XV REUNIÓN TÉCNICA NACIONAL DE Palma de Aceite

25 al 27 de septiembre de 2019 • Bucaramanga, Colombia

Sostenibilidad y eficiencia para la palmicultura colombiana

Indicadores y eficiencia de la nutrición para la toma de decisiones.

Nolver Atanacio Arias Arias. ***Ph. D***

cenipalma

Contenido

1. Introducción – Variables a considerar en la nutrición del cultivo.
2. Tierras y variables físicas.
3. Eficiencia de la nutrición: Variables químicas: suelo y planta.
4. Eficiencia de la nutrición: diversidad y biología del suelo.
5. Medición de la eficiencia y condiciones que la afectan.

Contenido

1. Introducción – Variables a considerar en la nutrición del cultivo.
2. Tierras y variables físicas.
3. Eficiencia de la nutrición: Variables químicas: suelo y planta.
4. Eficiencia de la nutrición: diversidad y biología del suelo.
5. Medición de la eficiencia y condiciones que la afectan.

Nutrición de la palma de aceite

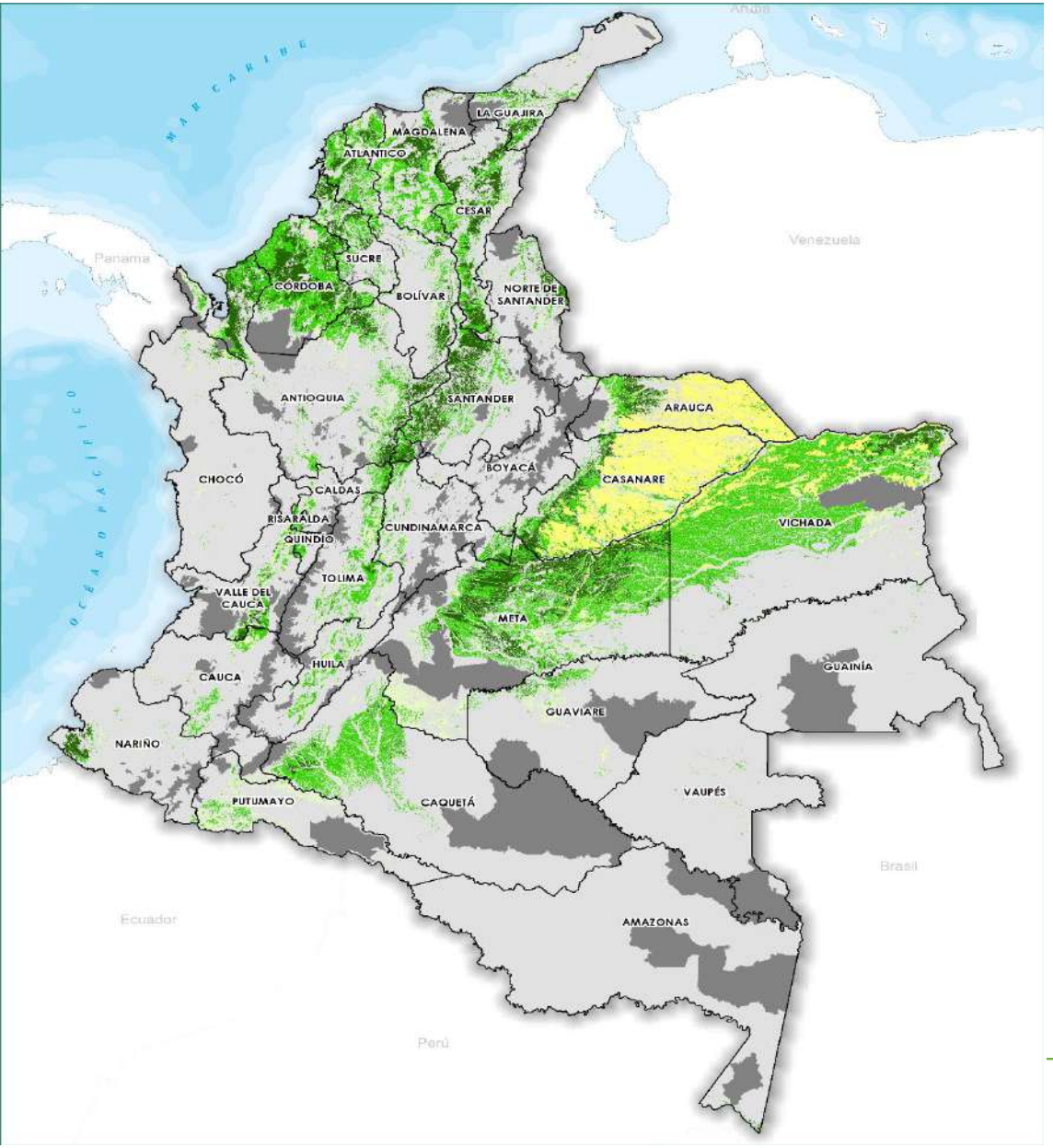
Suelo	Planta	Ecosistema	Gente
• Física • Química • Biología	• Fisiología • Requerimientos nutricionales. • Interacciones bióticas y abióticas	• Tierras • Ambiente • Vegetación acompañante	• Conocimientos. • Nivel de decisión y disponibilidad y recursos. • Eficiencia.

Eficiencia de la nutrición – Indicadores (técnico – económico – ambiental)

Contenido

1. Introducción – Variables a considerar en la nutrición del cultivo.
2. Tierras y variables físicas.
3. Eficiencia de la nutrición: Variables químicas: suelo y planta.
4. Eficiencia de la nutrición: diversidad y biología del suelo.
5. Medición de la eficiencia y condiciones que la afectan.

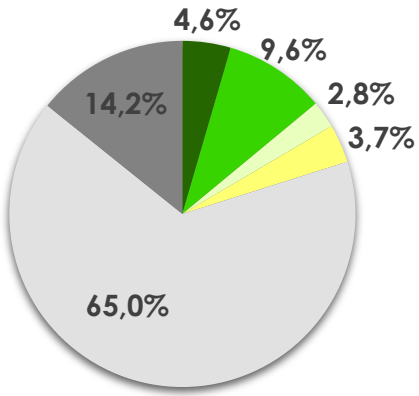
Selección de tierras y eficiencia de la nutrición



Zonificación de Aptitud para el cultivo comercial de Palma de Aceite
Escala: 1:100.000

23.663.671 ha (21,0 %)

Aptitud	Área (ha)	%
Alta	5.208.811	4,6
Media	10.982.364	9,6
Baja	3.205.995	2,8
Muy Baja	4.266.501	3,7
No Apto Técnico	74.168.698	65,0
No Apto Legal	16.242.601	14,2



fedepalma

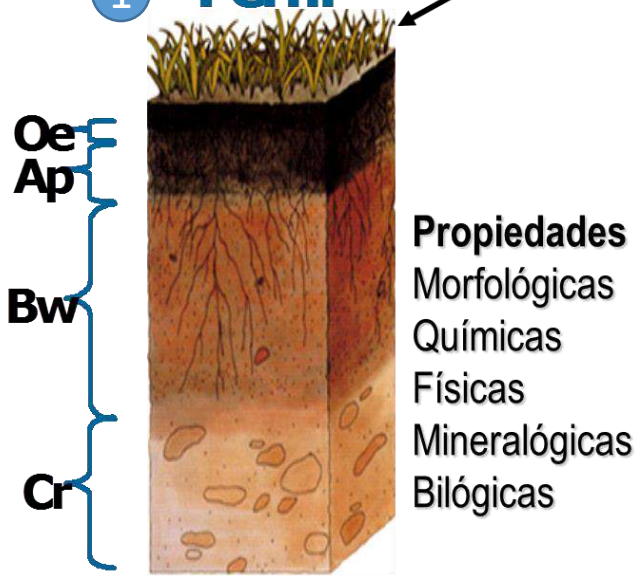
cenipalma

MINAGRICULTURA

upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

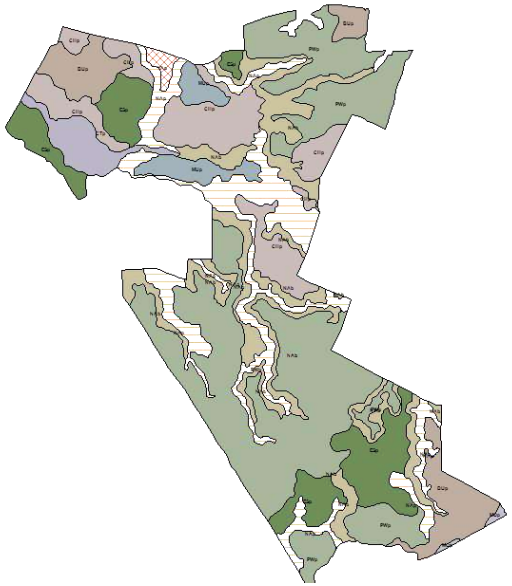
Estudios detallados de suelos – UMAs y eficiencia de la nutrición

1 **Perfil**



Propiedades
Morfológicas
Químicas
Físicas
Mineralógicas
Bilógicas

2 **Localización geográfica**



3 **Diseño de Unidades de Manejo Agronómico (UMAs)**

Cultivar A – 2 años.

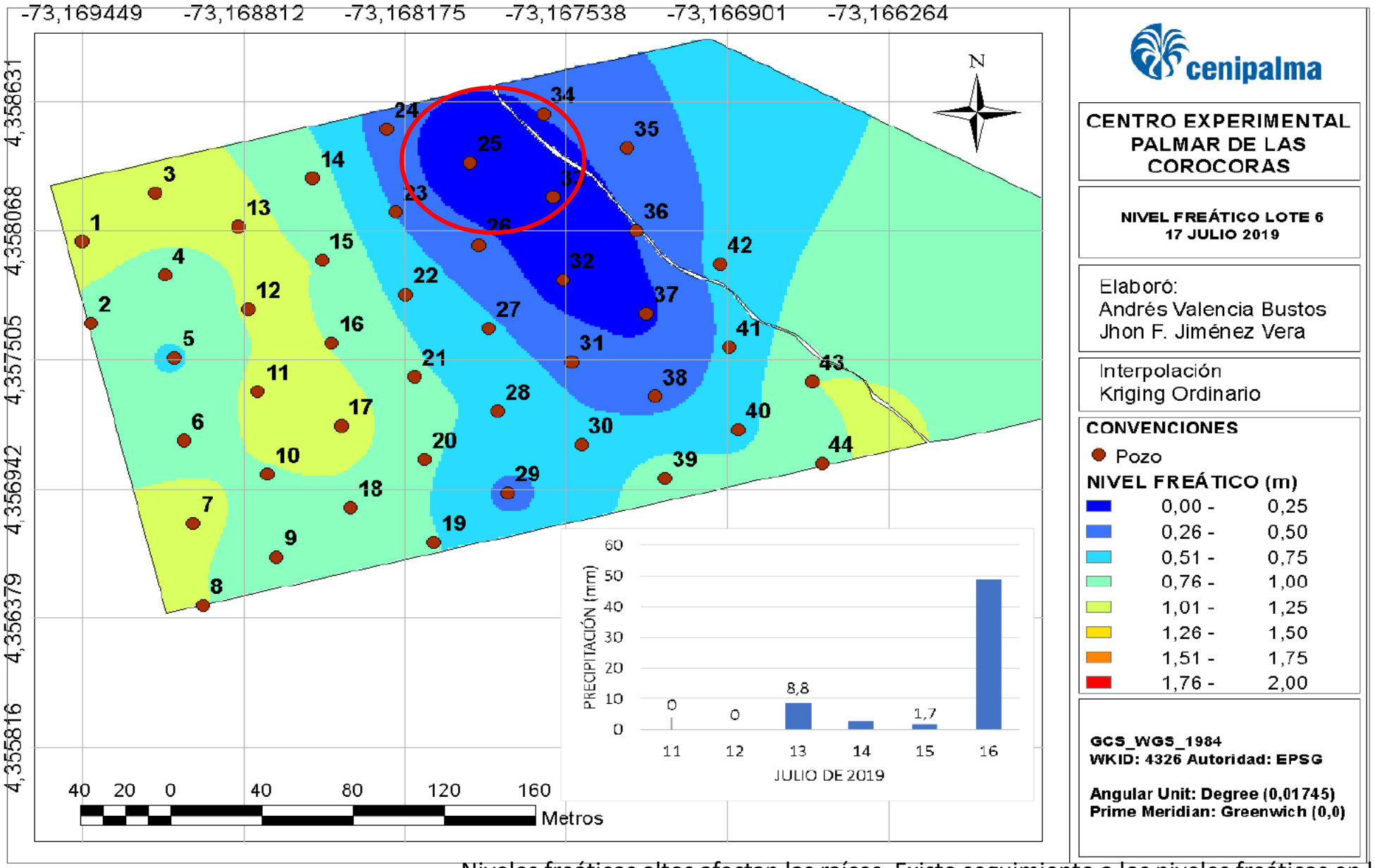
Cultivar B – 5 años.

Suelos A – con limitantes por drenaje

Suelos B– sin limitantes por drenaje

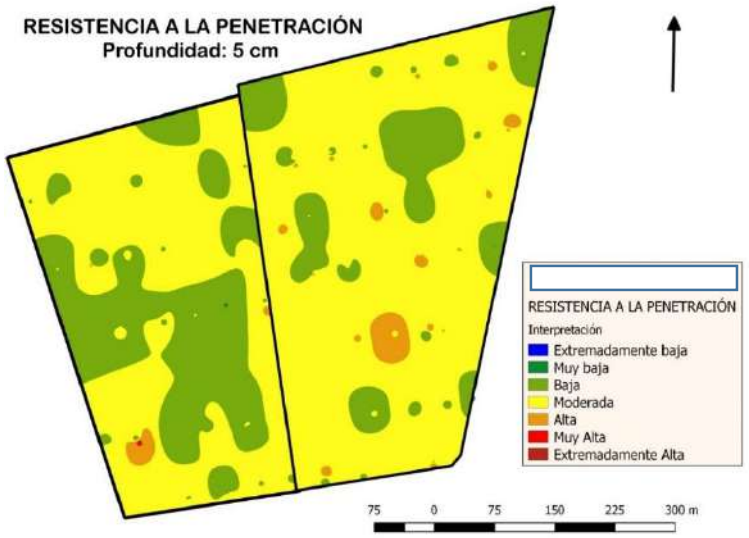
En plantación la eficiencia de la fertilización empieza con el diseño adecuado de UMAs – Existe un diseño adecuado de UMAs en la plantación?.

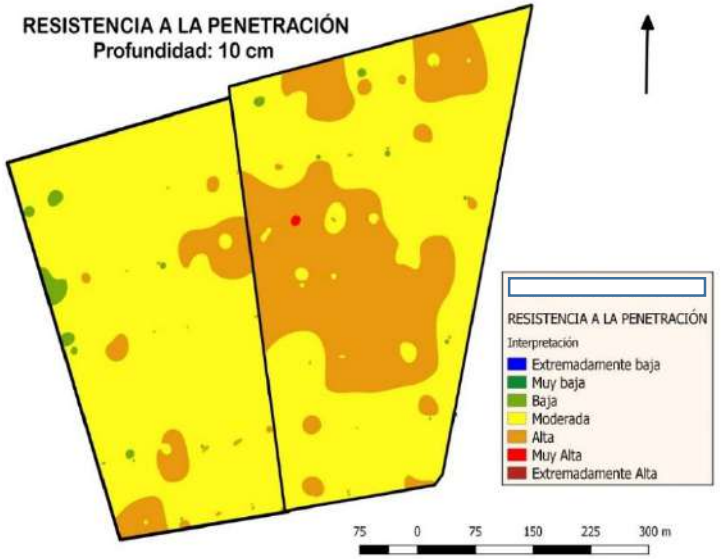
Seguimiento a los niveles freáticos – oportunidad y uso de datos

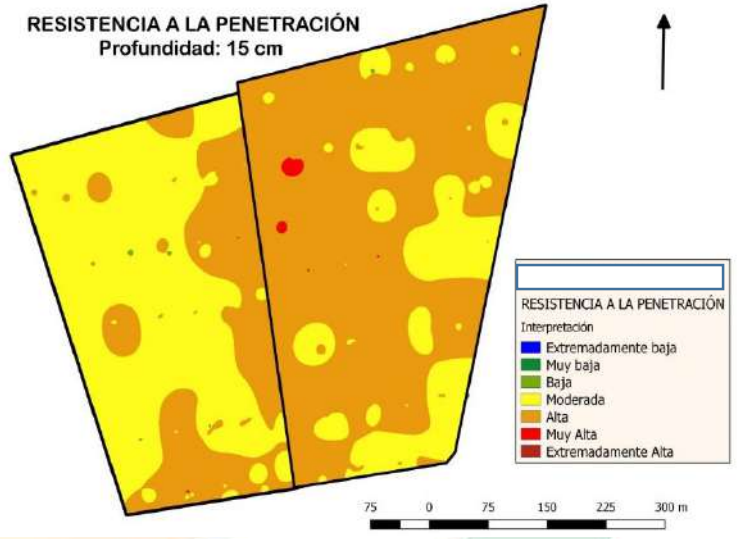


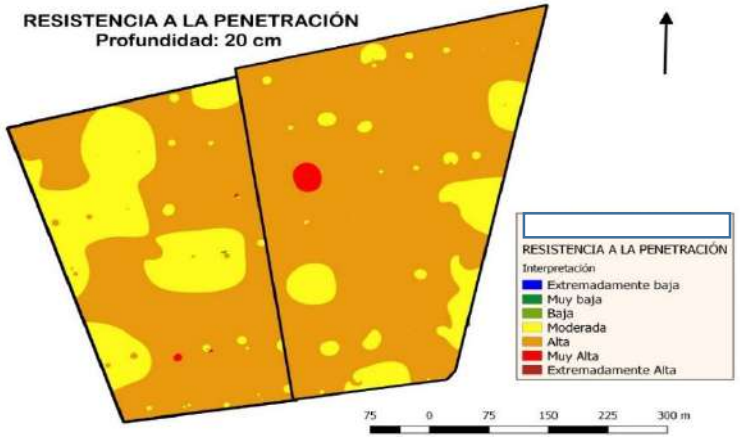
Niveles freáticos altos afectan las raíces. Existe seguimiento a los niveles freáticos en la plantación?.

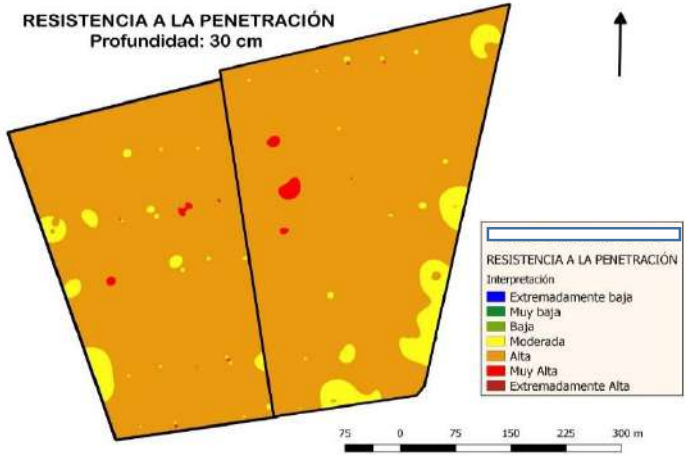
Seguimiento a la resistencia a la penetración del suelo en cultivos establecidos

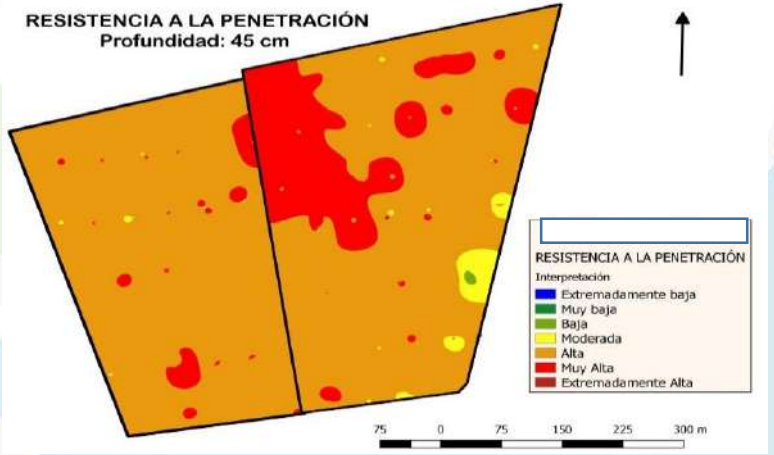










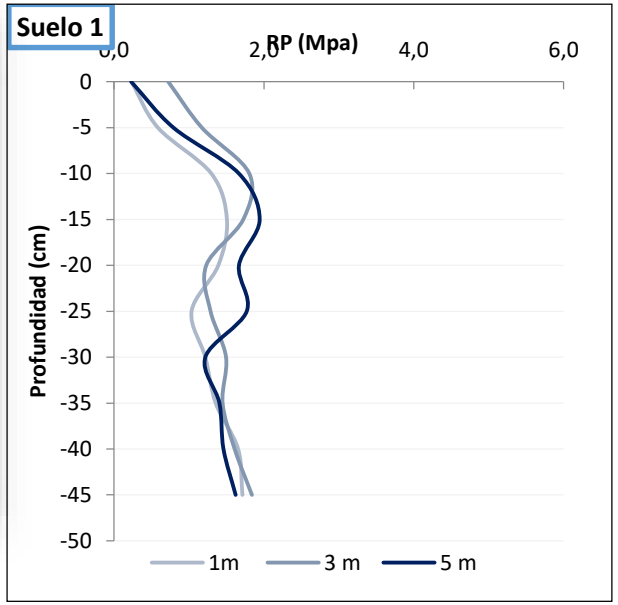


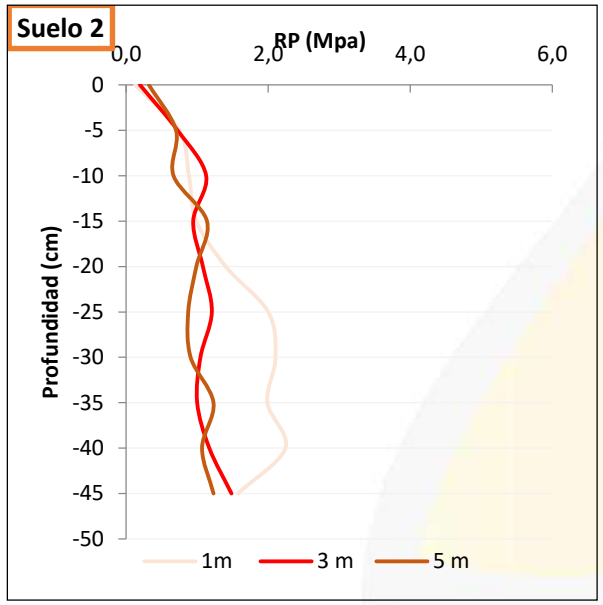
Existencia de restricciones para el desarrollo de raíces a partir de los 15 cm de profundidad.

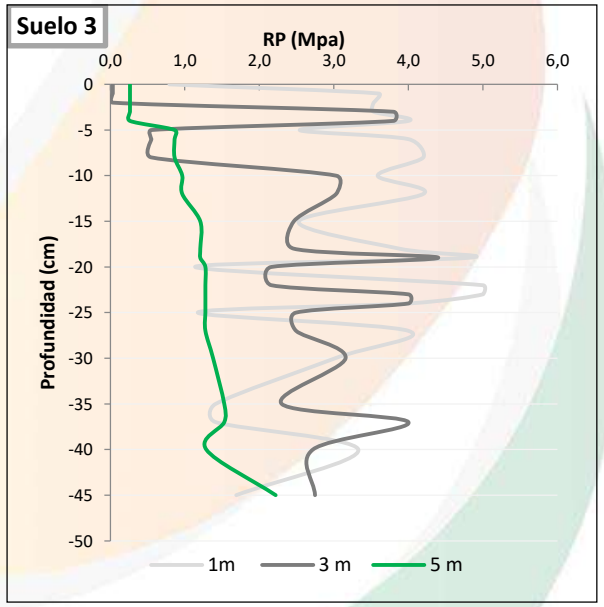
Eficiencia de la nutrición: Impacto de la compactación de los suelos en el desarrollo radicular.

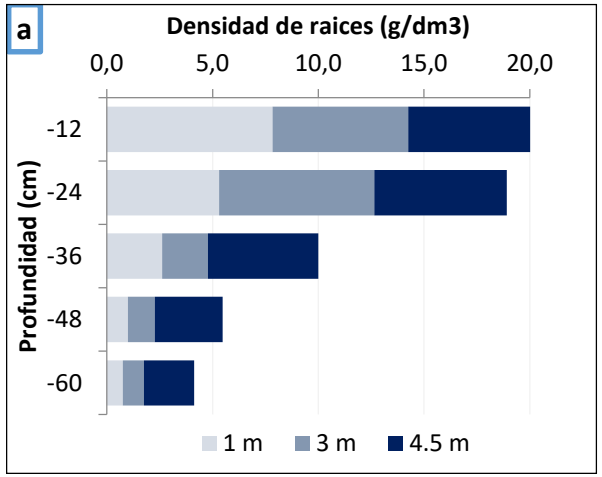
Medición de la resistencia a la penetración.

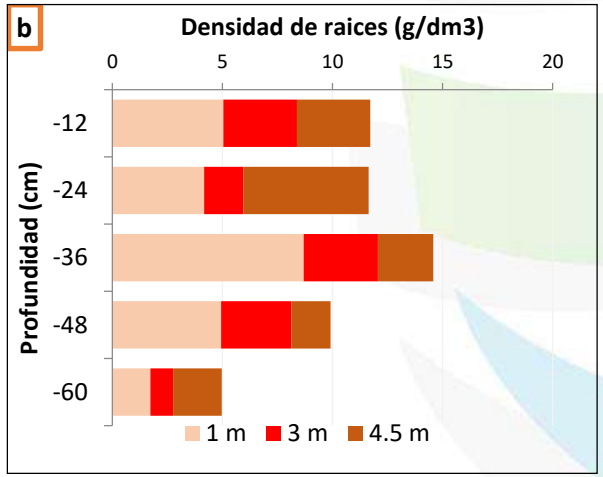
Extracción de suelo para evaluación de raíces

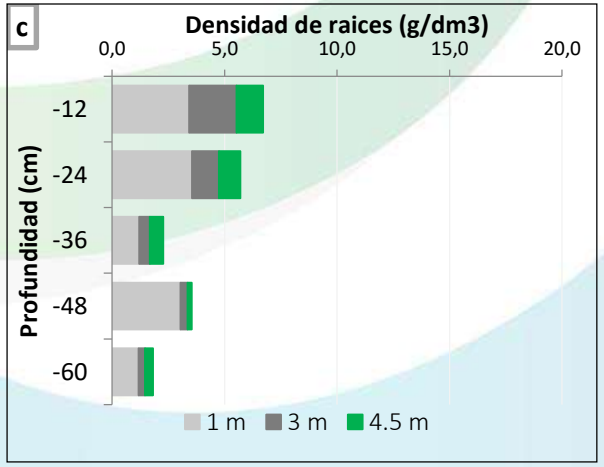












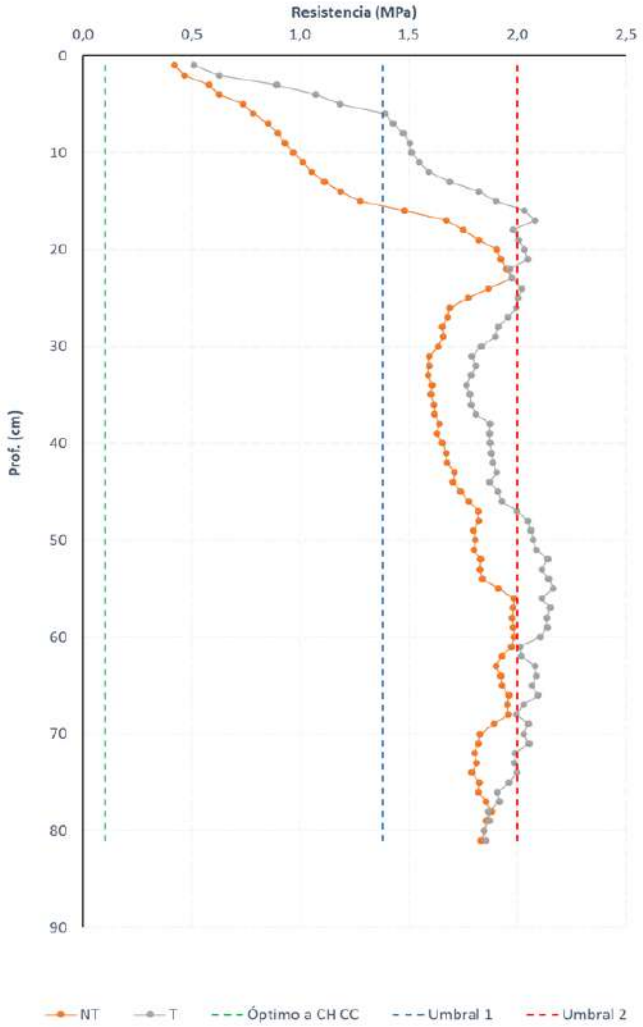
Reducción >50% de las raíces.

Seguimiento a la resistencia y la densidad aparente del suelo

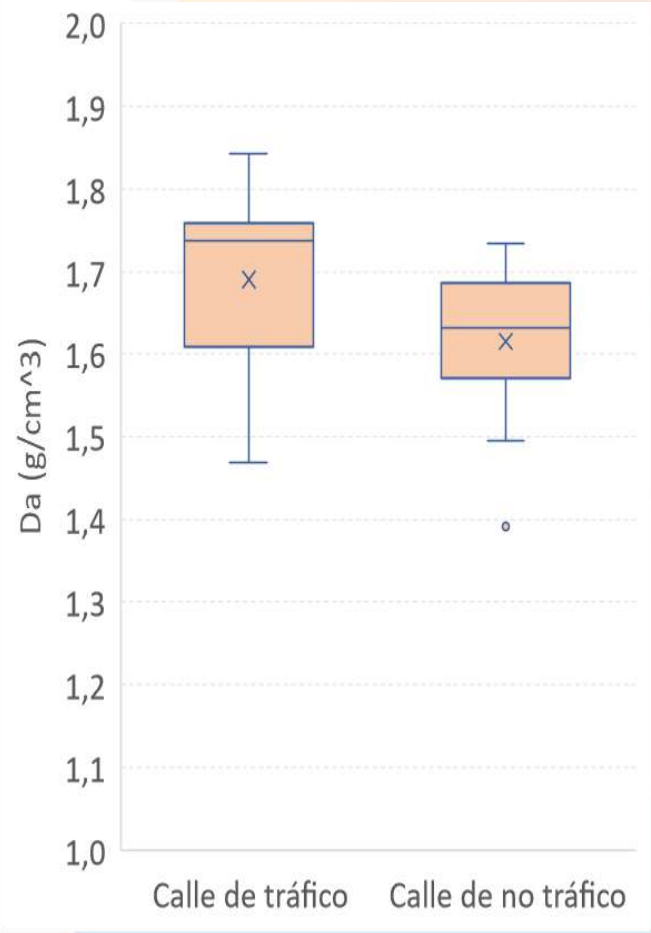
Elaboración de cajuela para toma de densidad aparente del suelo.

Cilindro con muestra para densidad aparente y Gramera.

Valores de resistencia a la penetración (Mpa) para dos sitios en cultivos de palma



Valores de densidad aparente (g/cm^3) para dos sitios en cultivos de palma

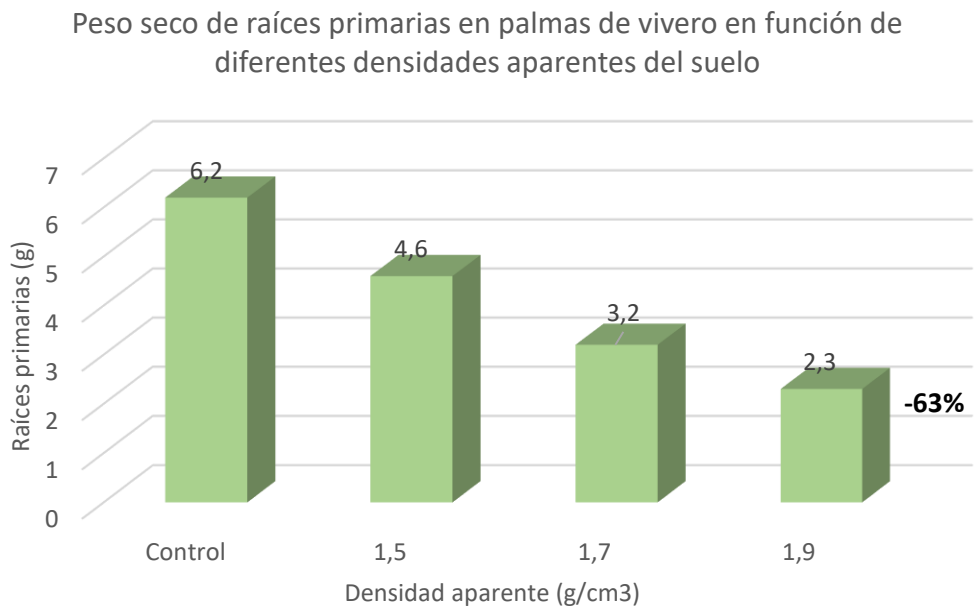


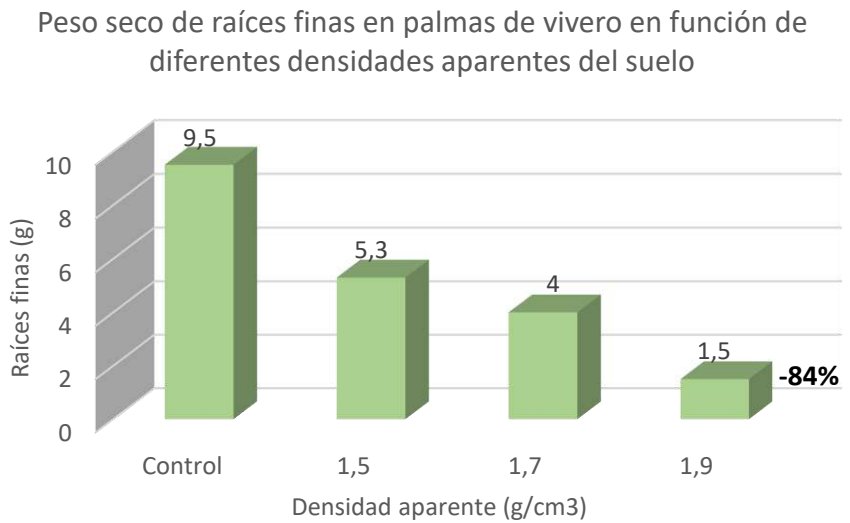
Valores de resistencia a la penetración frecuentemente mas altos en calles de tráfico y plato.

Efecto de la densidad aparente del suelo en el desarrollo del sistema radicular de la palma

Palma en vivero para muestreo destructivo

Muestreo de raíces en vivero





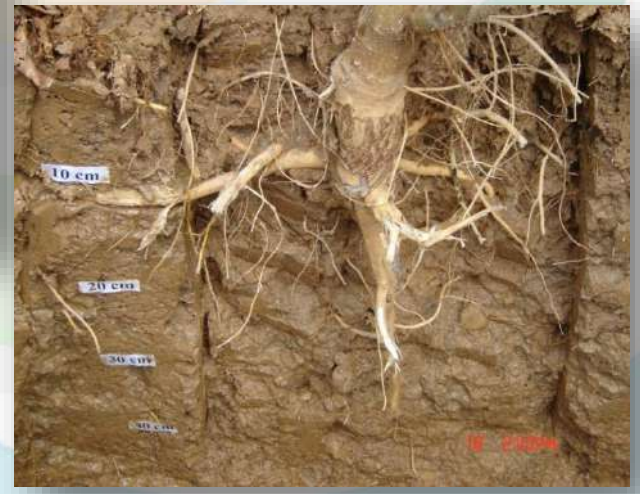
Reducción de 49% de raíces primarias y 58% de raíces finas por encima de 1,5 g/cm^3.

Fuente: Ariyoh, L.E.. et al (2018)

Condiciones físicas adecuadas: plantas de cobertura y arbustivas

Intervención mecánica del suelo para aumentar aireación.

Plantas asociados a la palma – mejoramiento físico, químico y biológico del suelo.



Raíces de plantas arbustivas para mantener condición física adecuada del suelo.

Intervención y mantenimiento de condiciones físicas adecuadas.

Contenido

1. Introducción – Variables a considerar en la nutrición del cultivo.
2. Tierras y variables físicas.
3. Eficiencia de la nutrición: Variables químicas: suelo y planta.
4. Eficiencia de la nutrición: diversidad y biología del suelo.
5. Medición de la eficiencia y condiciones que la afectan.

Eficiencia de la nutrición y niveles de referencia de nutrientes

Cultivo de palma Guineensis

Cultivo de palma OxG

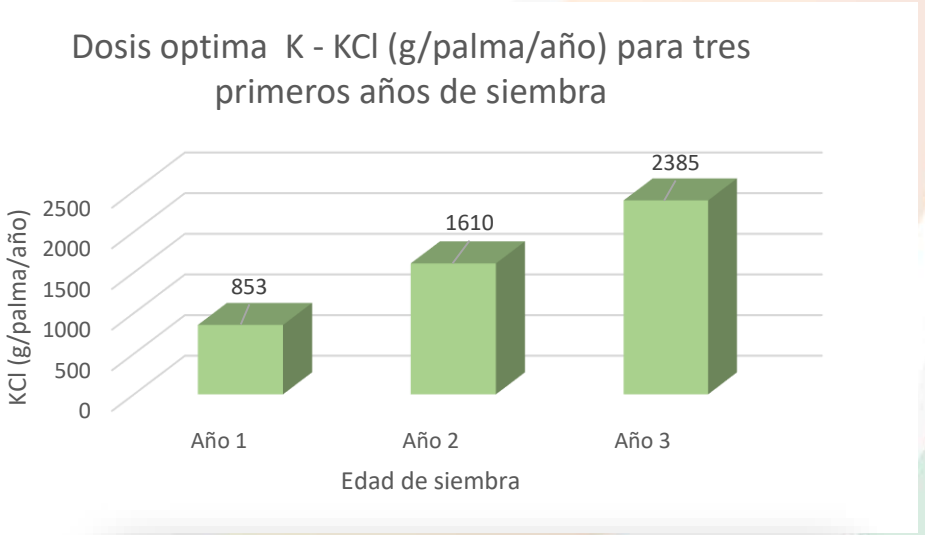
Diferencias de requerimientos de KCl por concepto de nivelación foliar en Guineensis y OxG

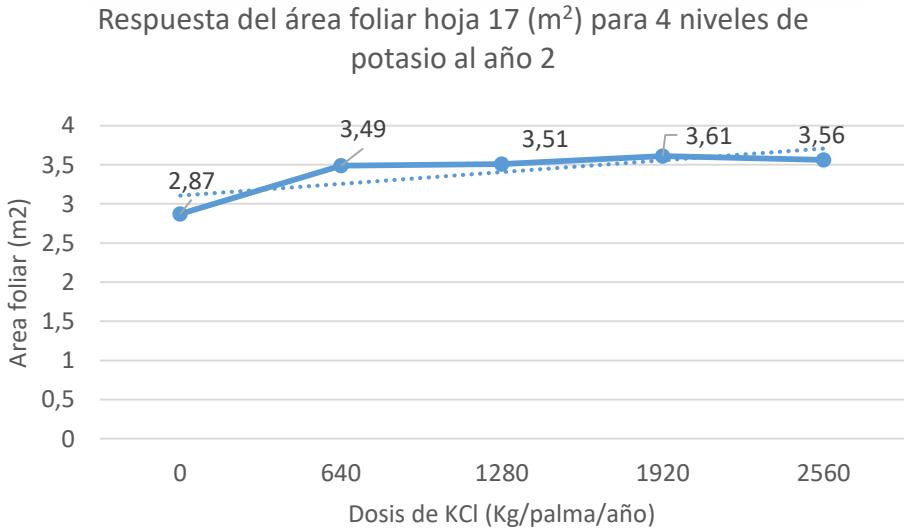
	Guineensis	OxG
Nivel de referencia (% M.S)	1,00	0,70
Materia seca foliar	160	160
Nivel Foliar K (%)	0,6	0,6
Requerimiento (160 Kg)	0,64	0,16
KCl (Kg/ palma)	1,28	0,32
Diferencia		25

Ajuste de los niveles de referencia locales…

Construcción de potencial productivo – Nutrición óptima y rendimiento local

Palma joven en adecuadas condiciones de manejo.



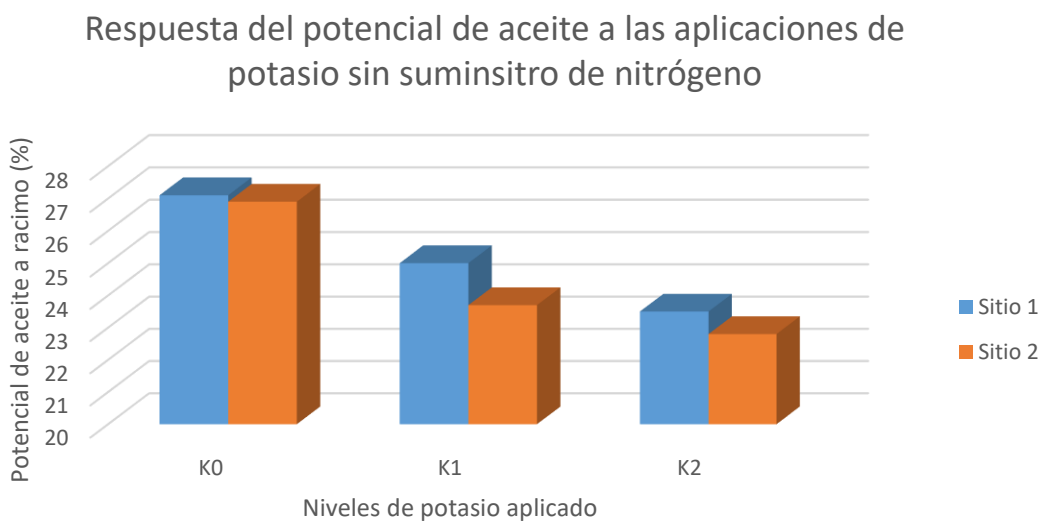


Corona de racimos en palma de 2 años después de la siembra.

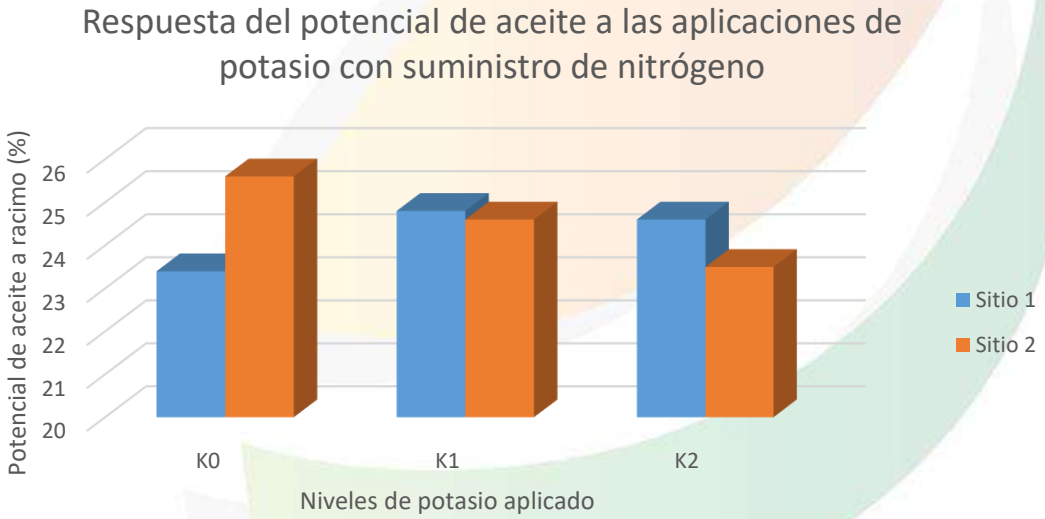
Cercanía a dosis optimas y producciones locales?

Fuente: Sudradjat. Et al (2018)

Eficiencia de la nutrición: interacción de nutrientes y potencial de aceite



Fruto de palma de aceite en cultivo de 38 años después de la siembra.



La combinación del rendimiento de RFF y el aceite extraído determinan la eficiencia de la nutrición.

Fuente: Teo, C.B. et al (1998)

Eficiencia de la nutrición: expectativas de producción y factores ambientales

Palmas con “enruanamiento” asociado con déficit hídrico

Secamiento de hojas bajeras en palma joven, asociado con déficit hídrico

Cuál es el déficit hídrico acumulado año, 12 meses, 24 meses, impacto en producción?.
Construcción de proyecciones de producción sobre la mayor cantidad de variables…

Contenido

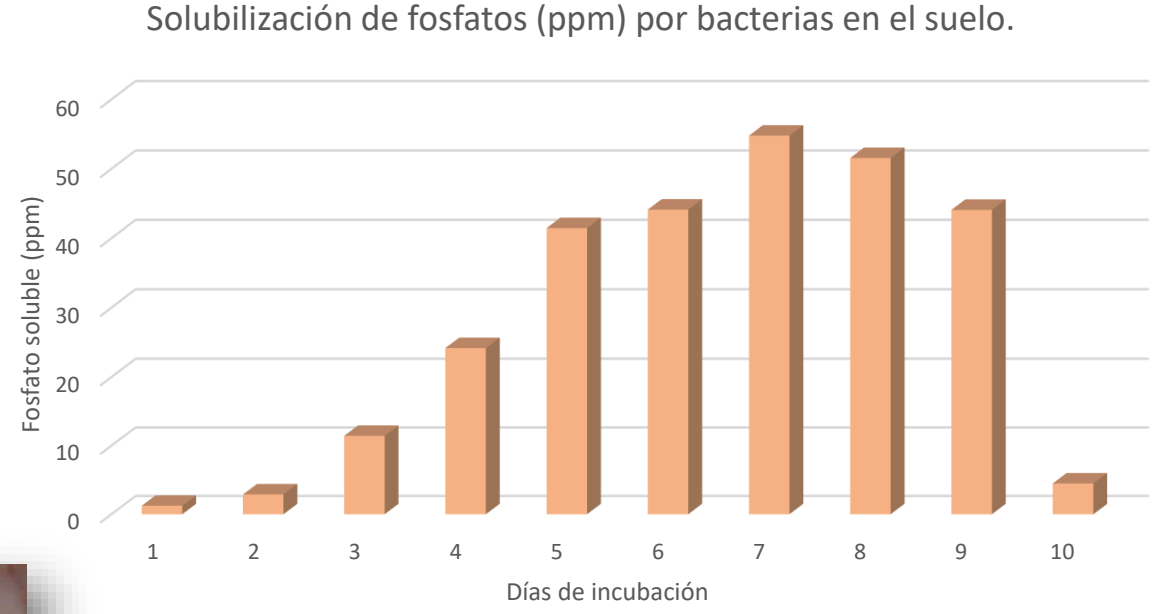
1. Introducción – Variables a considerar en la nutrición del cultivo.
2. Tierras y variables físicas.
3. Eficiencia de la nutrición: Variables químicas: suelo y planta.
4. Eficiencia de la nutrición: diversidad y biología del suelo.
5. Medición de la eficiencia y condiciones que la afectan.

Eficiencia de la nutrición: efectividad de microorganismos en el suelo.

https://www.google.com/search?q=bacterias+solubilizadoras+de+fosfato&rlz=1C1GCEA_enCO757CO757&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjNuMXo4eLkAhUPrVkKHf1wCHwQ_AUIEigB&biw=1536&bih=706#imgrc=57ZnSZuZPE0mKM:

Cultivo adulto con leguminosas y diversos tipos de cobertura.

Nódulos de bacterias fijadoras de nitrógeno en raíces de leguminosas.

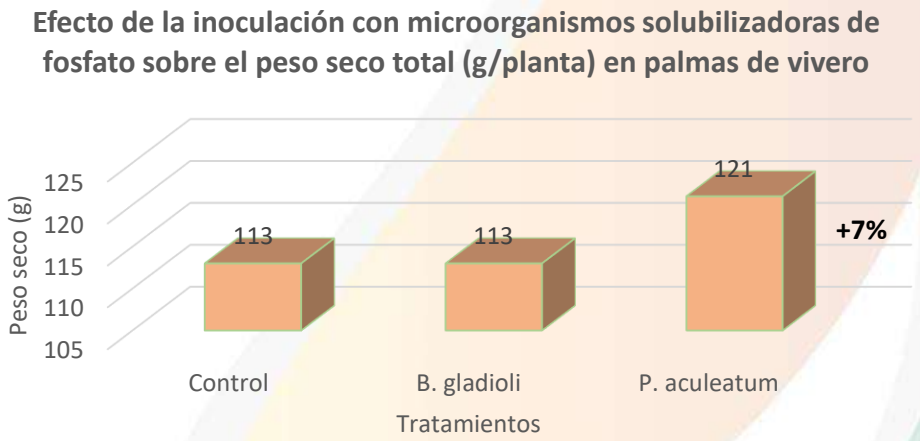


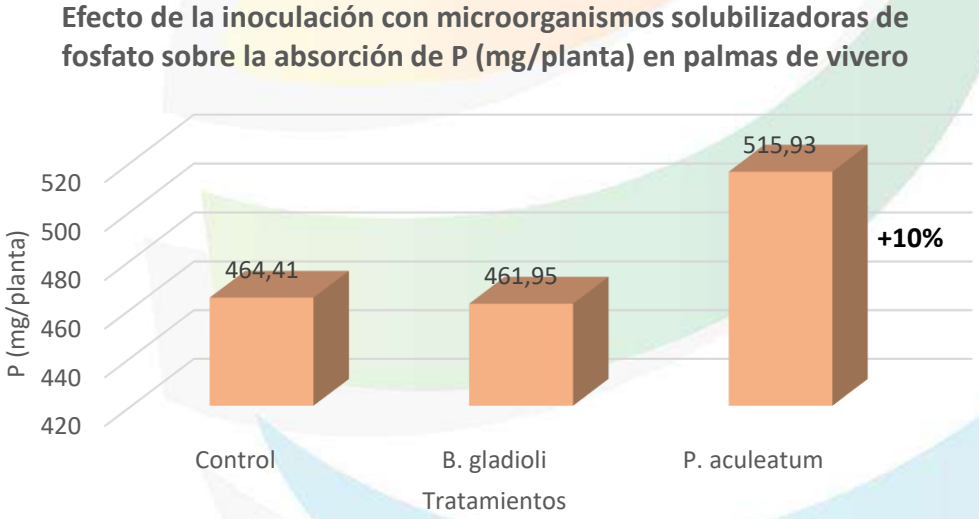
Existen poblaciones nativas de bacterias capaces de solubilizar el fósforo y fijar nitrógeno.

Fuente: Situmorang, E.C.,, L.E.. et al (2015)

Eficiencia de la nutrición: efectividad de microorganismos en el suelo – palma de aceite.

Raíces de palma en condiciones hidropónicas en etapa de vivero





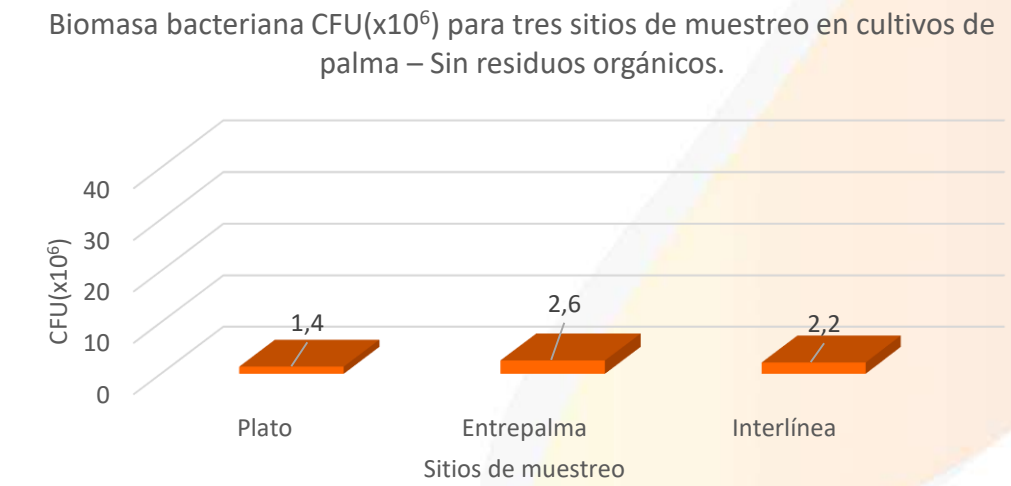
Hongos y bacterias incrementan la absorción de P por la palma de aceite

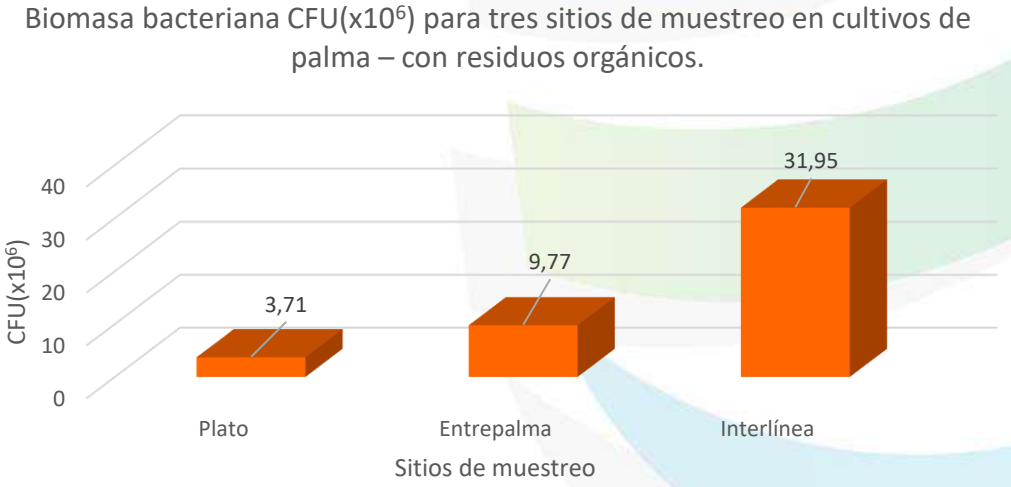
Fuente: Istina, I.N.,, L.E.. et al (2014)

Eficiencia de la nutrición: efecto de la incorporación de residuos orgánicos sobre biomasa bacteriana

Suelo con alto porcentaje de materia orgánica

Racimos vacíos (tusas) en cultivos de palma





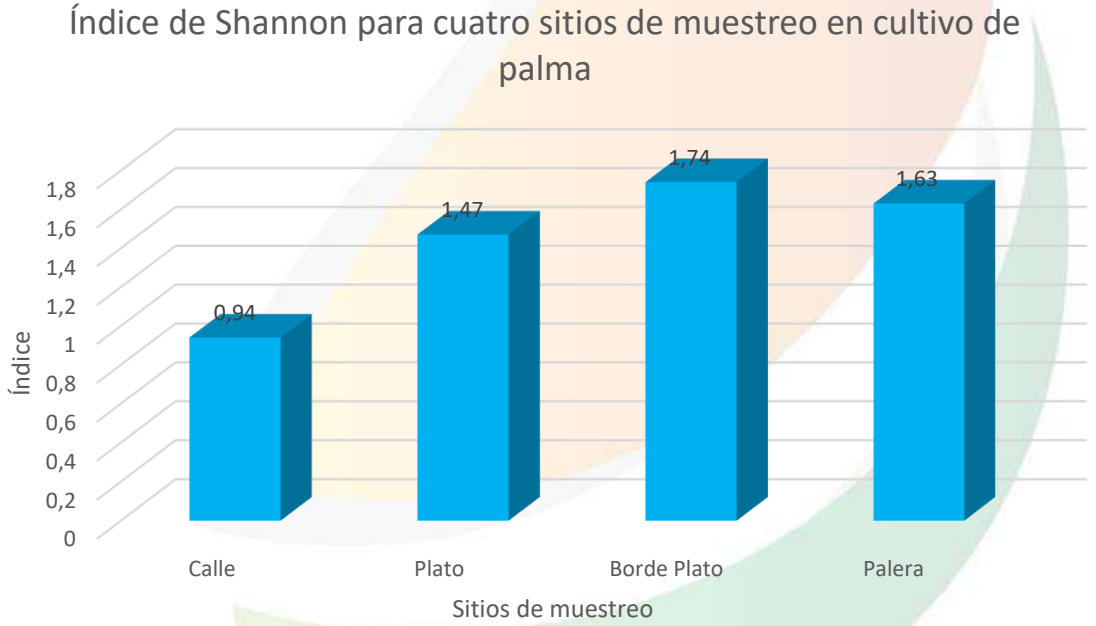
Fuente: Mohd M. N... et al (2013)

Eficiencia de la nutrición: Índice de diversidad en diferentes sitios del cultivo

Cultivo de palma de aceite

Parámetros químicos del suelo para cuatro sitios de muestreo en cultivo de palma

Variable	Calle	Plato	Borde Plato.	Palera
pH	5,0	**4,9**	5,1	4,8
Ca	0,38	**1,77**	0,76	0,54
Mg	0,15	**0,5**	0,26	0,16
K	0,04	**0,12**	0,06	0.07



La diversidad biológica es variable por sitio de muestreo y se asocia especialmente con la presencia de humedad y residuos orgánicos

Fuente: Carron, M. P., et al (2015)

Eficiencia de la nutrición: los microorganismos necesitan condiciones favorables

Abundancia de especies vegetales y humedad en cultivo de palma.

Palma joven en suelos con afloramientos rocosos y con aplicación de tusas

Presencia de hongos en residuos orgánicos presentes en cultivos de palma.

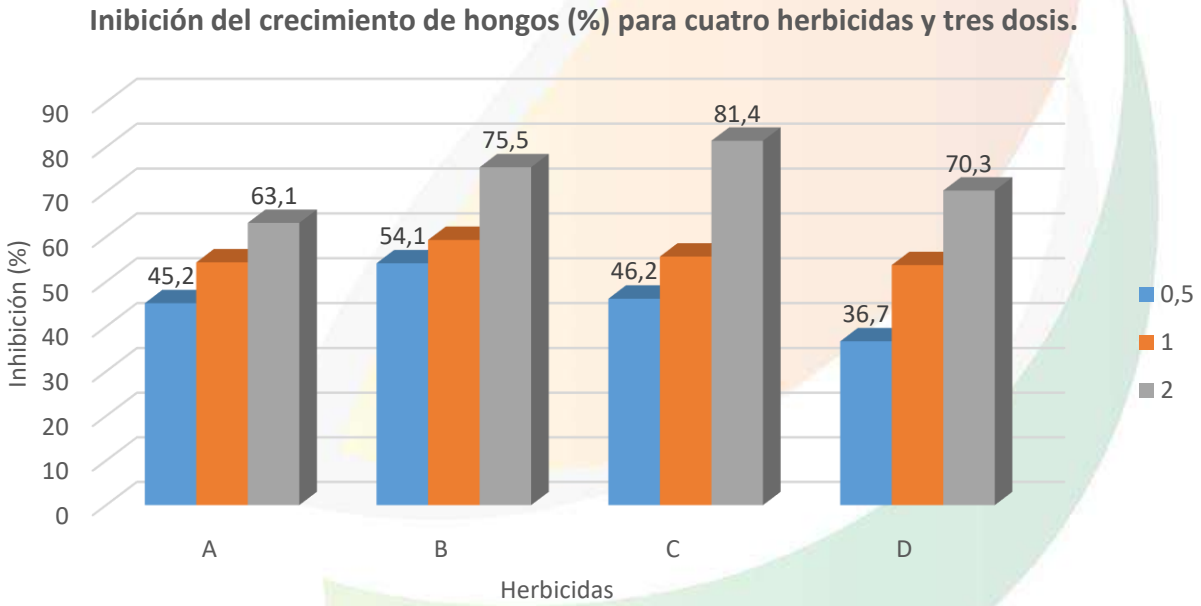
Suelos con grietas – falta de humedad.

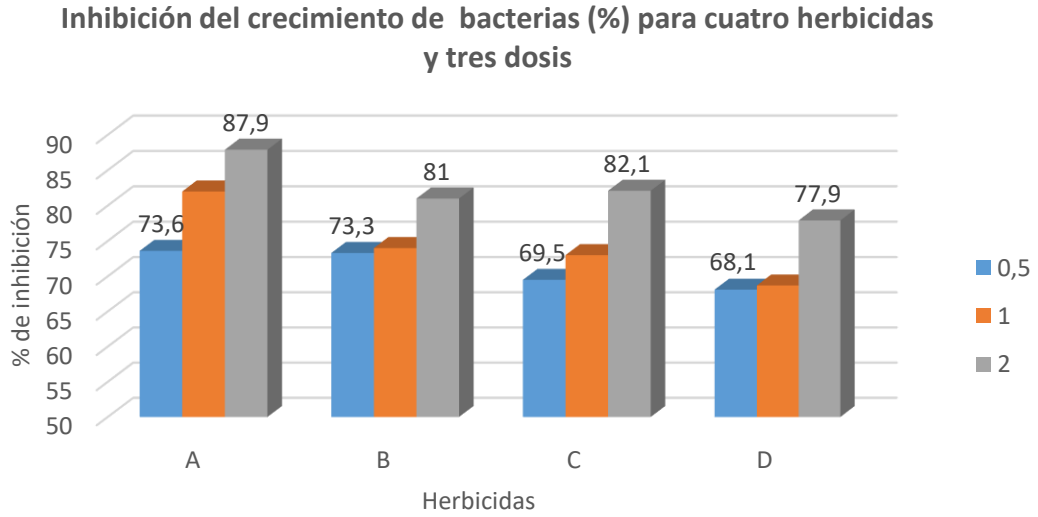
Cultivo con aplicación reciente de herbicidas.

La diversidad está en función del ambiente y las condiciones de manejo del cultivo.

Eficiencia de la nutrición: los microorganismos necesitan condiciones favorables

Plato de palma con aplicación reciente de herbicidas





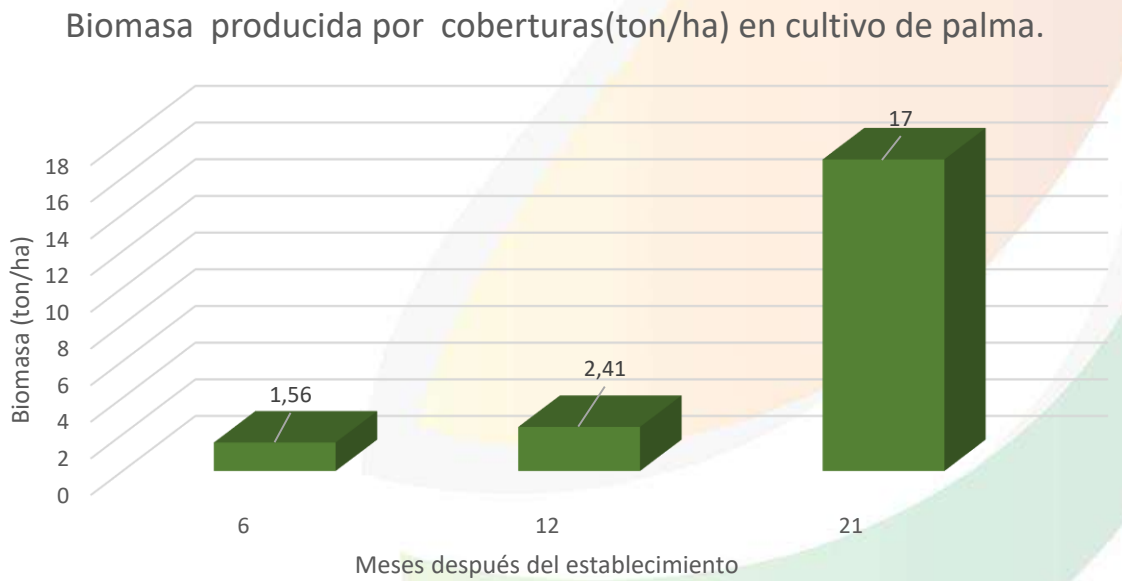
Para bacterias la inhibición varía entre 68 y 88%. Para hongos entre 37 y 81%. Si bien el efecto es temporal, es necesario considerarlo,

Fuente: Mohd M. N... et al (2013)

Eficiencia de la nutrición: aporte de biomasa por las coberturas

Cultivo joven con abundante cobertura

Cultivo adulto con abundante cobertura



La biomasa mas económica es aquella que se produce y recicla en la misma plantación.
Cuantas toneladas de biomasa se producen por hectárea anualmente?
Cuanto nitrógeno es fijado por bacterias y reciclado por las coberturas?

Fuente: Ng et al (2006)

Eficiencia de la nutrición: aporte de nutrientes por racimos vacíos (tusas) en función de su manejo

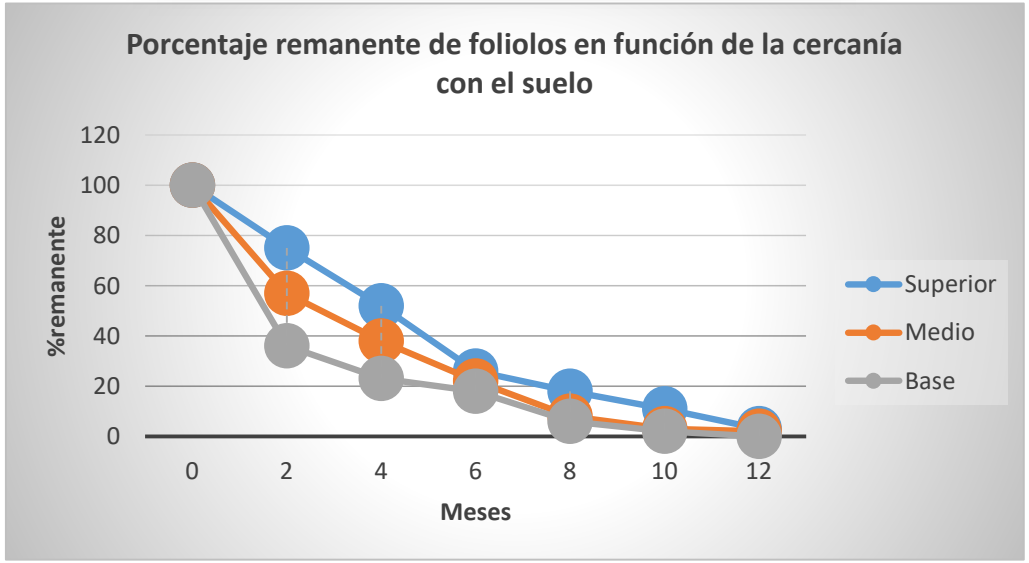
Disposición de racimos vacíos (tusas) sin prensar en cultivo joven de palma de aceite

	N (%)	P (%)	K(%)	Mg(%)	Humedad (%)
Tusa normal	0,70	0,08	2,47	0,17	63,5
Tusa prensada	0,65	0,07	1,70	0,11	53,7

Eficiencia de la nutrición: descomposición de residuos en condiciones de cultivo

Cultivo de palma de aceite mostrando ubicación de hojas podadas

	N	P	K	Mg
Nutriente mineralizado en 6 meses (%)	43	63	76	60
Nutriente equivalente (Kg)	35,2	4,4	77,5	6,6
Equivalente en fertilizante	167 Kg de SAM	15 Kg de RP	129 Kg de KCl	24 Kg de $MgSO_4$



Maquinarias para trituración de residuos en cultivos de palma

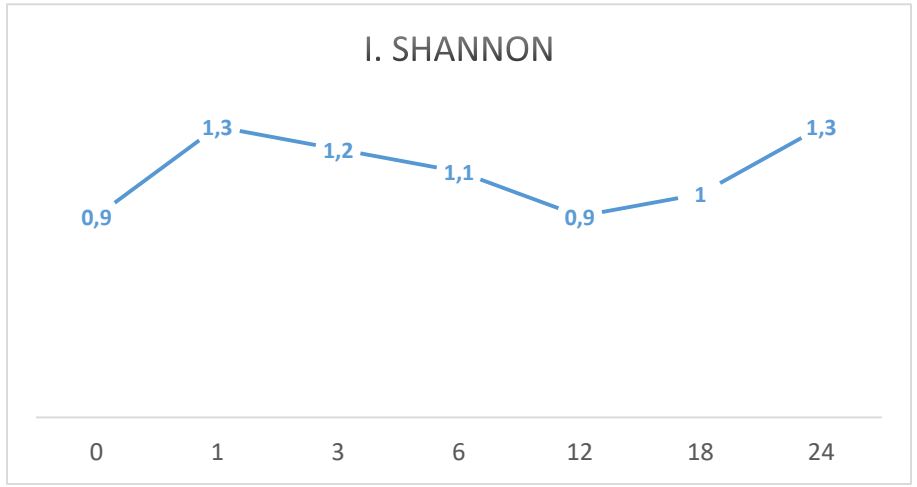
Los macro y microrganismos del suelo en 6 meses han degradado mas del 80% de los foliolos

Fuente: Khalid, H., et al (2000)

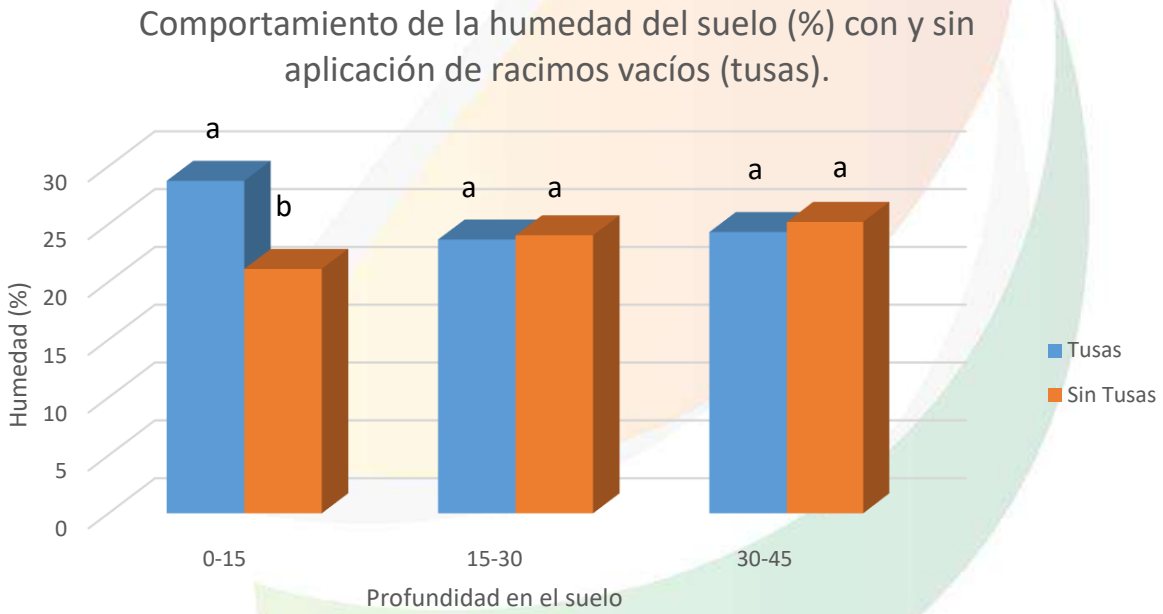
Comportamiento de la humedad y diversidad bajo aplicación de racimos vacíos

Disposición de racimos vacíos en cultivo joven

Aspecto de suelo bajo aplicación de tusas



Fuente: Carron, L. V..,(2014)



El impacto en la humedad del suelos se registra especialmente para los primeros 15 centímetros del suelo.

Fuente: Kheong, L. V., *et al* (2010)

Contenido

1. Introducción – Variables a considerar en la nutrición del cultivo.
2. Tierras y variables físicas.
3. Eficiencia de la nutrición: Variables químicas: suelo y planta.
4. Eficiencia de la nutrición: diversidad y biología del suelo.
5. Medición de la eficiencia y condiciones que la afectan.

Eficiencia de la fertilización: indicadores de seguimiento

Eficiencia de la absorción (Eab) – Balance de nutrientes: Cuanta cantidad de nutriente aportado es tomado por el cultivo?

Eficiencia agronómica (EA): Cantidad adicional de producción que se obtiene por cada kilo de fertilizante aportado al cultivo.

Eficiencia fisiológica (EF): Cantidad adicional de producción que se obtiene por cada kilo de fertilizante adicional tomado.

Eficiencia de la nutrición: proceso de cálculo

En un experimento sobre fuentes de potasio:

- Se aplicaron 130 Kg. de K/ha.
- Se incremento la producción en 7.000 Kg. de RFF (1500 Kg. de aceite de palma).
- El cultivo tomó 100 Kg. de K (Desarrollo vegetativo y producción).

Entonces:

1. Eficiencia de la absorción: 100/130 = 77%.
2. Eficiencia fisiológica: 1500/100 = 15 Kg. de aceite/ Kg. de K tomado.
3. Eficiencia agronómica: 15 x 0,77 = 11,6 Kg. de aceite/ Kg. De K aportado.

Es necesario avanzar en el establecimiento de parcelas para el seguimiento de la nutrición.

Eficiencia de la nutrición: sitio de aplicación de los fertilizantes

Persona encargada de aplicación de fertilizantes

Aplicación de fertilizante cercana a sitio óptimo

Aplicación de fertilizante en sitio no optimo

Fuente: Kee and Chew, L. V..,(1997))

Considerar la eficiencia asociada con el tipo de cobertura

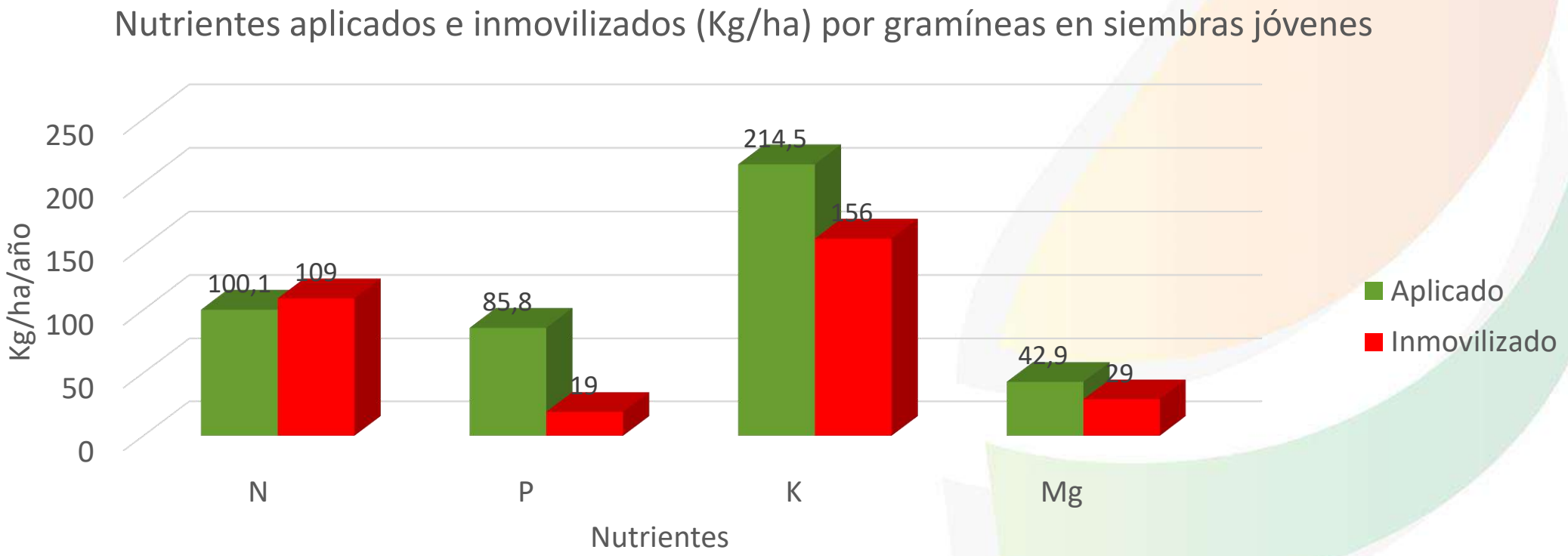
Sistema Uno.

Alto aporte de Nitrógeno al cultivo.
Alta eficiencia de la fertilización.

Sistema Dos.

Bajo o nulo aporte de Nitrógeno al cultivo.
Baja eficiencia de la fertilización.

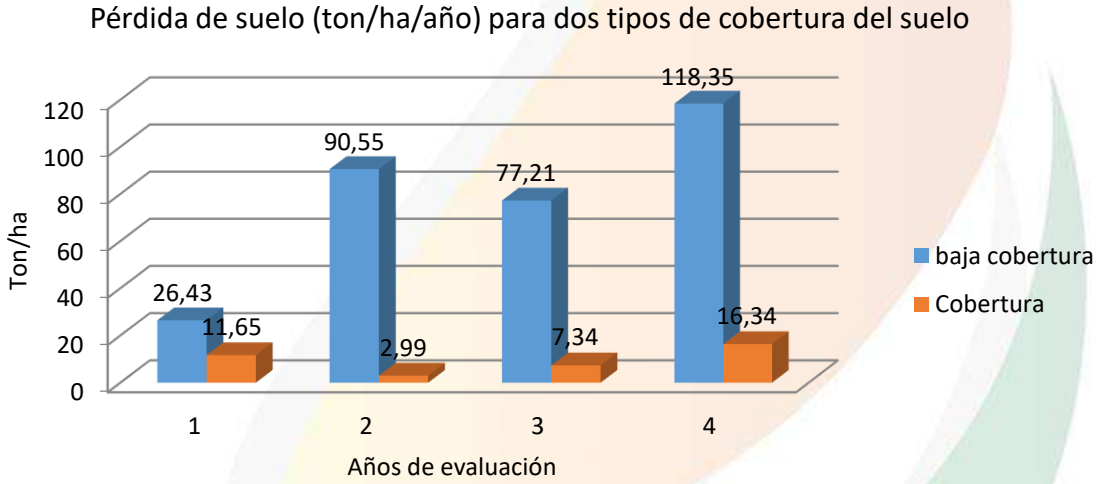
Tipo de cobertura e inmovilización de nutrientes

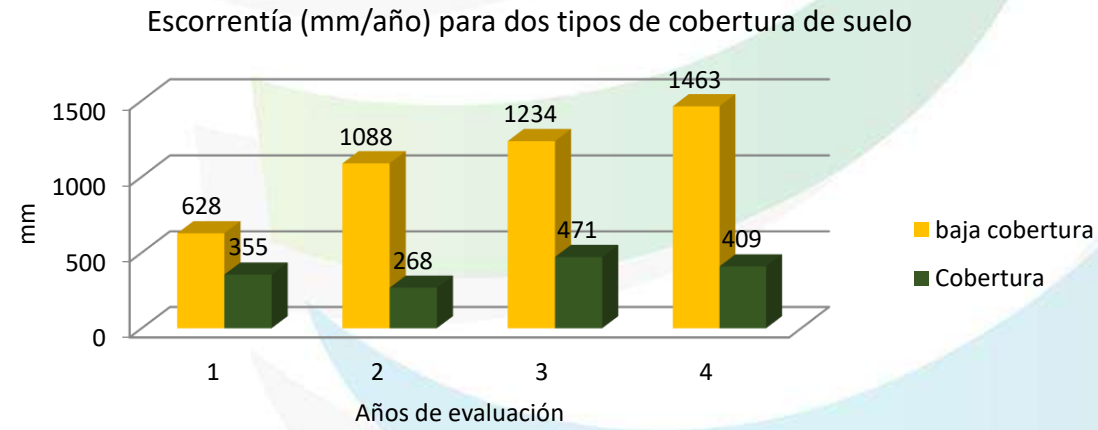


Se inmoviliza: 108% del nitrógeno, 22% del fósforo, 72% del potasio y 67% del magnesio

Eficiencia de la nutrición: importancia de la cobertura del suelo

Medición de escorrentía y erosión en cultivos de palma.





Fuente: Hasim., G., 2003

Por cada 100 mm de escorrentía se pierde el 4% de N y 4,5% del K.

Mejores prácticas agronómicas y eficiencia de la recuperación de nutrientes

Aplicación manual de fertilizantes en palma joven.

Concentración de nutrientes para MPA (nutrición) y práctica estándar

		N (%)	P (%)	K (%)
MPA	Tejido foliar	2,63	0,159	1,15
Estándar		2,59	0,156	1,25
Diferencia (%)		**(+)1,5%**	**(+)1,9%**	**(-)8%**
MPA	Raquis	0,37	0,058	1,61
Estándar		0,34	0,044	1,63
Diferencia (%)		**(+)8,8%**	**(+)31,8%**	**(-)1,2%**
MPA	Estípite	1,08	0,071	2,4
Estándar		0,92	0,059	2,02
Diferencia (%)		**(+)17,4%**	**(+)20,3%**	**(+)28,6%**

Eficiencia de la nutrición para MPA (nutrición) y práctica estándar

Práctica		N	P	K
MPA	Nutriente aplicado (Kg/ha)	134,6	12,1	243
	Nutriente removido (Fruto y estípite -Kg/ha)	78,7	8,7	107,2
	Eficiencia de la fertilización (%)	**58,50%**	**71,5**	**44,1**
Estándar	Nutriente aplicado (Kg/ha)	129,2	11,7	233,3
	Nutriente removido (Fruto y estípite -Kg/ha)	68,5	8,3	87,2
	Eficiencia de la fertilización (%)	**53,00%**	**71,20%**	**37,40%**
	Diferencia (%)	**(+)10,3%**	**(+)0,5%**	**(+)18%**

Las mejores prácticas en nutrición (ej. fraccionamiento), permiten incrementar en 18% la recuperación del potasio y 10% del nitrógeno.

Fuente: Gerendás, J.. et al (2017)

Consideraciones finales

- Eficiencia con base en UMAs.
- Física – química y biología del suelo.
- Construcción y seguimiento de indicadores – mejor la aproximación que la inexistencia.
- La diversidad en el cultivo es clave para la eficiencia.
- Decisiones con soporte técnico y construcción de experiencia.

Gracias