



“Parámetros de rendimiento en palma de aceite: manejo y mejora de los factores que influyen en la producción”

---

Dr. Bernd Ditschar

# Parámetros de rendimiento en palma de aceite: manejo y mejora de los factores que influyen en la producción

- 1) Definición y desarrollo del rendimiento en palmas adultas
- 2) Efecto de la precipitación al rendimiento
- 3) El efecto del suelo al desarrollo de la palma
- 4) Antagonismo entre Ca y rendimiento
- 5) Conclusión

# Definición del rendimiento

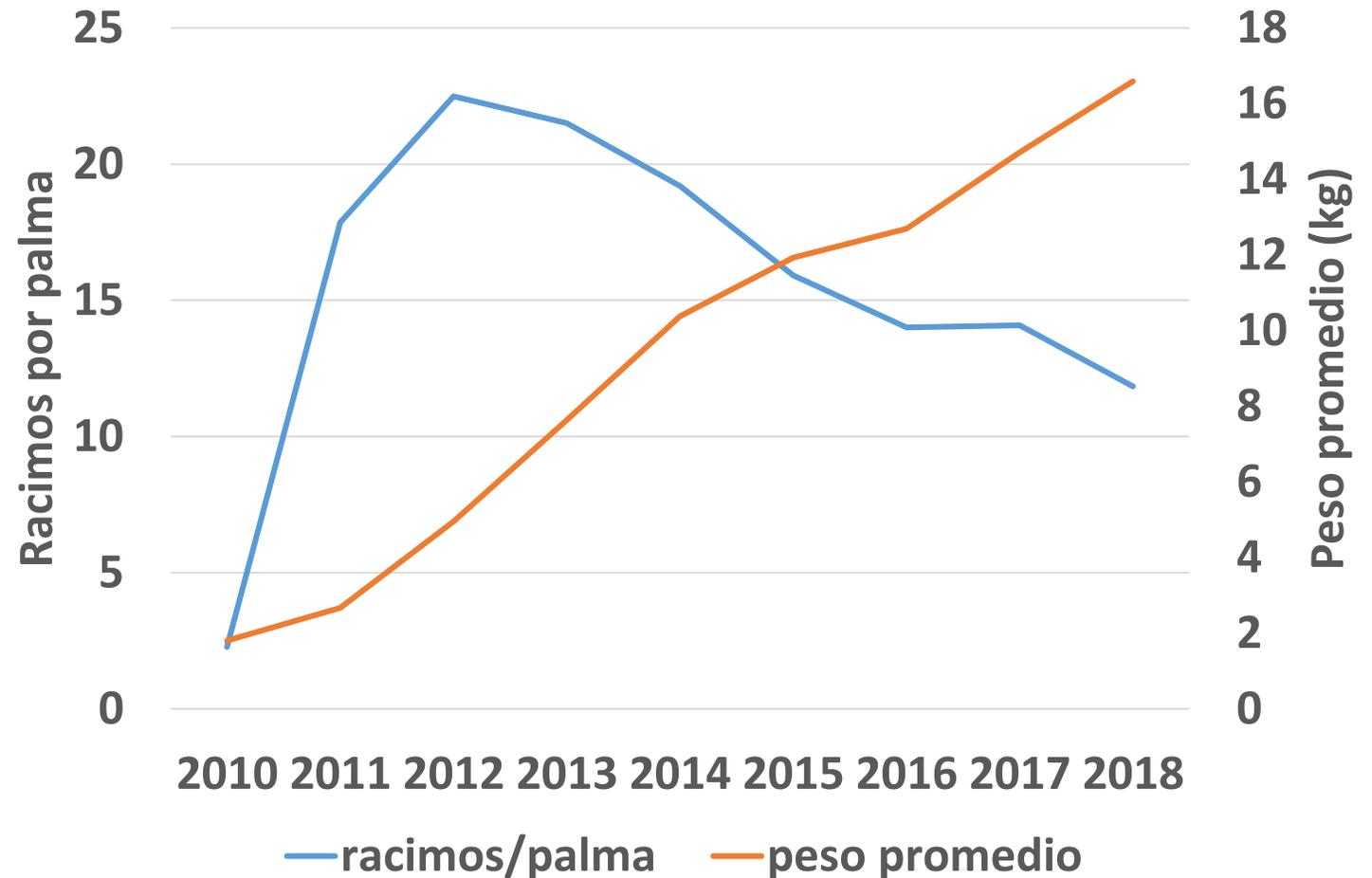
El rendimiento está definido por:

$$\begin{aligned} \text{Rend. kg ha}^{-1} &= \text{racimos ha}^{-1} * \text{peso promedio (kg)} \\ 24 \text{ t/ha} &= 1300 * 18,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

El rendimiento está condicionado por los materiales de siembra, manejo/ condiciones en el campo y factores climáticos.

# Racimos por palma vs. peso promedio

- Palmas jóvenes producen una mayor cantidad de racimos con un peso bajo
- palmas con mas años después de la siembra producen menos racimos pero con mejor peso promedio



Siembra 2008, material IHRO, zona Norte Colombia

# Producción racimos por palma

- Una palma adulta produce approx. entre 9 y 10 racimos por año
- El numero de los racimos para una palma adulta esta mas o menos constante
- Para aumentar el rendimiento el foco debe ser un mejor peso promedio y una producción constante en los racimos

año	No racimos por palma
2015	10,3
2016	10,1
2017	10,0
2018	9,4
2019	6,6 (+3 racimos/palma en el censo)

Siembra 2005 y 2006, material Dami, zona Centro Colombia

# Factores que influyen la productividad

## Factores abióticos:

- Temperatura
- Radiación solar
- Aire
- Humedad (precipitación, riego y drenaje)
- Suelo (disponibilidad de nutrientes/ fertilización)

## Factores bióticos:

- Microorganismos (hongos, bacterias)
- Selección de material
- Animales

# Factor abiótico: La temperatura

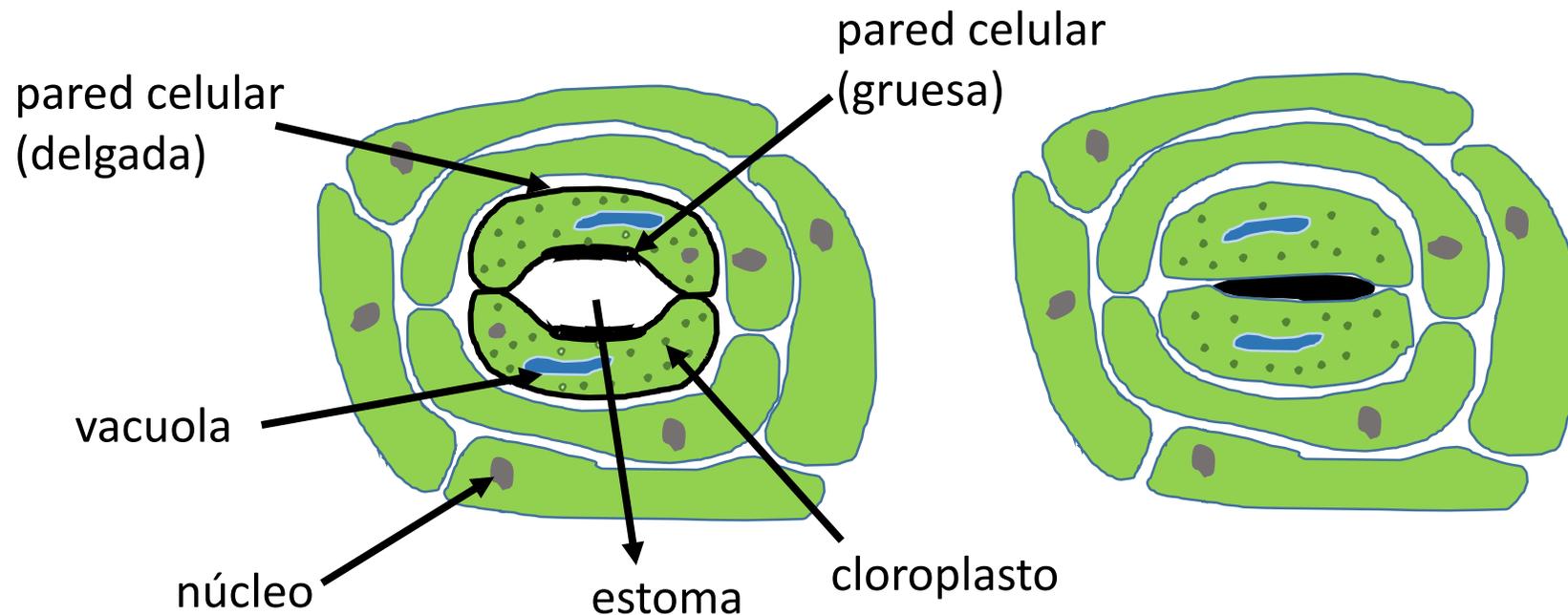
- La temperatura máxima para una fotosíntesis eficiente es 38°C (Paramanathan, 2003)
- La temperatura tiene un factor negativo a la productividad; una temperatura promedio de menos 20°C disminuye el rendimiento significativo (Hartley, 1988)
- El desarrollo en la juventud puede alargarse (Henry, 1968)

# Factor abiótico: Radiación solar

- En general la palma de aceite requiere más de 5 horas de sol por día
- Cada hora de sol puede aumentar la productividad por 15-20 kg RFS (racimos fruta seca) por palma por año (Kraalingen et al., 1989)
- Sparnaaij *et al.* (1963) publicó una correlación positiva entre horas efectivas con sol versus la productividad

# Factor abiótico: Humedad (precipitación)

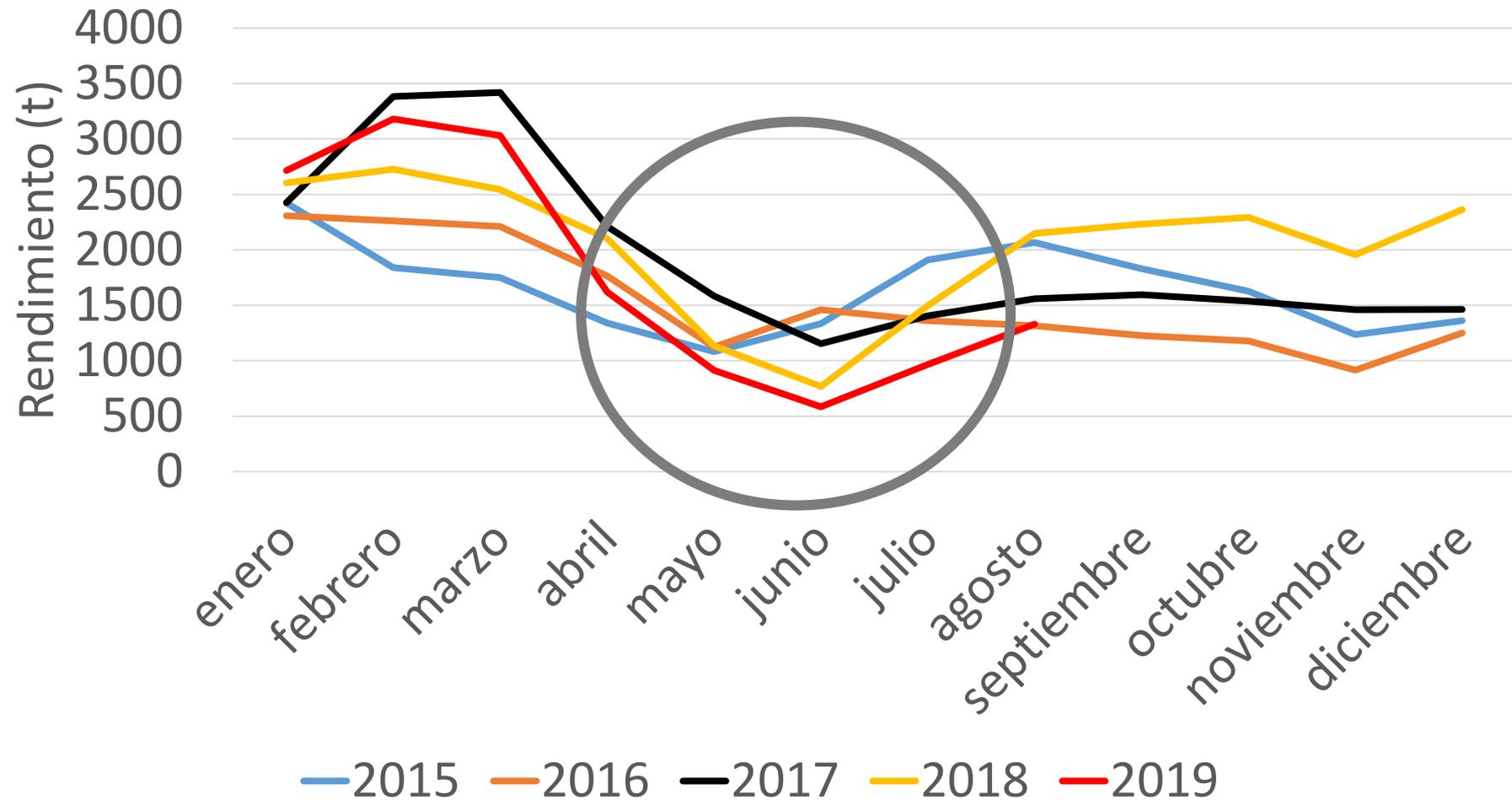
- Exceso de agua, déficit de agua o un drenaje faltante reduce el crecimiento (producción) de las palmas
- Un déficit de agua (sequia) causa el cierre de los estomas



# El cierre de estomas y sus efectos

- Los estomas regulan la transpiración y la entrada de  $\text{CO}_2$
- El estrés es el principal responsable del cierre estomático evitando pérdidas innecesarias de agua
- Con el estrés hídrico la planta sintetiza el ácido abscísico (ABA) para cerrar los estomas
- El cierre estomático ocurre en situaciones de estrés => efecto negativo al desarrollo de la planta (menos fotosíntesis y transporte de agua)
- El estrés hídrico (exceso de agua) disminuye la productividad de la palma => como es visible en la producción?

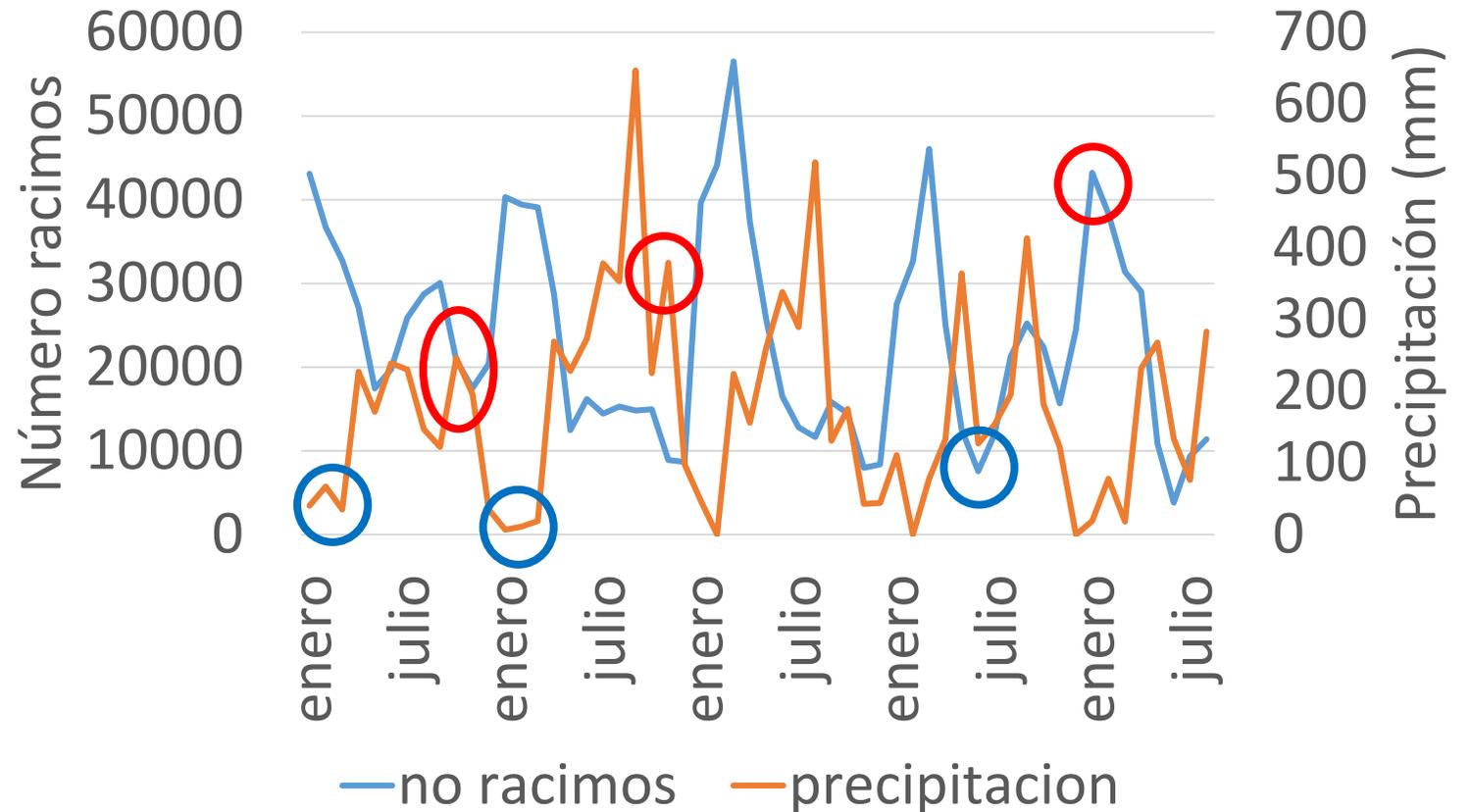
# El rendimiento por mes (2015 – 2019)



# El estrés hídrico y su efecto al rendimiento

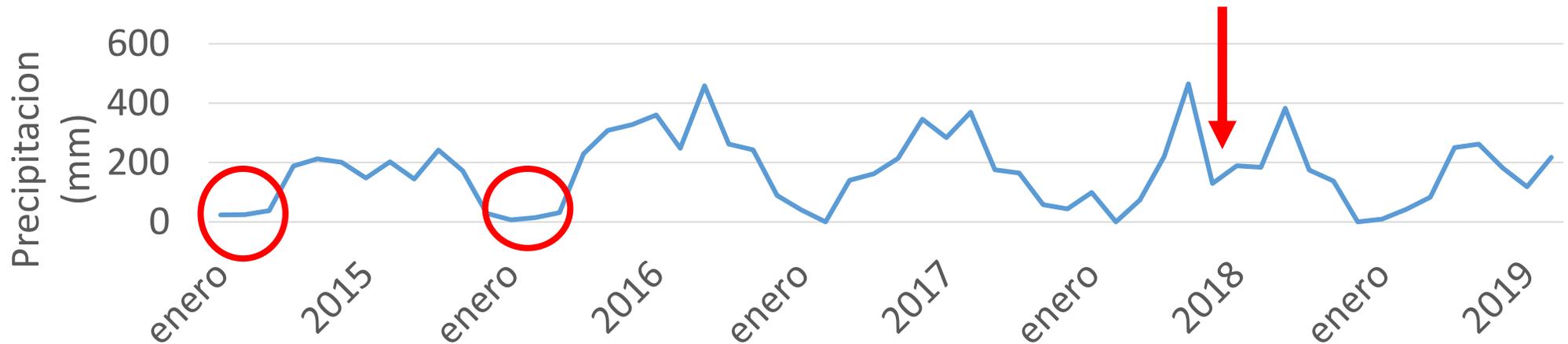
## a) al número de las flores

- una flor se forma 36-40 meses antes de la cosecha
- el sexo se define 26-28 meses antes la cosecha



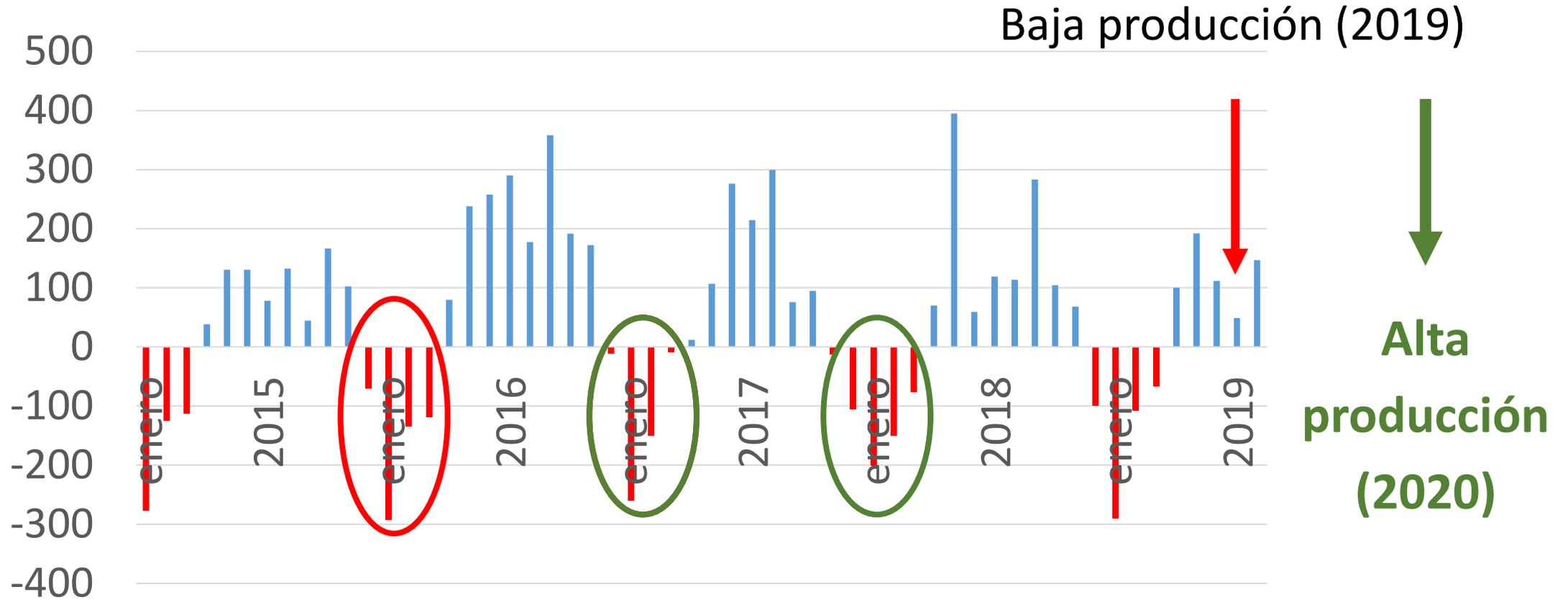
# El estrés hídrico y su efecto al rendimiento

Baja producción 2018



Siembra	Material	Tamaño (ha)	Mes	2017 (t)	2018 (t)	Cambio (%)
2006/2007	Ghana	136	mayo	242	136 t	- 56
			junio	160	78 t	- 49
			julio	128	134 t	+ 4

# Déficit de agua vs. producción



# Déficit de agua vs. crecimiento

- Las hojas secan en un nivel alto (desde la hoja 30) => las palmas tienen menos hojas verdes funcionales
- Menos hojas funcionales reducen la eficiencia de la fotosíntesis
- El peso promedio bajó por 10% en comparación con el año pasado con más precipitación



# Déficit de agua vs. crecimiento

- El raquis contiene el xilema
- El xilema es un tejido vegetal lignificado que transporta líquidos de las raíces a las hojas.
- Además, el xilema tiene una función de estabilización. Si el sistema de xilema no funciona (por falta de transporte de agua) se va a secar y la hoja pierde su estabilidad.



hoja 30

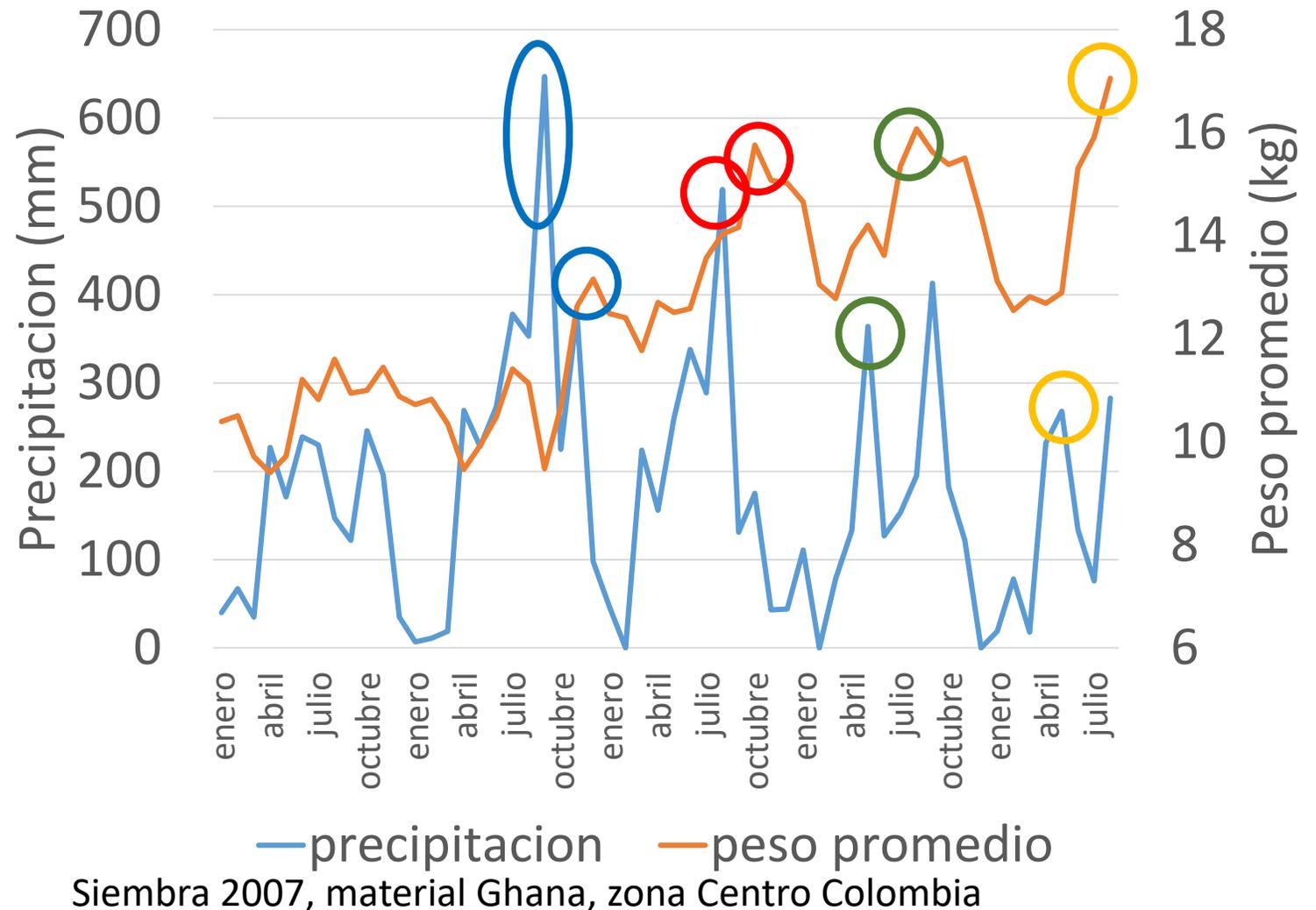


hoja 17

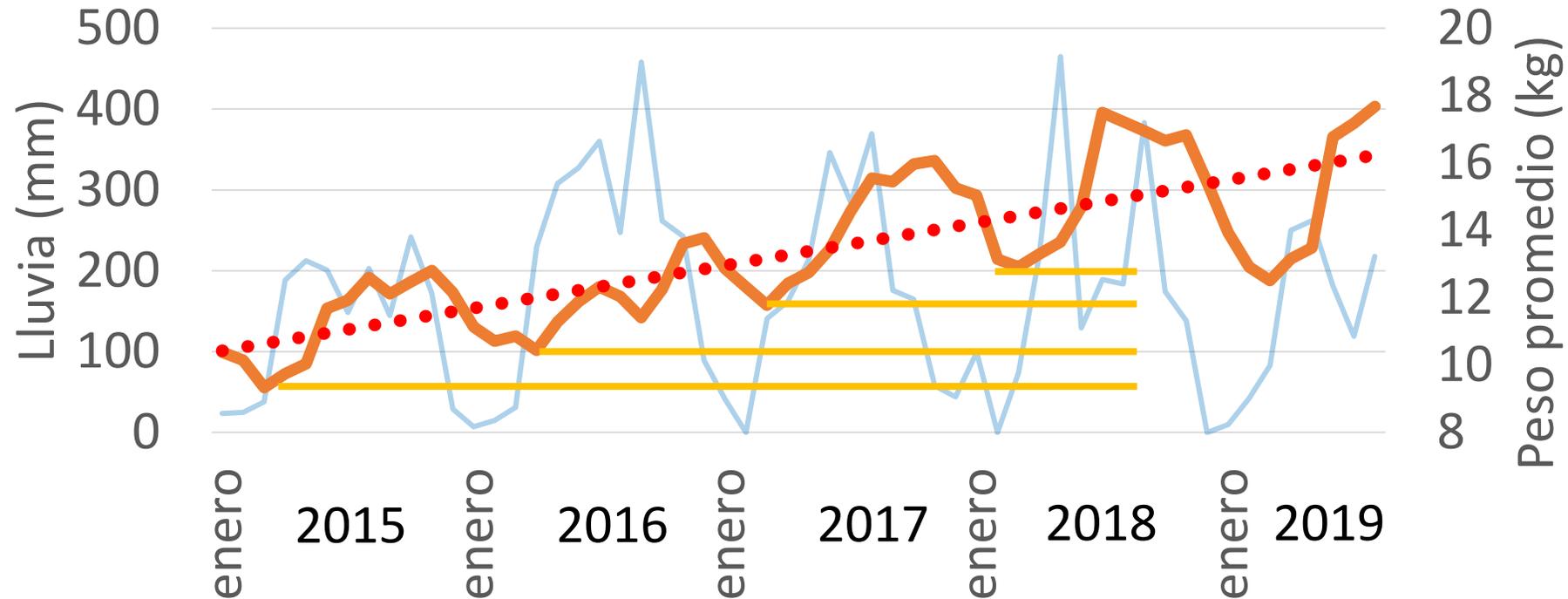
# La precipitación y su efecto al rendimiento

## b) al peso promedio

- El efecto de la precipitación entra 2 – 2,5 meses después la caída de lluvia



# El peso promedio sube – ¿por qué?



- El peso promedio se disminuye en los meses con baja precipitación y se aumenta en los meses con una precipitación adecuada
- La responsabilidad de cada plantación es a identificar las brechas de la productividad, a desarrollar estrategias e implementar las Buenas Practicas de Manejo para aumentar la producción de las palmas.

# Factor abiótico: suelo

- El suelo es el principal sustrato para producir nuestros alimentos; **dice:** la palma de aceite tiene que producir un número alto de racimos con el máximo contenido de aceite
- Las plantas terrestres desarrollan sus raíces en el suelo, las raíces absorben agua y los nutrientes para una alta productividad
- Es importante ofrecer a las palmas las mejores condiciones para el crecimiento y para aumentar el rendimiento

# Factor abiótico: suelo

A

B

Análisis	Unidades	Resultado	Cal	Resultado	Cal
Textura		F-Ac-An		F-Ac	
Arena	%	56.28		43.28	
Limo	%	21.24		27.24	
Arcilla	%	22.48		29.48	
pH		4.18	B	4.28	B
Carbono Orgánico	%	0.86	B	4.46	A
Materia Orgánica	%	1.49	B	7.68	A
Fósforo	mg/kg	1.73	B	462.83	A
Azufre	mg/kg	13.08	M	11.88	M
Acidez intercambiable	cmol(+)/kg	2.48		8.15	
Aluminio intercambiable	cmol(+)/kg	2.07		7.30	
Calcio	cmol(+)/kg	0.16		0.50	
Magnesio	cmol(+)/kg	0.08		0.05	
Potasio	cmol(+)/kg	0.07	B	0.08	B
Sodio	cmol(+)/kg	0.03		0.05	
Capacidad Intercambio Catiónico	cmol(+)/kg	5.69	B	30.63	A
Conductividad eléctrica	dS/m	0.07	B	0.04	B
Boro	mg/kg	0.20	B	0.18	B
Hierro	mg/kg	155.1	A	53.5	A
Cobre	mg/kg	0.36	B	1.52	A
Manganeso	mg/kg	3.21	B	1.38	B
Zinc	mg/kg	0.91	B	0.46	B

A

B

CICE	cmol(+)/kg	2.41		7.98	
Suma Bases	cmol(+)/kg	0.34		0.68	
Sat de Bases	%	14.1		8.53	
Sat K	%	2.90	B	1.00	B
Sat Ca	%	6.63	B	6.27	B
Sat Mg	%	3.31	B	0.63	B
Sat Na	%	1.24	B	0.63	B
Sat Al	%	85.9	A	91.5	A
Ca:Mg		2.00	B	10.0	A
K:Mg		0.88		1.60	A
(Ca+Mg)/K		3.43		6.88	

- pH: igual
- Sat Al: igual
- Suelo B: 5 veces mas M.O.
- Suelo B: 5 veces mas C.I.C.

# Factor abiótico: suelo

- Las raíces mas sensibles se encuentran en palmas jóvenes (vivero)
- Para demostrar el efecto del aluminio (Al) al crecimiento de las raíces unas plantas fueron sembradas en el suelo “natural” -> suelo A (pH 4,18 y Sat Al 85,9)
- Algunas plantas fueron sembradas en una mezcla del suelo A y B (50:50); adicionalmente el suelo B recibió una dosis de dolomita (por 350kg suelo 230g dolomita)
- Las plantas en el suelo A y en el suelo A + B + dolomita fueron fertilizadas iguales

# Factor abiótico: suelo

## Suelo A "natural"



## Suelo A + B + dolomita



# ¿Dónde crecen las raíces?

- La mayor cantidad de las raíces se encuentran dentro de los 30cm de la superficie
- Las raíces activas en la absorción de nutrientes se localizan en los primeros 50cm
- Para ofrecer a las raíces las mejores condiciones es importante a mejorar la condición del suelo



# La tusa y su función importante

- reciclaje de nutrientes (principalmente N y K)
- mejorar el suelo con la materia orgánica
- conservación de la humedad en el suelo
- las raíces de las palmas tienen un mejor ambiente para su desarrollo
- ofrece un buen ambiente para el crecimiento de las leguminosas



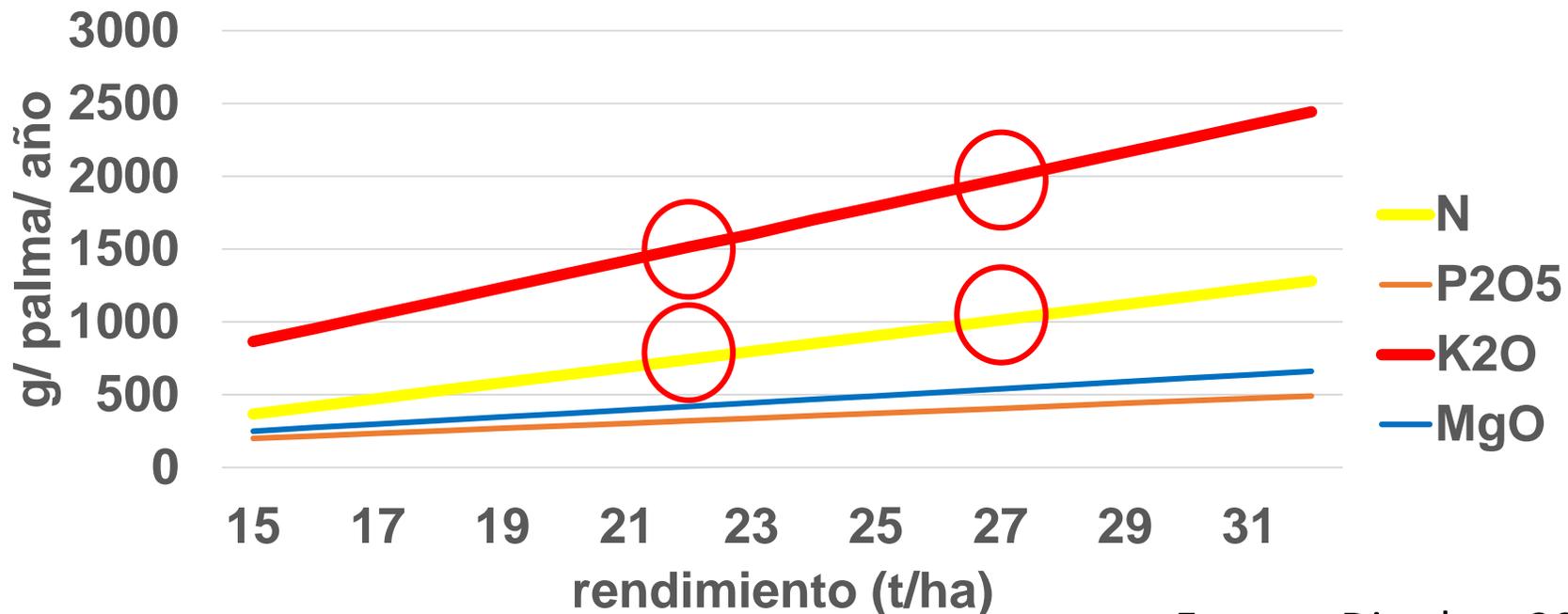
# Las hojas podadas y la función importante

- reciclaje de nutrientes
- hojas podadas controlan las malezas y mejoran el crecimiento de las leguminosas
- El uso de las hojas podadas y una cobertura es la forma mas económica de aplicar materia orgánica al suelo



# Nutrición balanceada

- La nutrición tiene que estar en balance para garantizar un desarrollo vegetativo óptimo, una alta productividad y una mejor resistencia a plagas y enfermedades



Fuente: Ditschar, 2017

# El balance nutricional no existe solamente en el plan de fertilización

- En el nivel foliar también se encuentra un balance nutricional que tiene un efecto enorme en la productividad (Foster, 2003)
- La relación entre los cationes deber ser:

potasio (K):	30%
magnesio (Mg):	30%
calcio (Ca):	40%

- La relación se rompe fácilmente (por ejemplo si el calcio esta en exceso en el plan de fertilización)

# La función de Ca en las hojas y en el suelo

## Planta

- El Ca es un parte esencial en la pared celular; el pectato de calcio da estabilidad a las paredes celulares de las células
- Es parte en la regulación estomática
- El calcio es mensajero en la transferencia de señales ambientales (causada por temperaturas altas/bajas)
- Es parte en los procesos enzimáticos y hormonales

## Suelo

- El calcio regula el pH en el suelo y disminuye la saturación de aluminio (Al) – la función mas importante

# Los nutrientes en la tusa y hojas podadas

## A) La tusa

nutriente	%
Nitrogeno (N)	1,1
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1,0
Potasio (K <sub>2</sub> O)	0,8
Magnesio (MgO)	0,13
Calcio (CaO)	0,25

Análisis de la tusa;  
zona centro de Colombia

## B) Hojas podadas

nutriente	kg		kg
Nitrógeno (N)	67	Nitrógeno (N)	67
Fósforo (P)	3,9	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	8,9
Potasio (K)	72	Potasio (K <sub>2</sub> O)	86,8
Magnesio (Mg)	13	Magnesio (MgO)	21,6
Calcio (Ca)	44	Calcio (CaO)	61,6

Adaptado de Ng y Thamboo, 1967 y Ng et al 1968

# Aplicación de Ca vs hojas podadas y tusa

- En épocas con producciones bajas y bajos precios de aceite de palma es muy importante analizar en que parte se realiza la inversión para la palma
- Las condiciones del suelo muestran un pH de 4,2 y una alta saturación de aluminio (85,9%) => muchas plantaciones aplican una enmienda agrícola (entre 2kg – 3kg por palma superficial) => es una inversión necesario o es mayor a gastar la plata en otras practicas?

# ¿Qué es una enmienda agrícola?

Una enmienda agrícola es cualquier producto que corrija, acondicione o mejore las condiciones del suelo (características físicas, químicas etc.) para hacer el suelo mas fértil

- Asegura una adecuada disponibilidad de nutrientes

- Mejor desarrollo de las plantas

- Mejora el rendimiento

nutriente	Enmienda A	Enmienda B
Fósforo total ( $P_2O_5$ )	3,0	3,0
Calcio total (CaO)	26,0	30,0
Magnesio total (MgO)	12,0	13,0
Silicio total ( $SiO_2$ )	12,0	12,0

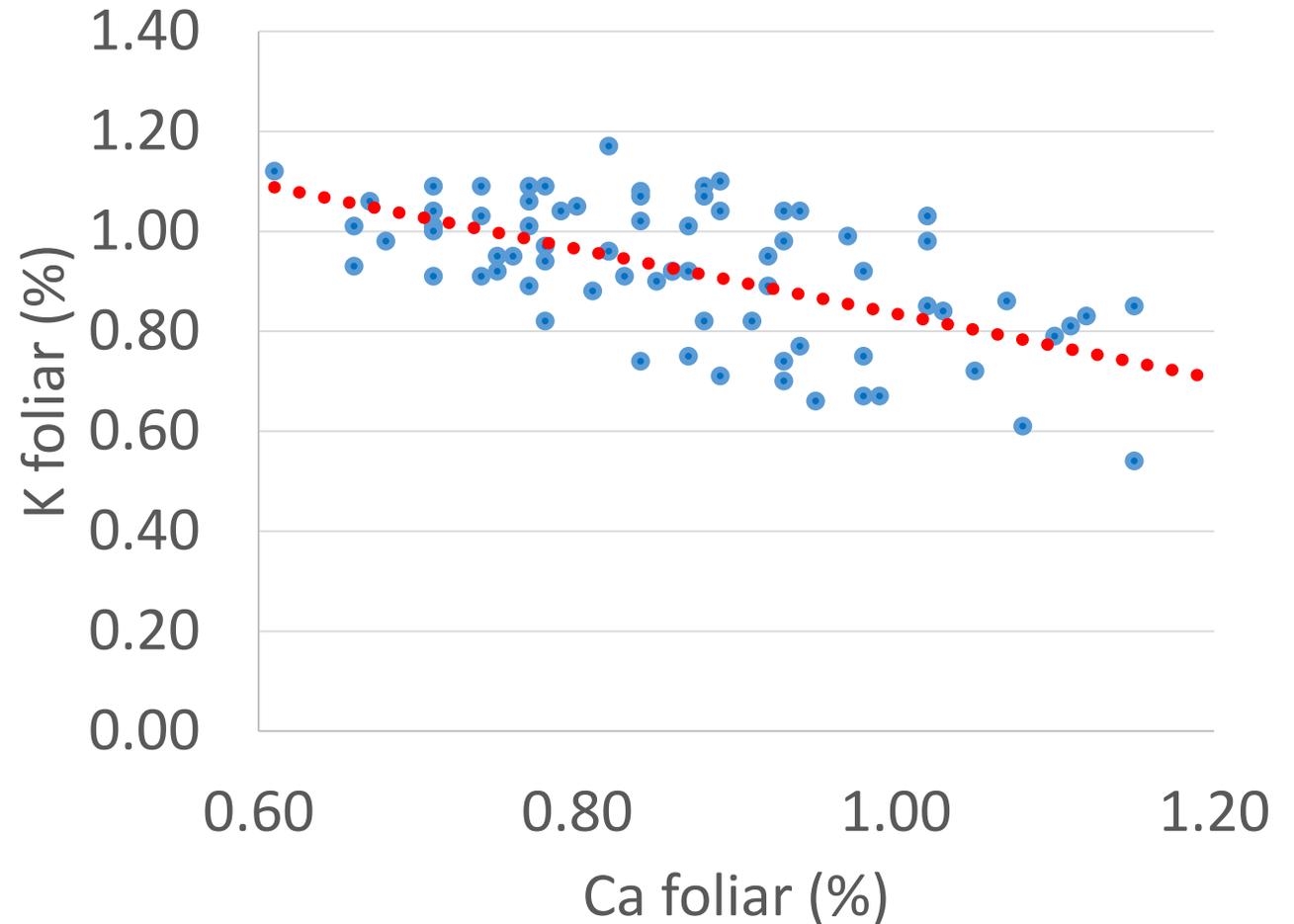
# Comparación: hojas podadas vs enmienda

- En las hojas podadas se encuentran 61,5 kg CaO => por palma 430g CaO (61.500g / 143 palmas por ha = 430g CaO por palma)
- En una aplicación entre 2,0 - 3,0 kg de una enmienda por palma con 30% CaO se encuentran 600 - 900g CaO
- es importante a analizar el nivel de Ca en el follaje
- si el nivel foliar de Ca esta en el óptimo (0,65% Ca) no es necesario a aplicar Ca con una enmienda o para un fertilizante (también si el suelo demuestra una condición bajo de Ca y una alta saturación de Al)
- Importante están los nutrientes que la palma tiene en el follaje; Ca en exceso es antagónico contra el potasio (K) y magnesio (Mg) !!!

# Interacción entre K y Ca en el foliar

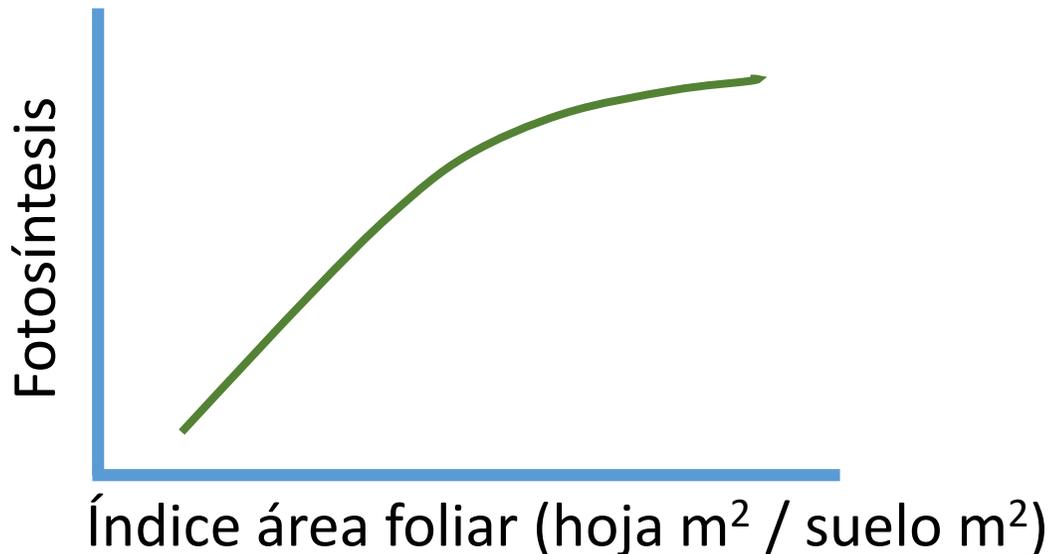
## Función de potasio

- Gran importancia en el transporte en el floema => mas K en nivel foliar => un transporte alto de carbohidratos y el rendimiento se aumenta (llenando de los racimos)



# Factor biótico: la sanidad

- Plagas y enfermedades afectan el desarrollo de las hojas y raíces
- hongos (como Pestalotiopsis) y defoliadores disminuyen área foliar y la eficiencia de fotosíntesis baja



# Factor biótico: el material

- TEA (tasa extracción de aceite)
- Crecimiento (crecimiento en la altura lento aumenta la vida de la palma)
- Material compacta (densidad mas alta => mas productividad por ha)
- Resistencia (tolerancia) contra plagas y enfermedades

# Conclusiones

- Factores abióticos/ bióticos tienen una influencia grande en la productividad
- La productividad empieza antes de la siembra (material, condiciones del suelos, riego, drenaje etc)
- Una palma adulta produce en promedio 10 racimos por palma; con edad de la palma los números de racimos se disminuyen y el peso promedio se aumenta
- Para aumentar la productividad es importante a mejorar las condiciones del crecimiento cuando hay factores abióticos/ bióticos favorables
- Una mejor condición del suelo puede mejorar el crecimiento de las raíces y tiene un efecto positivo al rendimiento
- En épocas con bajos precios de aceite de palma es muy importante analizar en que parte se realiza la inversión para la palma

Muchas gracias por su atención



La Monja Blanca (*Lycaste skinneri*);  
Flor Nacional de Guatemala

Ph.D. Bernd Ditschar  
[asesoria.buenaspracticas@gmail.com](mailto:asesoria.buenaspracticas@gmail.com)