

Manejo de Suelos para producción de Plátano:

Aspectos críticos de suelos en la selección y preparación de tierras, diseño de plantación y manejo de la fertilidad en cultivos de plátano

Mauricio Avila, PhD
Químico de Suelos



El Yopal, Casanare, Colombia
12-8-2017

Importancia de los suelos en la agricultura



Y el bosque tropical



Animales



Agua



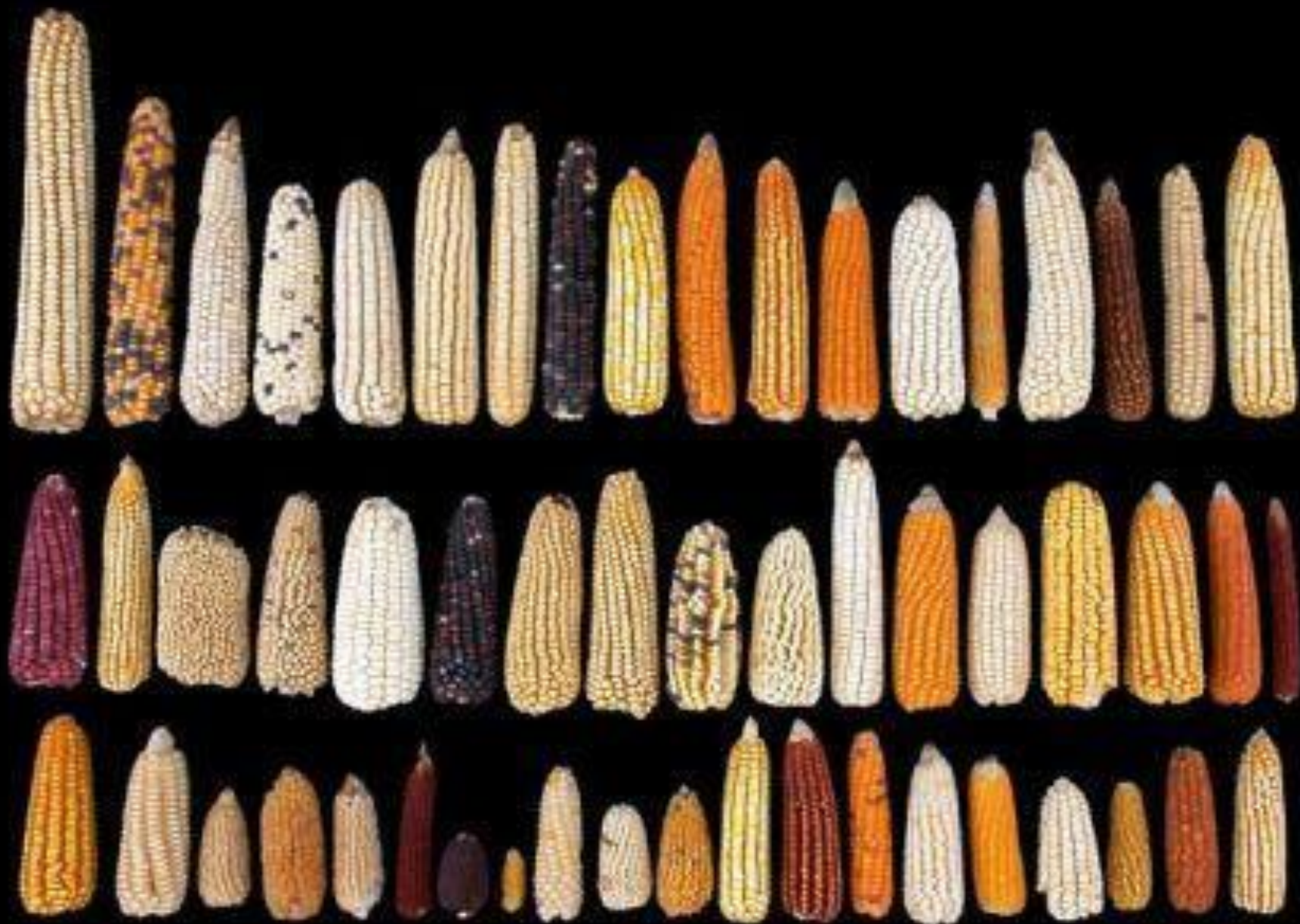
Theobroma cacao = **Alimento de los dioses!**





Maíz...

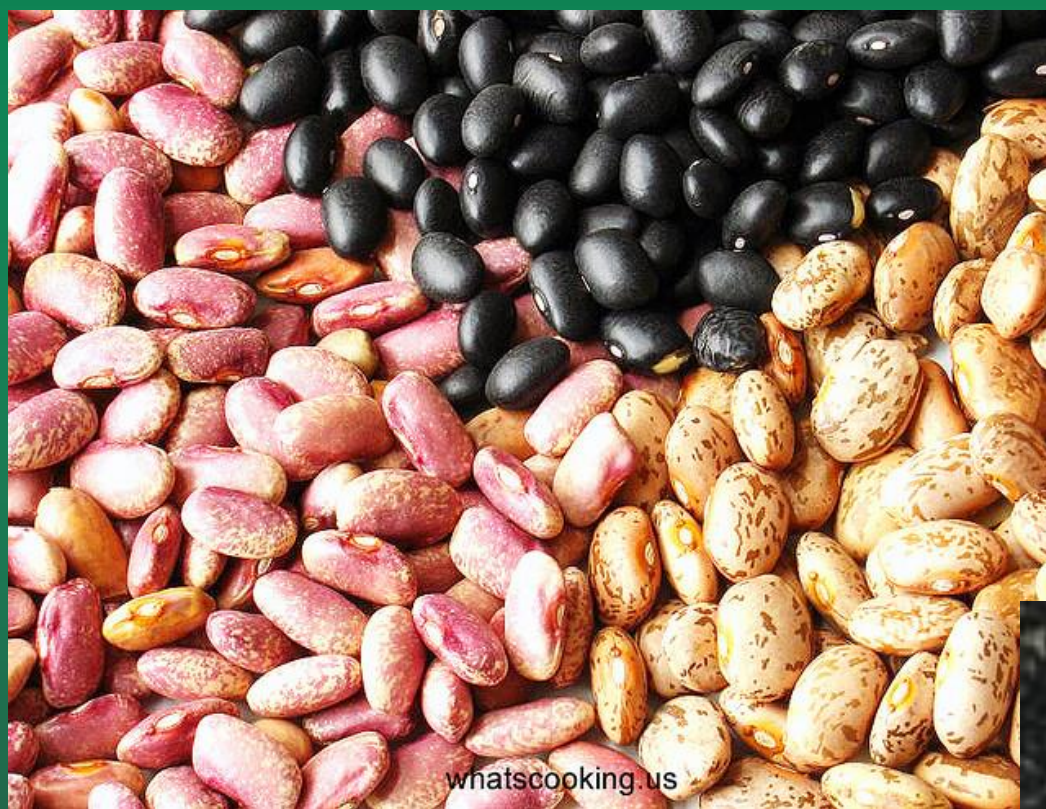




Ayotes...



Frijoles...

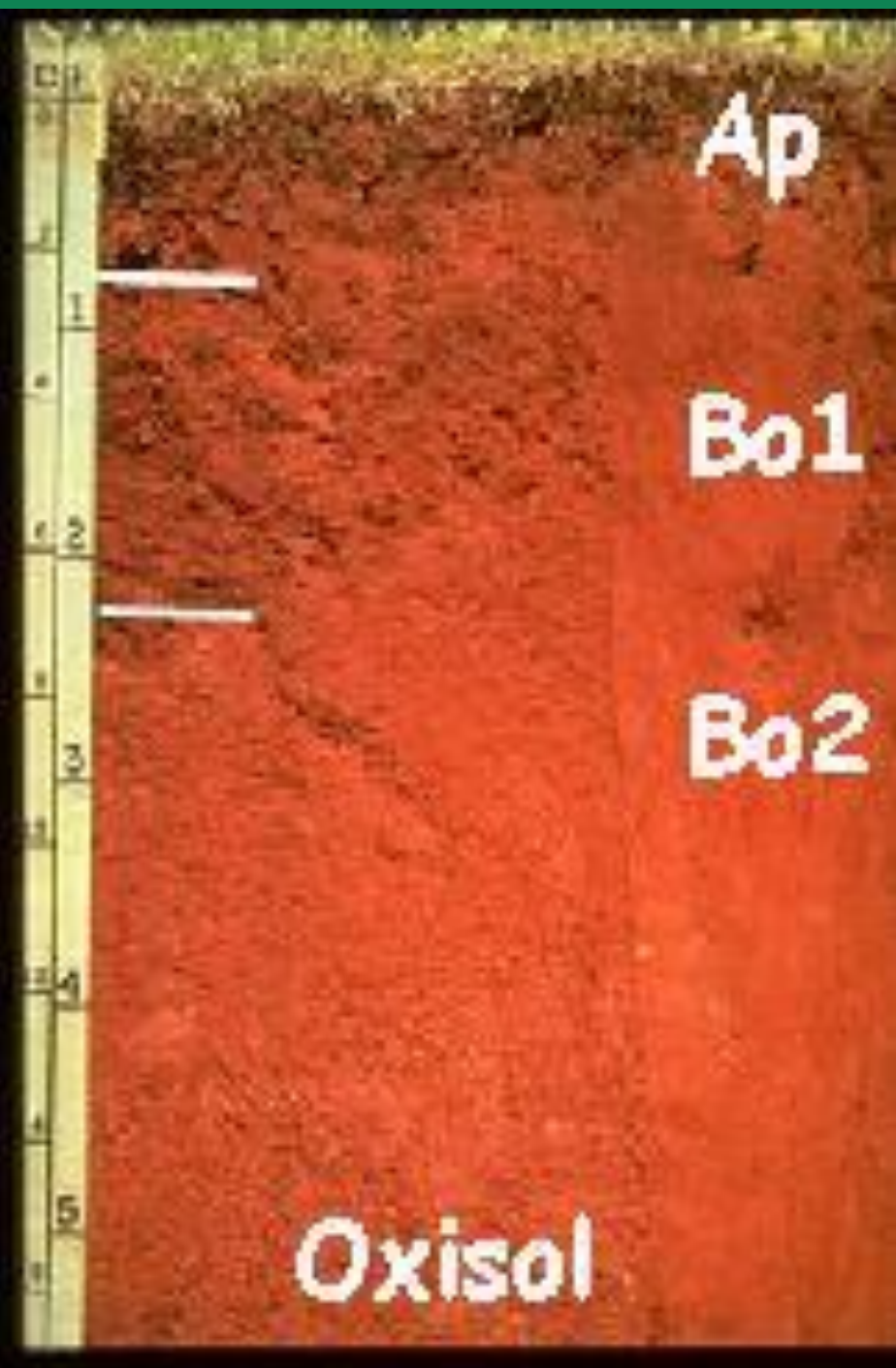


Piña!!!



Plátanos!!!

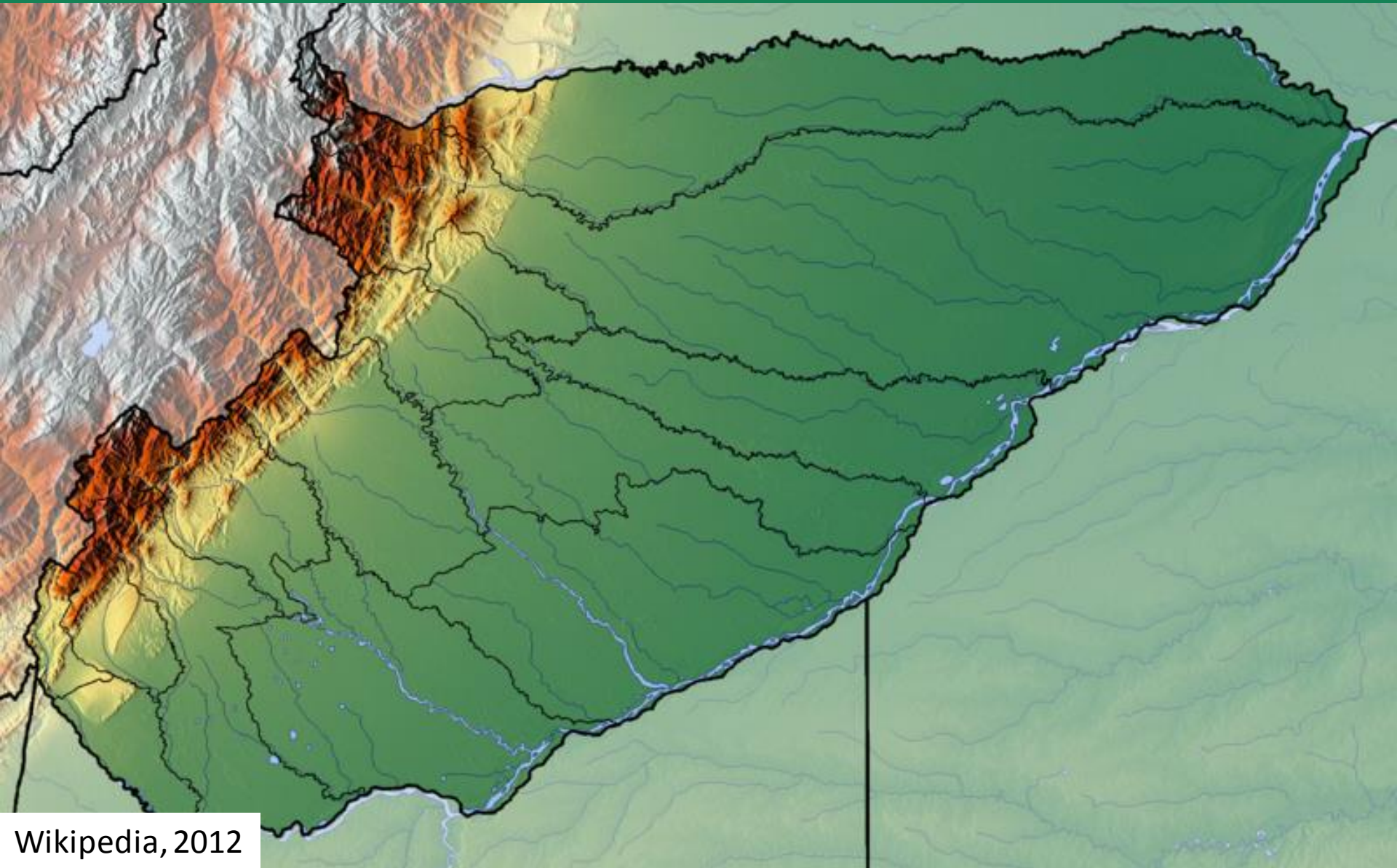




Todo viene de la tierra

El suelo provee los nutrientes que todos buscamos, extraemos, transportamos y comemos para sostener la vida en el planeta

Suelos en la zona de Yopal



Cuadro 3. Parámetros utilizados para determinar la aptitud de tierras para el cultivo de banano.

Condiciones del suelo

Profundidad efectiva

Textura

Estructura

Drenaje interno

A- Muy profundo

A- Media

A- Optima

A- Bueno

B- Profundo

B- Ligeramente pesada o
ligeramente liviana

B- Buena

B- Moderadamente rápido o
moderadamente lento

C- Moderadamente
profundo

C- Moderadamente pesada
moderadamente liviana

C- Regular

C- Imperfecto

E- Superficial

D- Muy pesada o muy liviana

D- Deficiente

D- Excesivo

Salinidad

Reacción (pH)

Fertilidad

A- Leve

A- Neutro o ligeramente ácido

A- Alta

B- Moderada

B- Ligeramente alcalino o ácido

B- Media

C- Fuerte

C- Muy alcalino o fuertemente
ácido

C- Baja

Condiciones de terreno

Pendiente

Pedregosidad

Riesgos de inundaciones

A- Plano

A- Leve

A- Leve

B- Ligeramente inclinado

B- Moderada

B- Moderado

C- Inclinado

C- Abundante

C- Baja

D- Ondulado

D- Muy abundante

Capacidad de uso de suelos en la zona de Yopal

Clases y sub clases	Unidades cartográficas de Suelos	Principales características de las unidades de Capacidad	Principales factores Limitantes para el uso	Uso recomendado	Prácticas de manejo
5h	RVAa, RVAai, RVBa	Relieve plano, pendiente entre 0 y 3%, drenaje natural pobre, inundaciones frecuentes y muy largas.	Humedad	Cultivos de arroz y pastos moderados, resistentes a la humedad.	Adecuar el suelo implementando sistemas de drenaje, aplicando enmiendas, utilizando especies tolerantes a las condiciones edáficas realizando programas de fertilización, incentivar la investigación sobre fitomejoramiento de especies.
6s	LVA _d , LVA _{d1} , LVB _{d1} , MPC _d , MPC _{d1} , MVA _d , MVA _{d1} , PVA _a , PVA _{ap} , PVA _{b1} , PVA _{bp} , PVA _{c1} , PVA _{cp} , PVA _{cp1} , PVB _{cp} , PVC _{cp} , PVF _c , PVG _{cp} .	Relieve fuertemente inclinado, pendiente de 12 a 25 %, erosión ligera, drenaje natural bueno, profundidad efectiva entre 50 y 75 cm, texturas medias, saturación de aluminio alta y muy baja fertilidad natural.	Suelo	Cultivos permanentes y semipermanentes de subsistencia plátano, caña y frutales en las áreas menos pendientes; en mayor pendientes establecer agroforestería.	Prácticas de conservación de suelos, evitar la tala del bosque nativo, realizar enmiendas y fertilización, aplicar abono orgánico al momento de la siembra, según requerimientos del cultivo. Prácticas de conservación de suelos, evitar la tala del bosque nativo, realizar enmiendas y fertilización, aplicar abono orgánico al momento de la siembra, según requerimientos del cultivo.

Capacidad de uso de suelos en la zona de Yopal

Perfil No:	CN-55	Tipo de perfil:	Modal		
Taxonomía:	Fluventic Humudepts				
Unidad Cartográfica:	Asociación	Símbolo:	PVA		
Localización geográfica:	Departamento:	Casanare	Municipio:	Yopal	
Sitio:	Entrada Vía al Guineo.				
Coordenadas geográficas:	N: 5 ° 17 ' 6,4 "	W: 72 ° 20 ' 52,9 "	Altitud:	228 msnm.	
Fotografía aérea No.:	193	Vuelo No.:	C-1333	Plancha (imagen) No.:	212
Paisaje:	pedemonte	Tipo de relieve:	Abanico	Forma del terreno:	cuerpo
Litología:	aluviones medios.				
Relieve:	Clase: plana	Pendiente:	0 - 3		
Clima ambiental:	cálido, húmedo				
Precipitación promedio anual:	2000-4000 mm/año	Temperatura promedio anual:	>24 °C		
Clima edáfico.	Régimen de temperatura:	isohipertérmico	Régimen de humedad:	udico	
Erosion:	Clase: hídrica pluvial – fluvial	Tipo: laminar	Grado: ligero		
Movimientos en masa:	Clase: no hay	Tipo: no hay	Frecuencia: no hay		
Pedregosidad en superficie:	Tipo: no hay	Clase: no hay	Porcentaje en superficie:		
Afloramientos rocosos:	Clase:	no hay	Superficie cubierta:	< 0.1	
Inundaciones:	Frecuencia: no hay	Duración: no hay			
Encharcamientos:	Frecuencia: no hay	Duración: no hay			
Nivel freático:	Naturaleza: no aparece	Profundidad: no observado			
Drenaje natural:	bueno (bien)				
Profundidad efectiva:	moderadamente profunda	Limitada por:	fragmentos de roca (> 60% por volumen)		
Horizontes diagnósticos.	Epipedón: umbrico	Endopedón:	cámbico		
Características diagnósticas:	discontinuidad de carbón orgánico en profundidad.				
Vegetación natural:	sustituida por pastos.				
Uso actual:	ganadería	- extensiva.			
Limitantes del uso:	baja fertilidad, alta saturación de aluminio.				
Descrito por:	Alba Lucia Montoya.	Fecha:	dia: 12	mes: noviembre	año: 2010

Capacidad de uso de suelos en la zona de Yopal

Perfil modal CN – 55 (PVA)

00 - 37 cm
Ap

Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/3), con 10% moteados de color gris oscuro (7.5YR4/1); textura franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medianos; frecuentes raíces finas y medias, vivas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; límite claro y plano; pH 4.3, reacción extremadamente ácida.

37 - 69 cm
Bw

Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR4/4), con 10% de moteados de color gris oscuro (7.5YR4/1); textura franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros muy finos y finos; pocas raíces finas, vivas y muertas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; límite claro y plano; pH 4.3, reacción extremadamente ácida.

69 - 93 X cm
C

Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR4/4), con 10% de moteados de color pardo fuerte (7.5YR5/6); textura franco arcillo arenosa, abundante gravilla; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros finos; no hay raíces; no se observa actividad de macroorganismos; pH 4.3, reacción extremadamente ácida.

Perfil modal de suelos

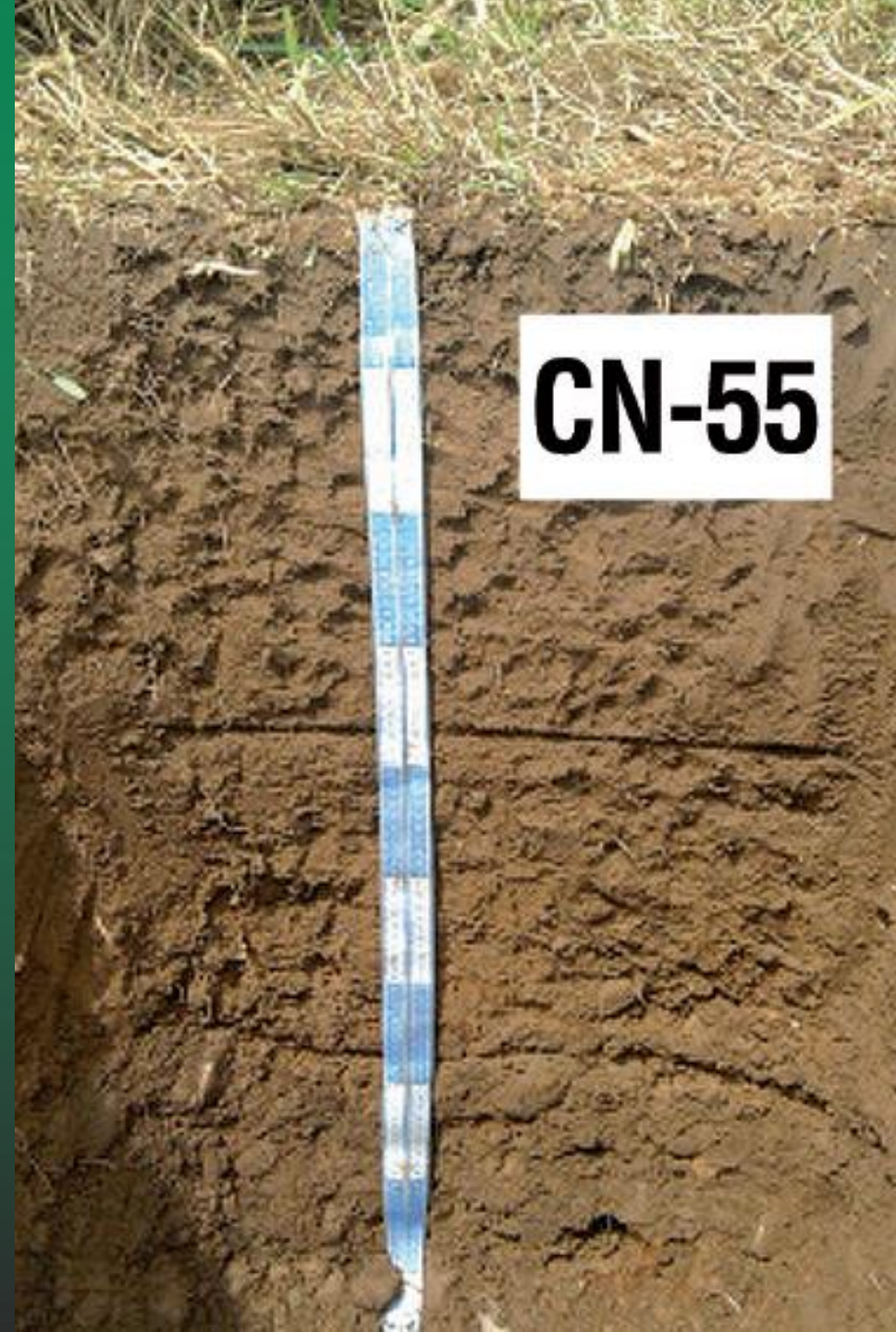
PVA

Fluventic humudepts
Suelo coluvio-aluvial

Clase 6 con limitaciones de
suelo (pendiente, baja
fertilidad y profundidad)

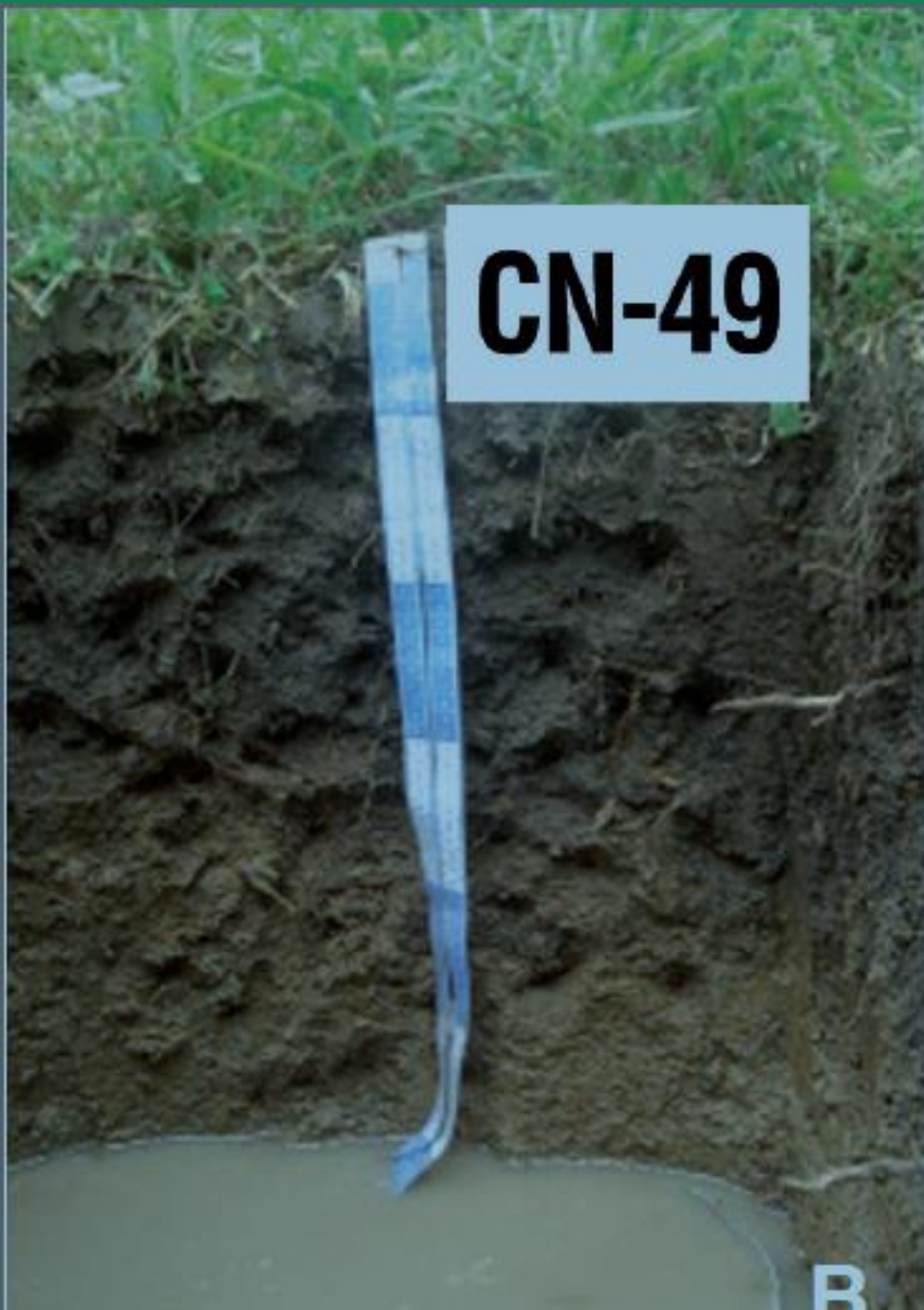
Alta acidez, bajas bases

Horizontes Ap, Bw, Cr



Perfil No:	CN-49	Tipo de perfil:	Modal			
Taxonomía:	Tpíc Humaquepts					
Unidad Cartográfica:	Asociación	Símbolo:	RVF			
Localización geográfica.	Departamento:	Casanare		Municipio:	Yopal	
Sitio:	a 5 km Vía Tilodiran.					
Coordenadas geográficas:	N:	5 ° 6 ' 10,8 "	W:	72 ° 5 ' 39,3 "	Altitud:	186 msnm.
Fotografía aérea No.:	193	Vuelo No.:	C-1333	Plancha (imagen) No.:	213	
Paisaje:	planicie / Llanura	Tipo de relieve:	plano de inundación	Forma del terreno:	Bajo	
Litología:	aluviones medios y finos.					
Relieve:	Clase:	ligeramente plana	Pendiente:	1 – 3		
Clima ambiental:	cálido, húmedo					
Precipitación promedio anual:	2000-4000 mm/año		Temperatura promedio anual:	>24 °C		
Clima edáfico.	Régimen de temperatura:	isohipertérmico		Régimen de humedad:	acuico	
Erosion:	Clase:	no hay		Tipo:	no hay	
Movimientos en masa:	Clase:	no hay		Tipo:	no hay	
Pedregosidad en superficie:	Tipo:	no hay		Clase:	no hay	
Afloramientos rocosos:	Clase:	no hay		Superficie cubierta:	< 0.1	
Inundaciones:	Frecuencia:	no hay		Duración:	no hay	
Encharcamientos:	Frecuencia:	no hay		Duración:	no hay	
Nivel freático:	Naturaleza:	colgante		Profundidad:	sin dato	
Drenaje natural:	pobre					
Profundidad efectiva:	superficial		Limitada por:	nivel freático		
Horizontes diagnósticos.	Epipedón:	umbrico		Endopedón:	cámbico	
Características diagnósticas:	?					
Vegetación natural:	Matarratón, Hobo, Cañofistulo y Palma.					
Uso actual:	ganadería		- extensiva, con pasto braquiaria humidicola.			
Limitantes del uso:	Hodromorfismo.					
Descrito por:	Alba Lucia Montoya.		Fecha:	dia: 5	mes: noviembre	
					año: 2010	

<p>00 - 24 cm Ap</p>	<p>Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura franca; estructura en bloques subangulares, finos, moderada, fuerte; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medianos; muchas raíces finas y medias, vivas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; límite claro y plano; pH 4.7, reacción muy fuertemente ácida.</p>
<p>24 - 41 cm Bg1</p>	<p>Color en húmedo gris oscuro (10YR4/1), con 20% de manchas de color pardo amarillento (10YR5/8) y 5% de manchas de color pardo rojizo (5YR4/4); textura franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, muy finos y finos, moderada; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros finos y medianos; frecuentes raíces finas y medias, vivas y muertas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; límite claro y ondulado; pH 4.8, reacción muy fuertemente ácida.</p>
<p>41 - 62 cm Bg2</p>	<p>Color en húmedo gris (10YR5/1), con 30% de manchas de color pardo amarillento (10YR5/8) y 10% de manchas de color pardo rojizo (5YR4/4); textura franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos y frecuentes medianos; no hay raíces; no se observa actividad de macroorganismos; límite difuso y plano; pH 4.9, reacción muy fuertemente ácida.</p>
<p>62 - 85 X cm Cg</p>	<p>Color en húmedo gris (5YR6/0); con 40% de manchas de color pardo fuerte (7.5YR5/8) y 10% de manchas de color rojo débil (10R4/4); textura franca; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; no hay raíces; no se observa actividad de macroorganismos; pH 4.4, reacción extremadamente ácida.</p>



CN-49

B

Reducción en suelos saturados

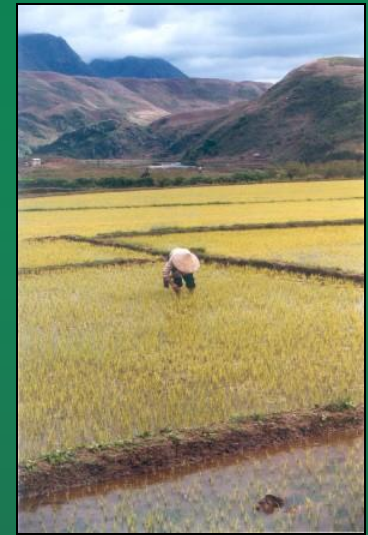
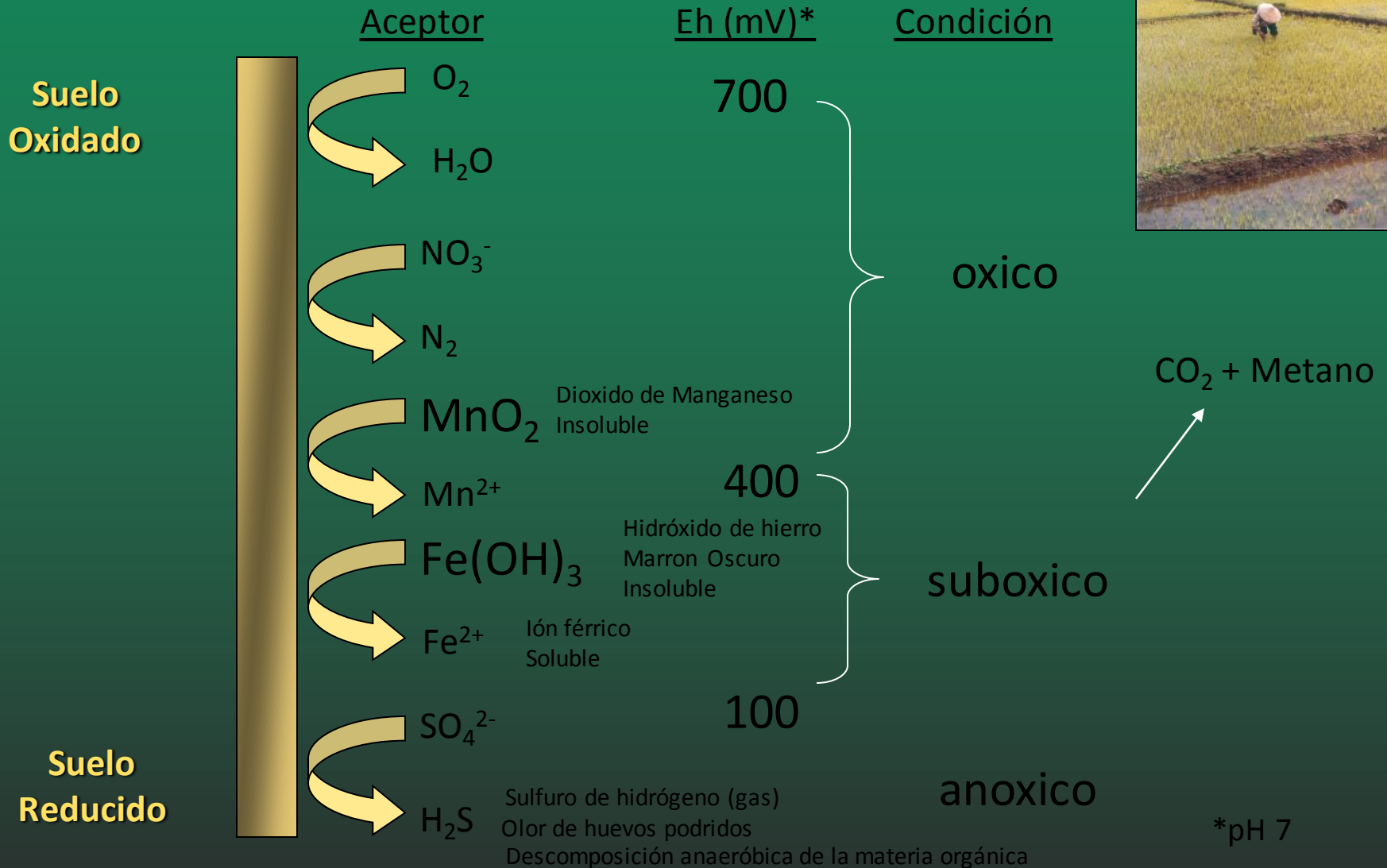


TABLA No.

RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA Y ANÁLISIS QUÍMICOS DEL PERFIL

C-49

PROFUNDIDAD cm	NOMENCL	GRANULOMETRÍA			CLASE TEXTURAL	GRAVILLA %	pH 1:1	MATERIA ORGÁNICA		FOSFORO (ppm)
	HORIZONTE	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %				C.O %	M.O %	
0 - 10		72,0	18,0	10,0	FA	0,0	5,2	1,7	3,2	55,00
10 - 28		72,0	18,0	10,0	FA	0	5,0	1,7	3,2	21,0

PROFUNDIDAD cm	NOMENCL	COMPLEJO DE CAMBIO (meq/100 g)								SBA %
	HORIZONTE	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	
0 - 10		8,9	5,0	3,9	2,9	2,4	0,40	0,05	0,10	32,6
10 - 28		9,7	6,1	3,6	1,6	1,00	0,40	0,10	0,10	16,5

A = ARENA; L = LIMO ; Ar = ARCILLA; F = FRANCO

Perfil No:	CN-54	Tipo de perfil:	Inclusión			
Taxonomía:	Typic Endoaquepts.					
Unidad Cartográfica:	Asociación	Símbolo:	RVD			
Localización geográfica.	Departamento:	Casanare		Municipio:	Yopal.	
Sitio:	A 2 km de la a la Turupa.					
Coordenadas geográficas:	N:	5 ° 6 ' 26,4 "	W:	72 ° 7 ' 46,5 "	Altitud:	190 msnm.
Fotografía aérea No.:	193	Vuelo No.:	C-1333	Plancha (imagen) No.:	70	
Paisaje:	planicie / Llanura	Tipo de relieve:	Terrazas con influencia eólica	Forma del terreno:	Bajo.	
Litología:	Aluviones medios.					
Relieve:	Clase:	ligeramente plana	Pendiente:	1 – 3		
Clima ambiental:	cálido, húmedo					
Precipitación promedio anual:	2000-4000 mm/año		Temperatura promedio anual:	>24 °C		
Clima edáfico.	Régimen de temperatura:	isohipertérmico	Régimen de humedad:	acuico		
Erosion:	Clase:	no hay	Tipo:	no hay		
Movimientos en masa:	Clase:	no hay	Tipo:	no hay		
Pedregosidad en superficie:	Tipo:	no hay	Clase:	no hay		
Afloramientos rocosos:	Clase:	no hay	Superficie cubierta:	< 0.1		
Inundaciones:	Frecuencia:	frecuente	Duración:	larga		
Encharcamientos:	Frecuencia:	ocasional	Duración:	larga		
Nivel freático:	Naturaleza:	colgante	Profundidad:	sin dato		
Drenaje natural:	bueno (bien)					
Profundidad efectiva:	superficial		Limitada por:	nivel freático		
Horizontes diagnósticos.	Epipedón:	ocrico	Endopedón:	cámbico		
Características diagnósticas:	?					
Vegetación natural:	Campano, Palma.					
Uso actual:	ganadería		- Extensiva.			
Limitantes del uso:	?					
Descrito por:	Alba Lucia Montoya.		Fecha:	dia: 11	mes: noviembre	año: 2010

00 - 20 cm
Ap

Color en húmedo gris oscuro (10YR4/1), con 30% de moteados de color pardo rojizo (5YR4/4); textura franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos; frecuentes raíces finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; límite claro y plano; pH 4.2, reacción extremadamente ácida.

20 - 46 cm
Bg1

Color en húmedo gris oscuro (10YR4/1), con 5% de moteados de color pardo amarillento (10YR5/6); textura franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medios; frecuentes raíces finas, vivas y muertas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; límite claro y plano; pH 4.2, reacción extremadamente ácida.

46 - 76 cm
Bg2

Color en húmedo pardo grisáceo (10YR5/2), con 30% de moteados de color pardo fuerte (7.5YR5/8); textura franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros finos y medios; pocas raíces finas, vivas y muertas, de distribución normal; no se observa actividad de macroorganismos; pH 4.6, reacción muy fuertemente ácida.

76 - 120 cm
Cgc

Color en húmedo gris verde pálido (5G6/1); con 30% de moteados de color pardo amarillento (10YR5/8) y 20% de moteados de color rojo débil (5R4/4); textura franco arcillosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes concreciones de hierro, irregulares, finas y medias, duras y blandas; pocos poros finos; no hay raíces; no se observa actividad de macroorganismos pH 4.6, reacción muy fuertemente ácida.

pH en el suelo



p = potencial o fuerza
H = Hidrógeno

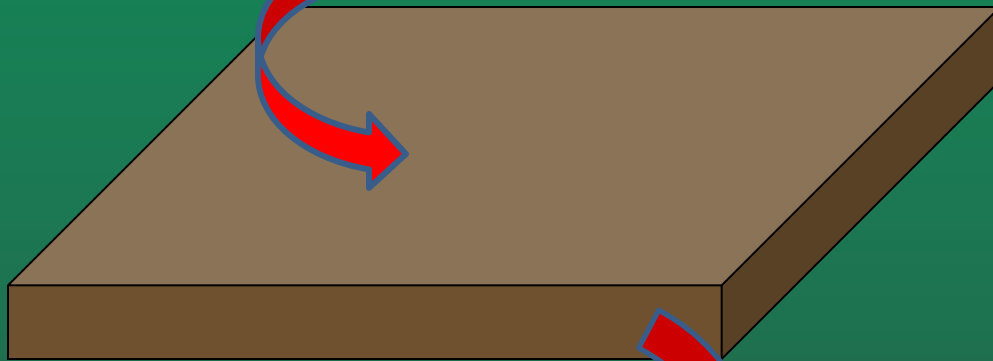
- En escala logarítmica, un pH de 6 tiene 10x mas H⁺ que el pH de 7
- El pH afecta la disponibilidad de nutrientes (solubilidad)

pH	[H ⁺]	[H ⁺]
1	10 ⁻¹	.1
2	10 ⁻²	.01
3	10 ⁻³	.001
4	10 ⁻⁴	.0001
5	10 ⁻⁵	.00001
6	10 ⁻⁶	.000001
7	10 ⁻⁷	.0000001
8	10 ⁻⁸	.00000001
9	10 ⁻⁹	.000000001



Fertilización anual típica para cultivos en general

180 kg N ha⁻¹ yr⁻¹



Menor pH of lluvia
ácida en US es ~ 4



1200 mm de lluvia
ácida con pH < 3.0

~13 kg H⁺ ha⁻¹yr⁻¹

~800 kg de HNO₃ ha⁻¹ yr⁻¹

~650 kg de CaCO₃ ha⁻¹ yr⁻¹

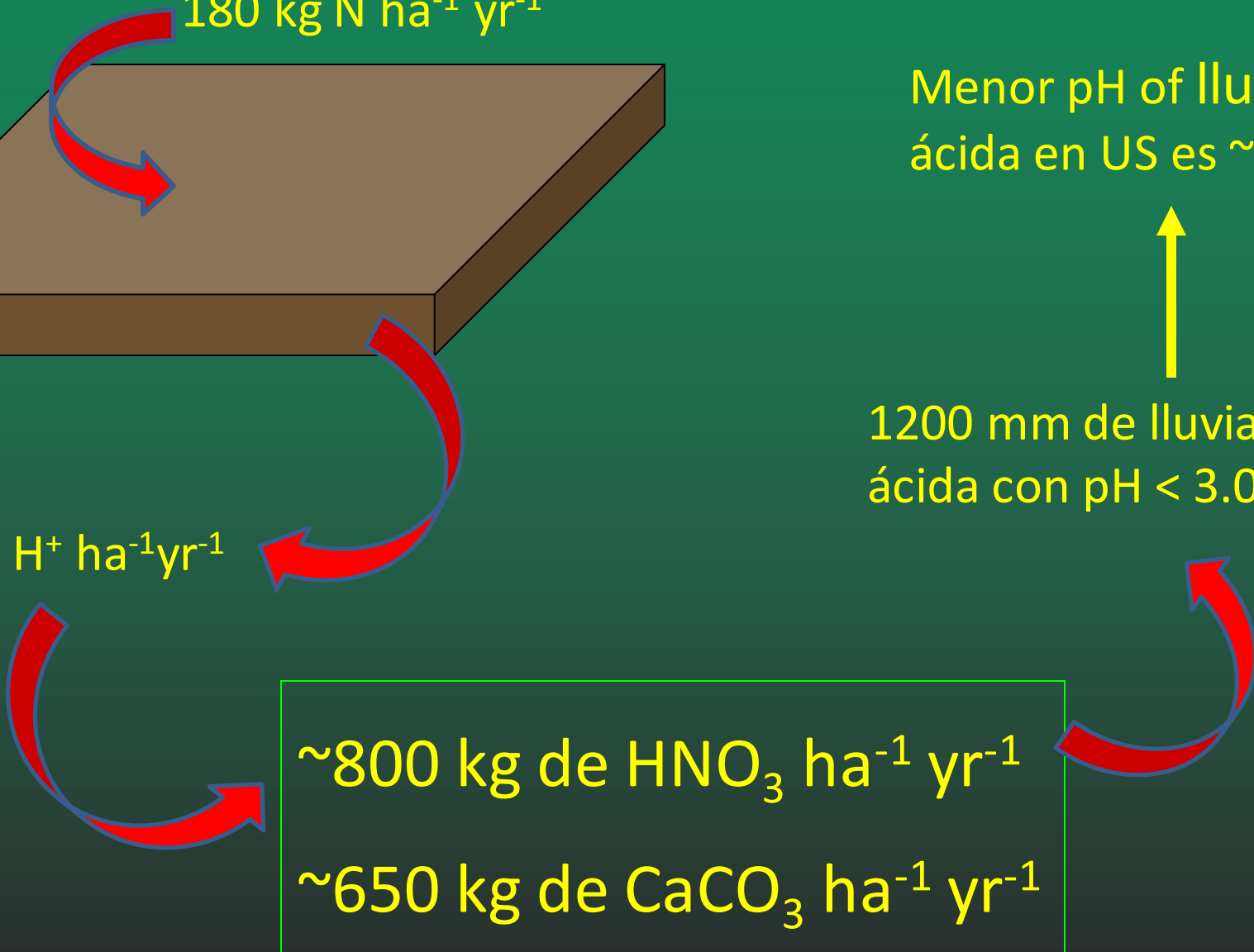
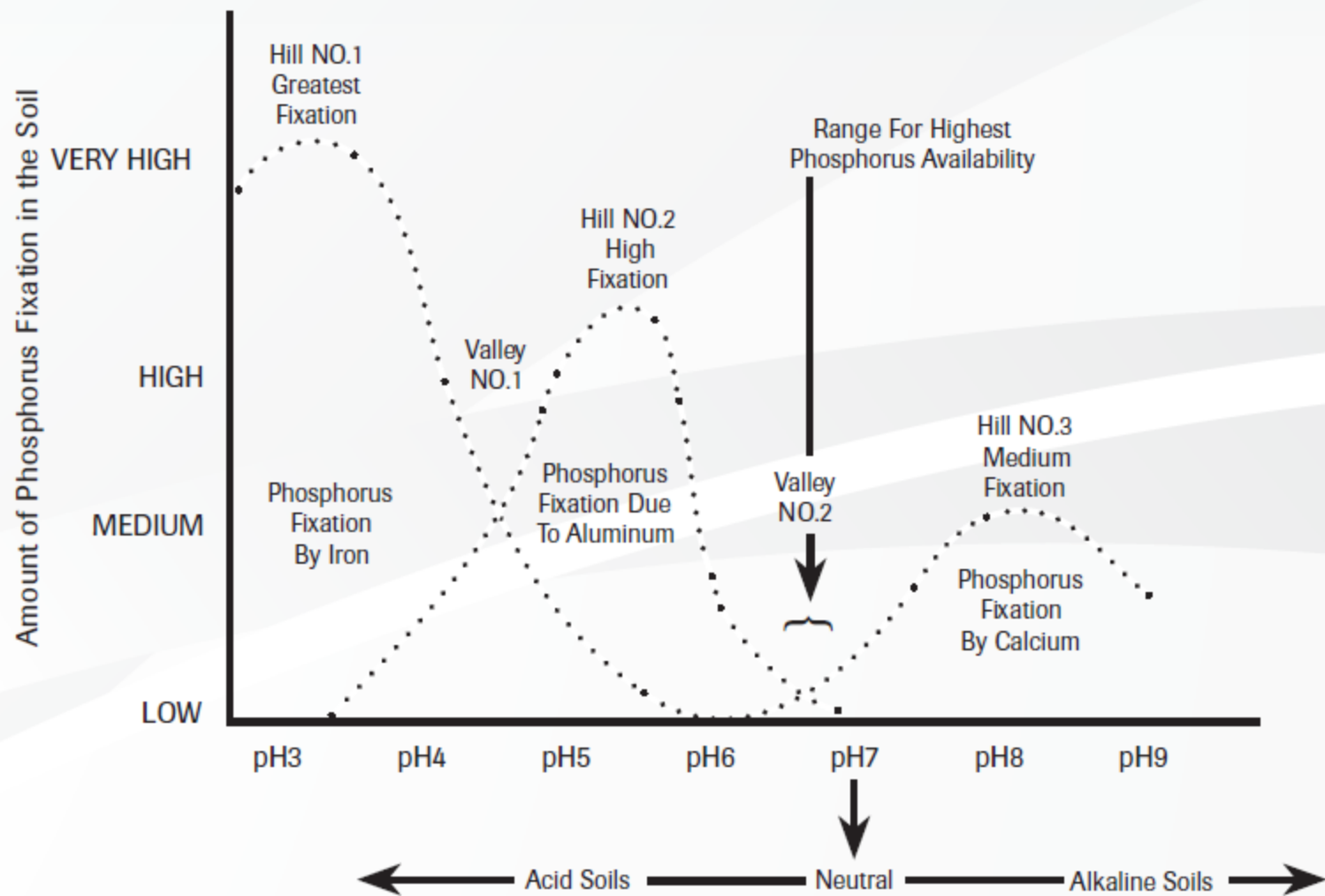
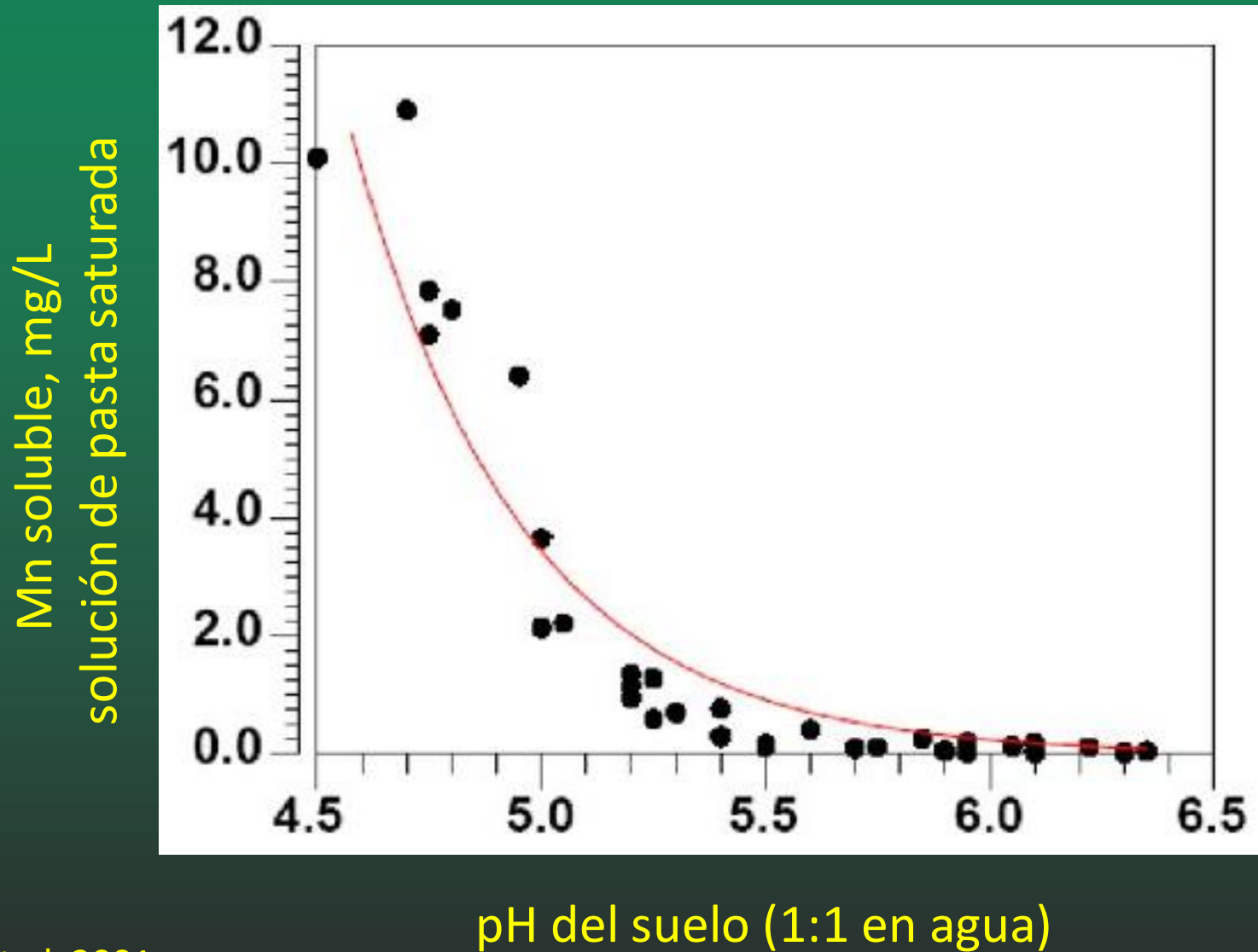


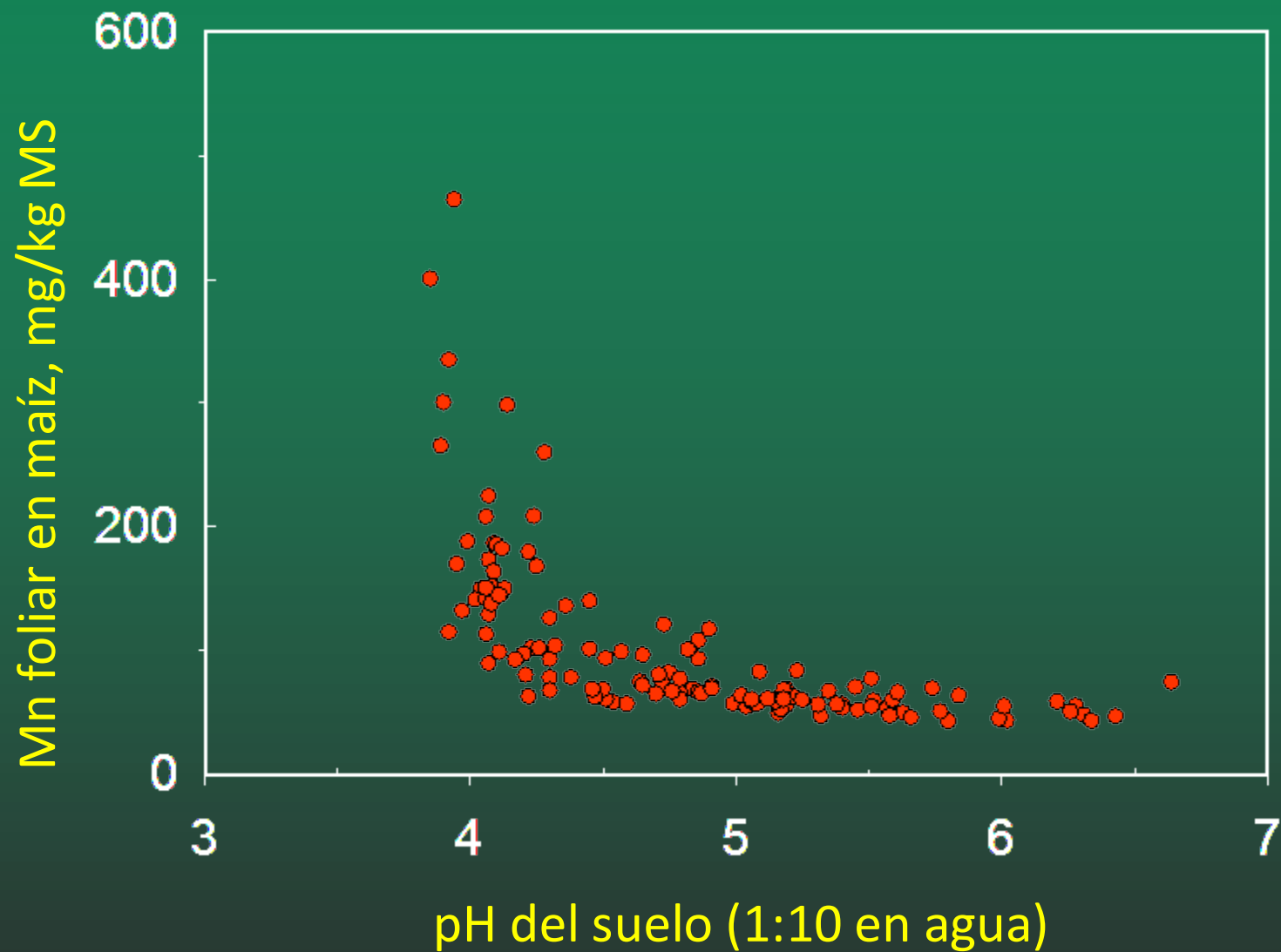
Figure 1. Phosphorus Fixation



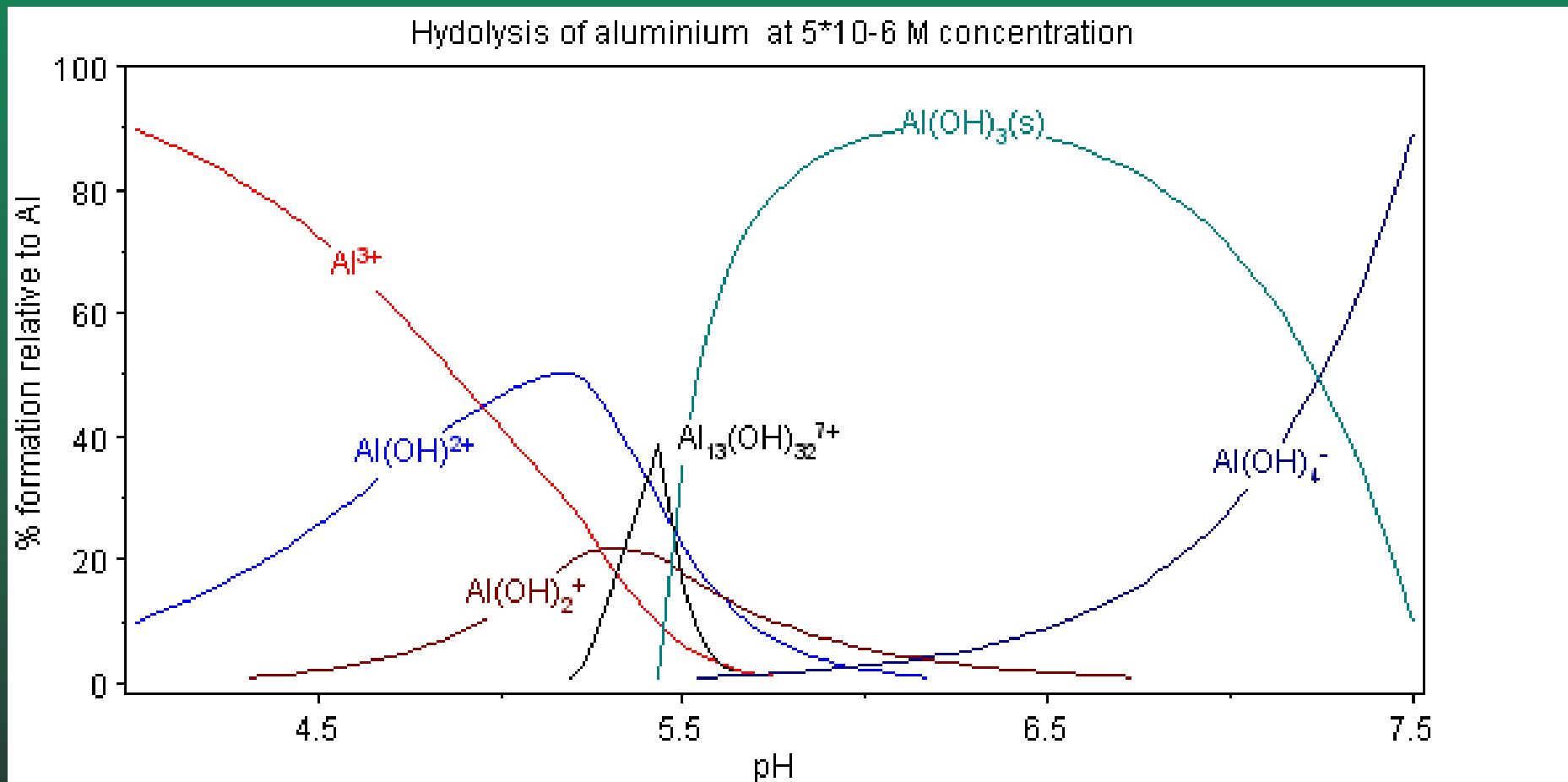
Efecto del pH sobre la solubilidad del Mn en el suelo



Toxicidad de Mn por acidificación de suelo



Formas de Al neutralizadas por enmiendas



ACIDEZ DE LOS SUELOS

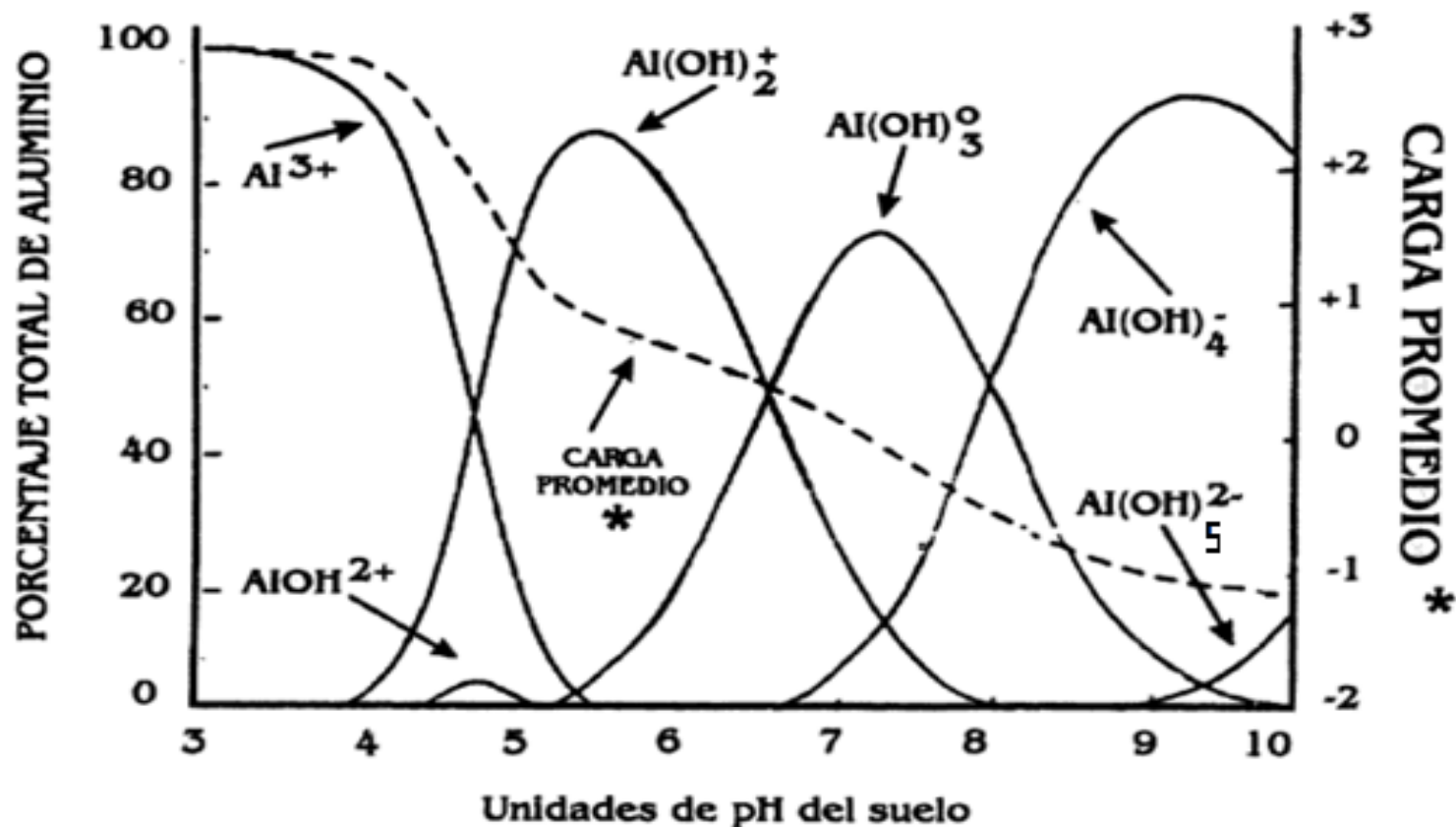


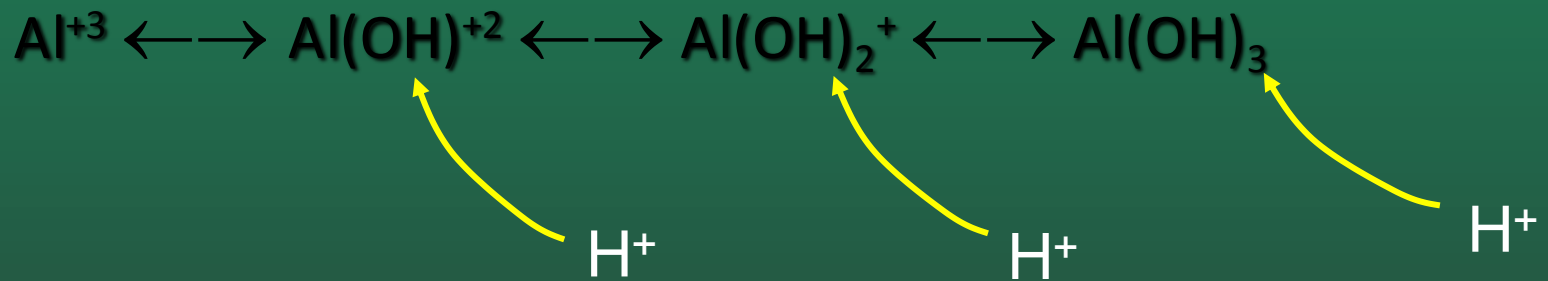
FIGURA 1. Distribución relativa y carga promedio de las formas solubles de aluminio en función de su valor de pH. Concentración iónica: 0,1 molar.

Solubilización de Al por la acidez

Solución del suelo

Tóxico

Insoluble, no tóxico



pH 4

pH 6

Al es anfotérico y entradas de Al a la solución del suelo producen acidez

Enmendado para control de acidez

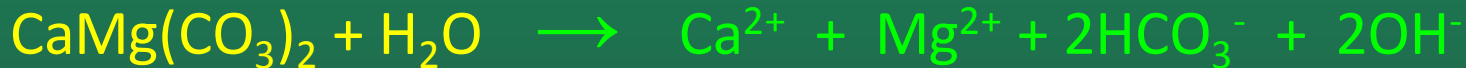
Porqué Utilizar Enmiendas en un suelo ácido?

- ↓ toxicidad de Al y Mn
- ↑ disponibilidad del fósforo (P) nativo
- ↑ respuesta a fertilizantes (N, P y K principalmente)
- ↑ resistencia a plagas y enfermedades
- ↑ crecimiento de los retoños
- ↑ Producción

Enmiendas y sus Efectos Benéficos

Enmienda	Acidez Ext.	Al	pH	Mn	Ca	Mg	S	Ksat	Velocidad	Mesh	Penetración
CaCO_3	↓	↓	✓	↓	✓	X	X	X	baja	Var	10 - 30
$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	↓	↓	✓	↓	✓	✓	X	X	baja	Var	10 - 30
CaO , $\text{Ca}(\text{OH})_2$	↓	↓	✓	↓	✓	X	X	X	Alta	Var	20 - 40
MgO , $\text{Mg}(\text{OH})_2$	↓	↓	✓	↓	X	✓	X	X	Alta	Var	20 - 40
$(\text{CaMg})\text{O}_2$, $(\text{CaMg})(\text{OH})_2$	↓	↓	✓	↓	✓	✓	X	X	Alta	Var	20 - 40
$\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ minado	X	↓	X	↓	✓	✓	✓	✓	Var	Var	60 - 100
$\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ industrial	X	↓	X	↓	✓	X	✓	✓	Alta	Muy fino	60 - 100
Cal Fantástica!!!! Triple Cal de ENLASA	↓	↓	✓	↓	✓	✓	✓	✓	Var	Var	60-100

Reacciones de enmiendas en el suelo



Liberación de P fijado a través del encalado

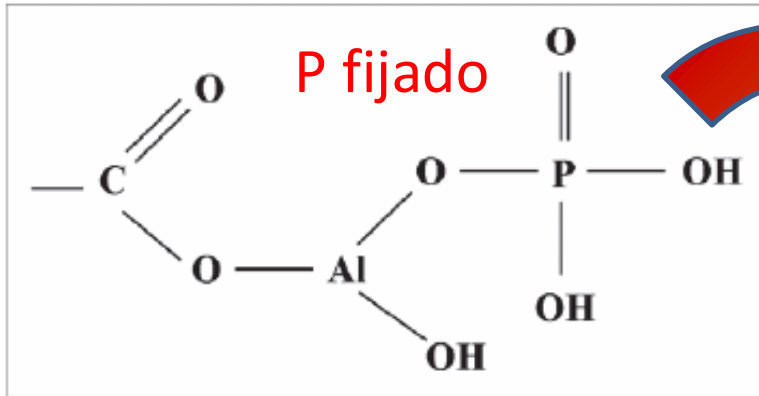
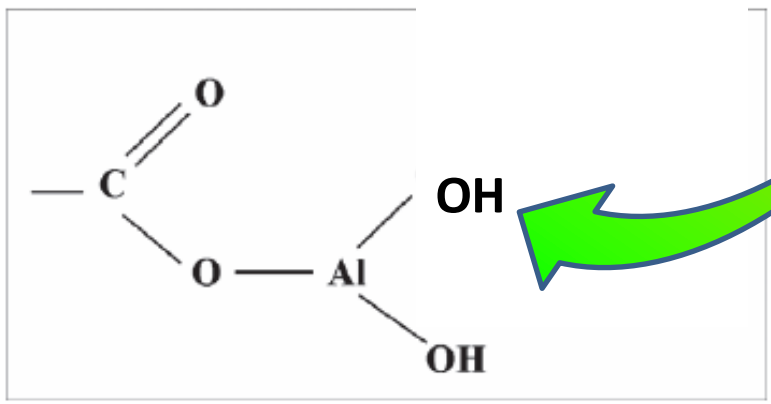


Figura 1. Representación esquemática de la fijación de fósforo en los complejos humus-Al (Sollins, 1991).



+ OH⁻

+ H₂PO₄⁻
P disponible

Reacciones del yeso en el suelo

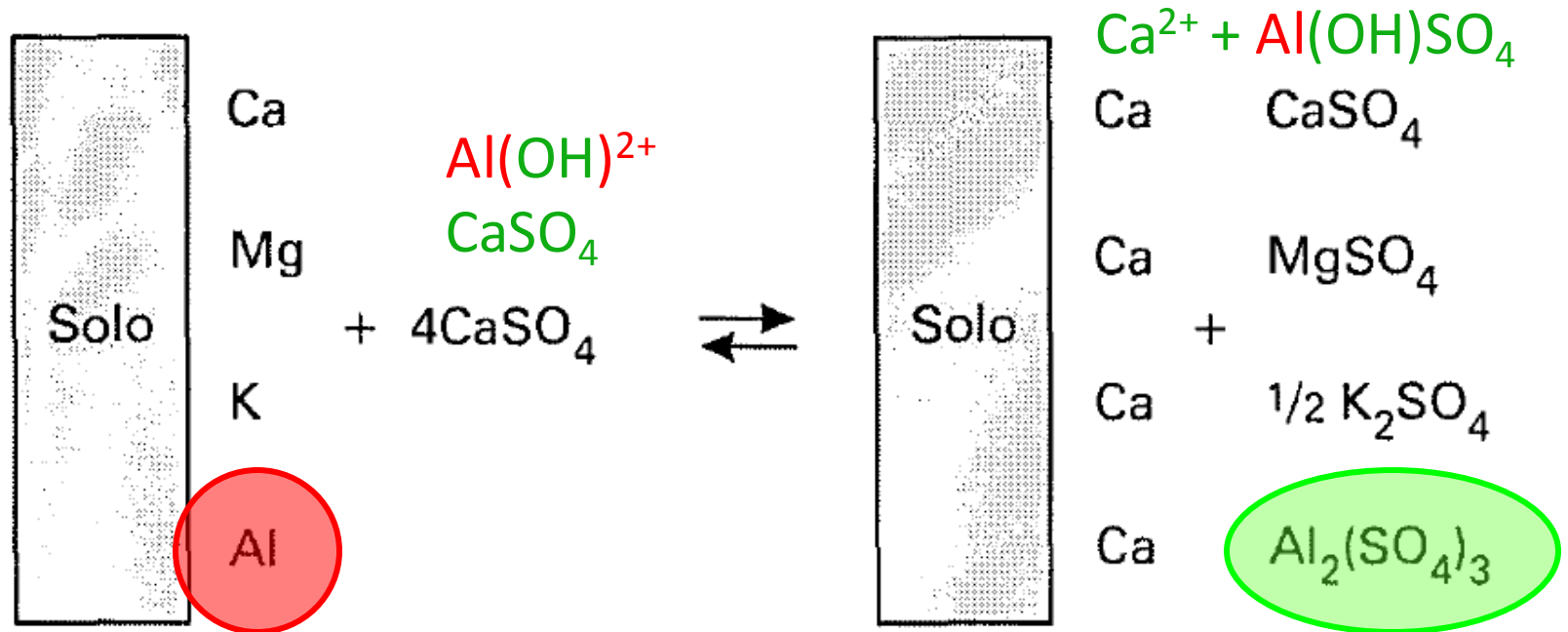


Figura 7.1. Representação da troca de cátions em solos através de sulfato de cálcio.

En suelos ácidos esto ayuda pero si la CICE es baja funciona mejor en compañía de Mg

Las reacciones del SO_4^- con el aluminio son importantes

Tabela 5.2. Espécies químicas de alumínio e crescimento de raízes do cafeeiro cultivado em soluções de CaCl_2 0,01 mol/L e CaSO_4 0,01 mol/L em equilíbrio com dois solos

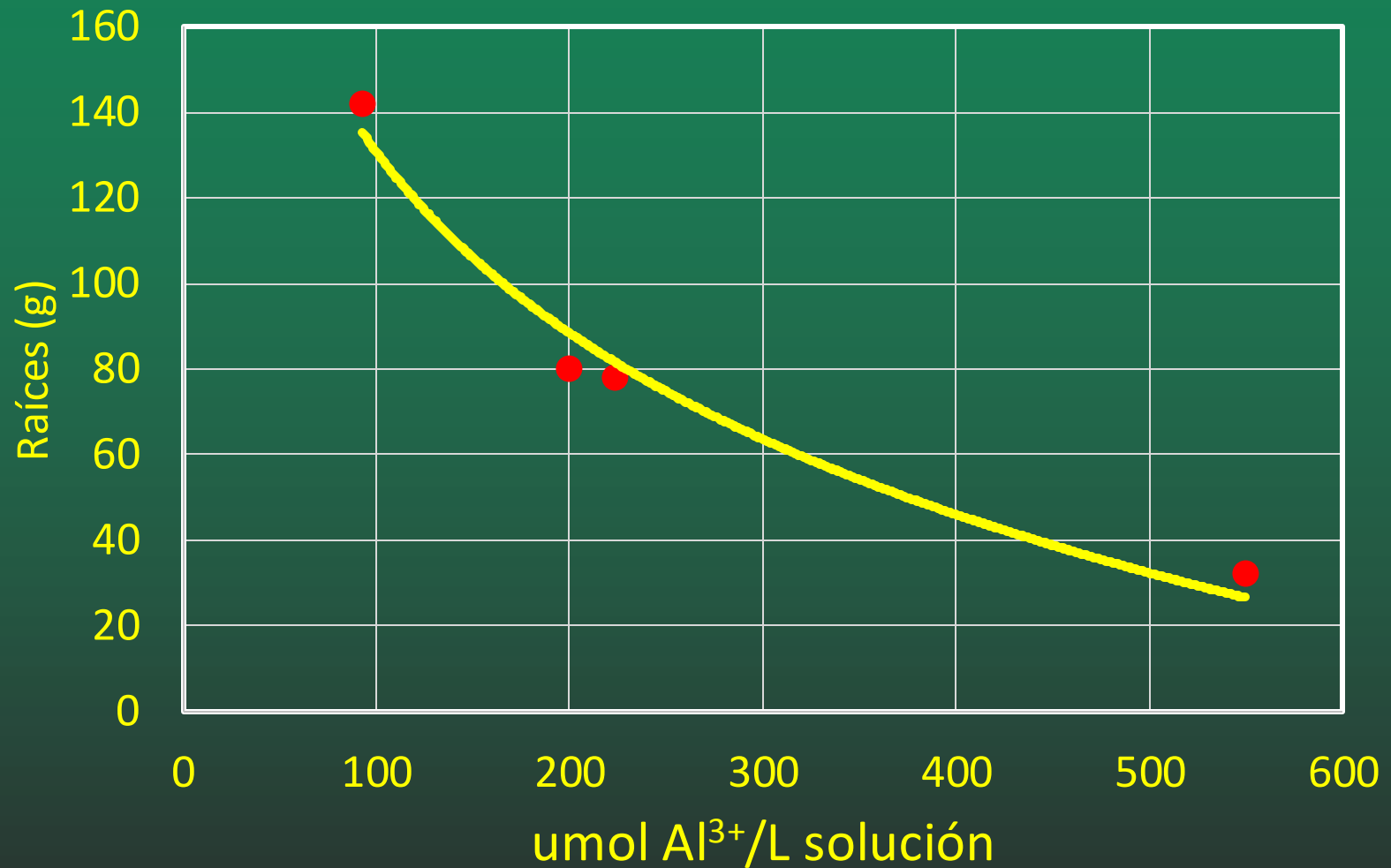
Avaliação	Solo 1		Solo 2	
	CaSO_4	CaCl_2	CaSO_4	CaCl_2
Espécies de alumínio				
Al total, $\mu\text{mol/L}$	604	564	255	214
Al^{3+} , $\mu\text{mol/L}$	223	550	93	200
AlOH^{2+} , $\mu\text{mol/L}$	-	-14	7	14
AlSO^+ , $\mu\text{mol/L}$	338	-	155	-
AlCl^{2+} , $\mu\text{mol/L}$	-	-	-	-
Desenvolvimento das raízes				
Peso das raízes, g/planta	78	32	142	80

Fonte: Pavan (1983).

Implicaciones:

- Menor toxicidad de Al
- Mejor nutrición de Ca para los meristemas radicales
- Menor fijación de P y posiblemente B

Efecto del Al^{3+} sobre la producción de raíces (almácigo de café)



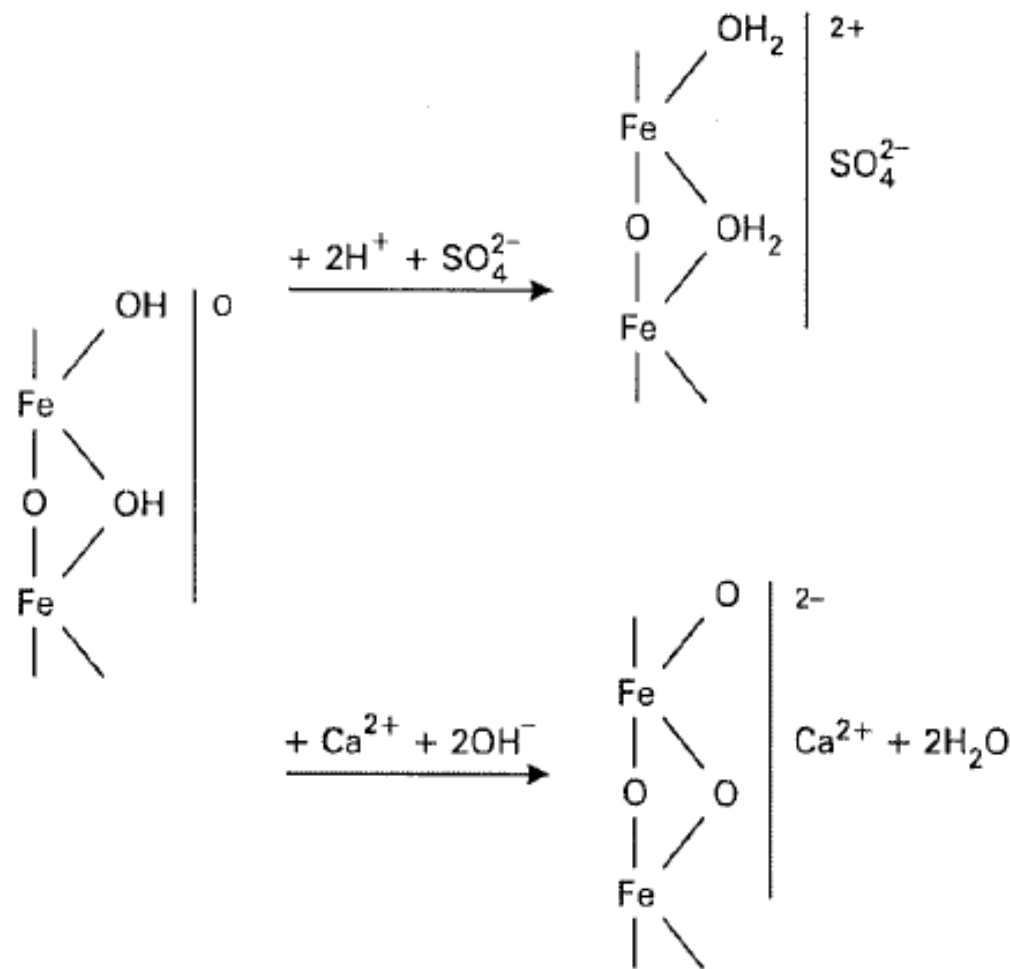


Figura 7.3. Representação esquemática do desenvolvimento de cargas elétricas negativas e positivas em superfície hidratada de óxido de ferro, com retenção de sulfato de cálcio.

El efecto de auto-encalado es casi un tema esotérico en el uso del yeso...

Conclusiones

1. Cualquiera que sea la razón de la acidificación, natural o inducida, los efectos son muy similares y limitan la producción
2. La acidificación extrema, además de inducir problemas de toxicidad de Al y Mn, induce **problemas fisiológicos asociados con alta absorción de amonio** de los cultivos
3. El uso de **fertilizantes amoniacales acidificantes** es una de las mayores limitantes actuales en la agricultura tropical
4. El uso de **cultivos leguminosos** en suelos ácidos es una arma de doble filo que debe ser evaluada cuidadosamente

Conclusiones

5. El uso de materia orgánica y residuos de cosechas como fuentes de nitrógeno son una excelente herramienta para limitar la acidificación extrema de suelos tropicales
6. El desarrollo de programas adecuados de encalado así como el desarrollo de una industria de cal y yeso económicas en la región centroamericana es esencial para la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático
7. La primera línea de defensa contra la acidificación acelerada de suelos tropicales es el incremento en la eficiencia del fertilizante nitrogenado e identificar óptimos físicos para el N en los diversos sistemas de cultivo

Coberturas





Maní forrajero (*Arachis pintoi*) en cacao

Condiciones favorables para el plátano

Canavalia, Mucuna, Kudzú, Maní forrajero, etc

Ventajas:

Reducen insumos (fertilizantes, herbicidas)

Reducen mano de obra para desmalezado

Generan ingresos: venta de semillas y forrajes

Mejorar crecimiento: fertilización de nitrógeno fijado por simbiosis

Reducen erosión en invierno y evaporación en verano

Capturan agua por mejor infiltración

Desventajas:

Mano de obra para su manejo

Semilla cara, requieren menor densidad de siembra

A veces acidifican el suelo por alta fijación de nitrógeno

Plagas? Competencia por agua?

Establecimiento de la plantación

DATOS GENERALES:

- NOMBRE CIENTÍFICO:
(*Musa × paradisiaca*)
- NOMBRE COMUN:
plátano macho,
banano
- FAMILIA:
Musaceae
- ORDEN:
Zingiberales
- GENERO:
Musa



**Originario del
sudeste asiático**

Condiciones favorables para el plátano

Condiciones ecológicas favorables para el desarrollo de las variedades más cultivadas

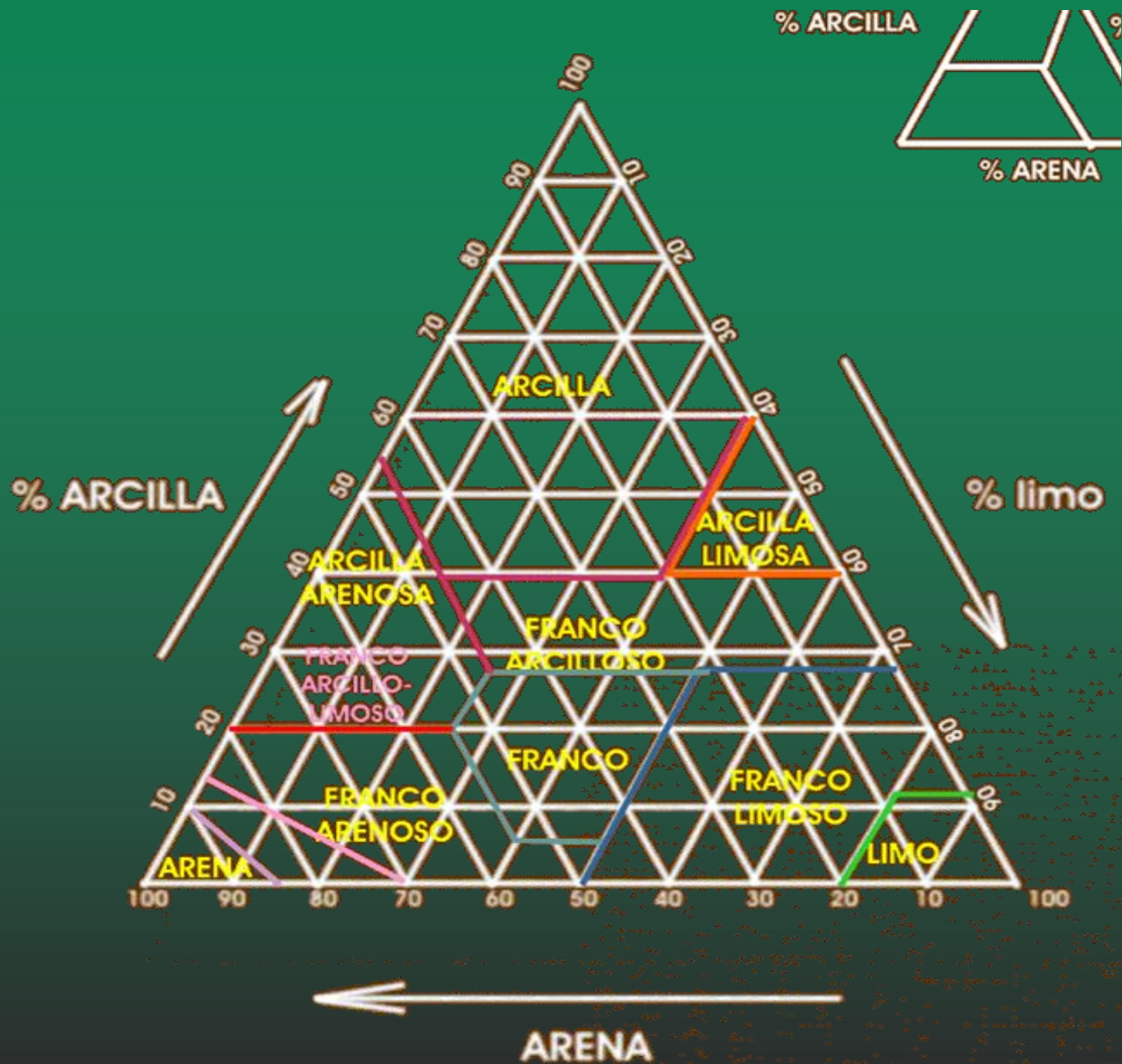
Variedad	Temperatura (°C)	Precipitación (mm anuales)	Altitud (msnm)	pH suelo
Hartón	24 – 27	1.500 – 2.000	0 – 800	5.5 – 6.5
Dominico	20 – 30	1.500 – 2000	0 – 1.400	5.5 – 6.5
Dominico Hartón	15 – 32	1.500 – 2000	0 – 2.200	5.5 – 6.5

Factores de importancia para el manejo del drenaje

Principales variables

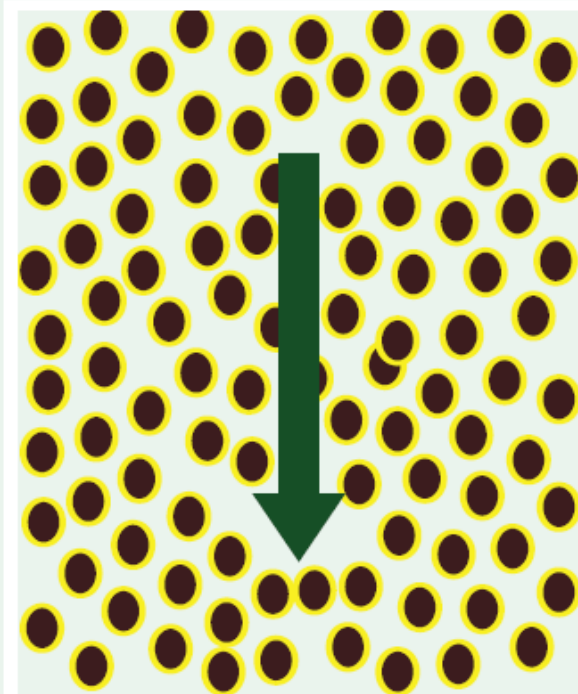
Textura	Pendiente	Nivel Freático	Precipitación
Muy fina (A, AF)	Sin pendiente (< 3%)	> 100 cm	< 1800 mm (riego)
Fina (FA, FAL, FAa)	Leve (3% a 5%)	60 a 100 cm	1800 – 3000 mm
Media (F, FL, FA, F)	Moderada (5% a 10%)	40 a 60 cm	3000 – 4000 mm
Gruesa (Fa, aF)	Alta (10% a 15%)	< 40 cm	> 4000 mm
Muy gruesa (a)	Muy alta (> 15%)		

A = arcilla, L = limo, a = arena, F = franco



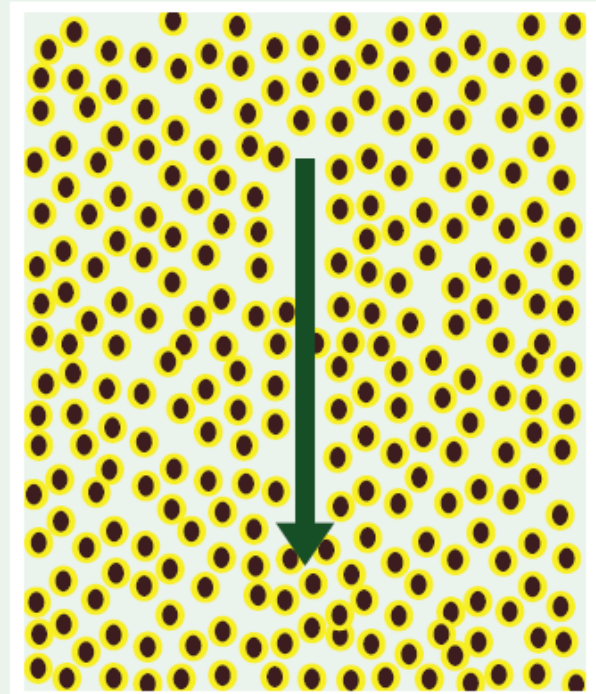
Efecto de la textura sobre el comportamiento del agua del suelo

ARENA



- Porosidad alta
- Permeabilidad alta
- Poca humedad

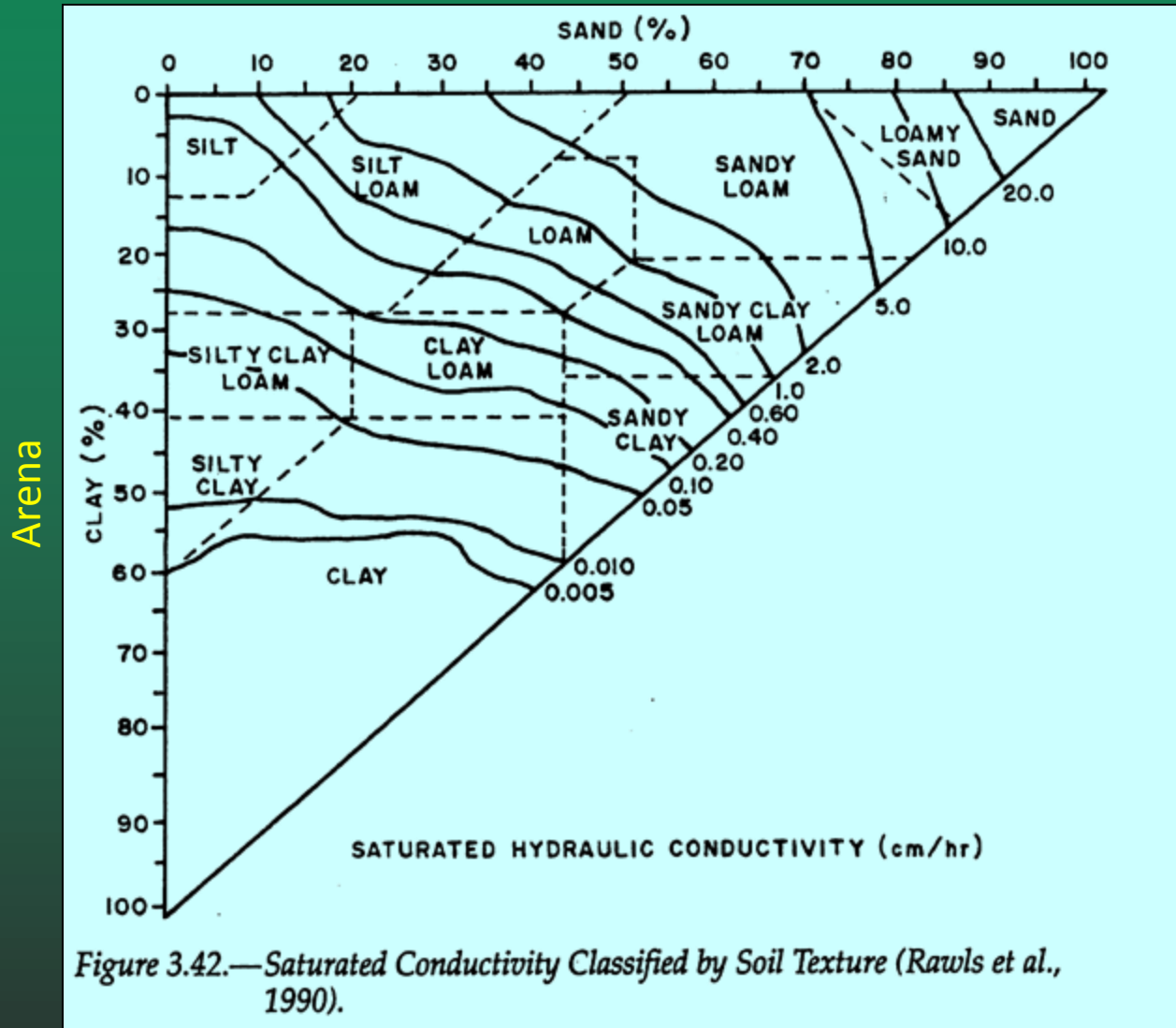
ARCILLA



- Porosidad baja
- Permeabilidad baja
- Mucha humedad

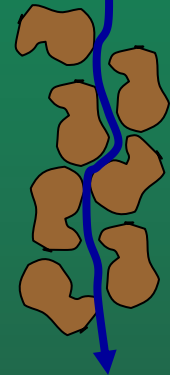
Conductividad Hidráulica

Arena



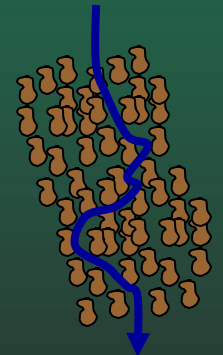
Poros Grandes

Conductividad Alta



Poros Pequeños

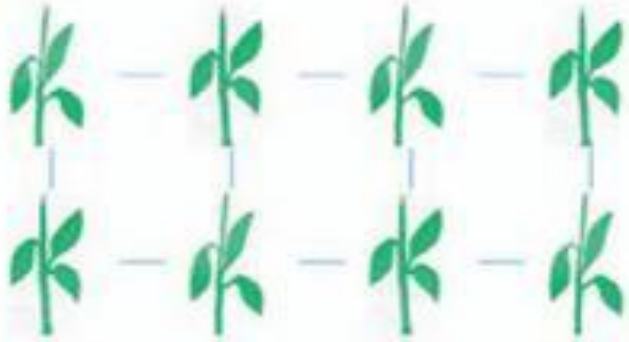
Conductividad Baja



Densidades de siembra y arreglos espaciales

Distancia de Siembra	m²/Planta	Arreglo Espacial	Plantas / Hectárea
2.0 m x 2.0 m	4	Surco sencillo	2500
2.5 m x 1.6 m	4	Surco sencillo	2500
2.75 m x 1.25 m	3.44	Surco sencillo	2909
2.5 m x 1.30 m 3.25	3.25	Surco sencillo	3077
3.0 m x 1.0 m	3	Surco sencillo	3333
3.0 m x 2.0 m x 1.6 m	4	Surco doble	2500
3.5 m x 1.5 m x 1.5 m	3.75	Surco doble	2667
3.0 m x 2.0 m x 1.4 m	3.5	Surco doble	2857
4.0 m x 1.0 m x 1.25 m	3.1	Surco doble	3200
3.0 m x 2.0 m x 1.2 m	3	Surco doble	3333

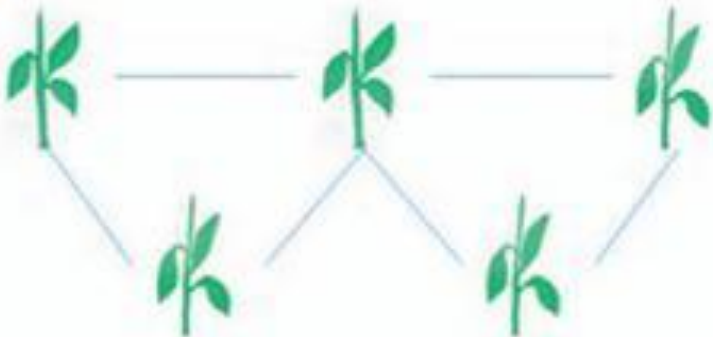
Arreglo espaciales



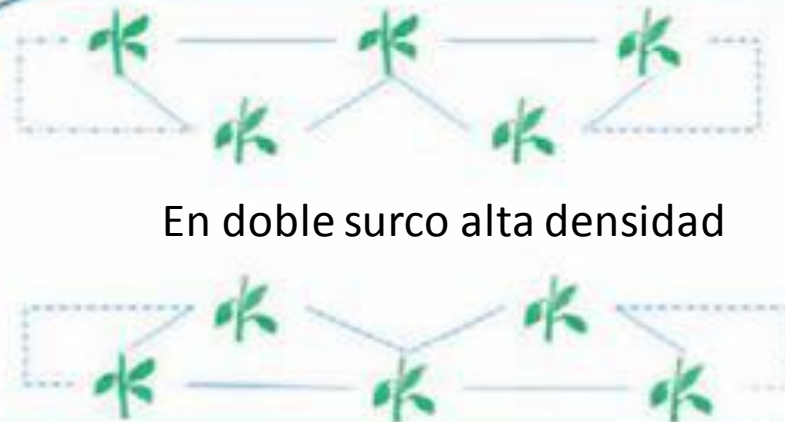
En cuadro alta densidad



En cuadro baja densidad



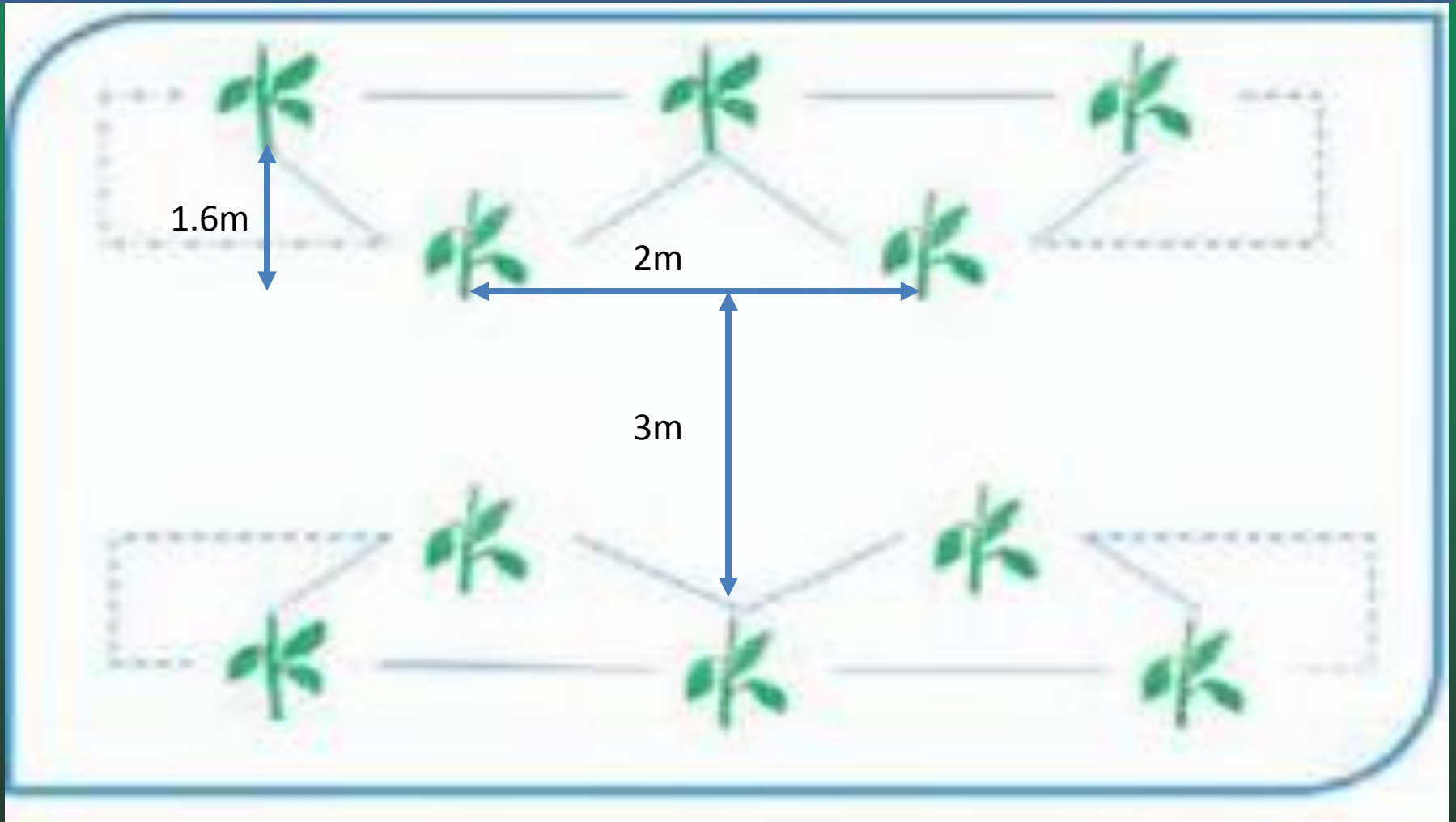
En triángulo equilátero



En doble surco alta densidad

Drenaje para siembras de plátano

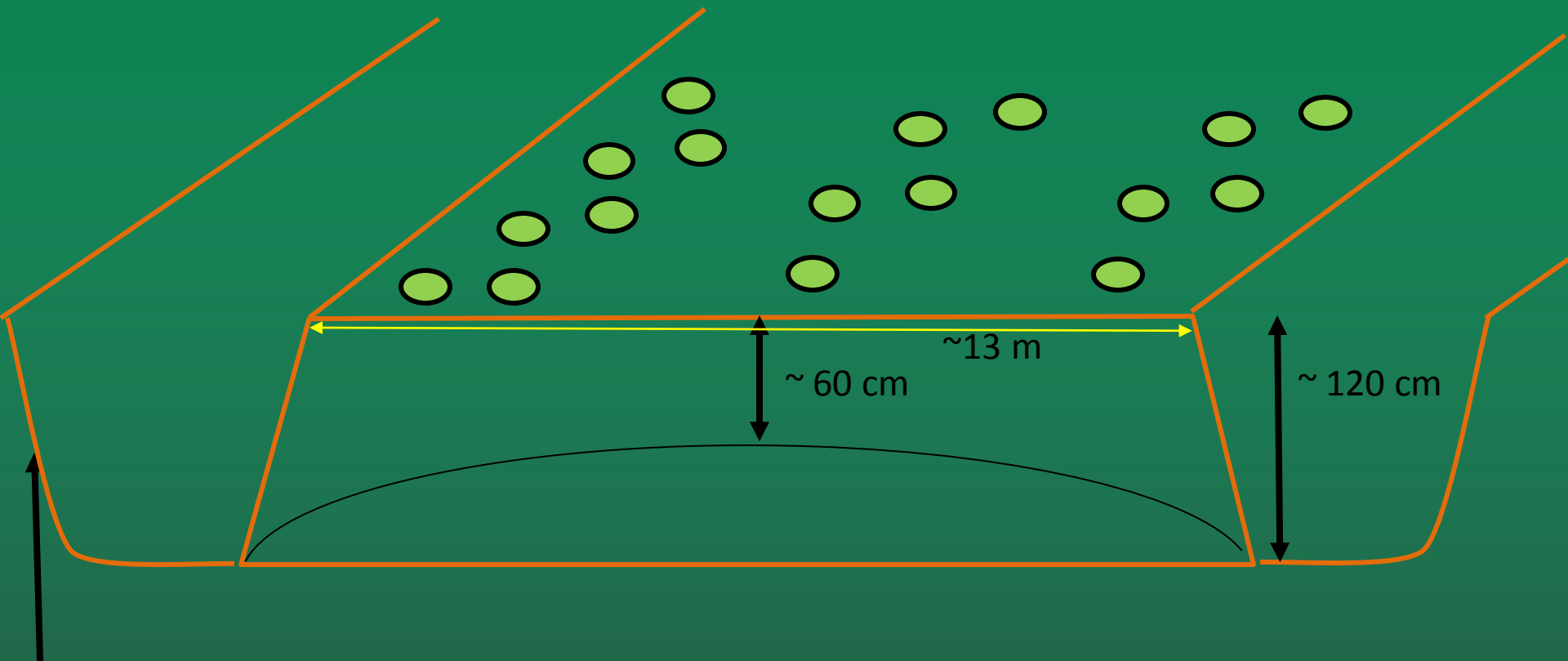
Drenaje ----- (45 a 90% con respecto a la pendiente) ----->



Drenaje ----- (debe profundizar para garantizar tabla de agua a 60 cm en los centros----->



Luis Ulloa, 2014



Ángulo del talud es dictado por la textura
Texturas finas ángulo más alto
Texturas más gruesas ángulo más bajo

Ancho puede variar dependiendo de la textura.

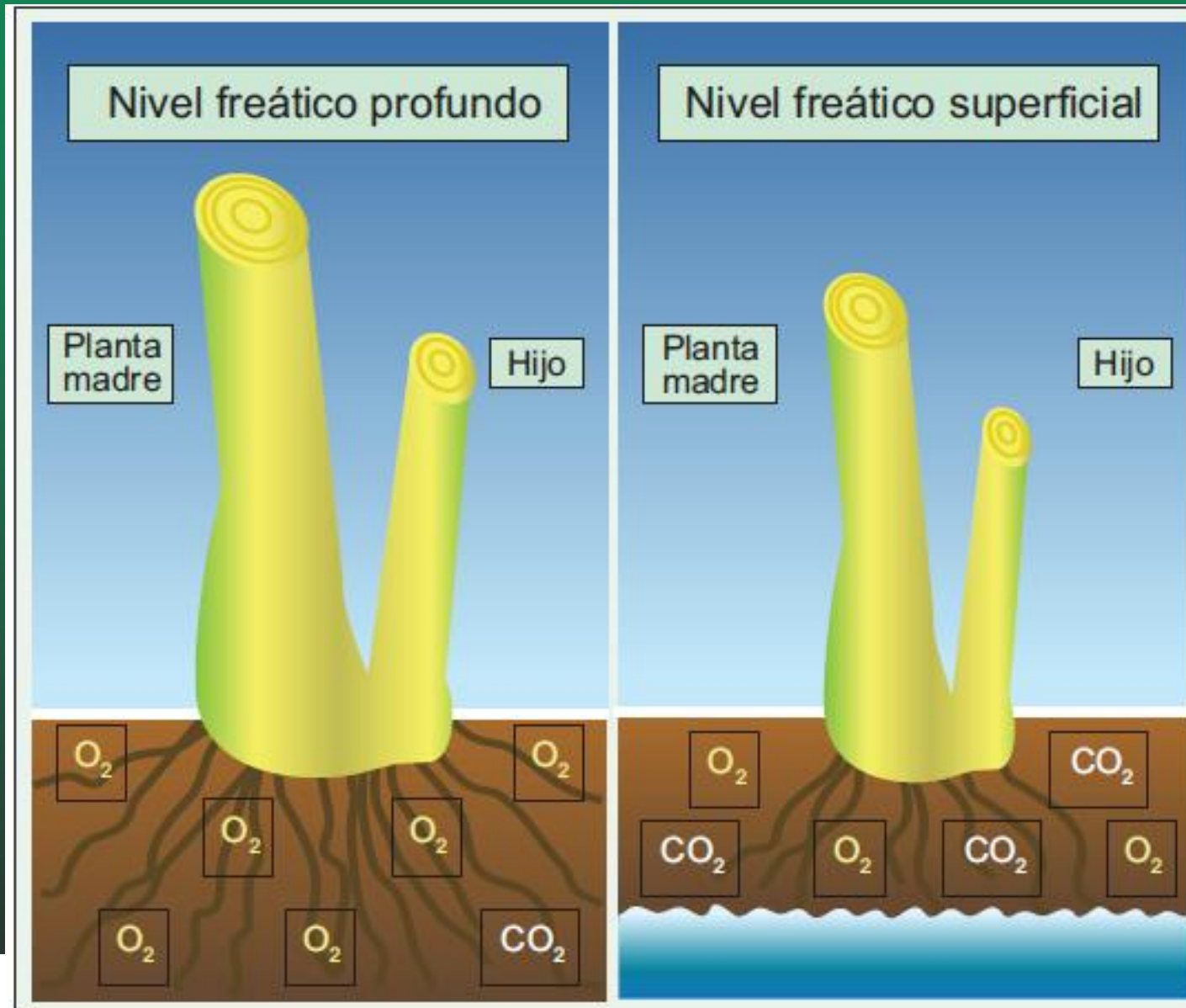
Texturas más gruesas pueden permitir 5 o más calles dobles

Texturas finas permiten 3 o 4 calles dobles

La meta del drenaje es mantener un nivel freático (tabla de agua) < 60 cm

Subsuelo de drenajes debe distribuirse en los callejones

Impacto de la aireación del suelo sobre las raíces y la planta

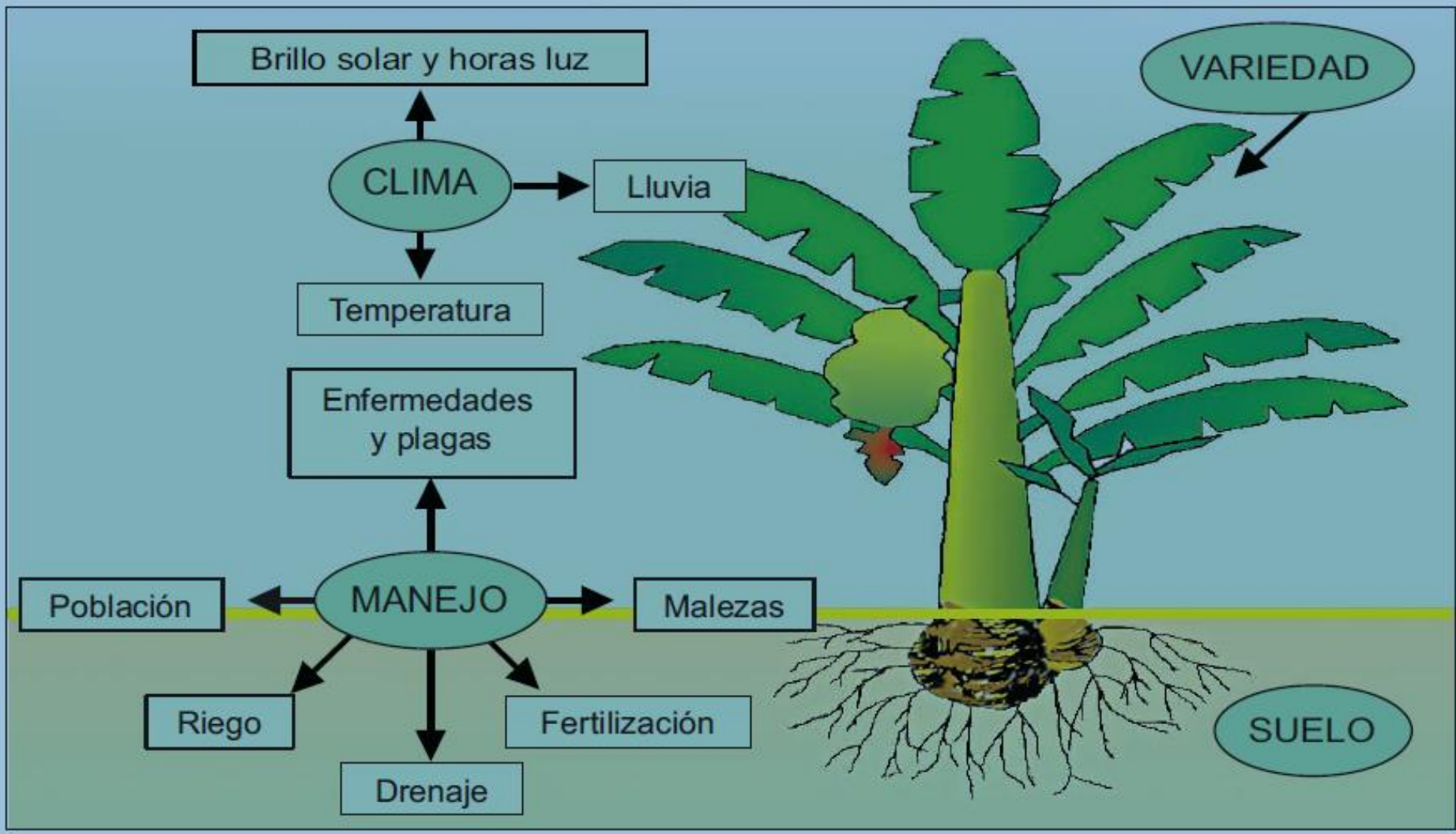


Nutrición

Aspectos a considerar

- Objetivo de la plantación
- Análisis de suelos
- Origen del suelo (volcánico, aluvial, etc)
- Tipo de fertilizante disponible
- Costo del fertilizante
- Forma de fertilizar
- Dosis y frecuencia

Relaciones Clima – Manejo – Suelo – Planta en la producción de plátano

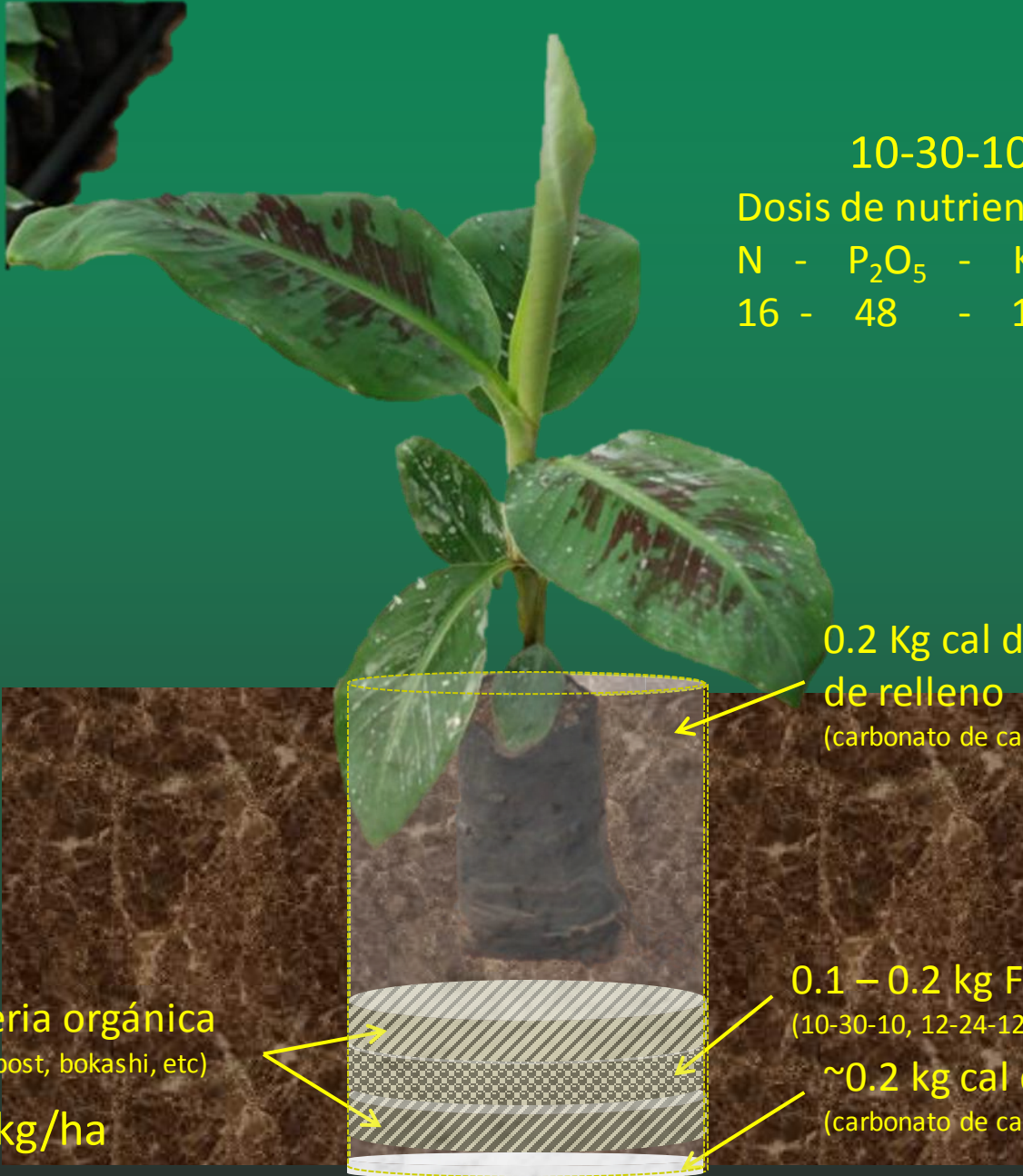




Cómo fertilizar para pasar de plántula a racimo eficientemente?

Qué hay en el suelo?
Qué necesita la planta?
Qué puedo aplicar?
Cuándo aplicarlo?
Cuánto cuesta?

Fertilización a la Siembra



10-30-10 y cal dolomítica
Dosis de nutrientes (kg/ha) en 10/30/10
N - P₂O₅ - K₂O - Ca - Mg
16 - 48 - 16 - 69 - 42

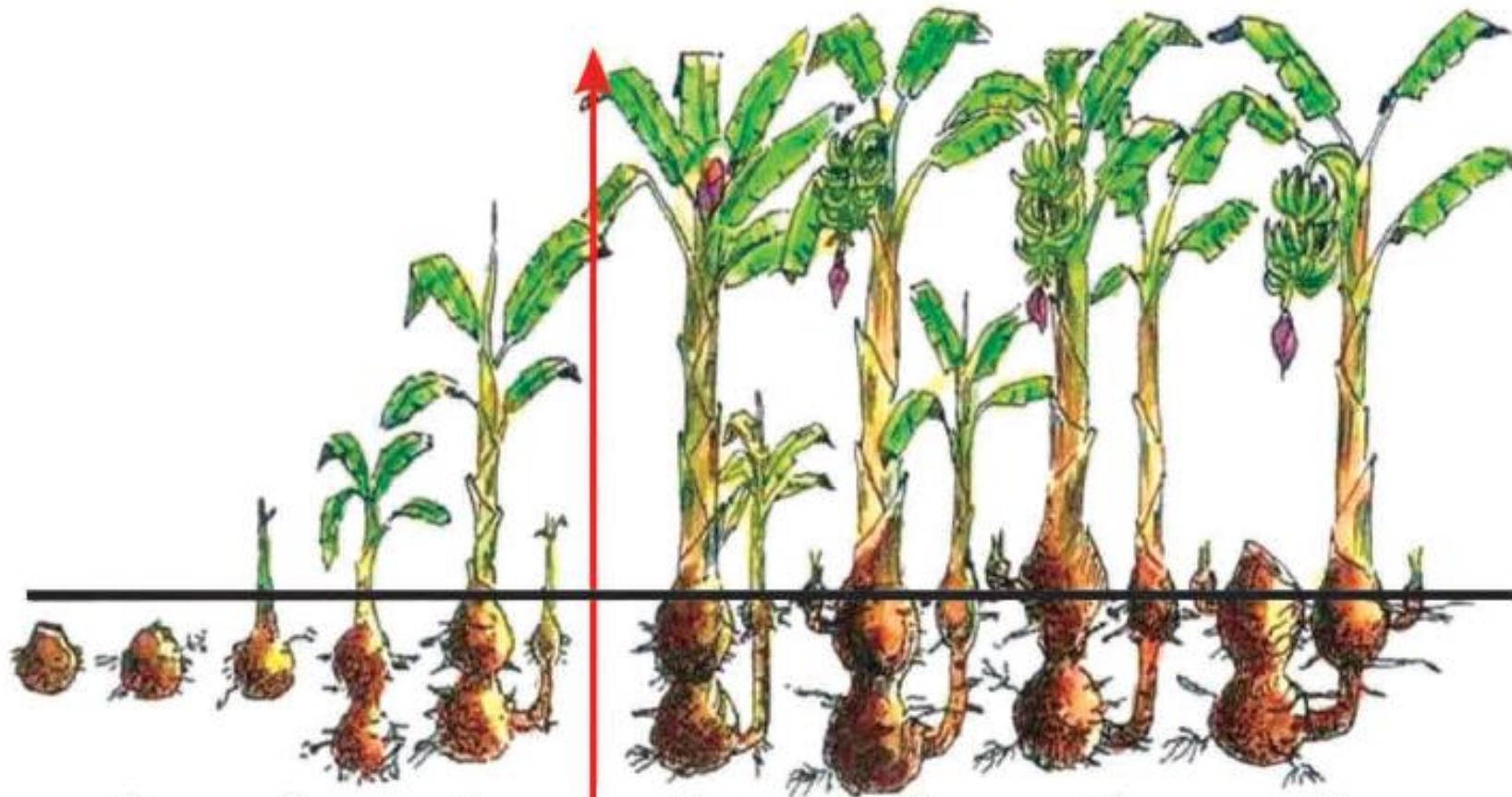
0.2 Kg cal dolomítica en tierra de relleno
(carbonato de calcio y magnesio)

0.1 – 0.2 kg Fertilizante fosforado
(10-30-10, 12-24-12, MAP, DAP)

~0.2 kg cal dolomítica
(carbonato de calcio y magnesio)

~0.5 kg materia orgánica
(hojas secas, compost, bokashi, etc)

~320 kg/ha



Meses

0

2

6

9

10

12

15

Fertilización

Materia orgánica

25%

50%

25% →

Luego cada 4 meses

25% →

Arvenses

Época crítica
(Mantener libre el plato)

Manejo integrado

Cuadro 18. Dosis de fertilización de banano de acuerdo con los resultados del análisis de suelos.

Nutrimento	---- Nivel en el suelo ----		
	Bajo	Medio	Alto
Fósforo (mg/kg)	< 10	10-20	> 20
kg P ₂ O ₅ /ha/año	100	50	0
Potasio [cmol(+)/kg]	< 0.2	0.2-0.5	>0.5
kg K ₂ O/ha/año	700	600	500
Calcio [cmol(+)/kg]	< 3	3-6	>6
kg CaO/ha/año	1160	560	0
Magnesio [cmol(+)/kg]	< 1	1-3	> 3
kg MgO/ha/año	200	100	0
Nitrógeno	Indiferente		
kg N/ha/año	350-400		

TABLA No. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA Y ANÁLISIS QUÍMICOS DEL PERFIL C-49

PROFUNDIDAD cm	NOMENCL.	GRANULOMETRÍA			CLASE TEXTURAL	GRAVILLA %	pH 1:1	MATERIA ORGÁNICA		FOSFORO (ppm)
	HORIZONTE	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %				C.O %	M.O %	
0 - 10		72,0	18,0	10,0	FA	0,0	5,2	1,7	3,2	55,00
10 - 28		72,0	18,0	10,0	FA	0	5,0	1,7	3,2	21,0

PROFUNDIDAD cm	NOMENCL.	COMPLEJO DE CAMBIO (meq/100 g)								SBA %
	HORIZONTE	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	
0 - 10		8,9	5,0	3,9	2,9	2,4	0,40	0,05	0,10	32,6
10 - 28		9,7	6,1	3,6	1,6	1,00	0,40	0,10	0,10	16,5

1. CUÁNTO FERTILIZANTE SE DEBE APLICAR

Para determinar la cantidad necesaria de fertilizante para aplicar al suelo se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Interpretación del análisis del suelo.
- Extracción de nutrientes por el cultivo del plátano.

Una hectárea de cultivo de plátano extrae las siguientes cantidades de nutrientes:

- Nitrógeno: 220 Kg.
- Fósforo: 105 Kg.
- Potasio: 430 Kg.
- Calcio: 220 Kg.
- Magnesio: 60 Kg.
- Azufre: 30 Kg.
- Boro: 4.6 Kg.
- Zinc: 2.2 Kg.
- Cobre: 1.5 kg.

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES GENERALES DEL PLÁTANO

PARA LA PRODUCCION DE 28 TON DE FRUTA, SE
REQUIEREN (Kg./Ha):

NITRÓGENO (N)	142
FÓSFORO (P ₂ O ₅)	39
POTASIO (K ₂ O)	1826
CALCIO (CaO)	327
MAGNESIO (MgO)	68

EXCESIVO... Se debe tener un criterio técnico para tomar
decisiones... Claramente se observa un negocio con el Potasio.

Cantidad de nutrientes extraídos por una hectárea de plátano

Nutrientes	kg	Nutrientes	kg	Nutrientes	kg
Nitrógeno	220	Fósforo	110	Potasio	440
Calcio	110	Magnesio	80	Azufre	30
Boro	5	Zinc	5	Cobre	5

Dosis Típicas para fertilización de Plátano

100-50-50 en el primer año (desarrollo) y

200N-75P₂O₅-150K₂O por año Vázquez y Pérez, 2004 Plátano México

Fertilización fraccionada cada seis meses

125N - 15P - 400K por año Vegas y Rojas, 2011 Banano Perú

10kg Ca y 20 kg Mg

300N – 0 - 600 K₂O Aristizábal, 2010 Plátano Colombia

Fertilización fraccionada cada 3 meses

Resumen:

150 – 300 kg N en 6 rondas por año junto con el potasio

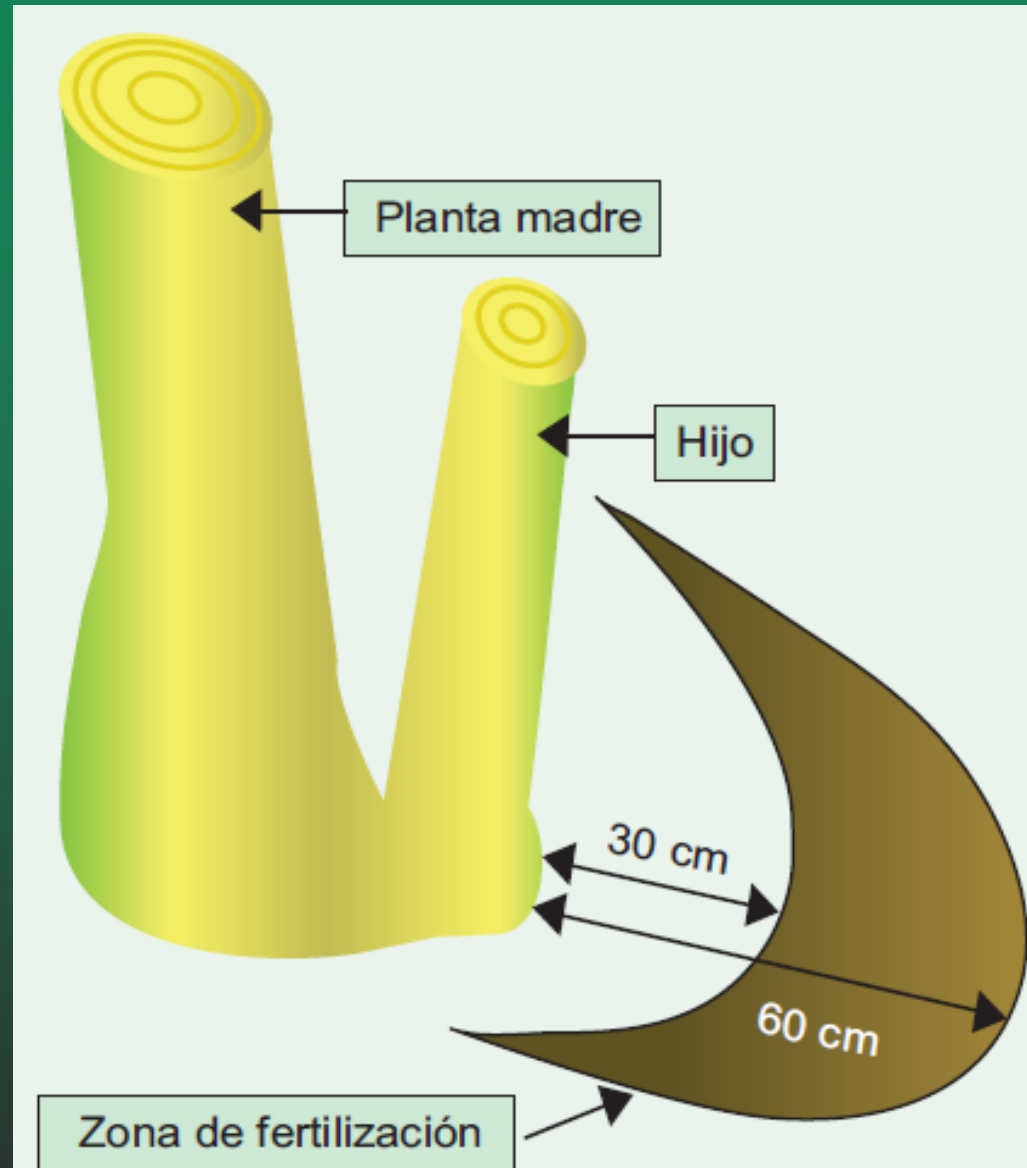
200 – 400 kg de K₂O en 6 rondas por año junto con el nitrógeno

25 – 50 kg de P₂O₅ - 2 rondas por año, enterrado con materia orgánica

500 a 1000 kg de cal dolomítica por ha en 2 a 4 rondas de aplicación

SE DEBE TENER UN CRITERIO
TÉCNICO PARA TOMAR DECISIONES

Zona de fertilización en función de la relación madre-hijo en plátano



Cuadro 12. Datos fenológicos y de producción de cada estación de muestreo de una finca de la Zona Atlántica de Costa Rica.

Muest.	Circunf. pseudotallo cm	Altura planta, cm	Número total, plantas/ha	Número unidades reales/ha	Retorno anual, (racim./cepa)	Número de manos	Relación caja/racim.	Rendimiento estimado caja/ha/año	Estado de la plantación
1	79.2	395	1,800	1,428	1.48	9.6	1.44	3,043	Muy buena
2	85.4	416	1,720	1,343	1.48	8.6	1.21	2,405	Buena
3	82.1	398	1,640	1,258	1.52	8.1	1.10	2,103	Buena
4	67.1	368	1,720	1,428	1.48	7.0	0.98	2,071	Regular
5	57.7	298	1,840	1,088	1.38	6.0	0.69	1,036	Pobre
6	55.0	302	1,720	612	1.43	5.3	0.69	604	Muy pobre

AGRIMINS[®]
GRANULADO

AGRIMINS[®]
POLVO

MICROMATE 1[®]
GRANULADO

MICROMATE 2[®]
GRANULADO

FLORAMAG[®]
GRANULADO

PRODUMAG[®]
GRANULADO

**SULFO
ZINC 28 %[®]**
GRANULADO

Klip
ZINC[®]

Klip
BORO[®]

Nutrifoliar[®]

HORMONAGRO 1[®]

Nutrimins[®] 20 - 0 - 0
+ Secundarios y Menores

Top
SULs.c.[®]

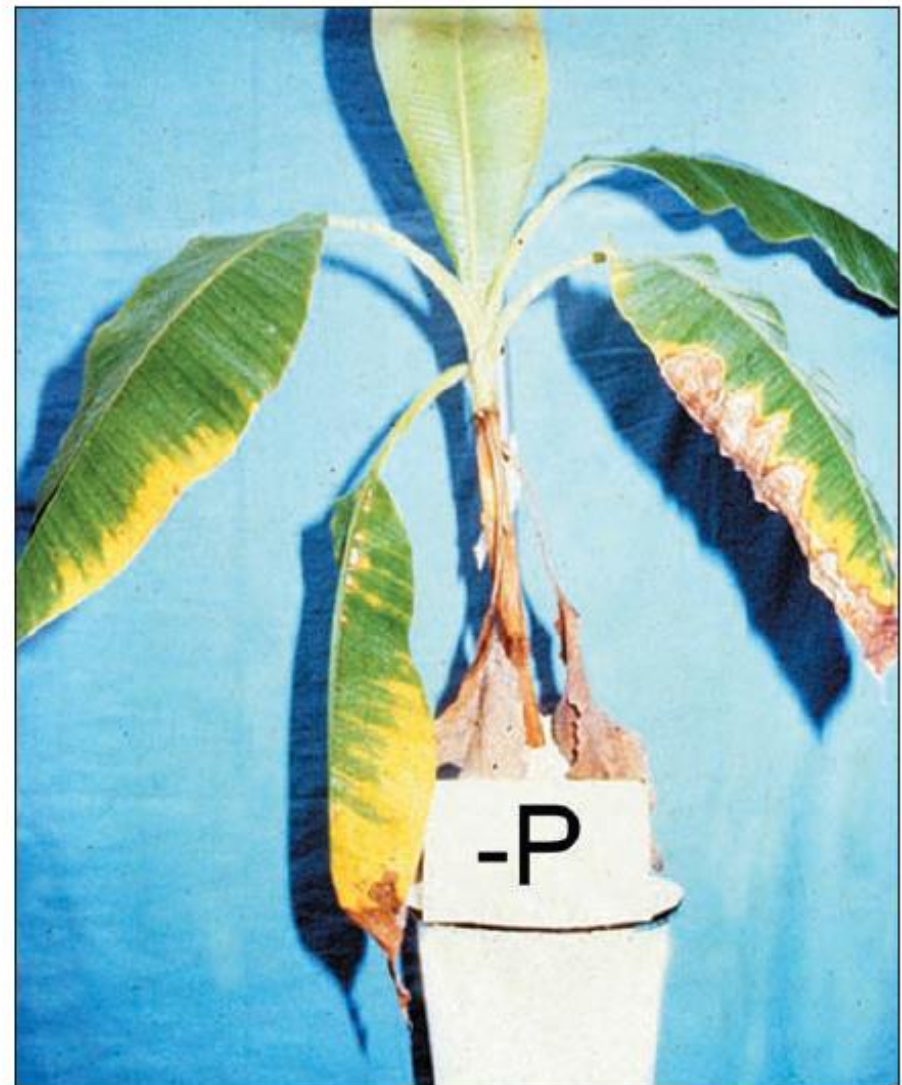
Top
COP[®]

DEFICIENCIAS EN PLÁTANO

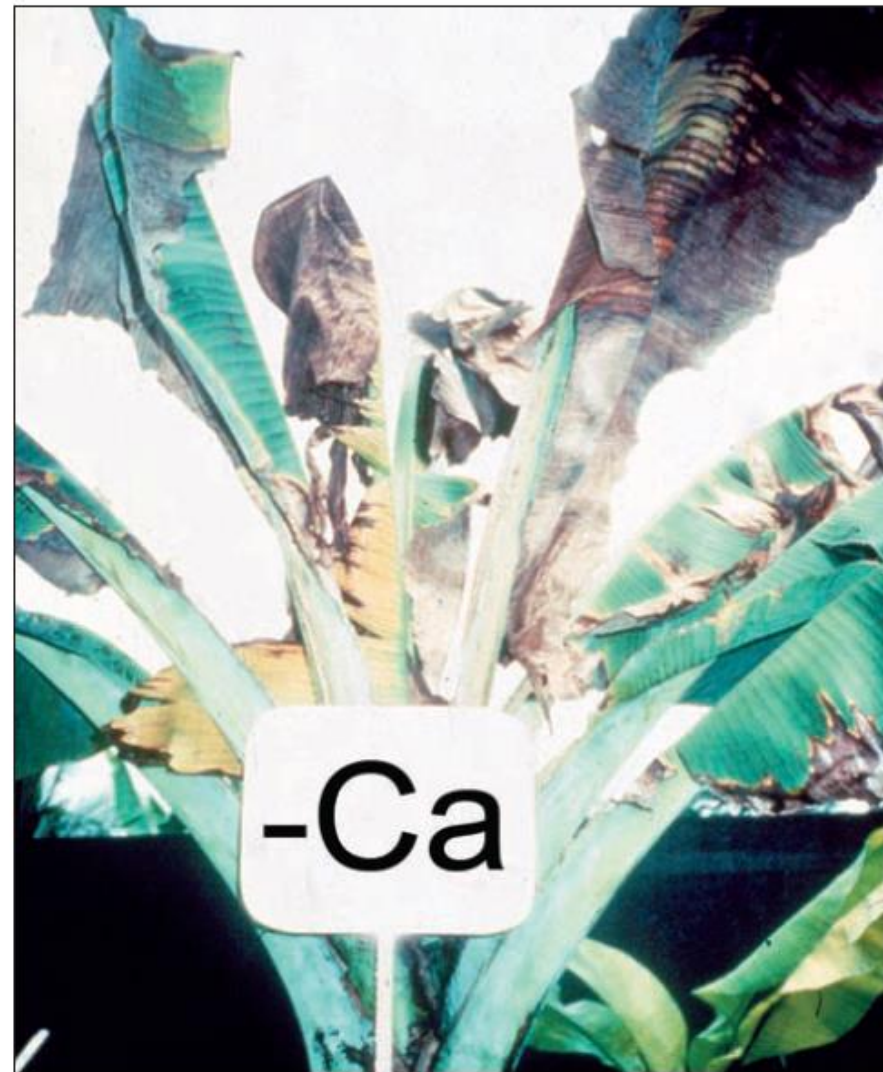
Deficiencias de Potasio (K)



Deficiencias de Fósforo (P)



Deficiencias de Calcio (Ca)



Deficiencias de Magnesio (Mg)



Deficiencias de Azufre (S)



Deficiencias de boro (B)



Muestreo de suelos y foliar

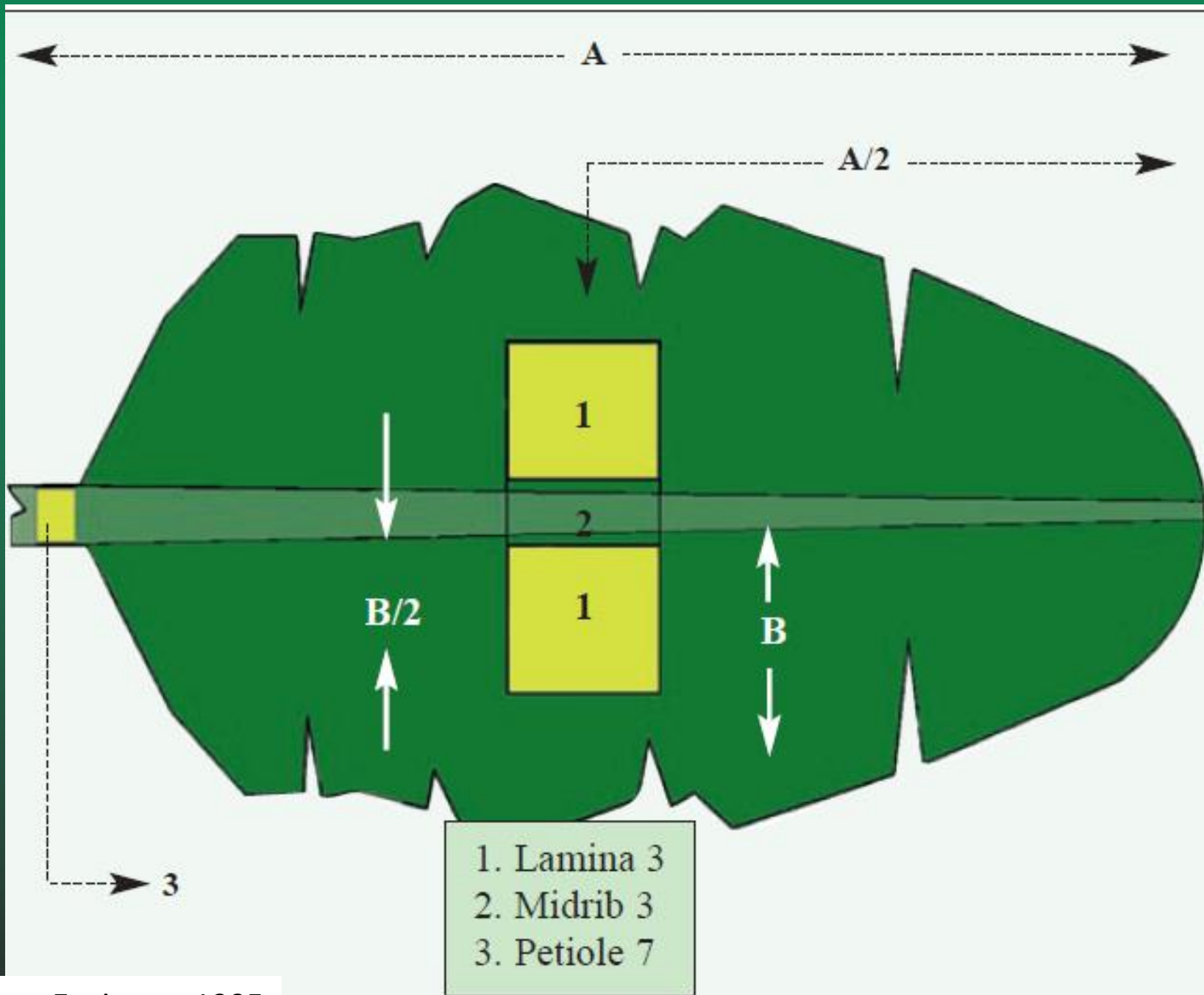


Tabla 1. Niveles críticos tentativos en diferentes tejidos de plantas de banano completamente desarrolladas (Lahav y Turner, 1992).

Nutriente		Lámina (Hoja 3)	Nervadura central (Hoja 3)	Pecíolo (Hoja 7)
N	(%)	2.6	0.65	0.4
P	(%)	0.2	0.08	0.07
K	(%)	3.0	3.0	2.1
Ca	(%)	0.5	0.5	0.5
Mg	(%)	0.3	0.3	0.3
Na	(%)	0.005	0.005	0.005
Cl	(%)	0.6	0.65	0.7
S	(%)	0.23	-	0.36
Mn	(mg/kg)	25	80	70
Fe	(mg/kg)	80	50	30
Zn	(mg/kg)	18	12	8
B	(mg/kg)	11	10	8
Cu	(mg/kg)	9	7	5
Mo	(mg/kg)	1.5-3.2	-	-

Datos basados principalmente en investigación con la variedad Cavendish Enano. Algunos valores difieren en otros cultivares.

Referencias:

- López, A. y J. Espinoza. 1995. Manual Nutrición y Fertilización del Banano. Corporación Bananera Nacional – International Plant Nutrition Institute. La Rita de Pococí, CR.
- Palencia, G.E., R. Gómez y J.E Martín. 2006. Manejo Sostenible del Cultivo del Plátano. CORPOICA – Gobernación de Boyacá – CorpoBoyacá. Bucaramanga, Colombia.
- Harrison, R. 2007. Principles of Environmental Chemistry. Cambridge (GB) : The Royal Society of Chemistry. 363 p. ISBN 9780854043712.
- Ulloa, L. 2014. Establecimiento, manejo y producción de plátano. Presentación de Slideshare: <https://www.slideshare.net/LuisUlloa5/establecimiento-manejo-y-produccion-de-pltano>. Verificado: Agosto 2017.
- Escobar, K.Y. 2014. Plátano. Presentación de Slideshare: <https://www.slideshare.net/KEIDYYUDITHECOBAR/platano-35326732>. Verificado: Agosto 2017.
- Flores, C. 2013. Plan de fertilización del cultivo del plátano. Presentación de Slideshare: <https://www.slideshare.net/jafethoyosynuma/156036518-plandefertilizacionenplatano>. Verificado: Agosto 2017.
- Fundación Wiracocha. 2015. Hablemos del Suelo. Video en YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=mXoR0-c55II>. Verificado: Agosto 2017.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi – Subdirección de Agrología. 2014. Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento de Casanare, escala 1.100.000. 423 p. Imprenta Nacional de Colombia. Bogotá.

Referencias:

FAO. 2017. Renovación de plantaciones de plátano cambiando la época y sistema de siembra. Artículo en línea: <http://teca.fao.org/es/read/8339>. Verificado: Agosto 2017.

Grupo HAIFA. 2017. Recomendaciones nutricionales para BANANA. Artículo en línea: http://www.haifa-group.com/thai/files/Spanish_website/Publications/Banana_Spanish.pdf. Verificado: Agosto 2017.

Algunas referencias de videos:

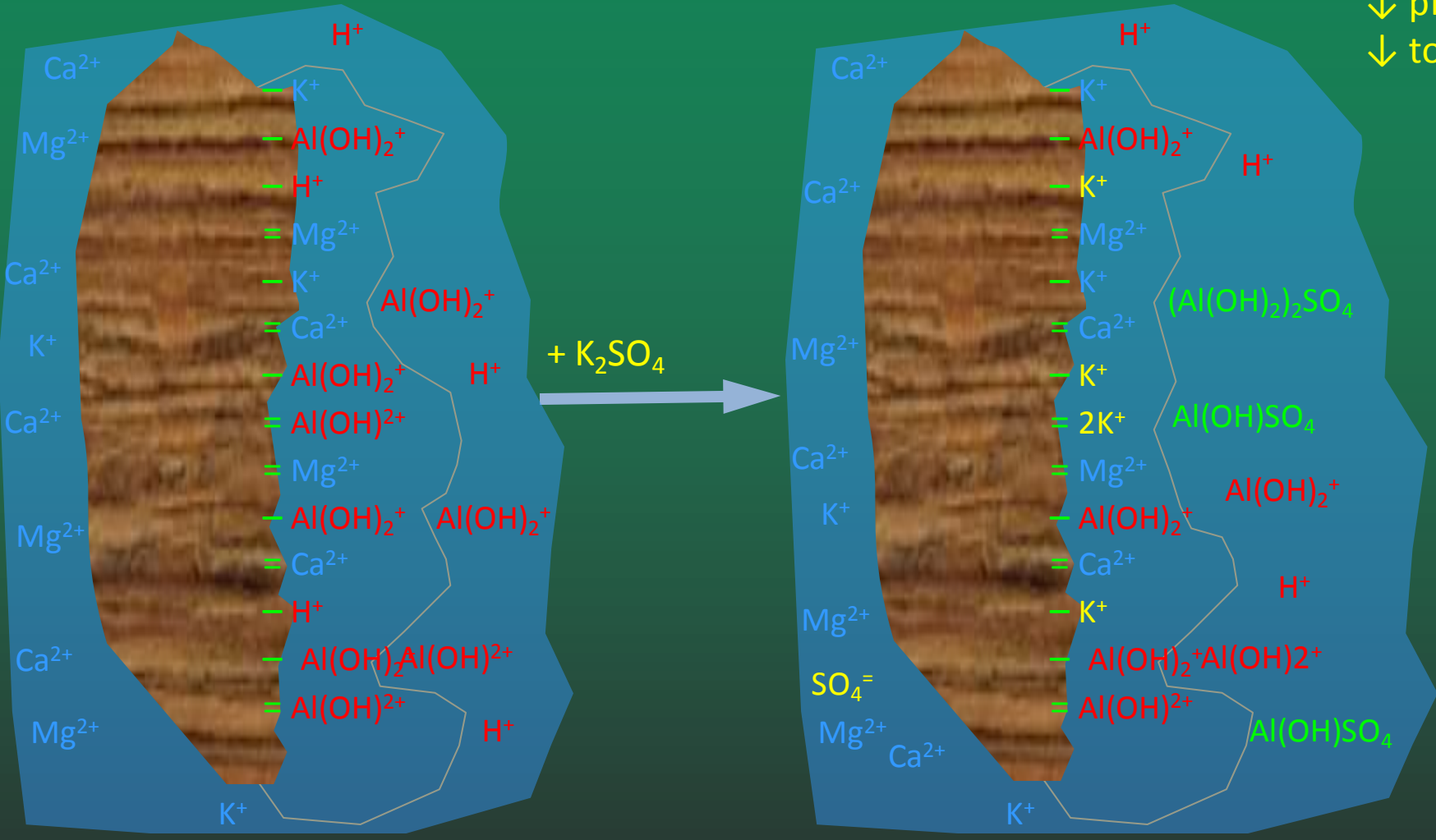
<https://www.youtube.com/watch?v=HZx8EZmytC4>

https://www.youtube.com/watch?v=Wo_iB3EDzGE

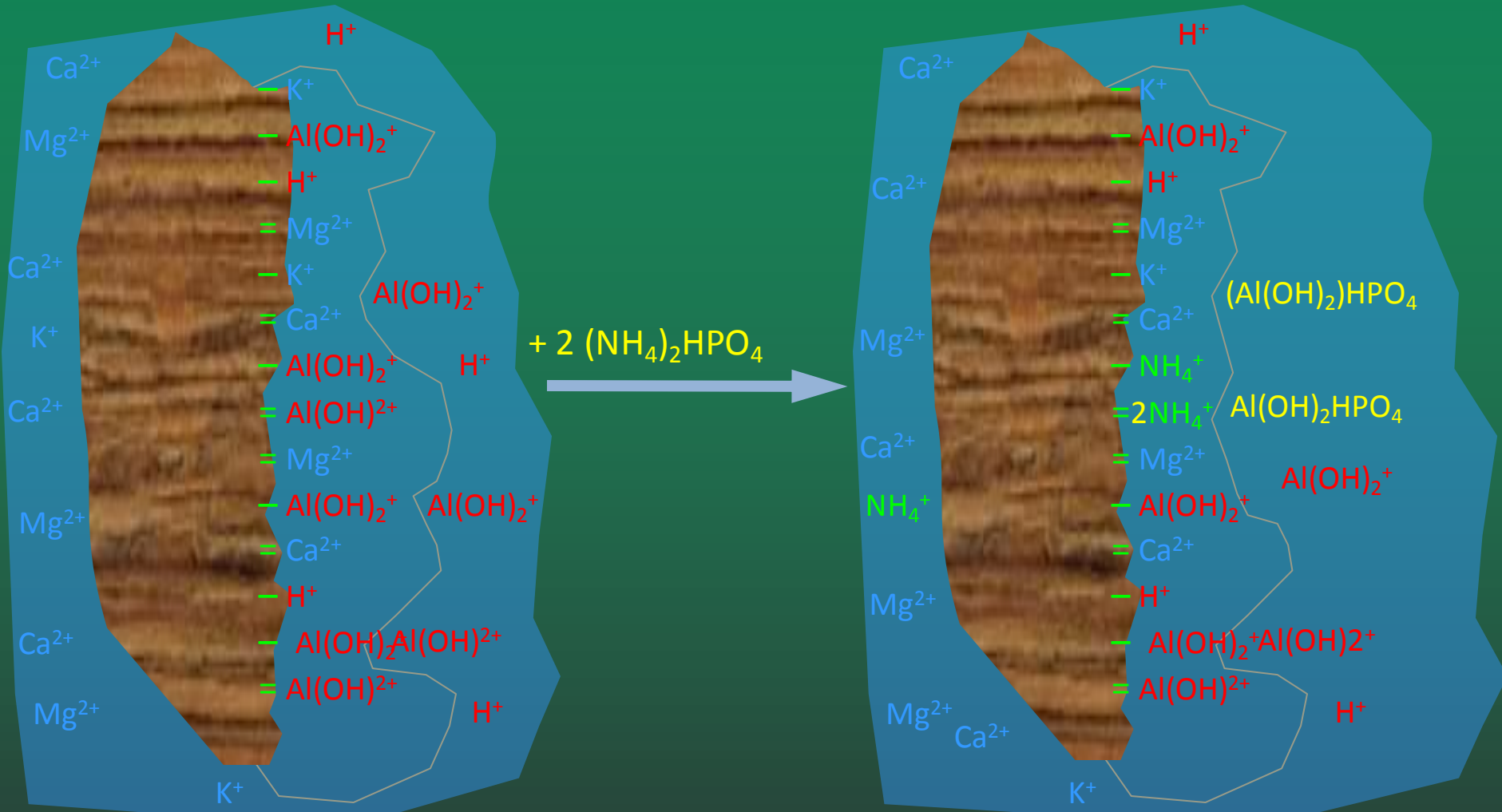
Sustitución de K_2SO_4 por KCl en suelos ácidos

Solución

- ↑ H^+
- ↓ pH
- ↓ tox. Al?



Uso de $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ y $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$

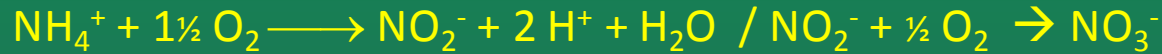


La extracción de H^+ y $\text{Al}(\text{OH})_x^{3-x}$ por el NH_4^+ acelera la fijación de P

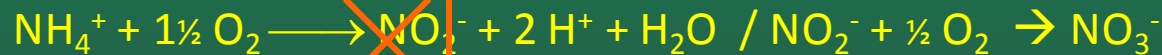
La nitrificación de amonio o la absorción de amonio aceleran la fijación de P, bajan el pH, aumentan la toxicidad del Al y aumentan toxicidad de Mn

Nutrición de NH_4^+ en suelos ácidos

En suelos ligeramente ácidos ($\text{pH} > \sim 5$) ocurre nitrificación normal

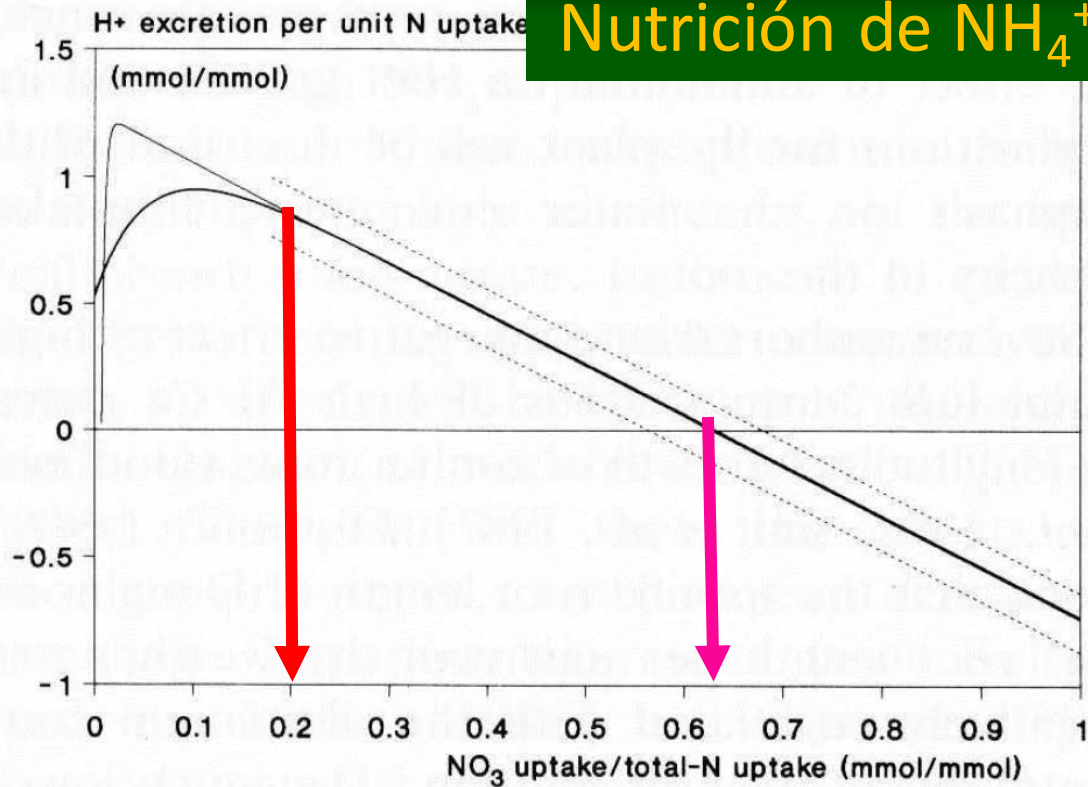


En suelos muy ácidos ($\text{pH} < \sim 4.5$) se reduce la nitrificación debido a alto H^+

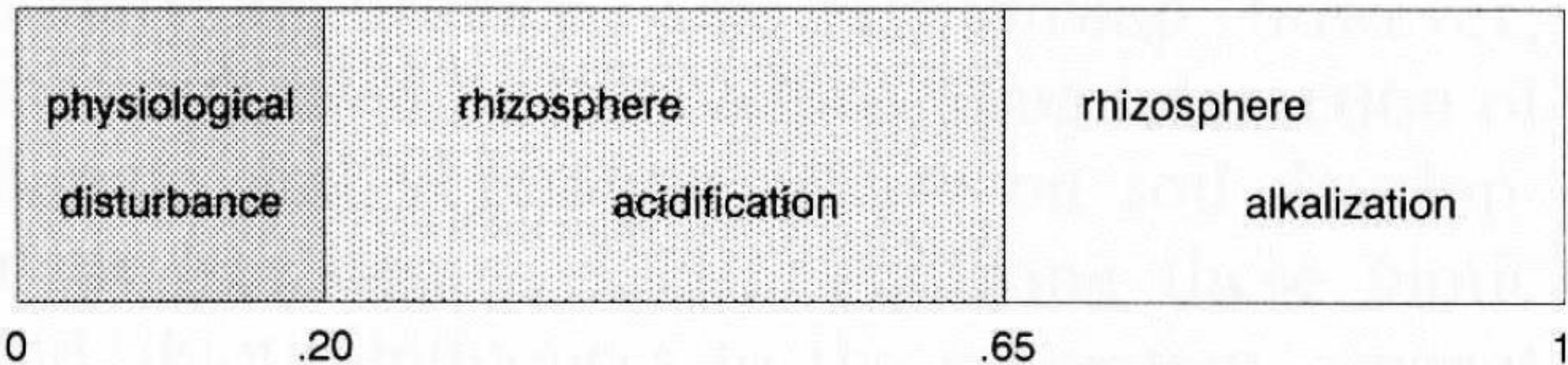


En suelos con bajo pH ($< \sim 5$) la nutrición de N se desvía hacia la absorción de NH_4^+ y altera el funcionamiento de la raíz y el balance de absorción de cationes versus aniones

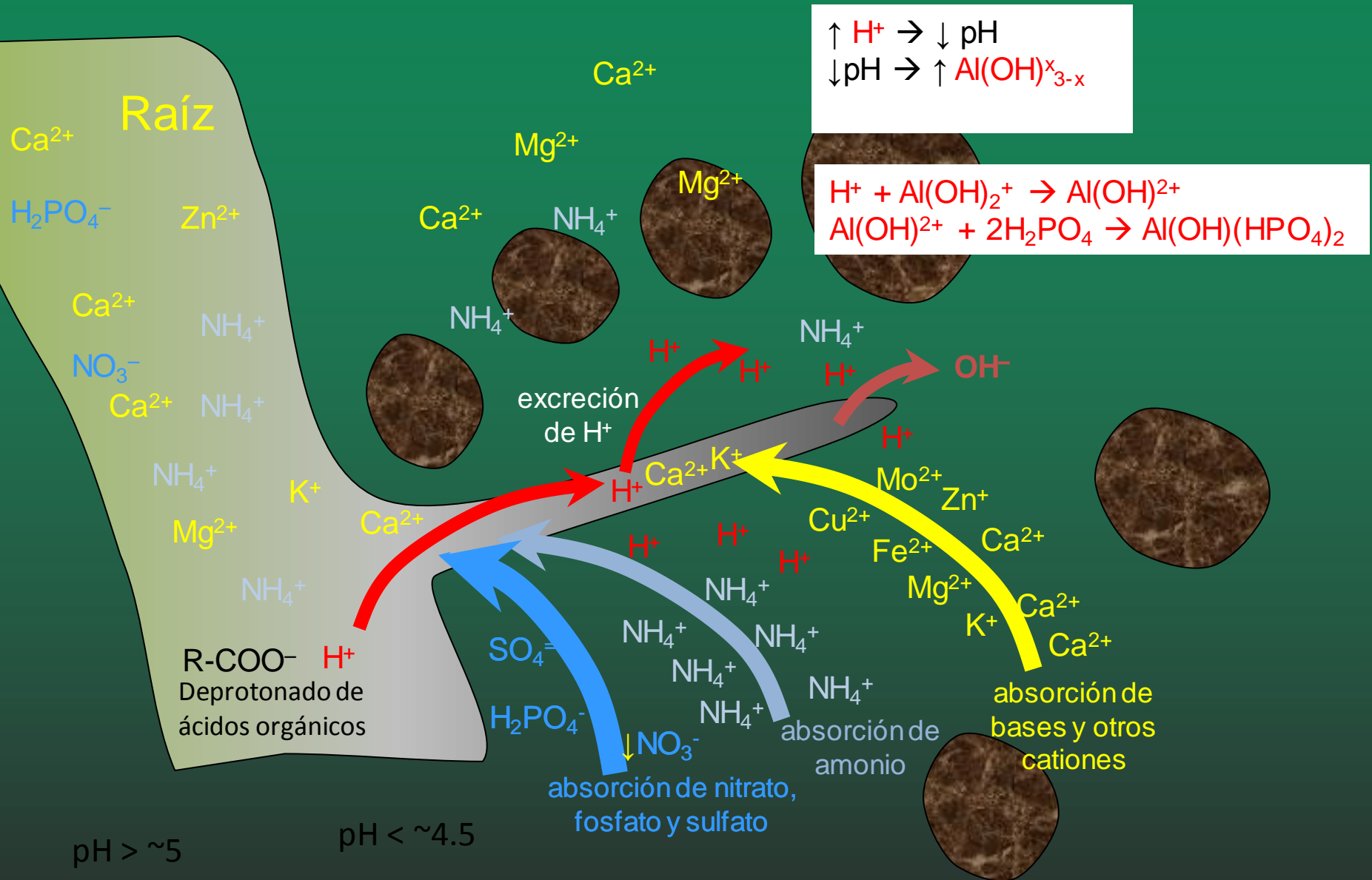
Nutrición de NH_4^+ en suelos ácidos



Predominancia de NH_4^+ por acidez extrema o por desnitrificación en suelos anóxicos genera exceso en la absorción de NH_4^+ y disrupciones fisiológicas significativas cuando más del 80% del N se absorbe en forma de NH_4^+



Nutrición de NH_4^+ en suelos ácidos



El NH_4^+ aumenta la carga positiva dentro de la raíz y fuerza la excreción de protones

¡GRACIAS!



**Nutrient Recovery
& Upcycling LLC**