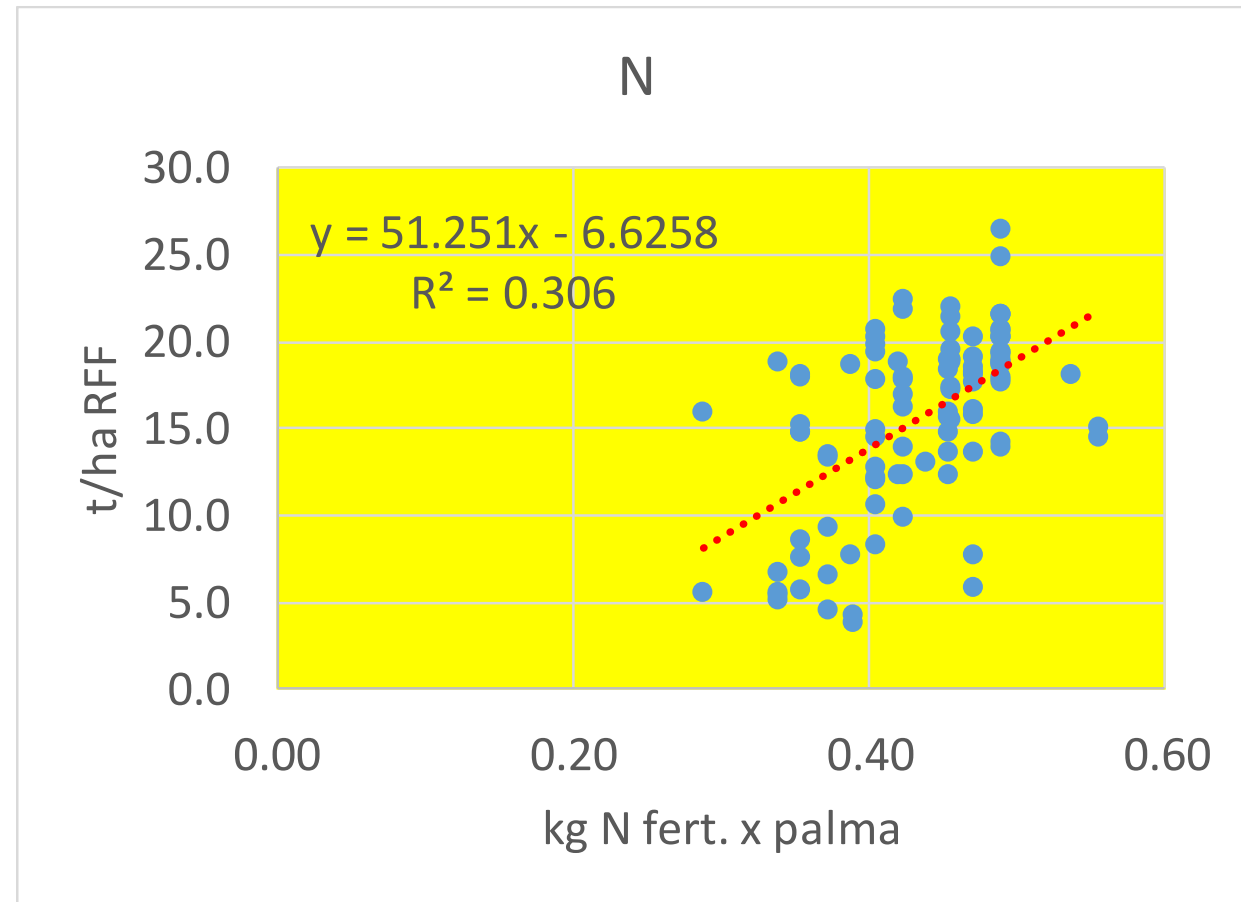
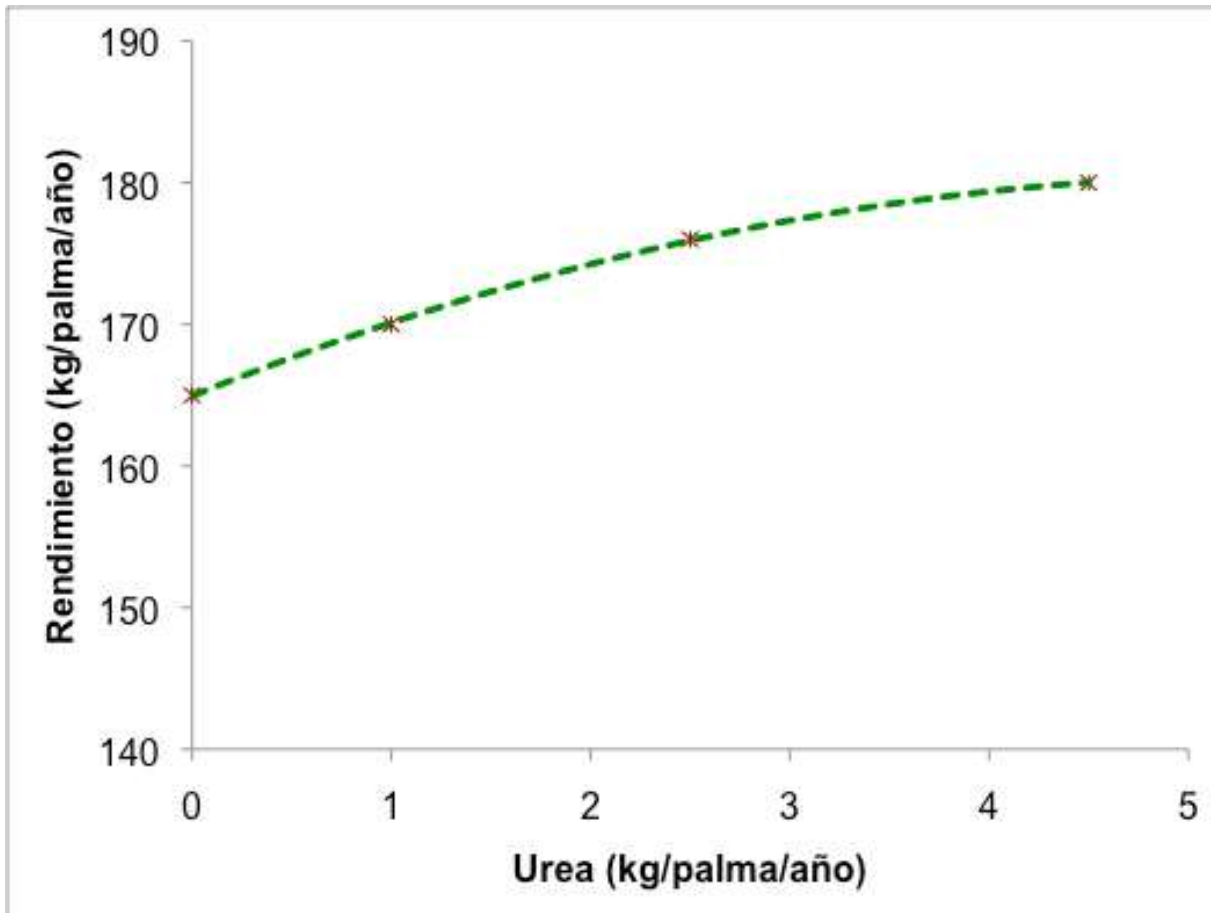
# Indicadores para Análisis de Raquis – Nutrientes móviles CIRAD-PALMELIT

Nutriente	Rango suficiente
N (%)	0.45 a 0.55
P (%)	0.1 a 0.17
K (%)	1.4 a 2.6
Mg (%)	0.1 a 0.12

# Características e impacto de la Deficiencia de Nitrógeno-N

- 1) Clorosis de los folíolos en hojas viejas
- 2) En casos muy severos el raquis y la nervadura central de la hoja se torna de color amarillo a naranja,
- 3) Dosel pequeño con menor índice de área foliar - folíolos angostos,
- 4) Enrollamiento de los folíolos
- 5) Palmas de crecimiento lento,
- 6) Reducción de la sección transversal del peciolo,
- 7) Menor número de racimos y más pequeños,
- 8) Mayor número de inflorescencias masculinas,
- 9) Mayor tasa de aborto de inflorescencias y racimos,
- 10) Menor tasa de asimilación de nutrientes – P,
- 11) Este nutriente es muy importante pero se debe balancear muy bien con K y B,
- 12) Los materiales Guineensis responden bien a N pero se deben manejar dosis moderadas – en cultivar híbrido manejar dosis más altas.

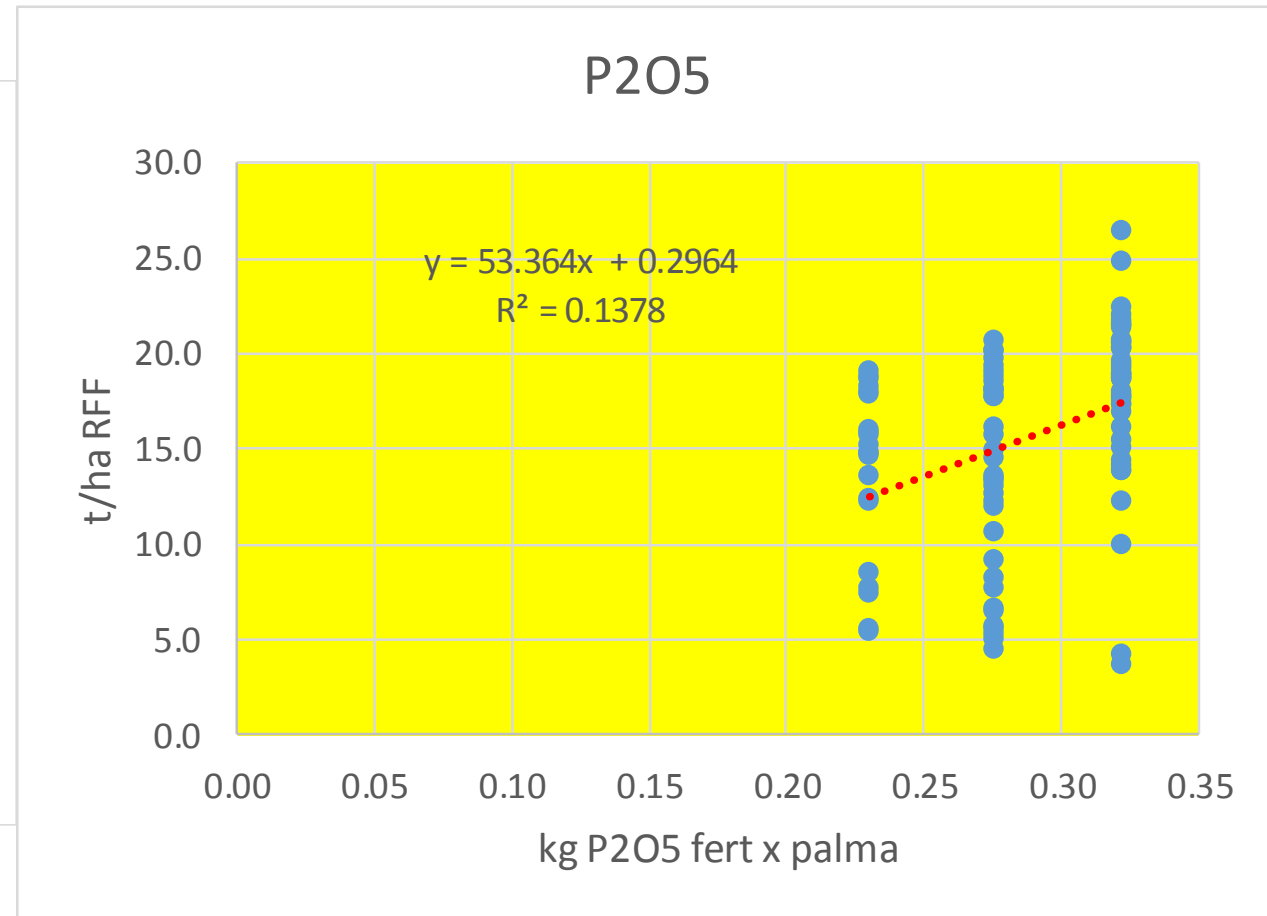
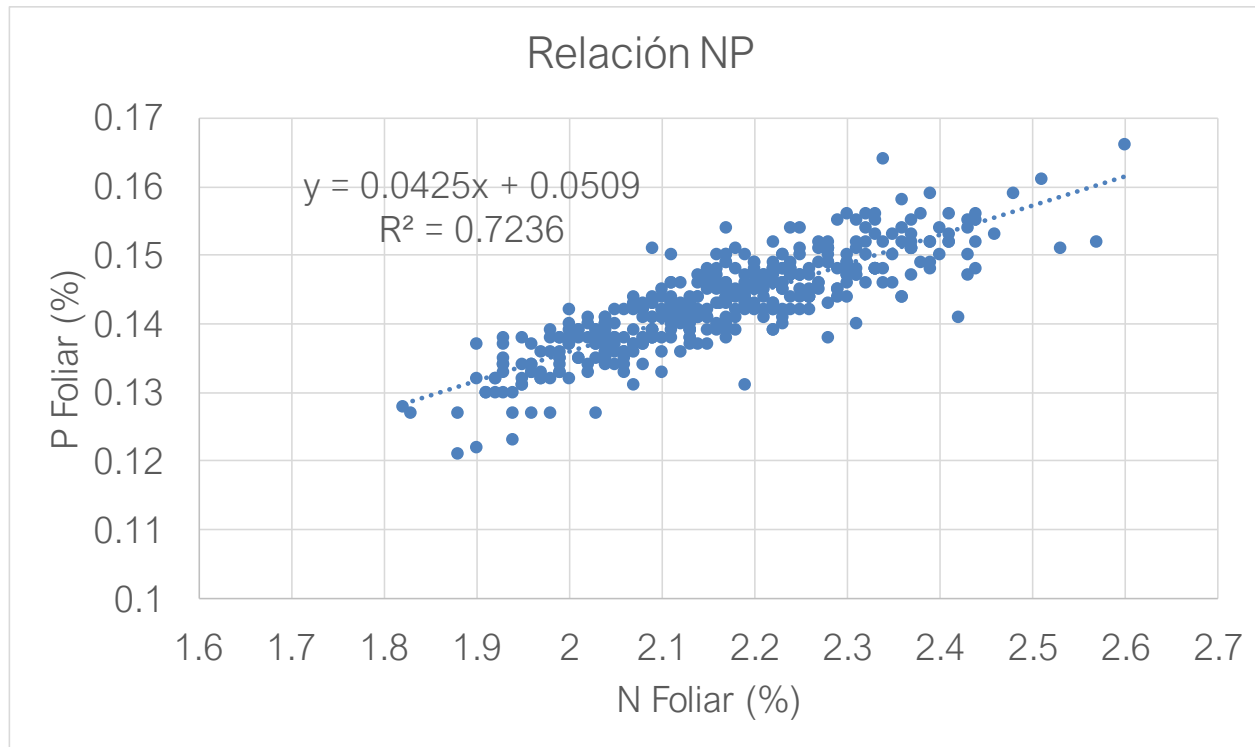
Los materiales CIRAD responden muy bien al nitrógeno – tener cuidado con dosis altas.



# Características e impacto de la deficiencia de fósforo-P

- 1) Pobre desarrollo vegetativo,
- 2) Hojas cortas - pequeñas,
- 3) Las hojas no tienen brillo y presentan color verde muy oscuro,
- 4) El diámetro del estípote se ve afectada tomando la forma piramidal,
- 5) El desarrollo del sistema de raíces es pobre,
- 6) Bajo establecimiento de coberturas,
- 7) Afecta la toma de N,
- 8) Reduce los rendimientos,
- 9) Los materiales PALMELIT Por tener menor crecimiento vertical requiere de  $< P_2O_5$ .

En materiales CIRAD existe alto asocio NP, Se tienen respuestas a P.

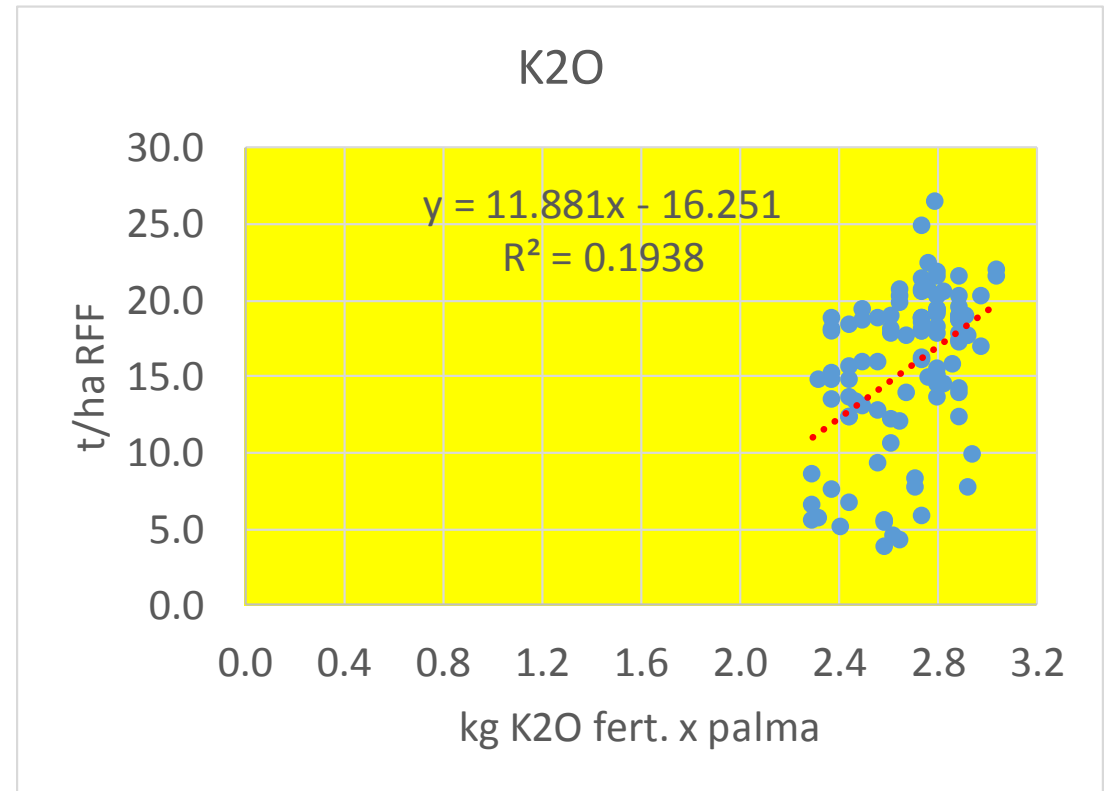
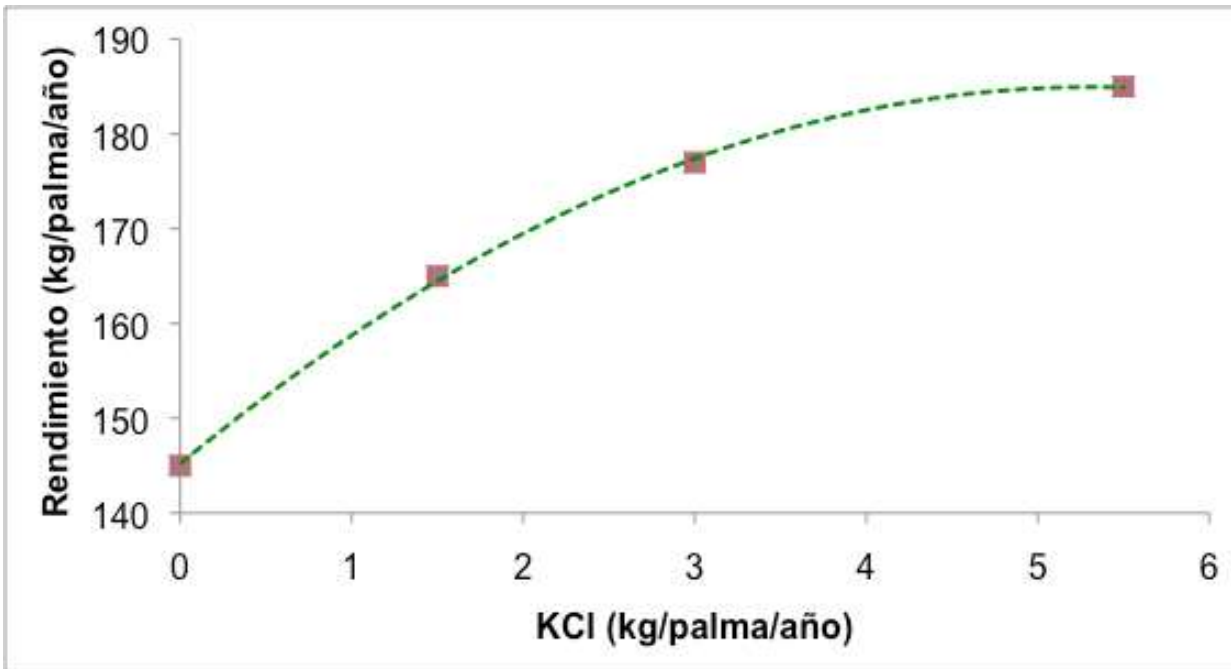


# Características e impacto de la deficiencia de potasio-K

1. Manchas anaranjadas confluentes,
2. Pecas anaranjadas,
3. Quemazón de la punta de los folíolos,
4. Los folíolos se quiebran,
5. En casos severos las hojas viejas se secan de repente y mueren,
6. Las palmas deficientes de K presentan:
7. Dosel pequeño,
8. Disminuye la rigidez de la hoja,
9. Susceptibilidad a la sequía,
10. Menos racimos
11. Racimos pequeños
12. Falla de racimos
13. Mas susceptibilidad a las plagas y enfermedades.



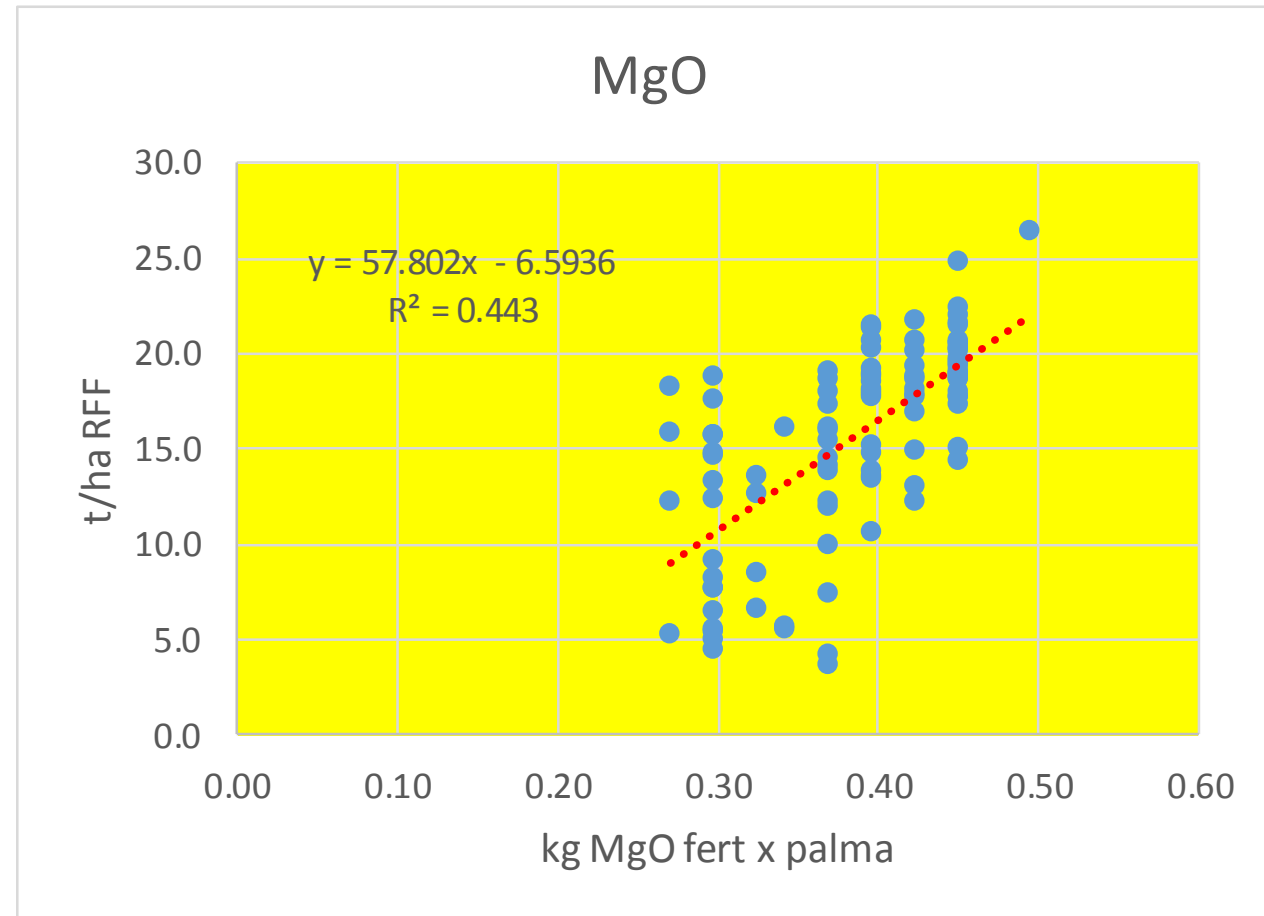
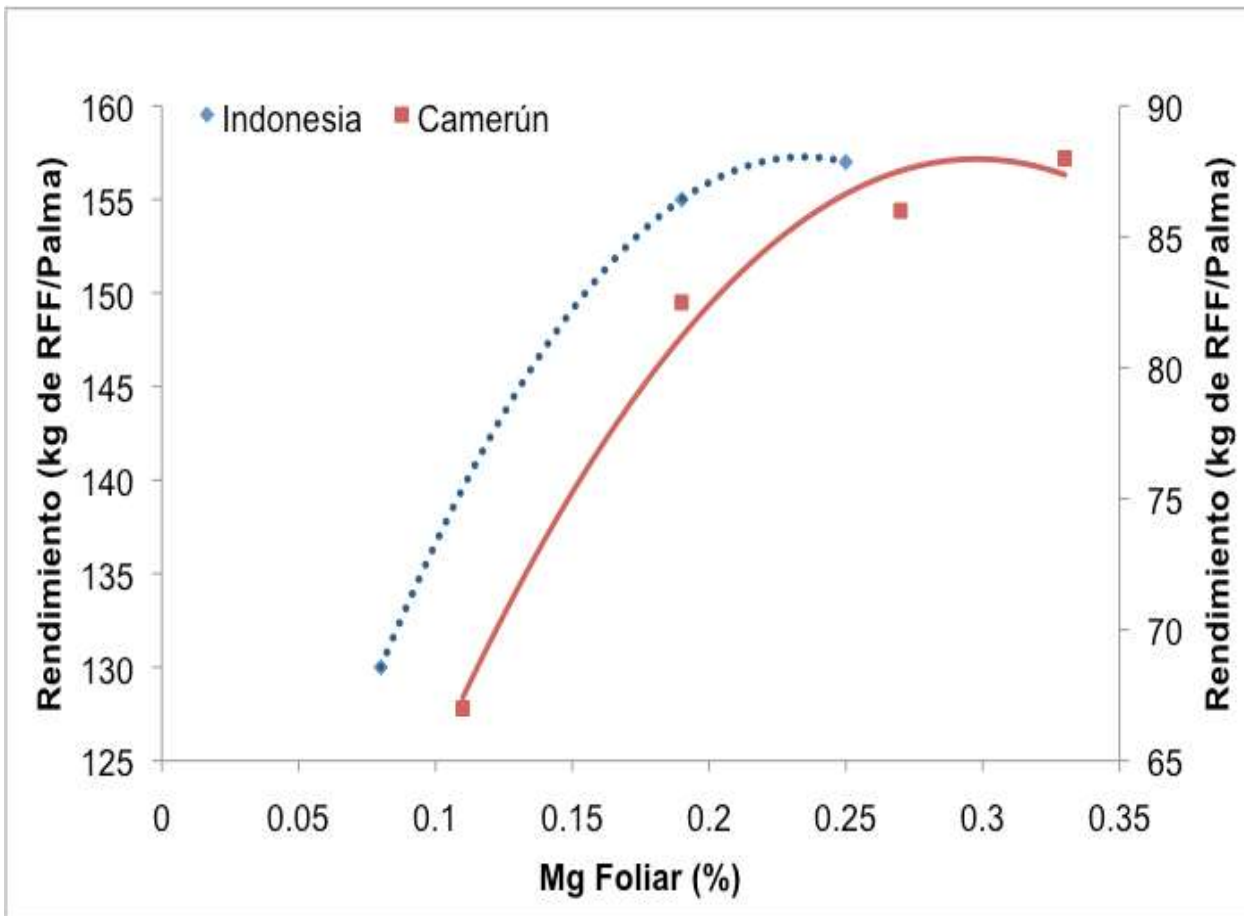
# Se tienen respuestas a dosis crecientes de potasio en los materiales CIRAD



# Características e impacto de la deficiencia de Magnesio-Mg

1. Los folíolos expuestos al sol se tornan de color amarillo – anaranjado – especialmente hojas viejas,
2. Bajo condiciones severas de deficiencia, las hojas afectadas se tornan de color ocre a amarillo brillante y luego se secan,
3. Las nervaduras permanecen de color verde
4. Bajo deficiencias agudas de Mg, el peso seco de la hoja, el área foliar, la emisión foliar y los rendimientos son menores,
5. Bajos niveles de magnesio como nutrimento y como porcentaje de los cationes totales de la hoja disminuye la tasa de extracción de aceite,
6. Deficiencias de Mg están asociadas con mayor afección por *Pestalotiposis*.

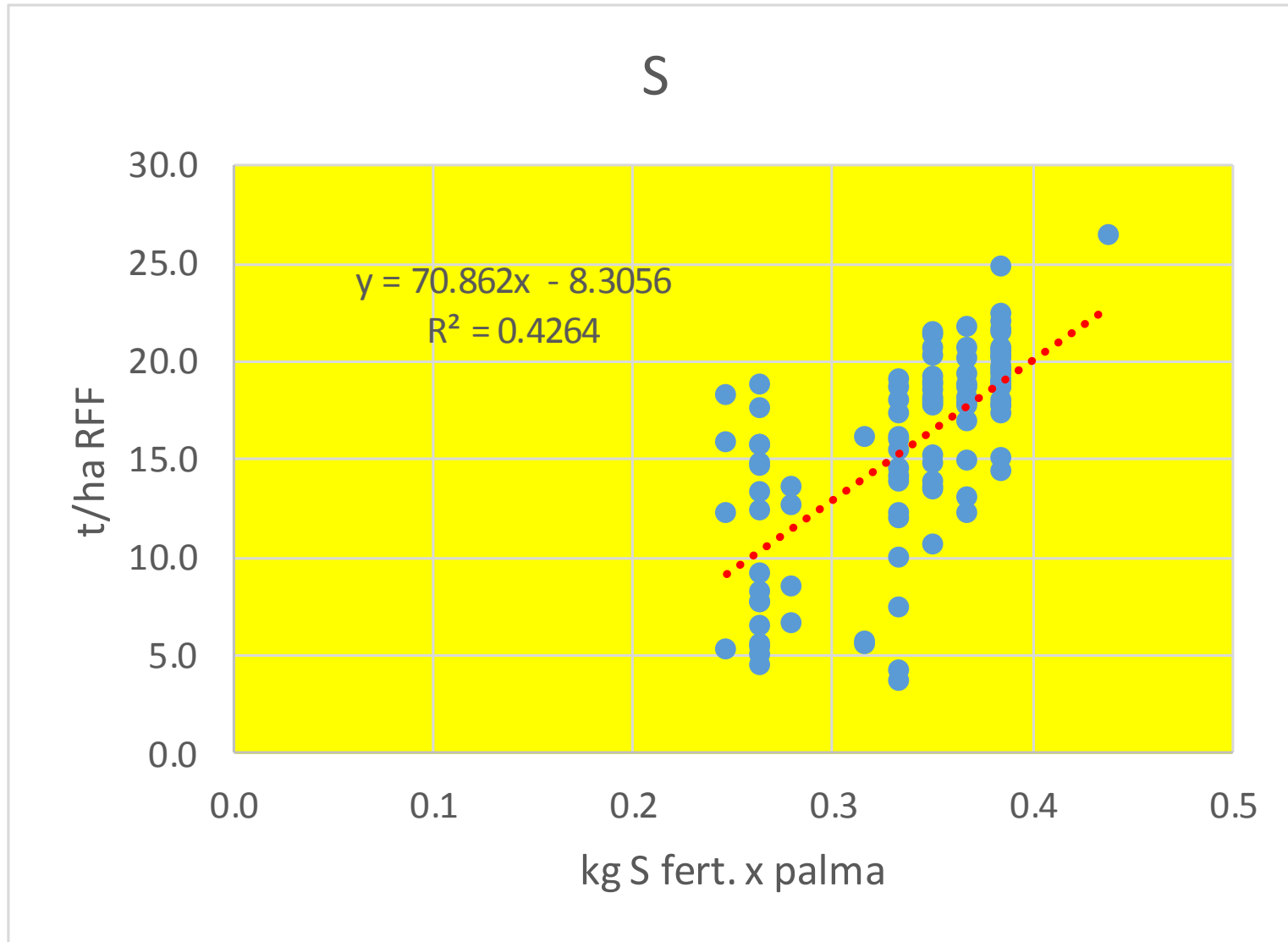
Los materiales CIRAD responden muy bien al magnesio. Mantener entre 0.24 a 0.32% - Dolomita, Carbonato de Mg ó kieserita.



# Características e impacto de la deficiencia de S en palma

- Color amarillo claro en las hojas de la parte superior de las palmas,
- El azufre es un nutrimento inmóvil (intermedio) en la planta y por esta razón los síntomas aparecen en los tejidos nuevos de la palma; se presenta durante y al final de la época seca,
- La deficiencia de Azufre se distingue de la falta de N, ya que las hojas viejas no muestran clorosis,
- Bajos niveles de azufre afecta la sanidad y tasa de extracción de aceite.

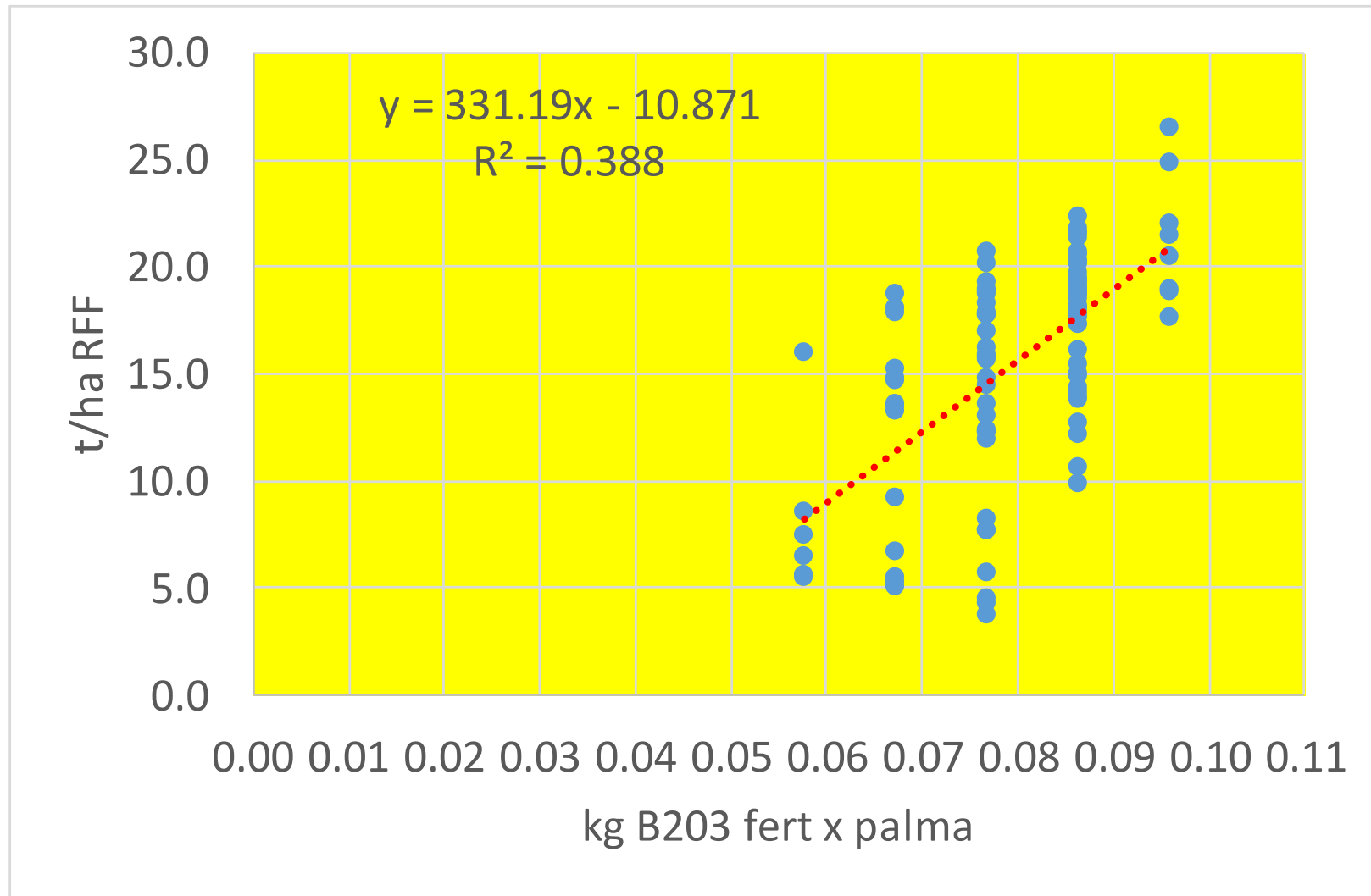
# Los materiales CIRAD responden muy bien a las dosis crecientes de S



# Características e impacto de la deficiencia de boro en palma

- Pobre crecimiento de las hojas – Hoja corta,
- Los folíolos se deforman y se reduce el tamaño,
- Las hojas jóvenes se afectan primero, se engrosan y se quiebran,
- Los síntomas más típicos son hoja de gancho, hoja corta y folíolos deformados,
- Afecta el desarrollo de raíces, clave en polinización y tasa de extracción de aceite.

Los materiales CIRAD responden muy bien a las dosis crecientes de Boro.



# Característica e impacto de la deficiencia de Zinc en palma

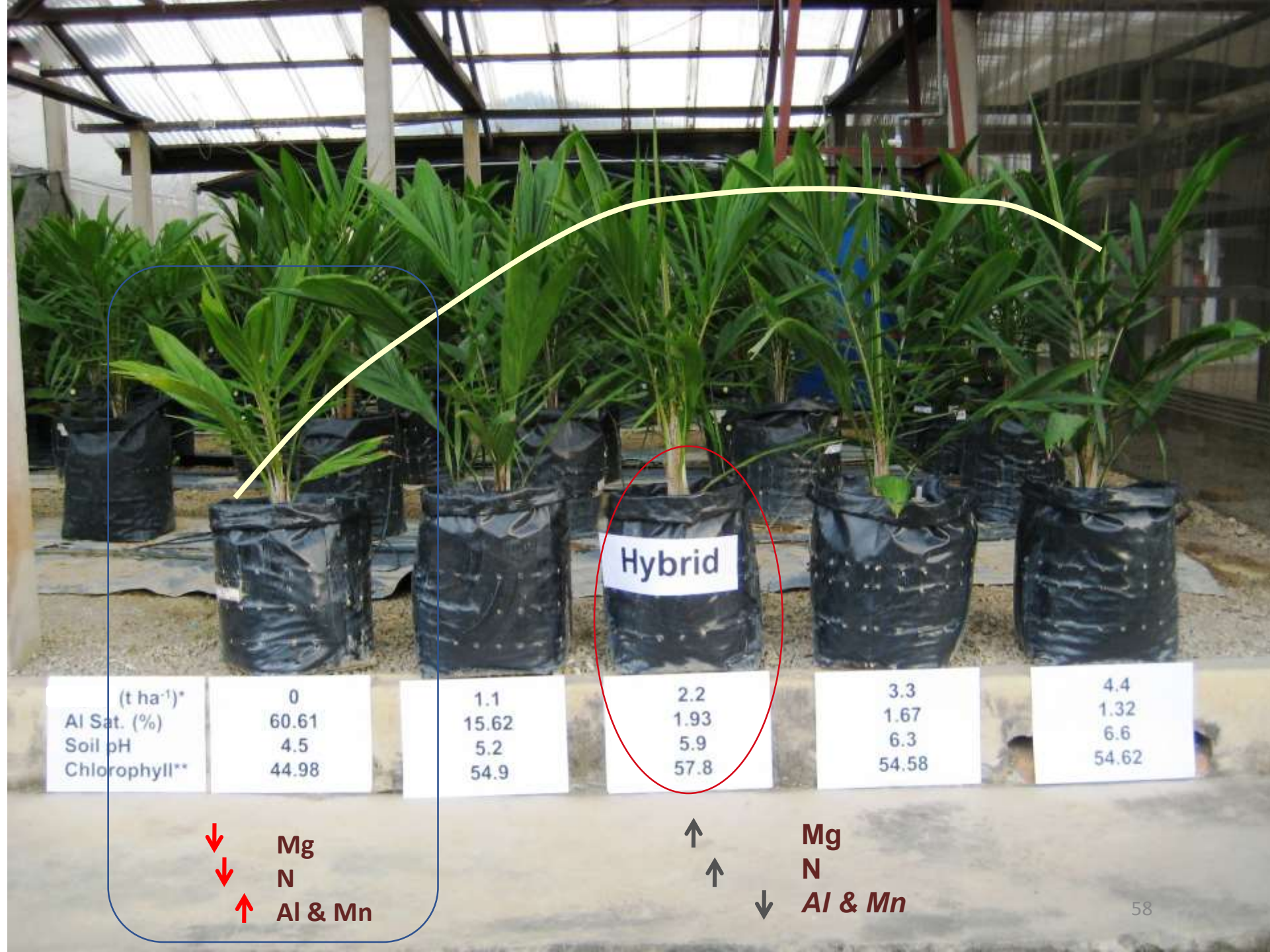
- Requerido para la síntesis de clorofila,
- Es un cofactor enzimático,
- Ayuda a proteger las plantas contra patógenos,
- Mitiga el estrés hídrico,
- En plantaciones muy productivas se observa el agotamiento de este nutriente.



# Característica e impacto de la deficiencia de calcio en palma

- Importante para mantener la integridad de la pared celular,
- Influencia la permeabilidad de las membranas,
- Estimula el desarrollo del sistema de raíces,
- Ayuda a mitigar el estrés hídrico,
- Resistencia mecánica y protección frente a fitopatógenos e insectos plaga.

# Beneficios de neutralizar acidez -Dolomita



# Efecto del encalamiento sobre los parámetros del suelo y el crecimiento de las plántulas



(t ha <sup>-1</sup> )	0	1.1	2.2	3.3	4.4	5.5
Sat. Al (%)	74.6	63.6	49.8	27.3	15.1	14.4
Sat. Ca (%)	15.0	25.1	39.2	58.6	71.5	74.3
pH	4.0	4.2	4.3	4.5	4.8	4.8

# Preparación de suelos y fertilización Pre- siembra

*Ajustar y mejorar en  
profundidad*

*CIC,  
Fósforo-P,  
Calcio,  
Magnesio-Mg,  
Azufre*

**Neutralizar  
Al, H, Fe, Mn**



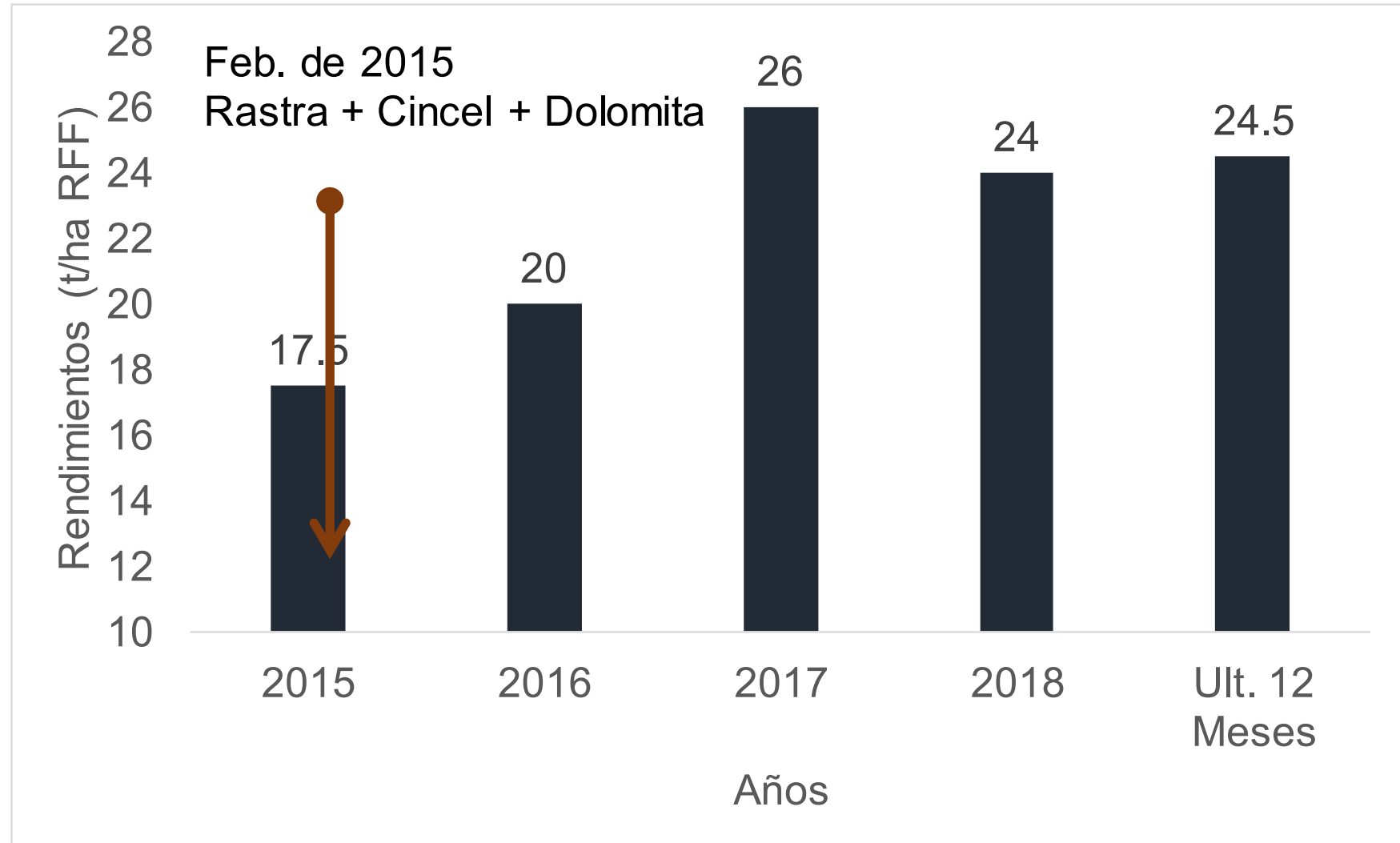
En cultivos establecidos se hacen correcciones de compactación y acidez del suelo.



Aplicación de correctivos en el área del plato, hacerlo en la etapa temprana. En etapa adulta manejar aplicaciones cada 2 a 3 años. Manejar la relación  $K/(Ca+Mg) > 0.10$



# Curvas de rendimientos luego de la labranza + Dolomita → 24.5 t/ha de RFF en cuatro años

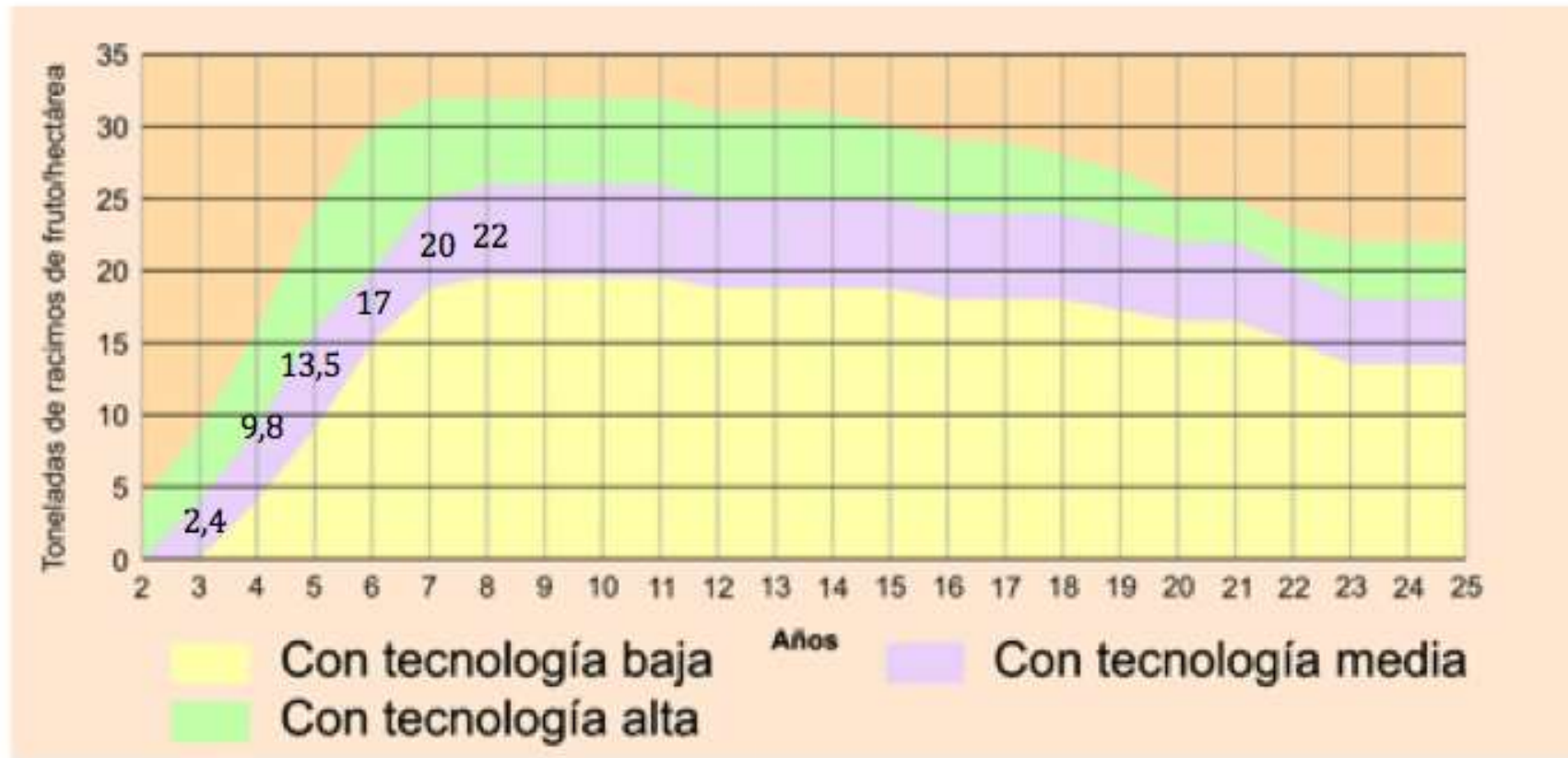


# Qué buscamos con la Nutrición de la palma de aceite?

- 1) Buen desarrollo – alcanzar y mantener IAF de 5.7 en el menor tiempo posible,
- 2) Niveles óptimos de nutrientes en el sistema Suelo, foliolos y raquis,
- 3) **Altos rendimientos** → ↑ número de racimos y ↑ peso de racimos → ↑ toneladas de aceite × ha,
- 4) Sanidad de los cultivos,
- 5) ↑ Rentabilidad → < Kg de fertilizantes por t de RFF o < USD\$/t de RFF,
- 6) Cuidar el ambiente y no agotar los suelos.



# Rendimiento actual y potencial **Cuanto ESPERO, y/o PUEDO producir - ejemplo Atillanura Torres 2017 ?**

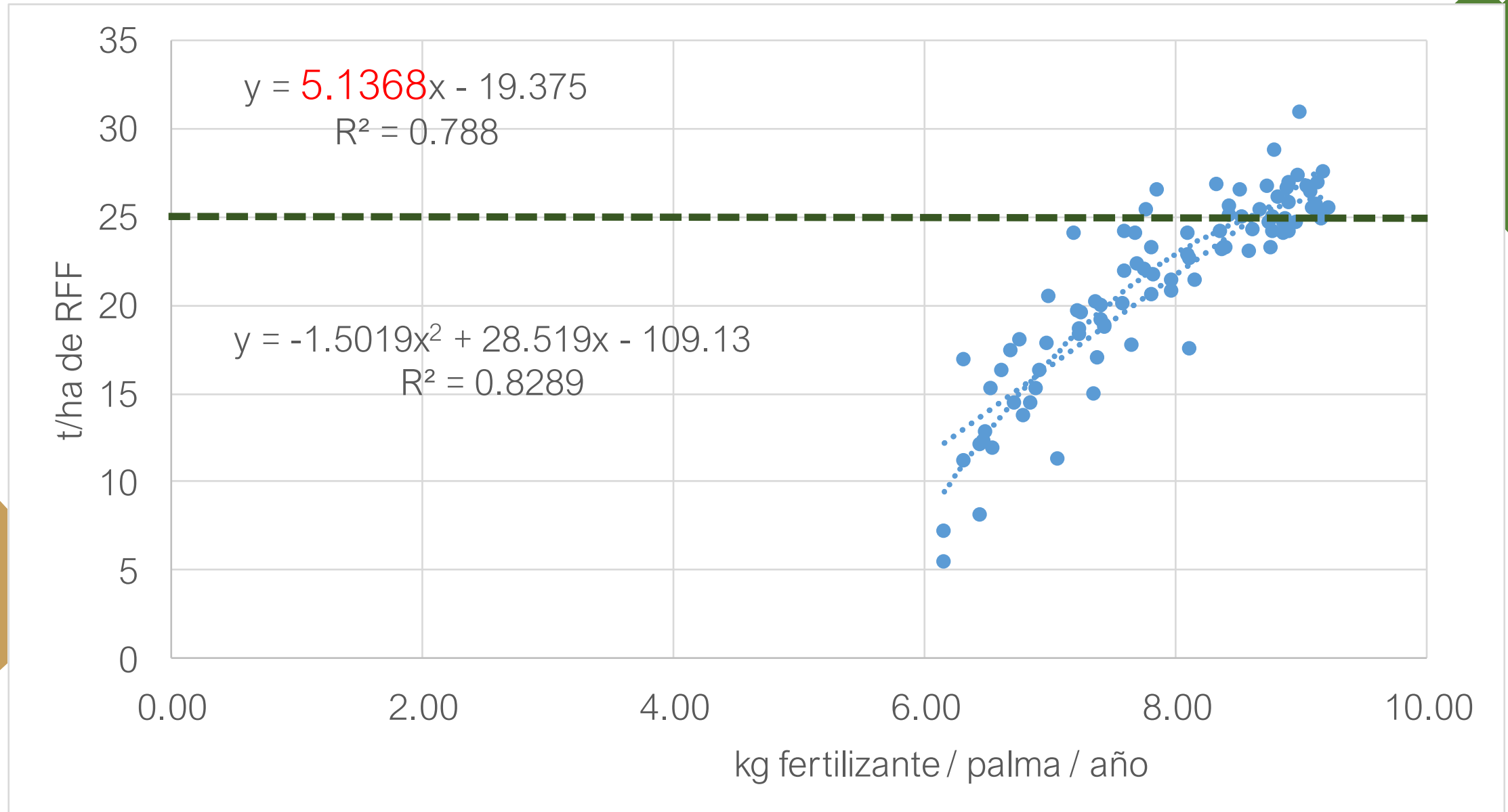


Fuente: La palma de aceite y su beneficio FEDEPALMA 2001

# IMPACTO DE LA NUTRICIÓN EN EL NÚMERO DE RACIMOS

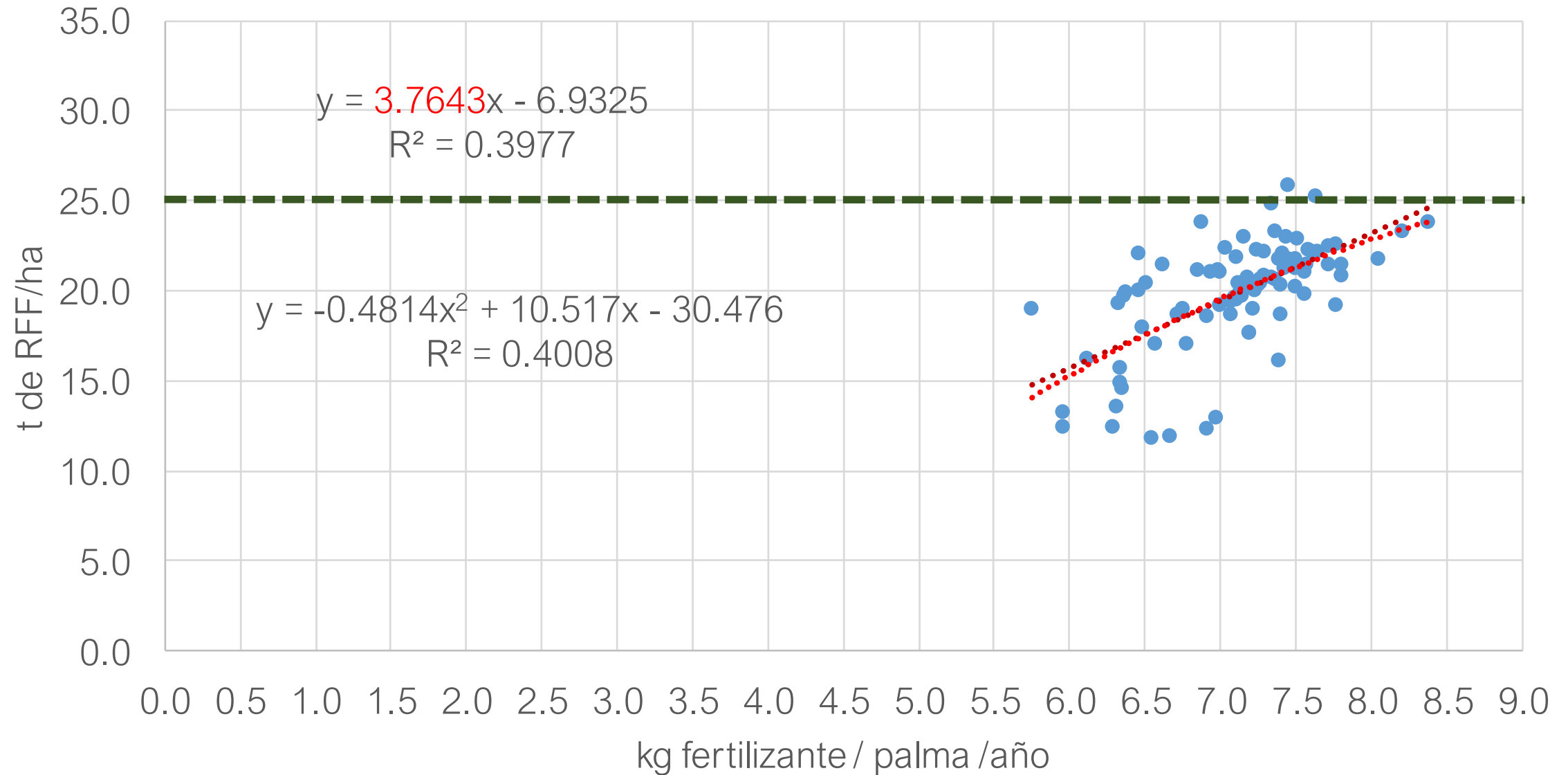
1. El número de racimos está definido en gran parte por la distribución de la lluvia y el material genético,
2. Los Materiales PALMELIT están seleccionados para producir mayor número de racimos y mejor distribución de la cosecha en el año,
3. El balance adecuado de nutrientes puede afectar el número de racimos/palma/año mediante el aumento de una mayor emisión foliar.

# Respuesta de los lotes con material CIRAD a las dosis de N P K Mg S & B en los últimos 5 años.

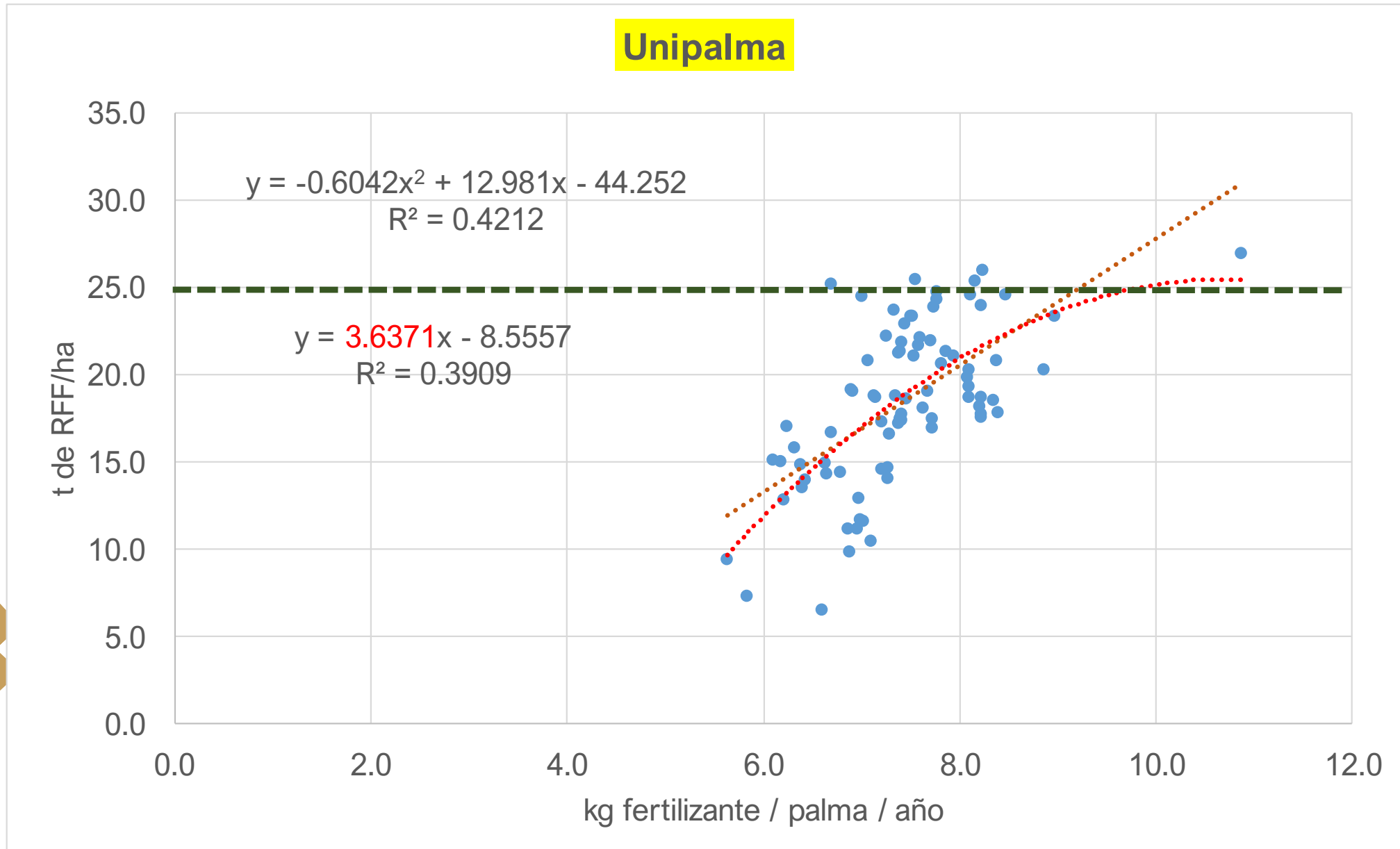


# Respuesta de los lotes con material Ghana a las dosis de N P K Mg S & B en los últimos 5 años.

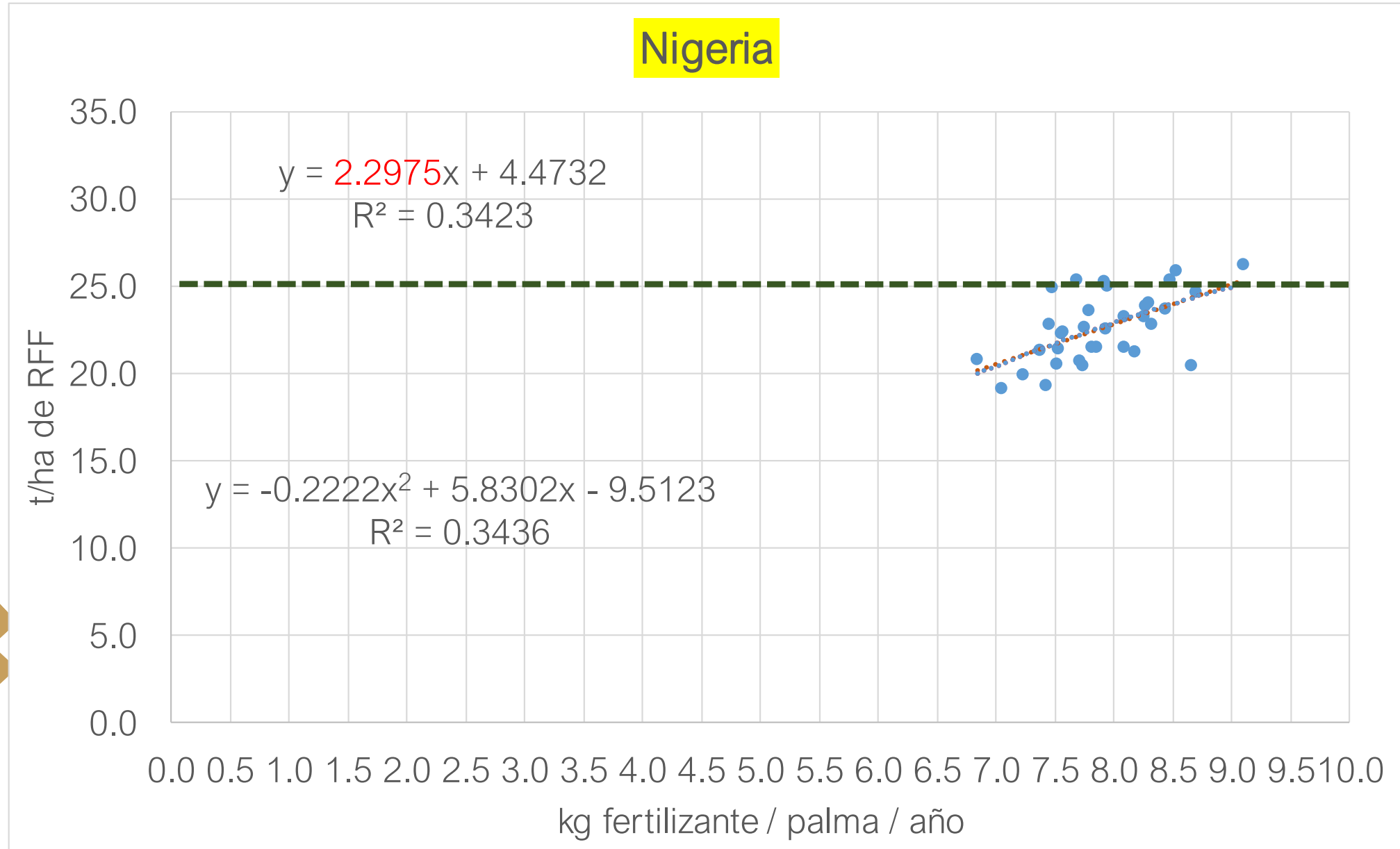
Ghana



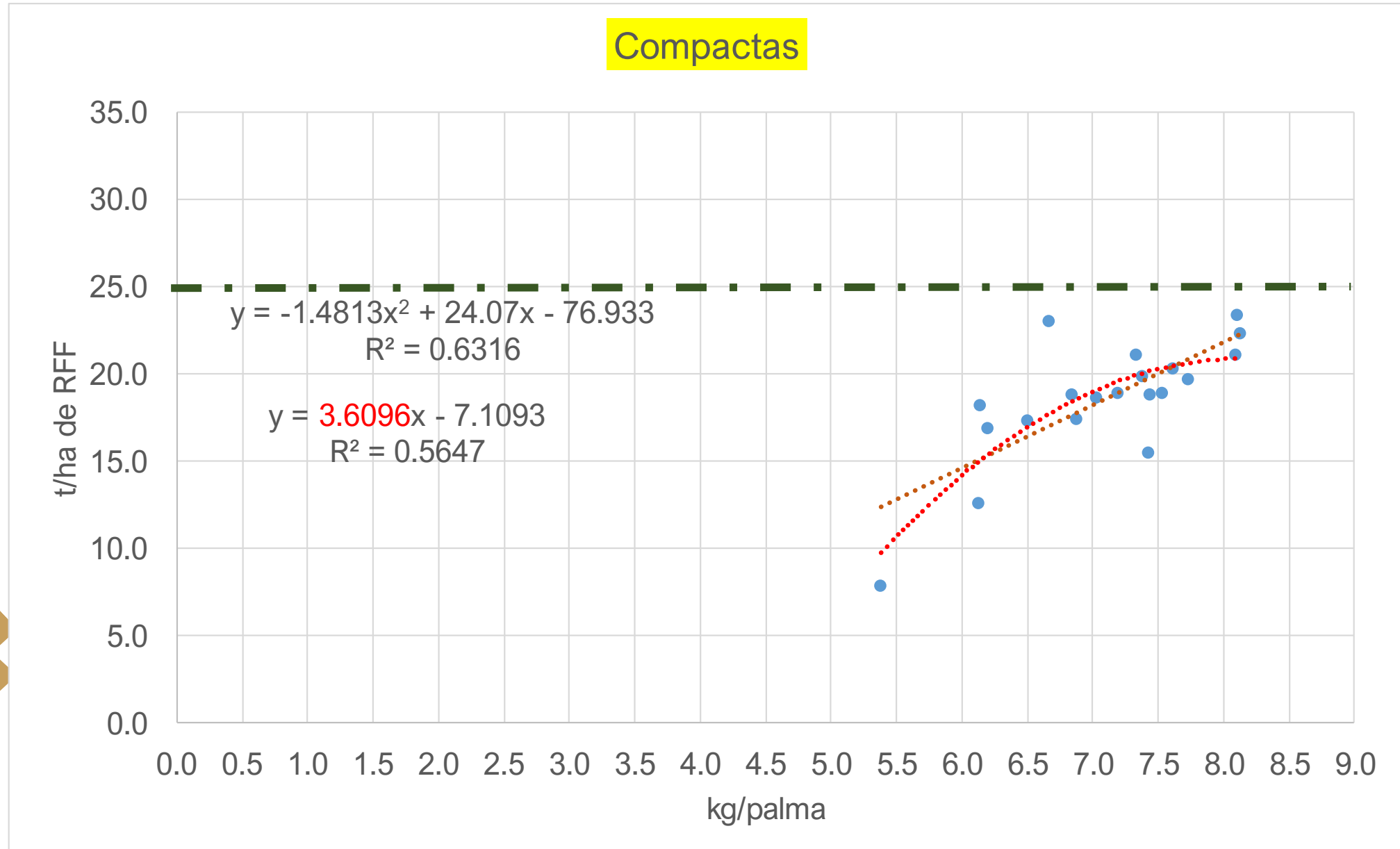
# Respuesta de los lotes con material Unipalma a las dosis de N P K Mg S & B en los últimos 5 años.



# Respuesta de los lotes con material Nigeria a las dosis de N P K Mg S & B en los últimos 5 años.



# Respuesta de los lotes con material Compactas a las dosis de N P K Mg S & B en los últimos 5 años.



Por cada kg de fertilizante equilibrado de N P K Mg & B adicional – una vez la palma está balanceada (6 kg × palma × año – por cada kg de fert. Adicional se gana en producción:

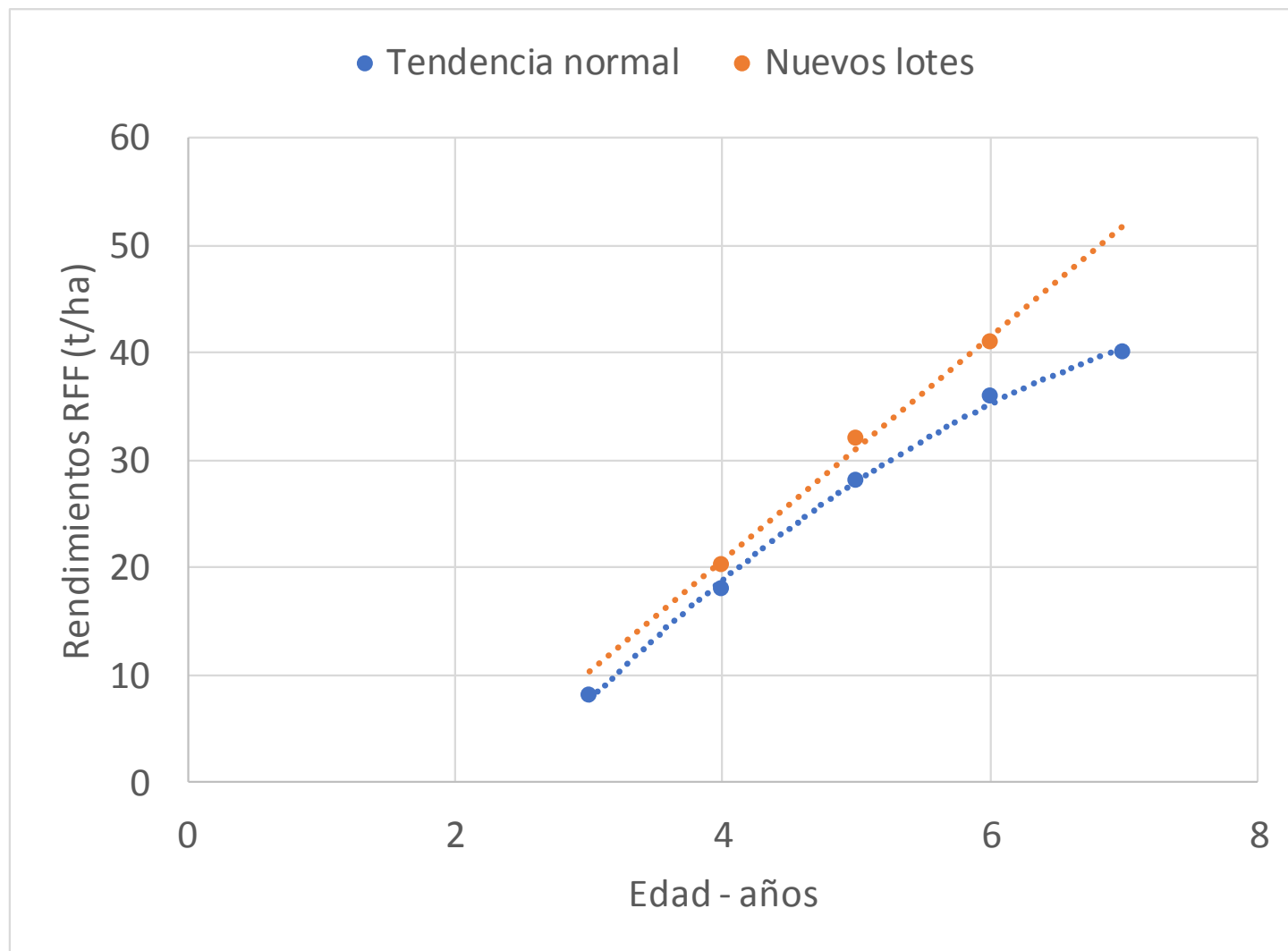
Materiales	t de RFF × ha
CIRAD	5.14
Ghana	3.76
Unipalma	3.63
Nigeria	2.29
Compacta	3.61



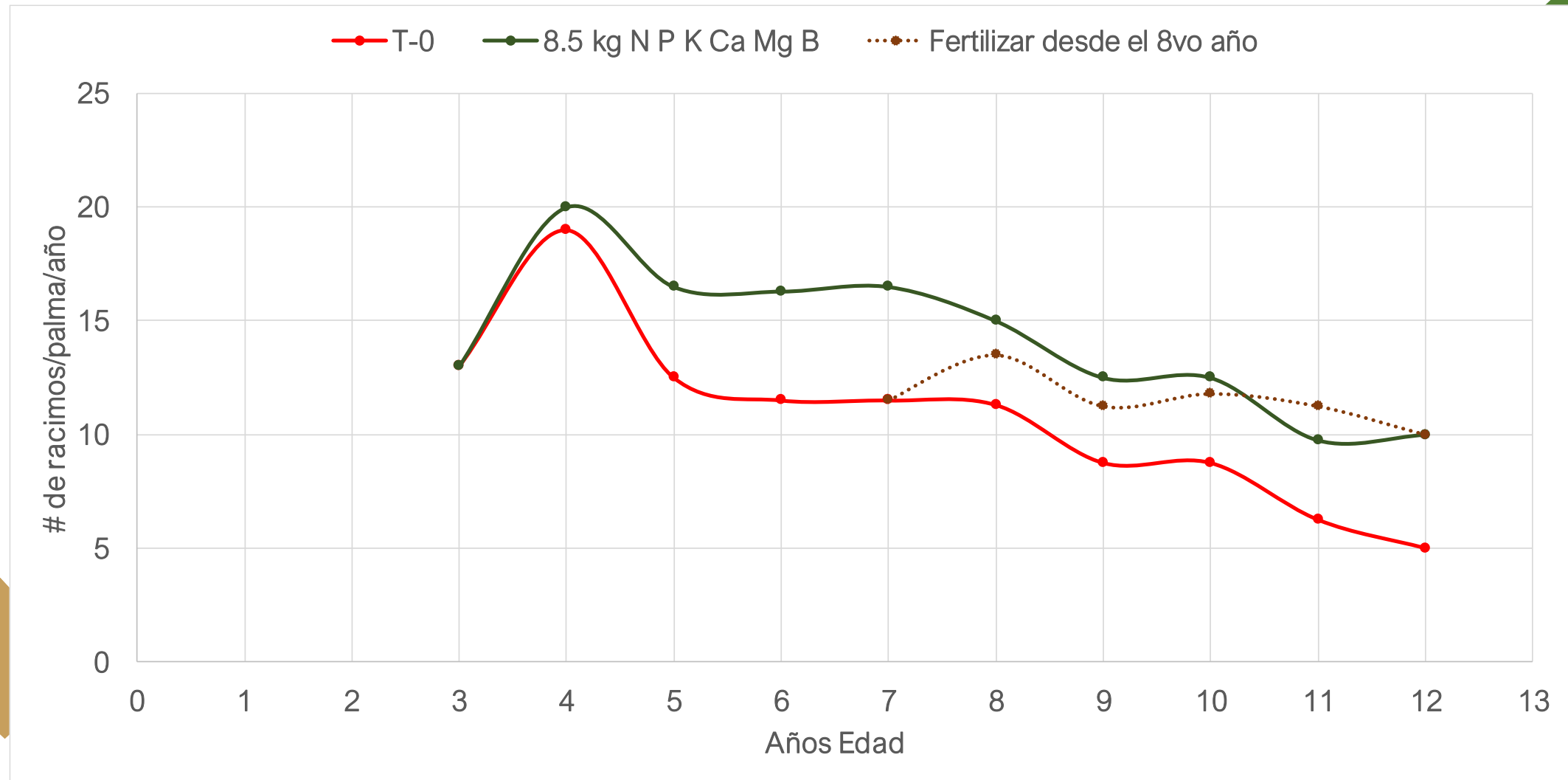
# Los cultivares híbridos PALMELIT responde muy bien a la interacción de Lluvia × Suelo × MPM : promedio plantación 41.5 t de RFF/ha

Finca	Lote	Siembra	Densidad	2015	2016	2017	2018	2019
PPA	Lote PL-L1	sep/10	104	32,251	34,880	36,331	41,321	41,572
PPA	Lote PL-L2	oct/10	104	33,147	28,112	34,767	37,802	48,335
PPA	Lote PL-L3	feb/11	115	34,134	28,217	33,875	36,792	41,794
PPA	Lote PL-L4A	may/11	115	25,847	30,586	26,203	30,917	39,498
PPA	Lote PL-L4B	may/11	115	24,060	25,816	26,648	31,938	37,353
PPA	Lote PL-L5A	may/11	115	25,150	27,314	30,111	30,830	42,081
PPA	Lote PL-L5B	may/11	115	26,721	30,021	27,676	31,353	38,969
PPA	Lote PL-L6A	jul/11	128	28,822	30,427	34,272	32,404	47,388
PPA	Lote PL-L6B	jul/11	128	24,028	28,753	32,409	35,249	53,517
PPA	Lote PL-L7	ago/11	128	23,305	25,889	30,552	29,513	39,893
PPA	Lote PL-L8	oct/11	128	21,417	24,302	27,216	27,396	42,419
PPA	Lote PL-L9	nov/11	128	17,499	21,189	30,155	30,898	42,385
PPA	Lote PL-L10	ene/12	128	13,096	21,337	28,529	29,848	44,861
PPA	Lote PL-L11	abr/12	128	15,268	24,054	33,446	30,149	49,867
PPA	Lote PL-L12	abr/12	128	14,229	20,407	27,807	25,694	36,399
PPA	Lote PL-L13	may/12	128	11,941	19,540	33,639	31,739	43,044
PPA	Lote PL-L14	may/12	128	9,662	19,116	26,590	31,862	39,497
PPA	Lote PL-L15	may/12	128	4,399	12,375	21,383	26,247	41,649
PPA	Lote PL-L16	oct/12	128	0	17,751	38,959	26,374	43,758
PPA	Lote PL-L17A	dic/12	128	4,437	15,199	32,999	34,239	48,857
PPA	Lote PL-L17B	dic/13	128		2,785	20,247	32,254	41,545
PPA	Lote PL-L18	dic/13	128			3,701	16,588	22,798
PPA	Lote PL-L19	dic/13	128		0	0	11,760	29,020
PPA	Lote PL-L20	dic/13	128	2,395	18,187	31,834	38,748	38,748
			Promedio	18,657	22,011	27,890	30,496	41,469

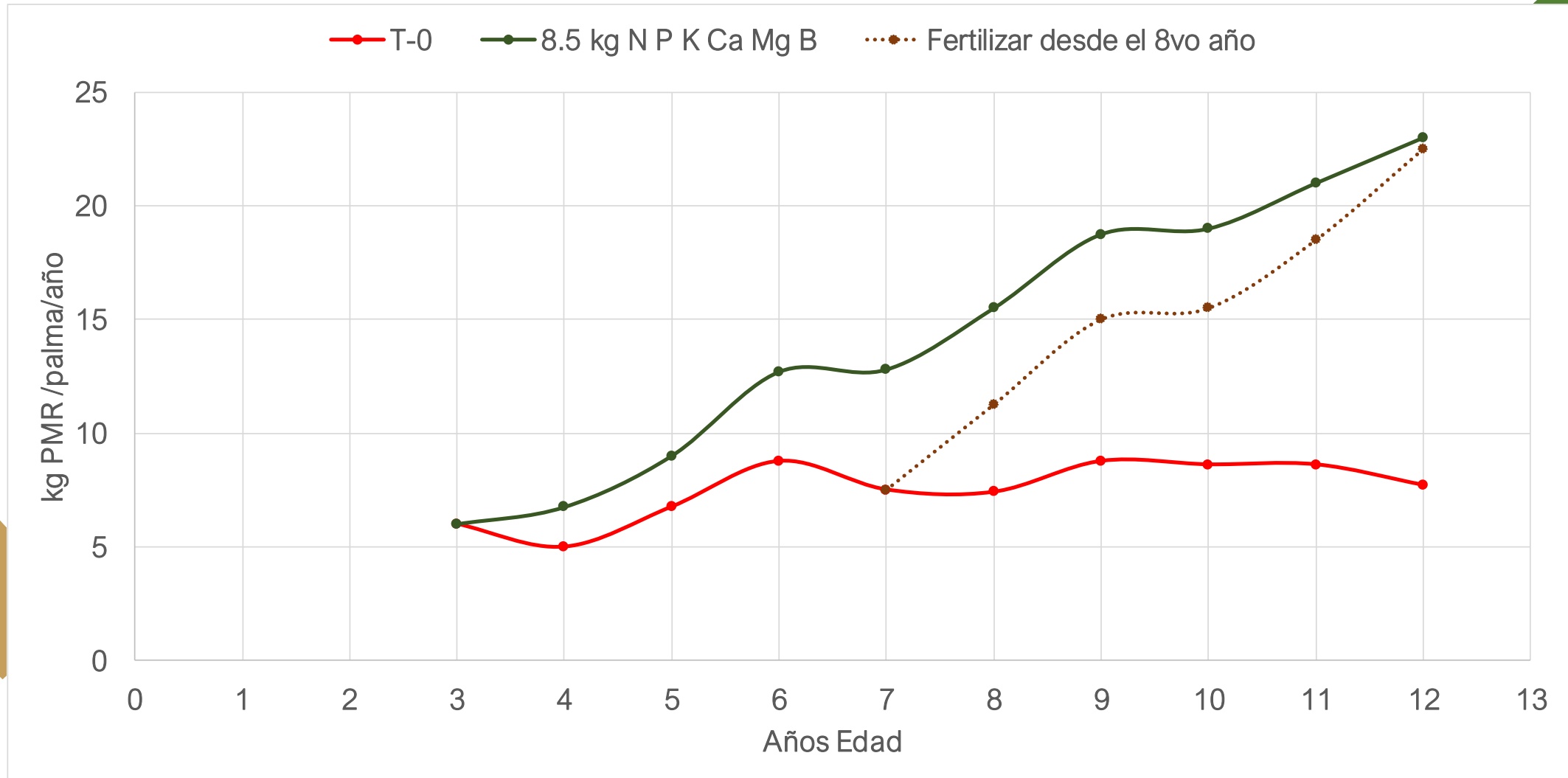
En las distintas regiones las MPM – incluyendo materia orgánica + la aplicación del regulador de crecimiento 1-Naftalenacético ANA en la polinización ha mejorado la productividad en el híbrido Coarí × LA Mé..



# La fertilización balanceada permite alcanzar en promedio 4 racimos más en los primeros 10 años productivos



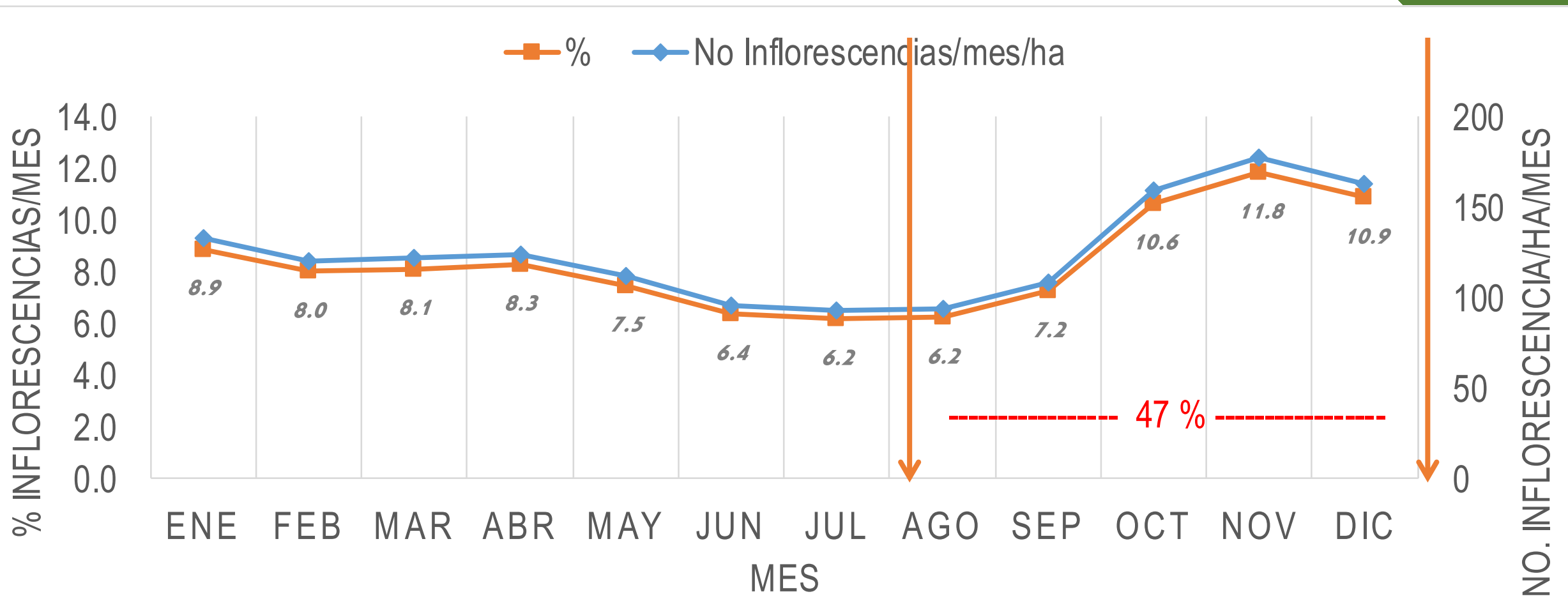
# La fertilización balanceada permite alcanzar en promedio 7 kg adicionales más por racimo cosechado en los primeros 10 años productivos

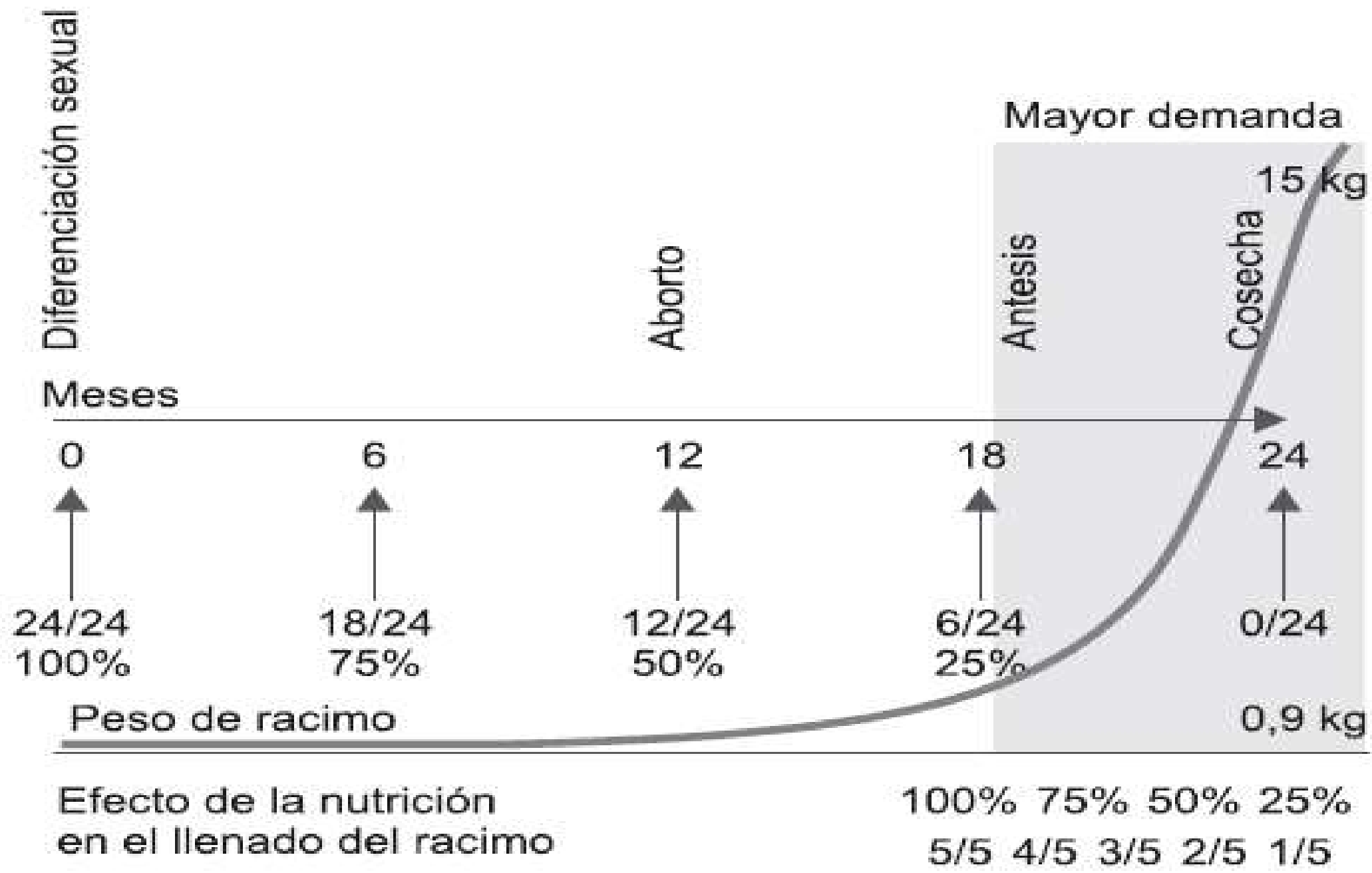


# Épocas de fertilización

1. Balance hídrico,
2. Distribución de la producción en el año
  1. Antesis de las inflorescencia,
  2. Periodo de formación de los racimos (155 a 180 días),
  3. Distribución de la cosecha mensual.

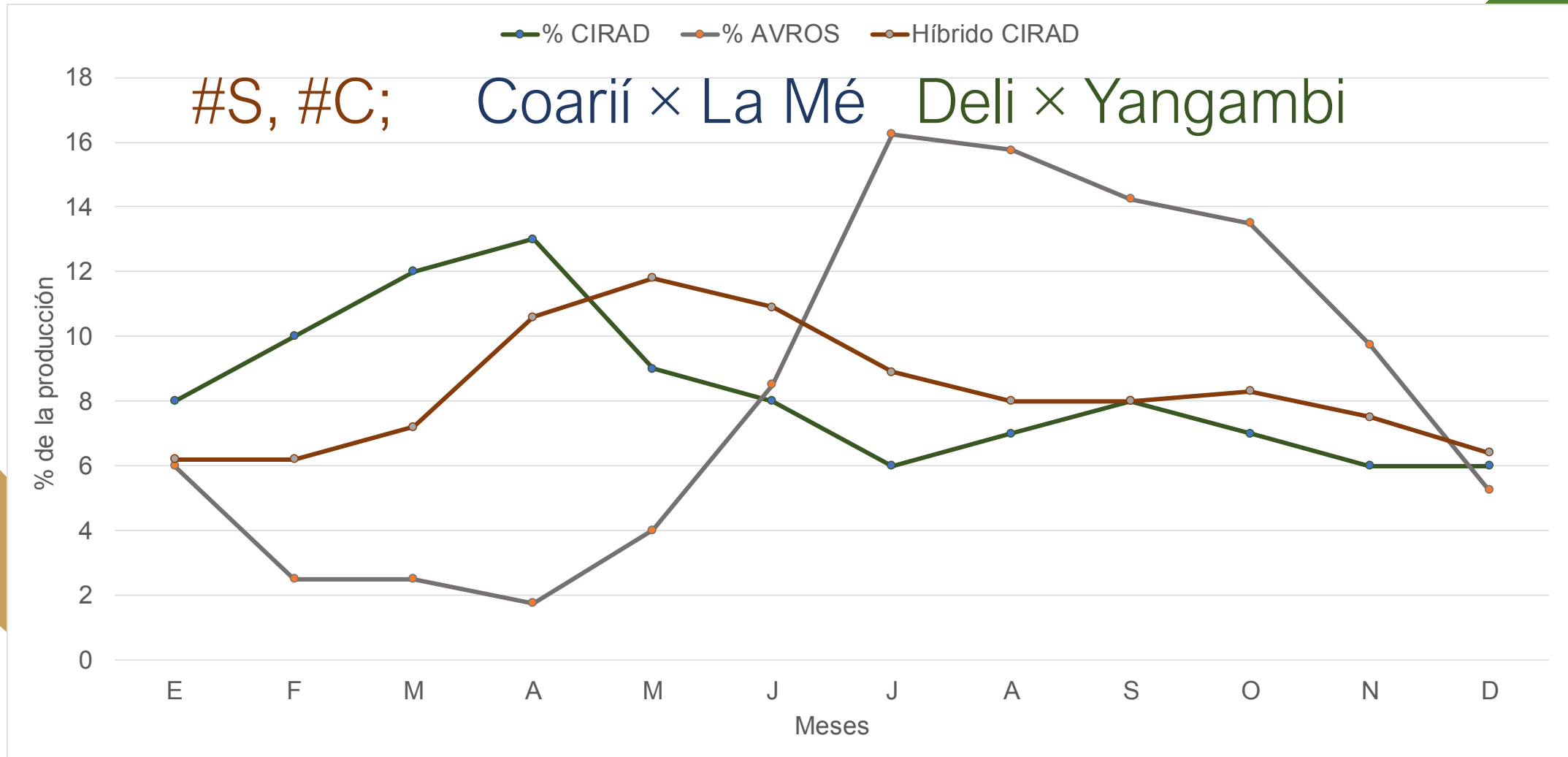
# EN EL CASO DE LOS HÍBRIDOS COMO SE CONOCE LA POLINIZACIÓN SE PUEDE AJUSTAR MEJOR LAS ÉPOCAS DE REFUERZO DE LA NUTRICIÓN





ETAPA DE FORMACIÓN DE LOS RACIMOS (ASD)

# Distribución porcentual de la producción de los materiales PALMELIT

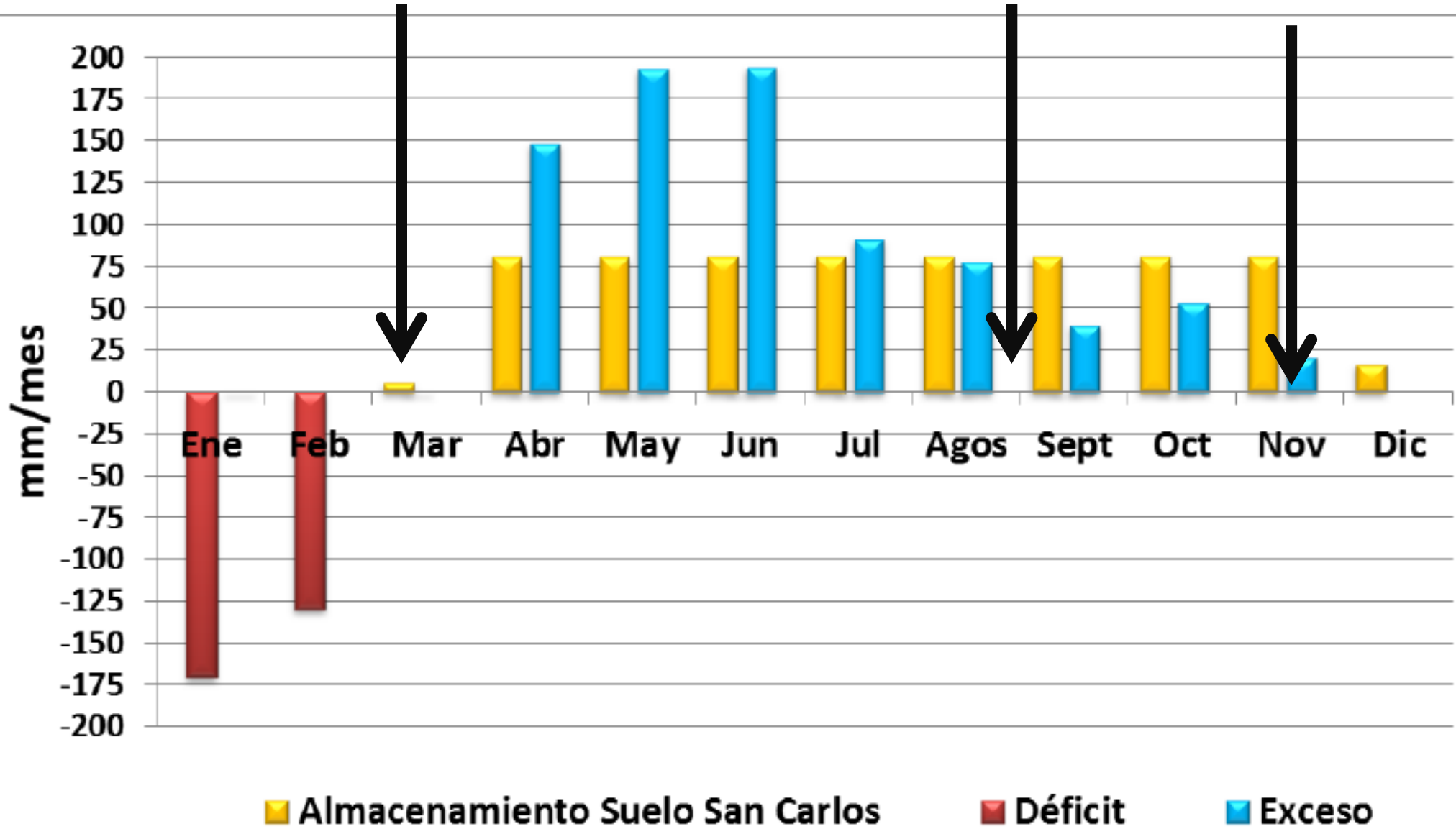




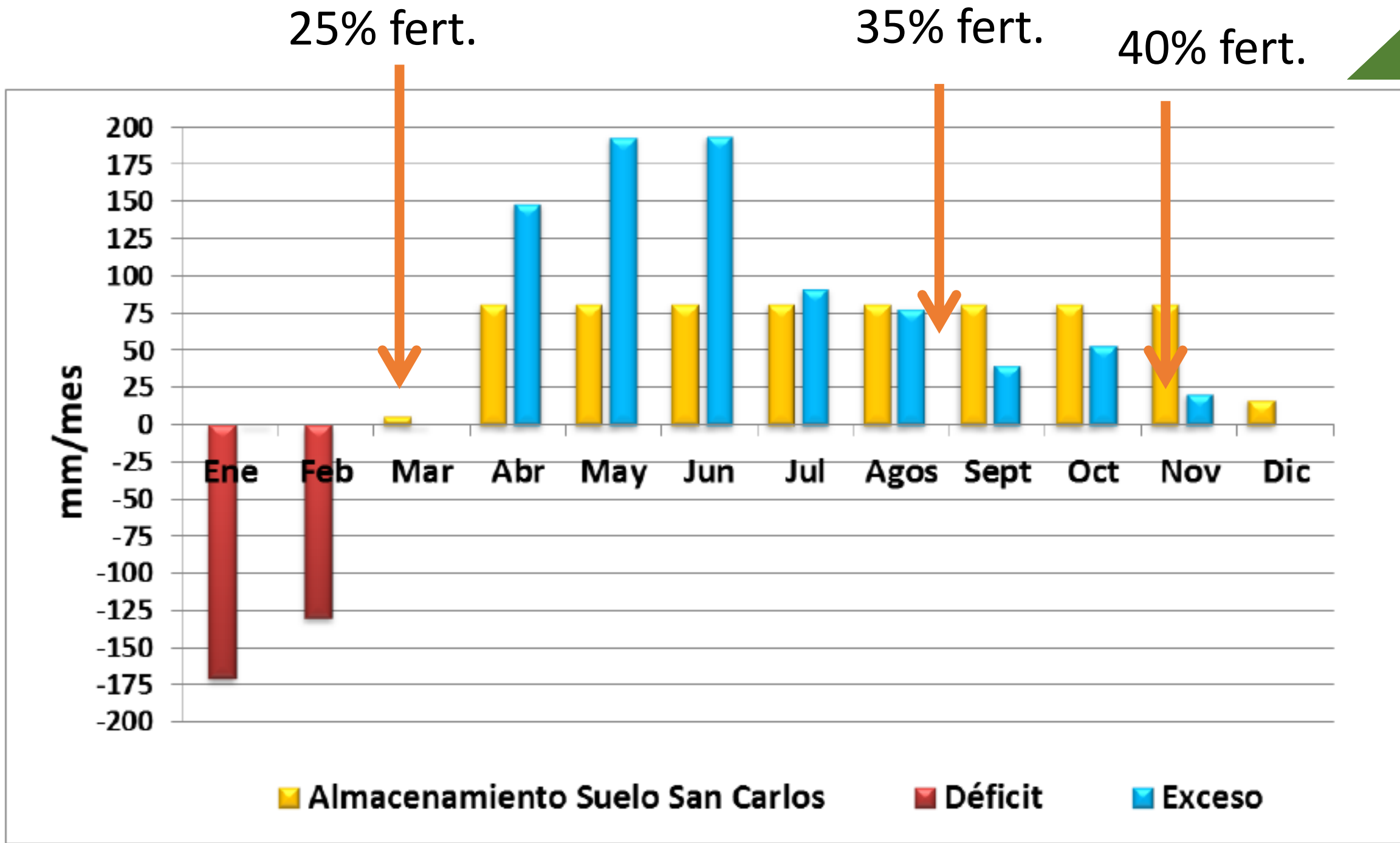
Fertilización 1

Fertilización 2

Fertilización 3

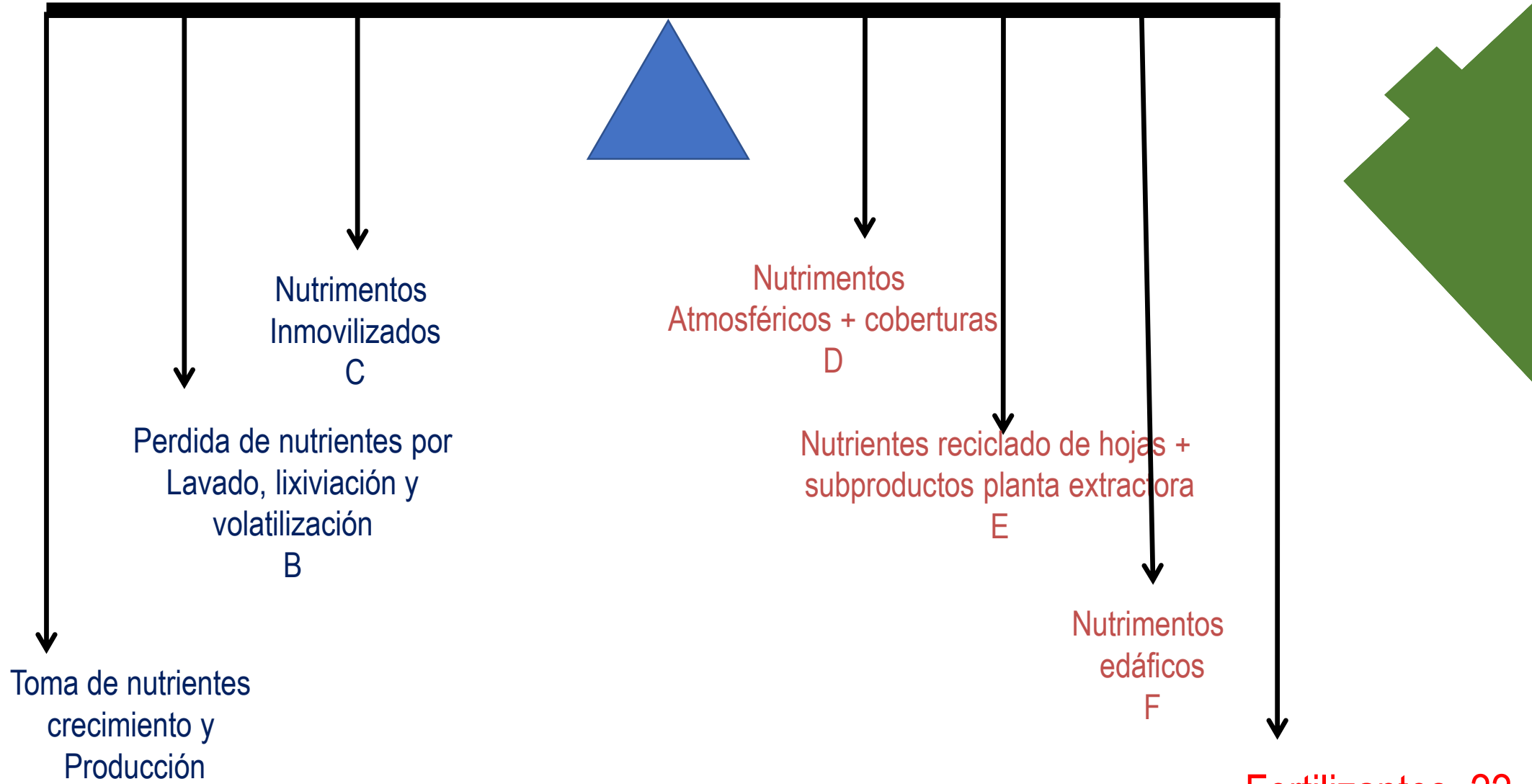


MEJORES ÉPOCAS DE FERTILIZACIÓN → BH



Demanda

Suplemento



A Componentes del balance de nutrientes Ng, 2002

# Requerimiento de nutrientes (kg × ha × año)

Es igual a: **Nutrientes removidos en las t/ha de RFF** + Nutrientes almacenados en el tronco y raíces + **pérdidas potenciales de nutrientes**

## Tener en cuenta:

1. Si se produce más se extrae más,
2. Si las plantas crecen más extraen + ej. 21 a 60 cm el tronco almacena diferentes cantidades de nutrientes,
3. Las texturas, estructuras, pendientes y lluvias aumentan las pérdidas,
4. Reservas de nutrientes de los suelos.

Manejar un programa base hasta el 5<sup>to</sup> año kg × Palma × año:

Ajustar por análisis de suelos, parámetros de crecimiento y análisis foliar.

<u>Edad</u>	<u>N</u>	<u>P2O5</u>	<u>K2O</u>	<u>MgO</u>	<u>B2O3</u>	<u>Oxidos</u>	<u>Fertilizantes</u>
1ro	0.40	0.60	1.00	0.19	0.0576	2.2	4.7
2do	0.60	0.55	1.55	0.25	0.1008	3.1	6.4
3ro	0.75	0.50	1.89	0.31	0.1152	3.6	7.5
4to	0.85	0.45	2.25	0.38	0.144	4.1	8.5
5to	0.90	0.45	2.40	0.38	0.144	4.3	9.0

# Extracción de nutrientes por la cosecha en cultivares guineensis CIRAD PALMELIT

Components	Nutrients (kg/ha/yr)					
	N	P	K	Mg	Ca	B
Trunk	33.75	7	121.6	10.2	12.75	1.53
Yield FFB	99.1	18	129.6	33.3	27	2.75
Run-off	15.2	1	21.6	2.1	1.75	0.21
Leaching	3.4	0.9	6.3	3.4	3	0.4
Erosion	2.4	Trace	Trace	Trace	Trace	0.25
<b>Total 1</b>	<b>153.85</b>	<b>26.9</b>	<b>279.1</b>	<b>49</b>	<b>44.5</b>	<b>5.14</b>
Rainfall	17	2.4	31.6	4.8	2.5	0
Total 2	17	2.4	31.6	4.8	2.5	0
Nutrient required = Total 1 - Total 2	136.85	24.5	247.5	44.2	42	5.14
kg/t	4.56	0.82	8.25	1.47	1.40	0.17

La remoción de nutrientes en la cosecha del *Coari* × *La Mé* es similar a la de *Guineensis*. La diferencia grande está en la tasa de crecimiento del estípite 0.2 cm versus 0.3 a 0.4 en *guineensis*

Autores	Cultivares y características	kg × 1 t RFF						g × t de RFF				
		N	P	K	Mg	Ca	S	Mn	Fe	B	Cu	Zn
Ng adn Thamboo, 1967	D × P	2.9	0.4	3.7	0.8	0.8		1.51	2.47	2.15	4.76	4.93
Tarmizi and Tayeb 2004	D × P	3.1	0.4	3.9	0.7	0.6	0.47					
Donought (2016)	D × P	3.1	0.4	3.8	0.6	0.5	0.28					
Rincon et al. 2015	Coari × La Mé	2.9	0.4	3.5	0.6	0.6	0.48	15.04	34.88	2.05	5.26	5.1

# Alta variabilidad en la química de los suelos. Lo que conlleva a estrategias Diferentes de Nutrición

Sitio	PH del suelo	Materia orgánica	Fósforo-P	Calcio-Ca	Magnesio-Mg	Potasio-K	Aluminio-Al	No. Muestras
		%	mg/kg	cmol+/kg	cmol+/kg	cmol+/kg	cmol+/kg	
Perú	4.6	2.0	3	10	1.5	0.30	2.1	800
Colombia S1	4.4	2.2	7	1	0.2	0.12	1.5	200
Colombia S2	5.5	2.2	10	19	9.5	0.40	0.4	560
Nicaragua	4.7	1.7	1	3	1.6	0.30	1.7	130
Guatemala	6.0	2.0	2	23	8.1	0.22	0.8	1040
México	5.1	2.3	3	11	3.6	0.20	0.9	100
<b><u>Suficiente</u></b>	<b><u>5.2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>15</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>0.4</u></b>	<b><u>&lt;1</u></b>	2830



# Los cultivares híbridos PALMELIT responde muy bien a la nutrición : promedio plantación 41.5 t de RFF/ha

Finca	Lote	Siembra	Densidad	2015	2016	2017	2018	2019
PPA	Lote PL-L1	sep/10	104	32,251	34,880	36,331	41,321	41,572
PPA	Lote PL-L2	oct/10	104	33,147	28,112	34,767	37,802	48,335
PPA	Lote PL-L3	feb/11	115	34,134	28,217	33,875	36,792	41,794
PPA	Lote PL-L4A	may/11	115	25,847	30,586	26,203	30,917	39,498
PPA	Lote PL-L4B	may/11	115	24,060	25,816	26,648	31,938	37,353
PPA	Lote PL-L5A	may/11	115	25,150	27,314	30,111	30,830	42,081
PPA	Lote PL-L5B	may/11	115	26,721	30,021	27,676	31,353	38,969
PPA	Lote PL-L6A	jul/11	128	28,822	30,427	34,272	32,404	47,388
PPA	Lote PL-L6B	jul/11	128	24,028	28,753	32,409	35,249	53,517
PPA	Lote PL-L7	ago/11	128	23,305	25,889	30,552	29,513	39,893
PPA	Lote PL-L8	oct/11	128	21,417	24,302	27,216	27,396	42,419
PPA	Lote PL-L9	nov/11	128	17,499	21,189	30,155	30,898	42,385
PPA	Lote PL-L10	ene/12	128	13,096	21,337	28,529	29,848	44,861
PPA	Lote PL-L11	abr/12	128	15,268	24,054	33,446	30,149	49,867
PPA	Lote PL-L12	abr/12	128	14,229	20,407	27,807	25,694	36,399
PPA	Lote PL-L13	may/12	128	11,941	19,540	33,639	31,739	43,044
PPA	Lote PL-L14	may/12	128	9,662	19,116	26,590	31,862	39,497
PPA	Lote PL-L15	may/12	128	4,399	12,375	21,383	26,247	41,649
PPA	Lote PL-L16	oct/12	128	0	17,751	38,959	26,374	43,758
PPA	Lote PL-L17A	dic/12	128	4,437	15,199	32,999	34,239	48,857
PPA	Lote PL-L17B	dic/13	128		2,785	20,247	32,254	41,545
PPA	Lote PL-L18	dic/13	128			3,701	16,588	22,798
PPA	Lote PL-L19	dic/13	128		0	0	11,760	29,020
PPA	Lote PL-L20	dic/13	128	2,395	18,187	31,834	38,748	38,748
			Promedio	18,657	22,011	27,890	30,496	41,469

Buen efecto del ANA en la polinización,  
Antesis – polen + talco 1:10 de 2 a 3.5 gramos,  
A los 7 y 14 días aplican ANA del 6% (Talco + ANA) 4 g/flor

484 usd\$/ha / 42 → 11.52 USD\$/ t de RFF



# Criterios a tener en la selección de las Fuentes de fertilizantes

- Dependenden del nutriente,
- Precio por nutriente,
- Grado de solubilidad,
- Ion Acompañante,
- Época,
- Tipo de suelo

# Fuentes subproductos de planta extractora o fertilizantes inorgánicos

Nutriente	Fuentes
Nitrógeno-N	SAM, NAM, Urea*, DAP, MAP, Foliolos, cobertura y subproductos P.E.
Fósforo-P	RF, Escorias, DAP, MAP, SPT, POME,
Potasio-K	KCl, K-MAG, Sulf. K, Subproductos P.E.,
Magnesio-Mg	Dolomita, Carb. De Mg, K-MAG, Kieserita,
Calcio-Ca	RF, Dolomita, Yeso, Escorias, Cenizas, SPT
Cloro-Cl	KCl
Azufre-S	Yeso, SAM, K-MAG, Urea+S
Boro-B	Tetraborato, ácido bórico, Agribor, ulexita
Zinc-Zn	Sulf. De Zn y quelatos de Zn
Cobre-Cu	Sulfato de Cu y quelatos de Cu
Manganeso-Mn	Sulf. De Mn.



# Sitio de aplicación de fertilizantes

- Edad,
- Distribución del sistema de raíces,
- Tipo de arvenses o cobertura acompañante



**MUY IMPORTANTE  
TAMBIÉN VER EL  
SISTEMA DE  
RAÍCES**

# Desarrollo normal de las raíces de palma sin problemas de drenaje



# Se recomienda adoptar ésta práctica de colocación de hojas

1. La idea es generar una zona donde haya más raíces terciarias y cuaternarias que son las que absorben la mayor cantidad de fertilizantes,
2. No se deben generar montones muy grandes, cubrir más área y permitir el reciclaje de nutrientes más rápido,
3. Sirve para mantener la humedad – cosecha de agua,
4. Activa los microorganismos,
5. Aumenta la eficiencia de fertilizantes,
6. Controla malezas del área de colocación, etc.





# CÁLCULO DE LA SUPERFICIE ABSORBENTE DE LAS RAÍCES DE PALMA- 5 AÑOS DE EDAD

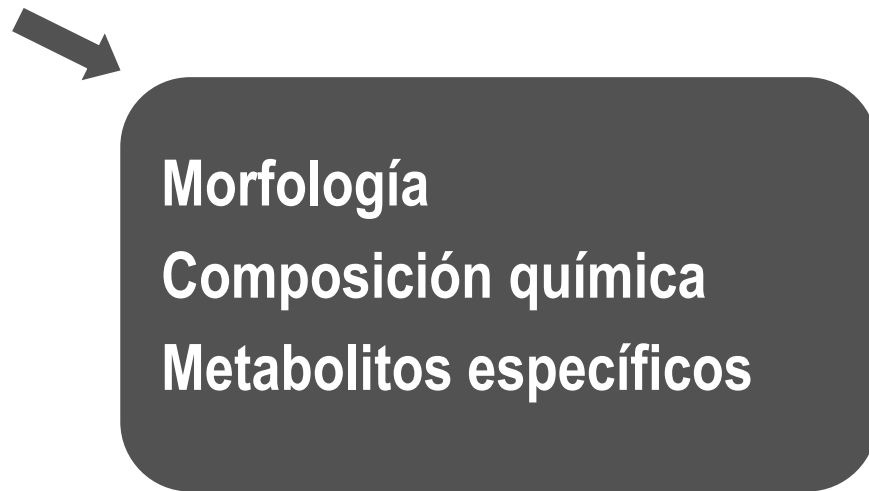
Tipo de raíces	Superficie Absorbente (m <sup>3</sup> /ha)	Superficie Total (m <sup>3</sup> /ha)	% Absorbente
Primarias	119	1887	6.3
Secundarias	122	1445	8.4
Terciarias	427	1594	26.8
Quaternarias	812	1461	55.6
Total	1480	6387	23.2

# Qué buscamos con la Nutrición de la palma de aceite?

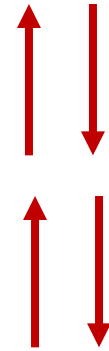
- 1) Buen desarrollo – alcanzar y mantener IAF de 5.7 en el menor tiempo posible,
- 2) Niveles óptimos de nutrientes en el sistema Suelo, foliolos y raquis,
- 3) Altos rendimientos → ↑ número de racimos y ↑ peso de racimos → ↑ toneladas de aceite × ha,
- 4) **Sanidad de los cultivos,**
- 5) ↑ Rentabilidad → < Kg de fertilizantes por t de RFF o <USD\$/t de RFF,
- 6) Cuidar el ambiente y no agotar los suelos.

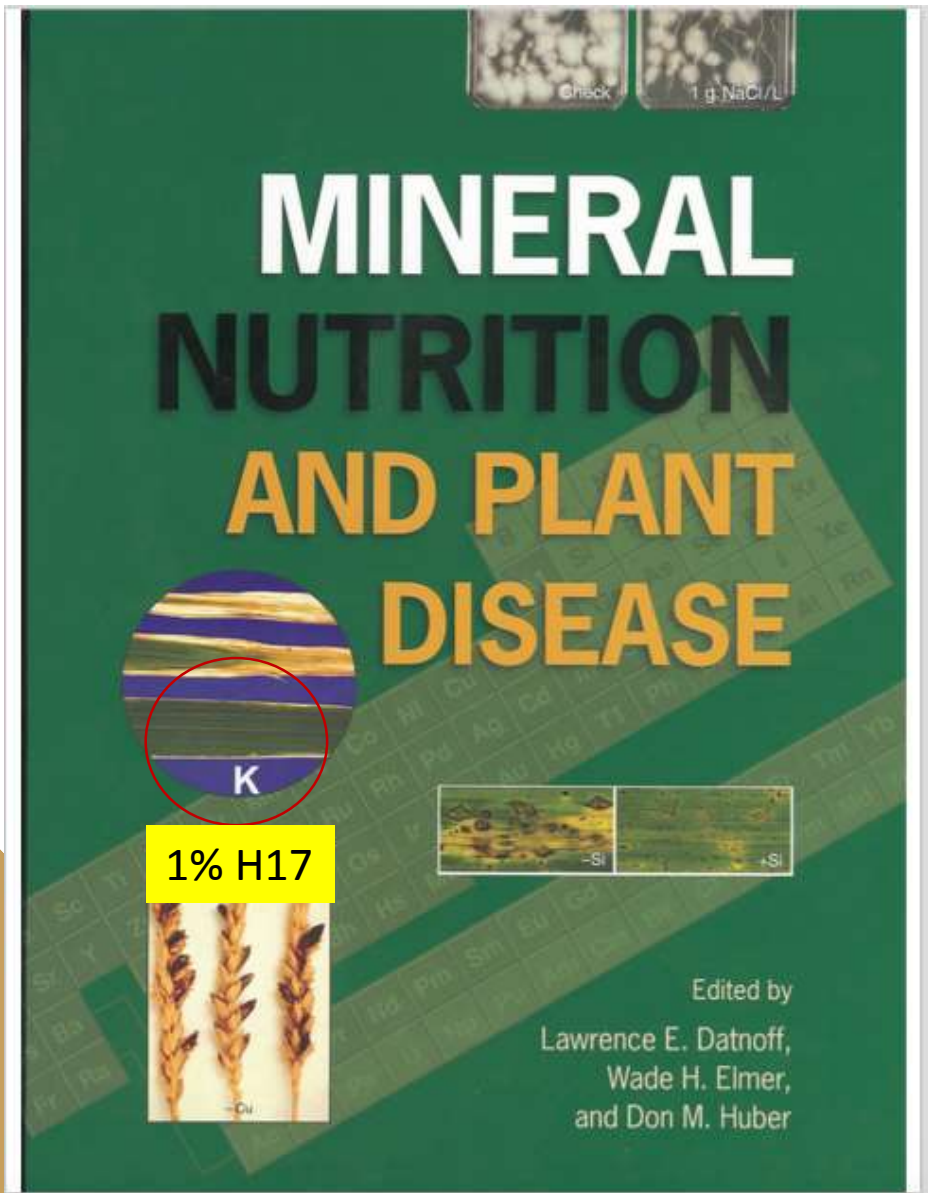
# Relaciones entre los nutrientes y las enfermedades

**Nutrición balanceada**



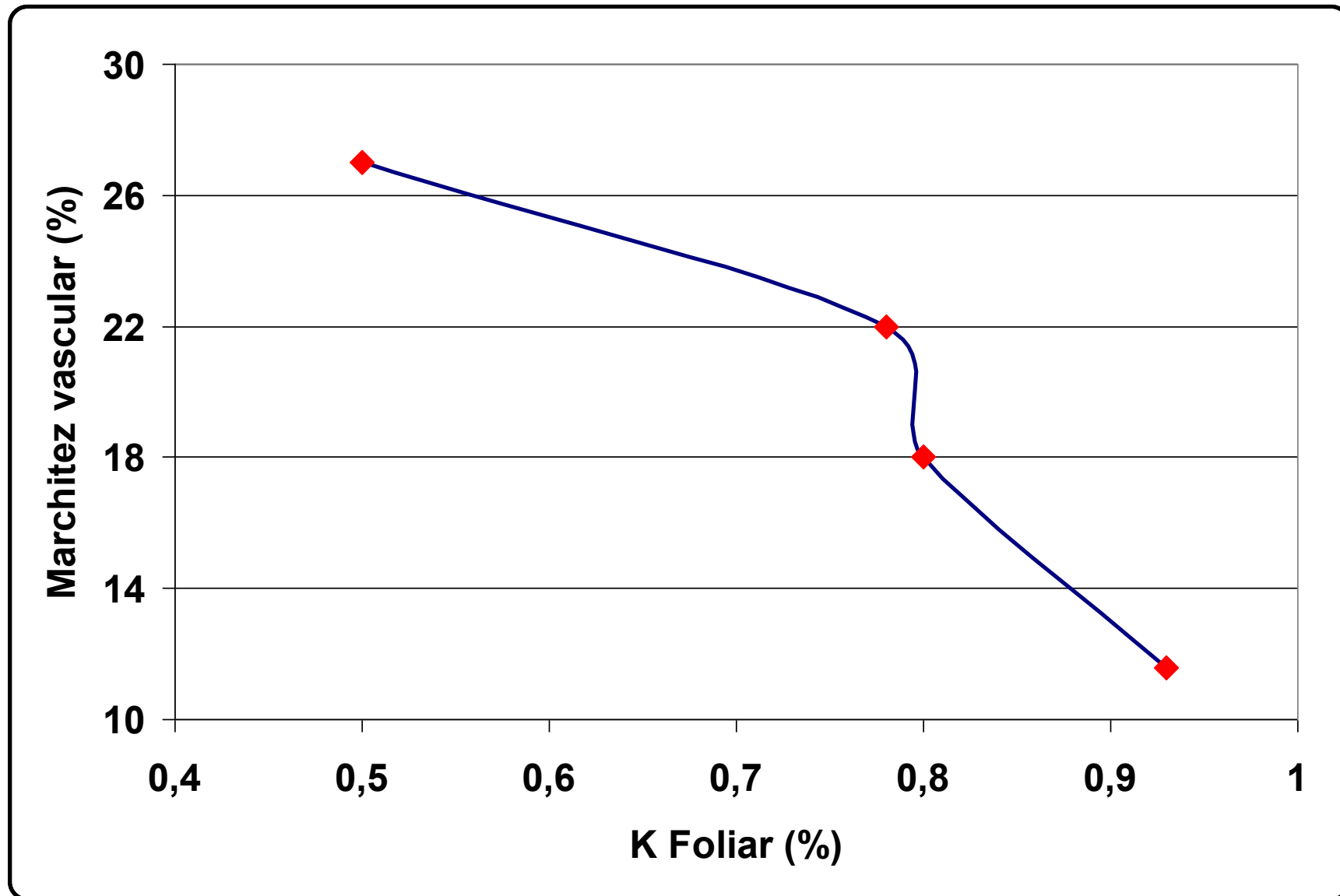
**Resistencia y tolerancia**  
**Procesos de recuperación**





Existen libros dedicados a explicar el efecto de la nutrición y las enfermedades de las plantas

# Efecto de K en la marchitez vascular



# *Pestalotiopsis – Balance de Mg y K al menos 30% CTH*



# Número de estudios publicados donde se describe el efecto del nutrimento en la enfermedad: Buscar una nutrición balanceada para evitar plagas y enfermedades.

Elemento mineral	Incidencia de la enfermedad		
	Disminuye	Aumenta	Efecto variable
Nitrógeno (N) (N/NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	190	254	28
Fósforo (P)	110	55	12
Potasio (K)	149	55	13
Calcio (Ca)	100	17	4
Magnesio (Mg)	35	14	2
Azufre (S)	53	13	0
Boro (B)	38	4	0
Cobre (Cu)	120	6	0
Zinc (Zn)	38	12	3
Hierro (Fe)	17	7	0
Manganeso (Mn)	108	15	2
Silicio (Si)	91	0	0
Cloro (Cl)	56	2	8
Otros	27	4	0

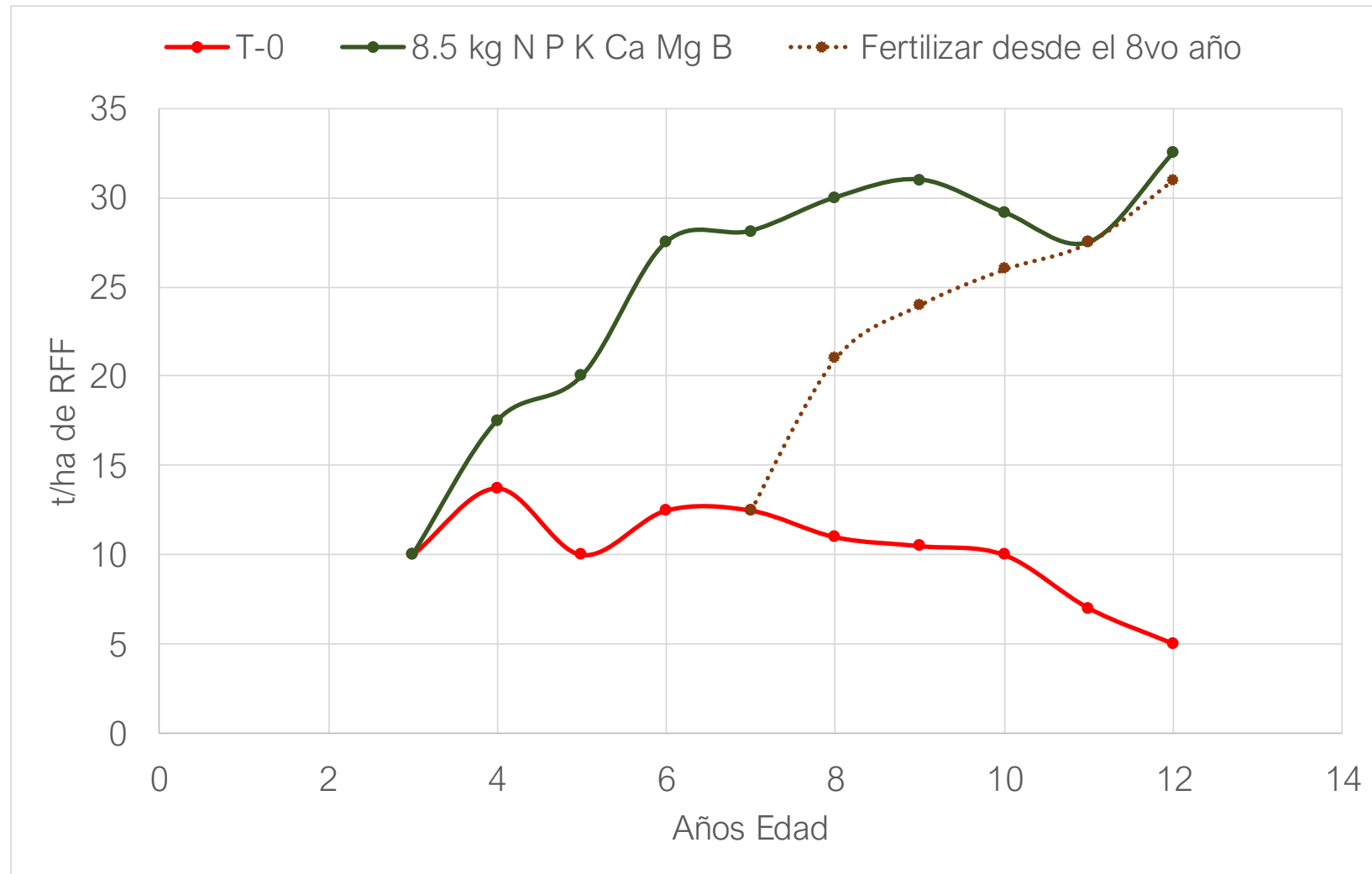
Fuente: Huber (1980) y Datnoff *et al.*, 2007

# Qué buscamos con la Nutrición de la palma de aceite?

- 1) Buen desarrollo – alcanzar y mantener IAF de 5.7 en el menor tiempo posible,
- 2) Niveles óptimos de nutrientes en el sistema Suelo, foliolos y raquis,
- 3) Altos rendimientos → ↑ número de racimos y ↑ peso de racimos → ↑ toneladas de aceite × ha,
- 4) Sanidad de los cultivos,
- 5) ↑ Rentabilidad → < Kg de fertilizantes por t de RFF o < USD\$/t de RFF,
- 6) Cuidar el ambiente y no agotar los suelos.



# La fertilización balanceada permite alcanzar en promedio **15 t/ha/año** adicionales en los primeros 10 años productivos



# Rentabilidad aumentando 15 toneladas : 10 sin abono y 25 abonando.

Productos	kg/ palma	kg/ha	COP\$ / kg	COP \$/ ha
Urea	2.25	315	1450	456750
MOP	3.5	490	1500	735000
Kieserita	0.75	105	1350	141750
RF	2	280	400	112000
Borato 48	0.14	19.6	2350	46060
Total	8.64	1209.6		\$ 1,491,560
Aplicación COP\$/kg		60		\$ 72,576
Supervisión, analisis y asesoria				\$ 24,000
Total				\$ 1,588,136
		t/ha RFF	Precio × ton de RFF	
Toneladas adicionales		15	325000	4875000
Relacion Beneficio:Costo				3.07

# Rentabilidad aumentando 12 toneladas : 10 sin abono y 22 abonando.

Productos	kg/ palma	kg/ha	COP\$ / kg	COP \$/ ha
Urea	2.25	315	1450	456750
MOP	3.5	490	1500	735000
Kieserita	0.75	105	1350	141750
RF	2	280	400	112000
Borato 48	0.14	19.6	2350	46060
Total	8.64	1209.6		\$ 1,491,560
Aplicación COP\$/kg		60		\$ 72,576
Supervisión, análisis y asesoría				\$ 24,000
Total				\$ 1,588,136
		t/ha RFF	Precio × ton de RFF	
Toneladas adicionales		12	325000	3900000
Relacion Beneficio:Costo				2.46

# Agradecimientos

Pais	Empresa	Ubicación
Méjico	Palmas de Comillas	Benemérito de Las Americas
Guatemala	Palmas del Ixcan	Peten
Guatemala	Nacional Agroindustrial NAISA	Peten
Guatemala	Industrias Chiquibul	Peten
Honduras	DINANT	Aguan y Lean
Nicaragua	WAPI INDUSTRIAL	Wapi RAAS
Nicaragua	PALCASA	El Castillo
Colombia	Guaicaramo	Barranca de Upia
Colombia	Hacienda La Cabaña	Cumaral
Colombia	Palmeras La Carolina	San Carlos - Llanos
Colombia	Palmar El Diamante	Tauramena - Llanos
Colombia	Promotora Palmeras De Antioquia	Uraba - Antioquia
Colombia	Palmas Monterrey	Puerto Wilches - Santander
Colombia	Grupo Posada	Sabana de Torres - Santander
Peru	Palmas del Huaguaya	San Martin
Perú	Grupo Palmas	San Martín y Palmawasi

*Muchas Gracias  
Por su amable atención*

*Cel: +57 3108374604*

*E-mail [josecristancho78@yahoo.es](mailto:josecristancho78@yahoo.es)*

*Skype: jose.alvaro6*