

Manejo de la fertilidad en suelos volcánicos (Andisoles)

Raúl Jaramillo
IPNI Oficina Norte de América del Sur

Capacitación en el cultivo de la papa. Morera – Prodecoagro – CT Papa
Marzo 22 / 2012
Machachi, Ecuador



Resumen

- Acerca del IPNI
- Volcanismo y Andisoles
- Suelos alofánicos y no-alofánicos
- Nitrógeno, fósforo, pH, encalado, y otros elementos
- Algunos puntos específicos de papa
- Manejo sitio específico, es posible?

El IPNI

(International Plant Nutrition Institute)

- Conocido anteriormente como el INPOFOS (PPI), fundado en 1935.
- MISIÓN:
 - Fomentar el desarrollo y difusión de la información científica acerca del manejo responsable de la nutrición de los cultivos para el beneficio de la familia humana.
- Recursos provenientes de 16 compañías y 7 organizaciones afiliadas
- ESTRATEGIA:
 - Oficinas regionales para las Américas (7), Asia (6), Este de Europa, Australia y África.
 - Grupos de trabajo en áreas como la eficiencia del uso de nutrientes, el manejo espacial de la fertilidad del suelo, el impacto del uso de nutrientes en el medio ambiente y otros.

El IPNI está apoyado por empresas líderes en la producción de fertilizantes y por asociaciones de la industria



Informaciones Agronómicas para Hispanoamérica



- Excelente herramienta para presentar información actual.
- Presencia en la industria, acercamiento basado en ciencia probada
- 7500 suscriptores
- Acceso gratuito y continuo !!suscríbese a nuestra lista!!

Aormaza@ipni.net

Capacitación Morera – Prodecoagro – CT papa

CONTENIDO

Entrenamiento y crédito como generadores de cambios sociales y ambientales en el cultivo de café - cuatro años después..... 1

Del diagnóstico a la aplicación: Conceptos básicos y prácticas para la selección de cultivos..... 8

Una aproximación de la raza Eufónica para aplicación directa..... 13

Fertilización con Eufonia y su efecto en la producción de cultivos del Centro de Surco Frío: Argentina, Bolivia, Ecuador y Colombia..... 18

Sueldos directos, estímulos para una agricultura y su efecto en las condiciones de la Sierra, Bolivia..... 25

Reducción de la emisión efecto invernadero por simbiosis agrícola..... 32

Reporte de Investigación I

Resumen del Dr. José Espinoza

Clases y Semposios..... 35

Publicaciones Disponibles..... 36

Editores: Dr. Jon De Key Dr. Bai

Se permite copiar, citar o traducir de este boletín sin alterar el contenido ni su sitio

www.ipni

Oficina para el Oficina para el C. C. C.

Informaciones Agronómicas - No. 3

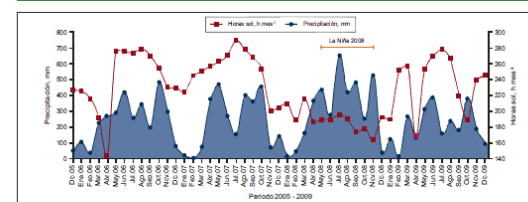


Figura 4. Promedios mensuales de precipitación (mm mes⁻¹, línea azul) y horas de sol (horas mes⁻¹, línea roja) en la Plantación Bucarellú, Municipio de Puerto Wilches, Depto. de Santander, Colombia durante 2005–2009. Durante La Niña de 2008–2009 hubo ~15 meses con baja radiación solar (noviembre 2007 hasta enero 2009) y también hubo precipitaciones más altas y continuas de lo normal durante los meses húmedos del 2008. Las horas de sol mensuales fueron especialmente reducidas durante los meses de mayo 2008 hasta enero 2009. El pico de PC (como casos nuevos por mes) en esta zona de Puerto Wilches se dio en diciembre 2008 después de 7 meses, entre mayo 2008 y noviembre del 2008 de La Niña intensa. La marcada diferencia entre 2008 y los otros años fue que en este año la cancelación normal de los meses de junio-julio-agosto –en este clima normalmente bimodal– no ocurrió por los efectos de La Niña.

Informaciones Agronómicas - No. 3

Sin lugar a dudas, la estandarización de los ensayos de laboratorio y los programas de interlaboratorio contribuyen de manera decisiva a mejorar la calidad analítica y de los resultados (Marban y Ratto, 2005). En Argentina, diversas instituciones y laboratorios, coordinados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP), conforman el SAMLA que es una red de adhesión voluntaria que nuclea a laboratorios dedicados al análisis de suelos, aguas, vegetales y enmiendas orgánicas, cuyo objetivo es mejorar la calidad de los análisis con el fin de hacer los resultados más confiables y comparables entre sí, normalizando las distintas técnicas para determinaciones tanto físicas como químicas y unificando criterios en todo lo relativo a la expresión e interpretación de los resultados analíticos (MAGyP, 2010). El MAGyP también coordina el PRONSA que es un programa de interlaboratorios para suelos agropecuarios, que tiene la finalidad de determinar el desempeño de cada laboratorio participante mediante la comparación de sus resultados

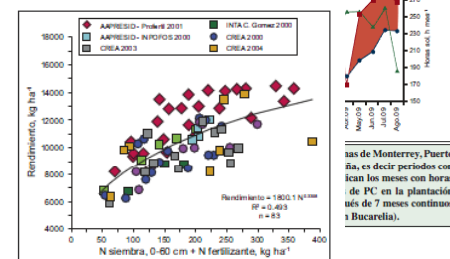


Figura 2. Rendimiento de maíz en función de la disponibilidad de N a la siembra del cultivo (N-nitratos suelo + N-fertilizante, kg ha⁻¹).



La Oficina del Norte de Latino América



INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE



Latin America - Northern



Search

All Resource ID

[Region Home](#)

[Contact IPNI](#)

[Acerca del IPNI](#)

[Aguacate](#)

[Banano](#)

[Café](#)

[Eventos](#)

[Fósforo](#)

[Maíz](#)

[Mango](#)

[Palma de Aceite](#)

[Potasio](#)

[Presentaciones](#)

[Site Specific Maize](#)



Raúl Jaramillo
Director

[Bio e información de contacto](#)



“El IPNI es una organización científica sin fines de lucro, cuya misión es desarrollar y promover la información científica sobre el manejo responsable de la nutrición de las plantas para beneficio de la humanidad”



La deficiencia transitoria de calcio como la causa primordial de la pudrición de cogollo en palma de aceite: Se conoce que la pudrición del cogollo (PC) en palma de aceite está influenciada por el manejo del cultivo, la nutrición mineral y las condiciones del suelo. En este artículo se presenta abundante evidencia histórica y reciente que sugiere una muy estrecha relación entre el calcio en los puntos de crecimiento de la palma y la susceptibilidad a la PC. De poder comprobarse que la deficiencia transitoria de calcio está involucrada cercanamente en el inicio de la PC, se podrían tomar nuevas medidas adicionales para reducir su impacto en la región.

[Más Información](#)



Manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de maíz bajo labranza de conservación

Manejo de Nutrientes por Sitio Específico en el Cultivo de Maíz bajo Labranza de Conservación para la Provincia de Bolívar: El maíz forma parte del grupo de los productos más importantes de consumo interno del Ecuador. Se cultivan alrededor de 400 000 hectáreas. En Bolívar, el maíz es el cultivo primordial para la economía de los agricultores constituyéndose en uno de los alimentos básicos en la dieta diaria de la población rural. Las zonas de producción de maíz suave se ubican entre los 2200 a 2800 m de altitud, en suelos con deficiencias de N y P y que están expuestos a la erosión

<http://nla.ipni.net>

Los 4 Fundamentos de la nutrición "4R"



Fuente adecuada, en la dosis, época y sitio adecuados



Los volcanes en el mundo

- Según los datos del Programa de Volcanismo Global han existido alrededor de 1500 volcanes activos en los últimos 10000 años.



Los volcanes están en los sitios de actividad tectónica

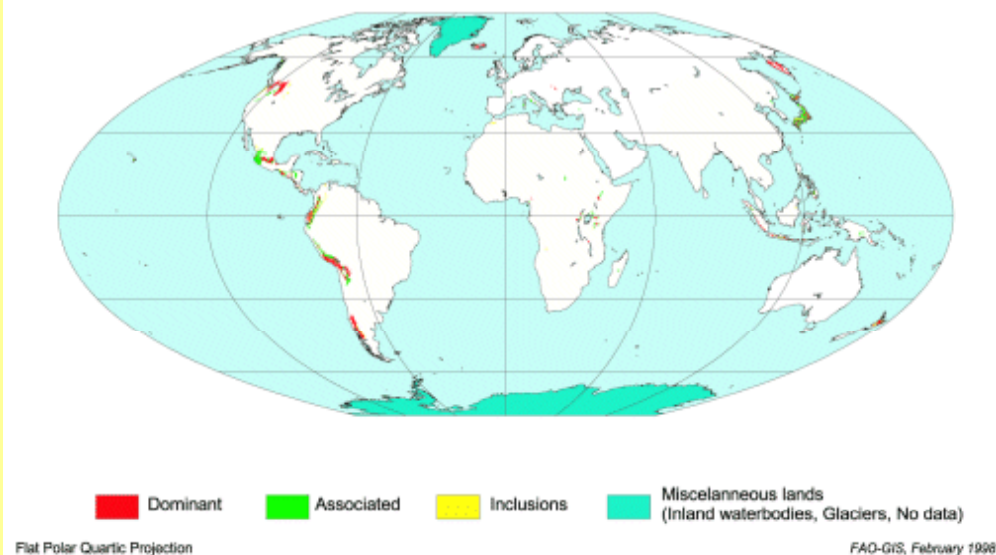
- Alrededor del 75% de los volcanes activos en la actualidad se encuentran en el Cinturón de fuego del Pacífico



http://tectonica4eso.files.wordpress.com/2010/04/placas_tectonicas.jpg

Los suelos volcánicos están presentes en los mismos lugares

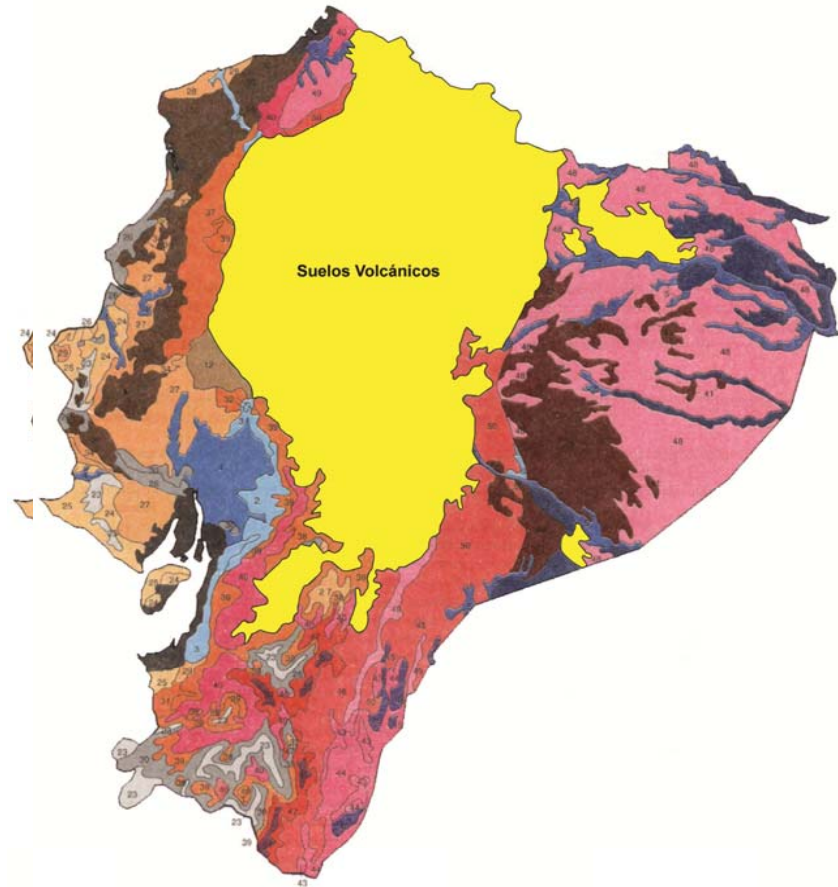
- Los suelos volcánicos (Andisoles y Andosoles) ocupan aproximadamente un 0.8% de la tierra arable del planeta.
- Normalmente están asociados con zonas de alta densidad poblacional



www.fao.org/DOCREP/003/Y1899E/y1899e14.htm

Los suelos volcánicos en Ecuador

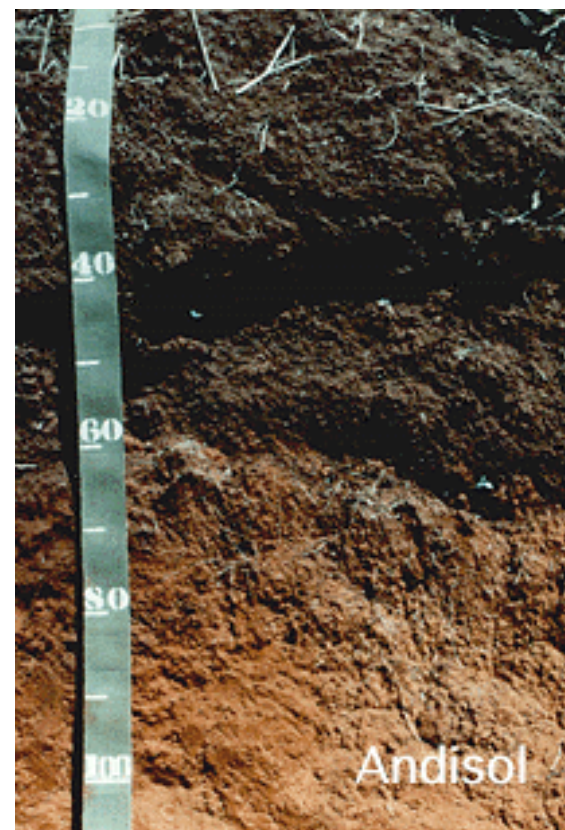
- En Ecuador como en el resto de la zona Andina los suelos volcánicos son comunes y muy importantes para la agricultura.
- La zona norte de la Sierra ecuatoriana tiene deposiciones más recientes y está dominada por Andisoles “clásicos”



Adaptado de C. Zebrowski. 1997. Pronareg - Orstom

Desde 1970 los suelos volcánicos son considerados un orden independiente

- Los suelos volcánicos fueron denominados como *Andosoles* por primera vez en el Japón.
- Esto significa “suelo negro”
- Los Andisoles (Soil Taxonomy, NRCS/USDA) o Andosoles (World Reference Base, FAO) tienen una serie de propiedades que los hacen únicos



Los Andisoles presentan propiedades únicas

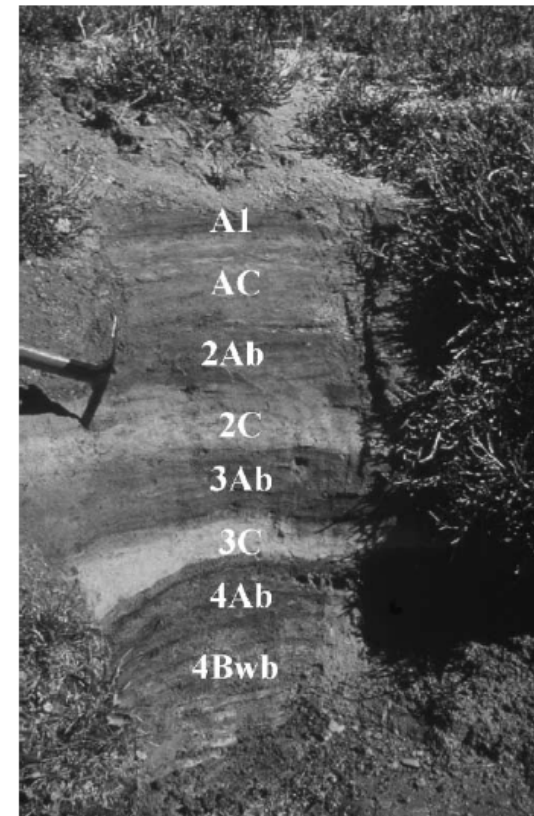
- **Destacan**

- Alto contenido de materia orgánica
- Capacidad de fijación de fósforo
- Carga variable relacionada con el pH,
- Excelente capacidad de retención de agua,
- Baja densidad aparente y excelente trabajabilidad



Los Andisoles presentan propiedades únicas

- Esto es consecuencia de:
 - Material parental único, es decir los vidrios y cenizas volcánicas
 - La evolución de estos en material no cristalizado, contrario a las arcillas de la mayoría de los suelos.



Los materiales amorfos de los Andisoles

- Los suelos volcánicos presentan una evolución de acuerdo con
 1. Las características de los piroclastos:
 - Contenido de bases
 - Porcentaje de silicio
 2. La precipitación y temperatura
 3. La producción de materia orgánica
 4. El tiempo de evolución



Las Alofanas, Imogolitas y complejos húmicos

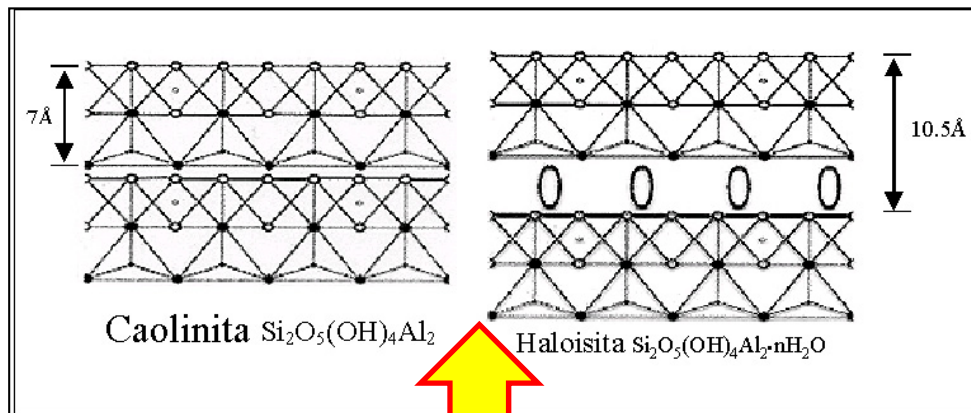
- Piroclastos pobres en bases con alto porcentaje de silicio y climas húmedos pueden desarrollar condiciones de extrema acidez y rápida acumulación de materia orgánica.
- Estos suelos son los Andisoles “no alofánicos”



- El pH ácido y la capacidad de liberar aluminio limitan la posibilidad de desarrollar cultivos.

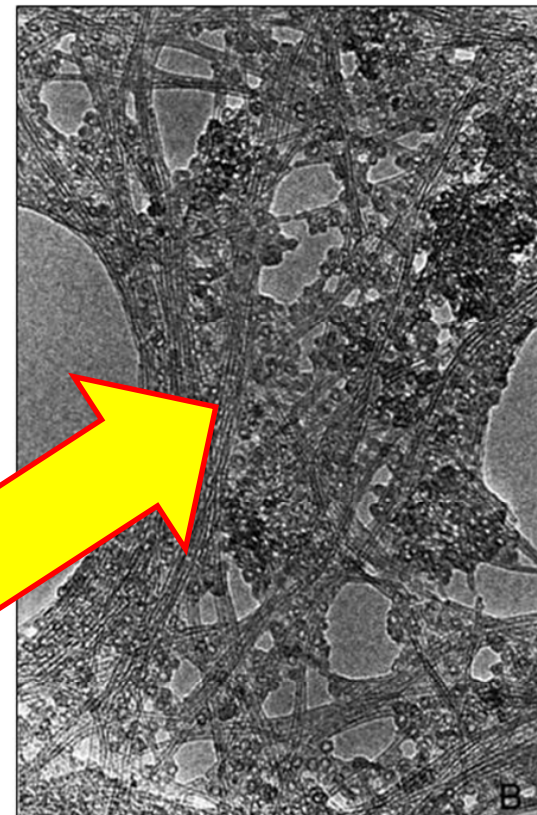
Las Alofanas, Imogolitas y complejos húmicos

- En otras circunstancias se generan minerales no cristalinos tales como la alofana e imogolita.

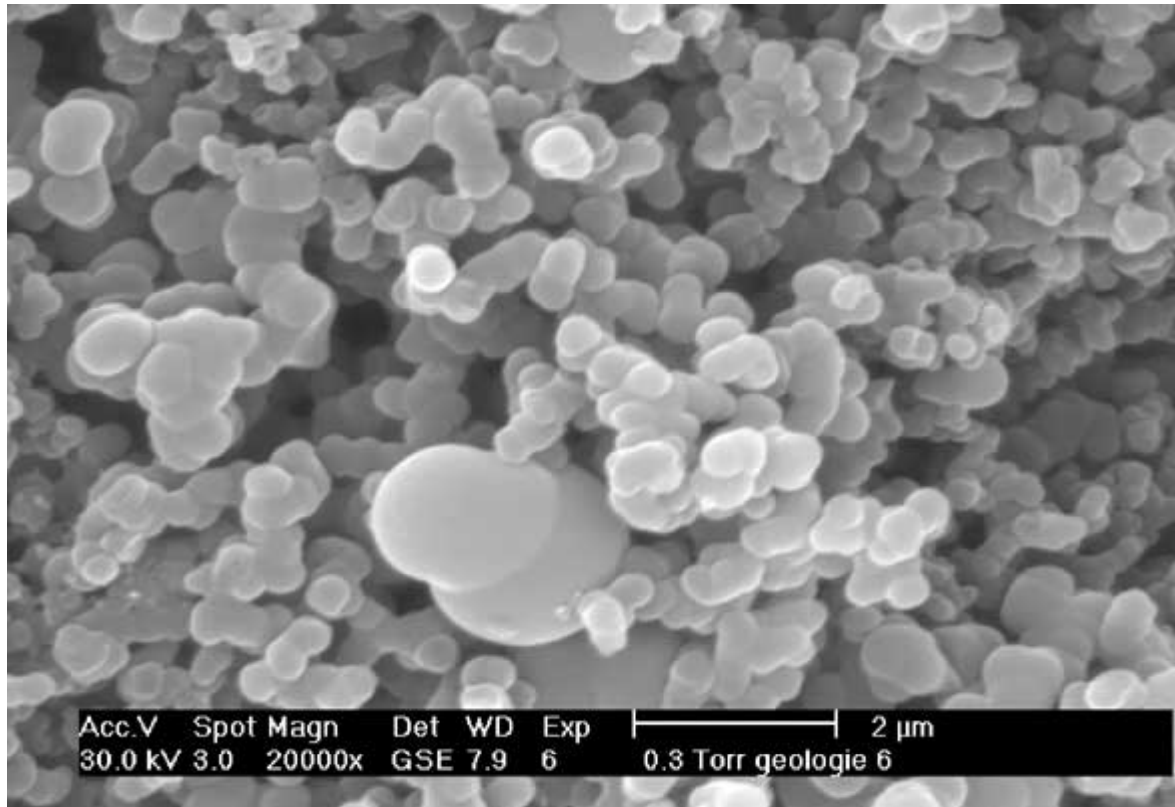


- Estructura geométrica de la caolinita y haloisita

- Matriz amorfa de alofana (esferas) e imogolita (fibras)



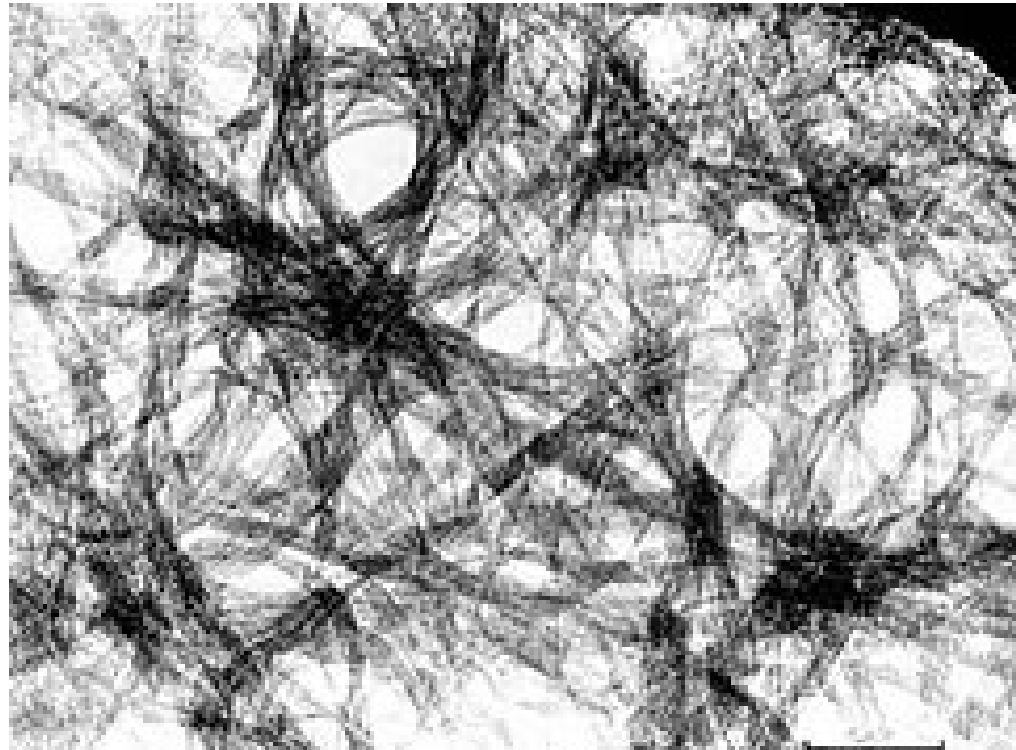
Las Alofanas, Imogolitas y complejos húmicos



- Glóbulos de alofana

http://www.naturalsciences.be/institute/structure/geology/gsb_website/products/geolbelgica/publication/vol7a/goe

Las Alofanas, Imogolitas y complejos húmicos



- Estructura semi-geométrica de la imogolita

<http://www.landcareresearch.co.nz/services/laboratories/minlab/minlabmethods.asp>
<http://www.uwsp.edu/soils-waste/slevine/soils362/imogolite2.jpg>

Capacitación Morera – Prodecoagro – CT papa

Las Alofanas, Imogolitas y complejos húmicos

- En los suelos no alofánicos se produce la complexación de materia orgánica con aluminio (Al^{3+})
- Esto forma redes con poros de menos de 3 micrómetros y con alta capacidad de intercambiar aluminio.
- Existe una competencia entonces por desarrollar complejos humus-al versus alofanas e imogolitas.

Efecto del nitrógeno en Andisoles

- El nitrógeno (N) es el elemento limitante al inicio del desarrollo de un Andisol.
- La gran cantidad de MO que se acumula haría pensar que posteriormente el N no es un limitante.
- Sin embargo la gran mayoría de la MO está inmovilizada y no libera N



Efecto del nitrógeno en Andisoles

Café cereza (t ha ⁻¹) promedio de 11 períodos de cosecha			
Dosis de N kg ha ⁻¹ año ⁻¹	Localidad		
	Turrialba	La Unión	Curridabat
0	29.43	21.29	13.41
200	31.66	23.7	25.08
400	33.9	21.41	26.77

Efecto del nitrógeno en Andisoles

- Investigaciones en Japón han encontrado que el N se mineraliza en Andisoles a la mitad de la velocidad que otros suelos.
- En Colombia, Silva Parra y colaboradores (2006) encontraron que el uso de fertilizante N siempre elevó la actividad microbiana del suelo.
- El N debe ser parte del plan de fertilización de un Andisol.

Efecto del fósforo en Andisoles

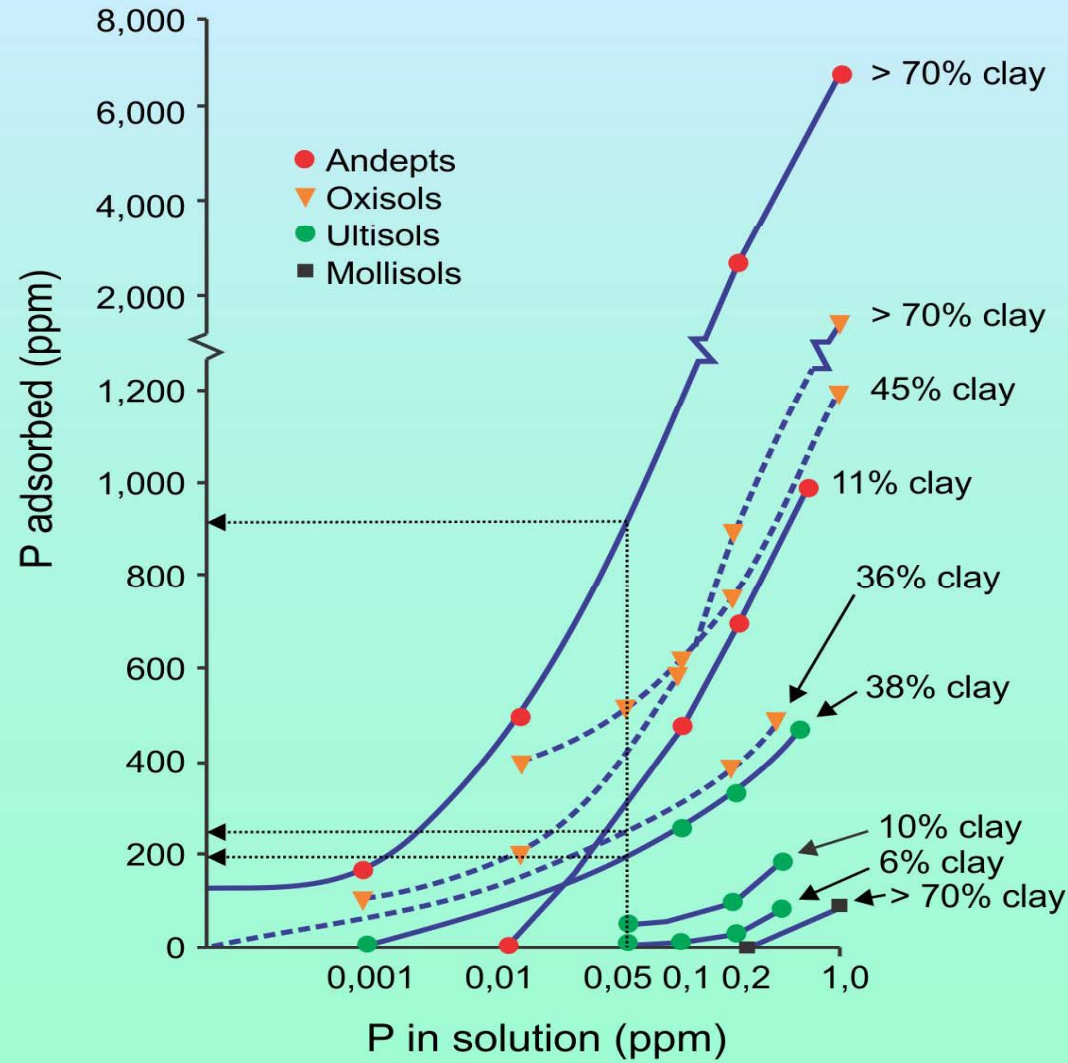
- El fósforo (P) es normalmente el mayor limitante en la producción de Andisoles alofánicos como no-alofánicos.
- Normalmente la retención de P supera el 90%.



Efecto del fósforo en Andisoles

- La evidencia indica que no es el contenido de arcillas, si no el carbono del suelo el mejor indicador de la capacidad fijadora de P.
- Suelos de clima frío (mayor MO) pueden tener mayor fijación.

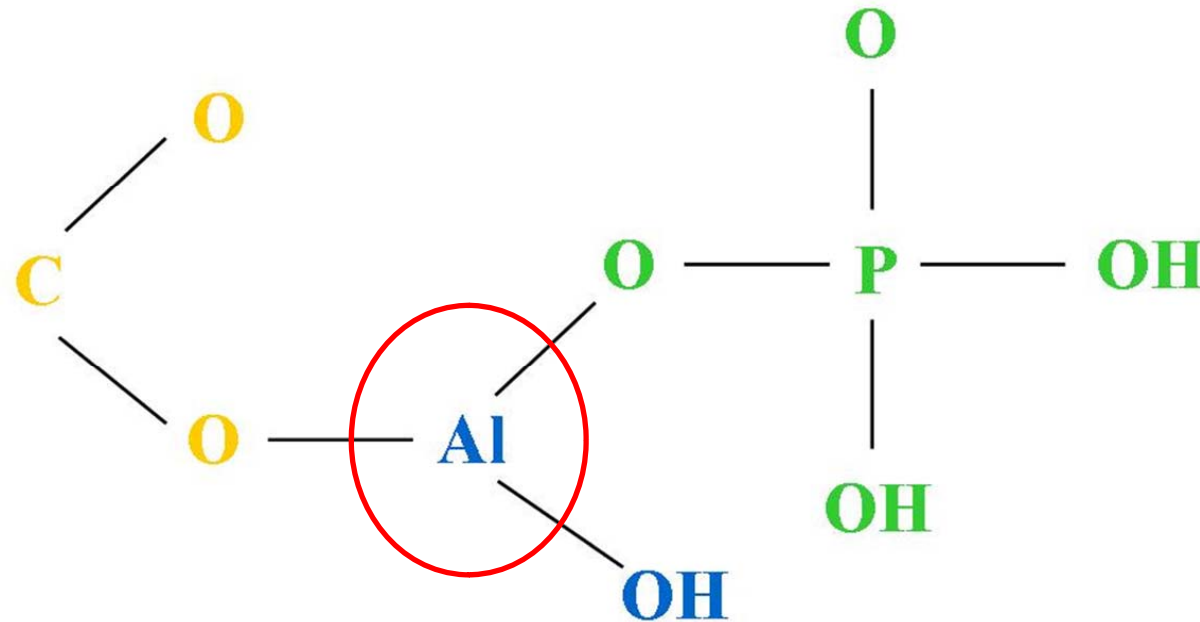
Fijación de P versus contenido de arcilla



P adsorption influenced by clay content.

Source: (Sanchez and Uehara, 1980, The role of Phosphorus in Agriculture, p. 480, ASA, Madison, Wis.)

Efecto del fósforo en Andisoles



- El aluminio en los suelos no alofánicos tiende a capturar mayores cantidades de P que los suelos alofánicos.

Efecto del fósforo en Andisoles

- Los suelos que evolucionan de Andisoles fijan P en cantidades mucho menores, a pesar de tener similares contenidos de C.

Dosis de P ₂ O ₅ kg/ha	----- Carbono Total -----		P fijado después de la 1 ^{era} cosecha	
	Udand	Eutrad	Udand	Eutrad
	----- % -----			
0	5.0	1.2	42	14
150	5.0	5.3	40	11
300	5.0	4.9	40	8
450	5.0	5.1	42	8

Espinosa et al., 1987

Efecto del fósforo en Andisoles

- Un problema serio en la determinación del P requerido es el método de análisis en laboratorio
- Los extractantes comunes (Olsen, Bray y Truog) no capturan la disponibilidad en largo plazo del P que puede mineralizarse.
- Se requieren estudios de incubación y el uso de resinas de intercambio de aniones.

Efecto del fósforo en Andisoles

Dosis de P ₂ O ₅	Primera Cosecha	Cuarta Cosecha
kg/ha	----- t/ha -----	
0	3.6	3.4
100	3.8	3.7
200	3.3	4.3

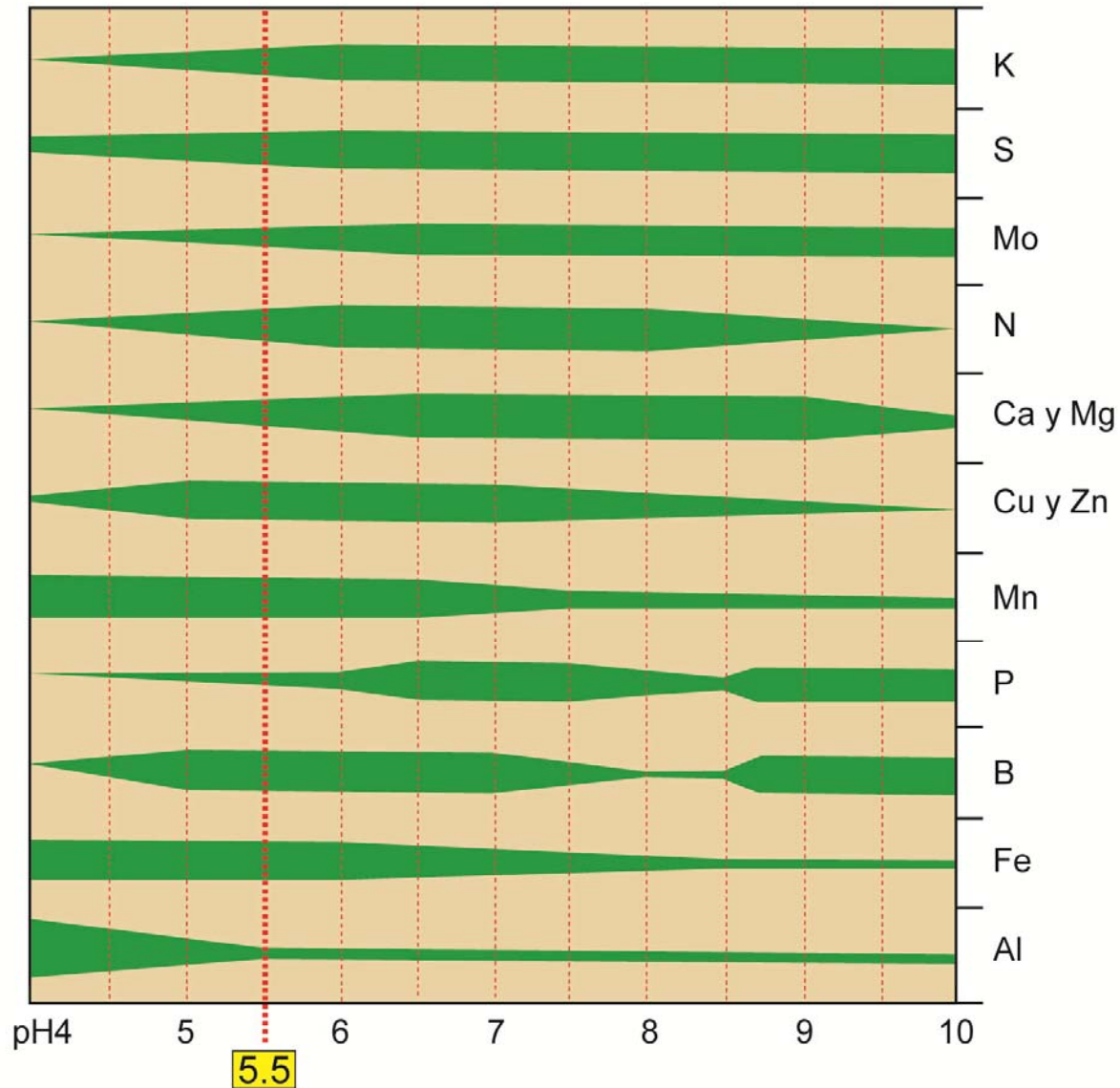
P aplicado antes de la siembra de la mezcla forrajera

Contenido inicial de P = 35 ppm extraído con NaHCO₃

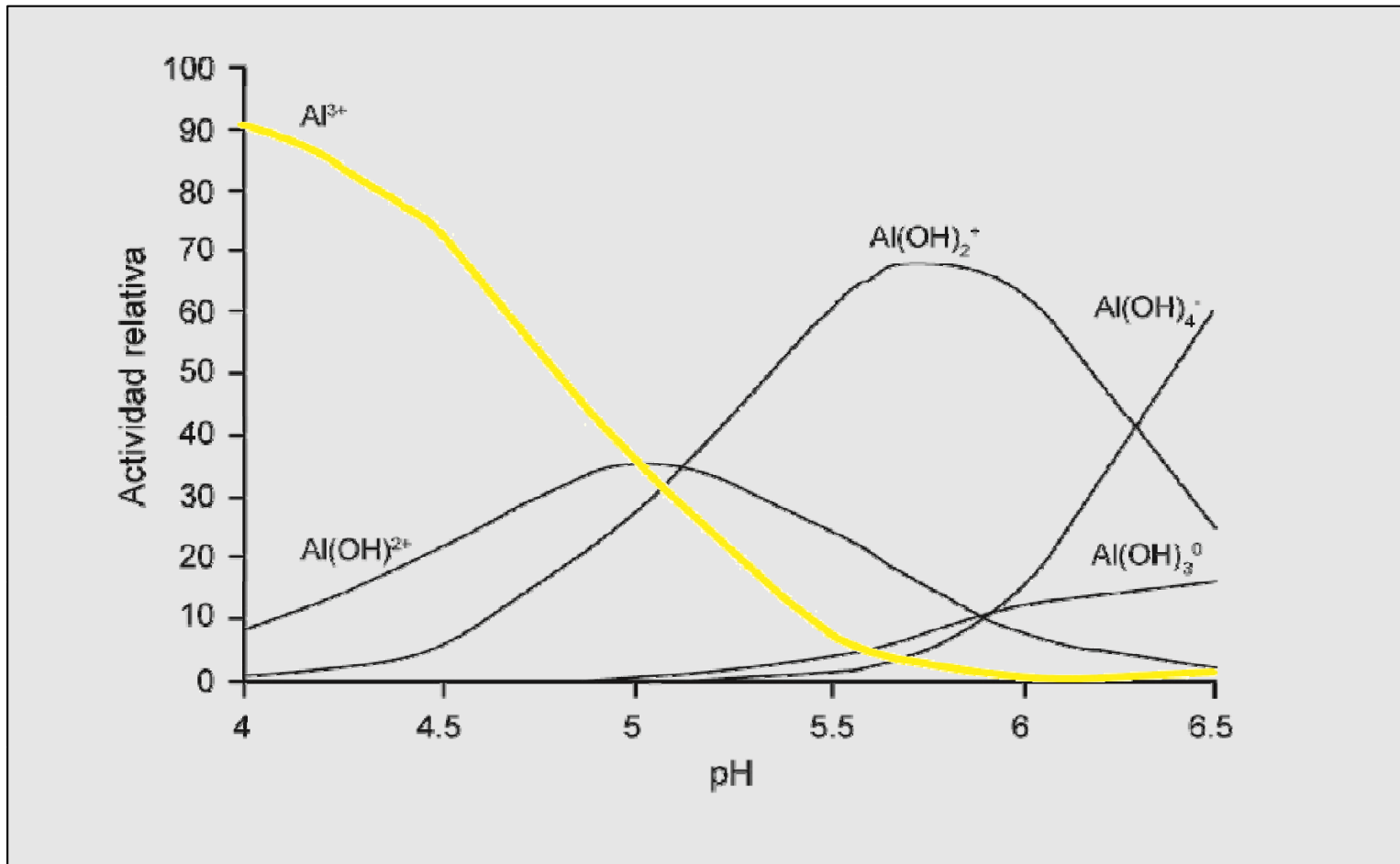
La intensidad de la capacidad tampón varía en Andisoles dependiendo de la altitud, lluvia y temperatura

- Alofana e imogolita
- Complejos humus-aluminio
- Todos los Andisoles presentan cargas variables y esto dificulta estimar la necesidad de encalado

Encalado en suelos volcánicos



Encalado en suelos volcánicos



EFFECTO DE LA APLICACION DE CaCO_3 EN ANDISOLES ACIDOS

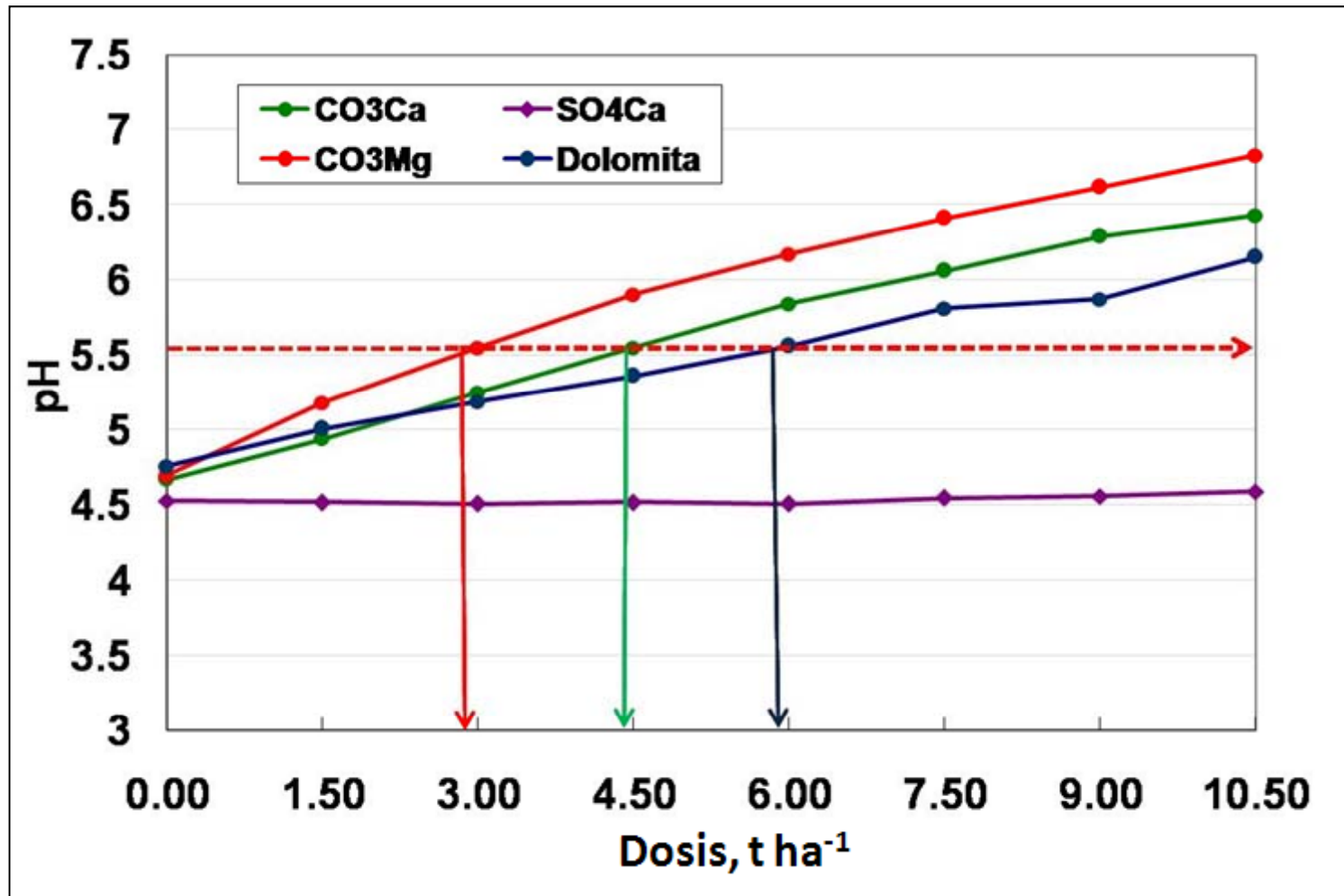
CaCO_3 t/ha	pH	Al+H	CIC*	K	Ca	Mg	Sat. bases %
		meq/100 g					
0	5.0	2.1	6.0	0.31	2.54	0.36	53.0
1.5	5.1	1.5	6.2	0.29	2.58	0.36	51.4
3.0	5.2	1.6	6.6	0.29	3.30	0.44	60.5
4.5	5.2	1.5	7.2	0.31	4.67	0.48	75.7
6.0	5.3	0.6	7.2	0.24	4.67	0.45	74.4
9.0	5.3	0.4	7.4	0.28	4.60	0.46	74.6
12.0	5.4	0.2	8.4	0.27	5.59	0.55	73.9
15.0	5.6	0.2	10.7	0.30	8.59	0.80	90.5
18.0	5.6	0.2	10.8	0.30	8.60	0.76	90.0

EFFECTO DE LA APLICACION DE CAL EN LAS PROPIEDADES QUIMICAS DE UN ANDISOL

CaCO₃ t/ha	pH	Al+H meq/100 g	Haba	Cebada	Avena
			Rendimiento (t/ha)		
0	5.0	2.1	13.9	2.2	3.6
1.5	5.1	1.5	12.8	3.0	4.4
3.0	5.2	1.6	17.1	2.9	4.3
4.5	5.2	1.5	18.9	3.7	4.4
6.0	5.3	0.6	19.2	3.9	4.7
9.0	5.4	0.4	21.5	3.9	5.2
12.0	5.4	0.2	21.6	4.1	4.6
15.0	5.8	0.1	21.0	4.3	4.7



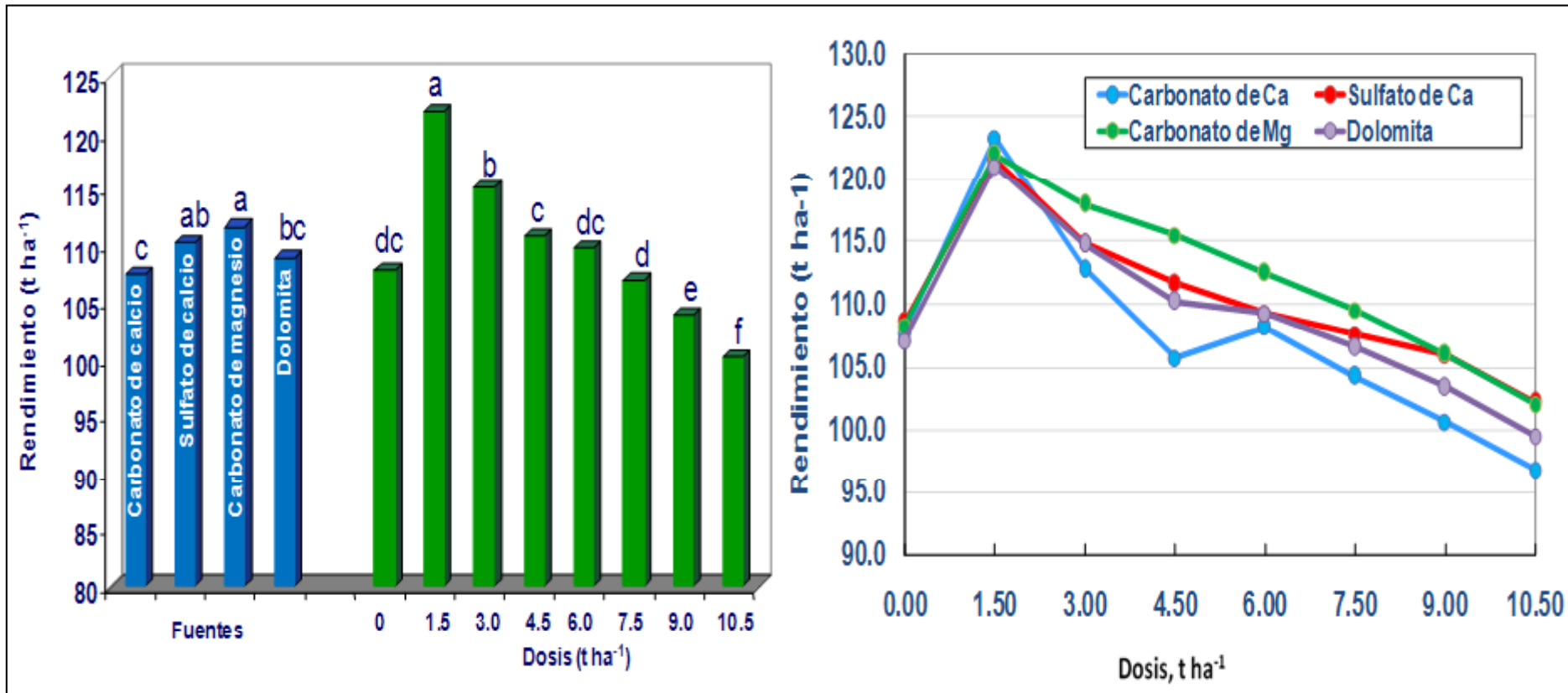
Efecto de las enmiendas en la neutralización de la acidez medida después de la incubación en pña



Mite y Medina, 2008



Efectos individuales de las enmiendas, dosis e interacciones sobre el crecimiento rendimiento de la piña



Mite y Medina, 2008

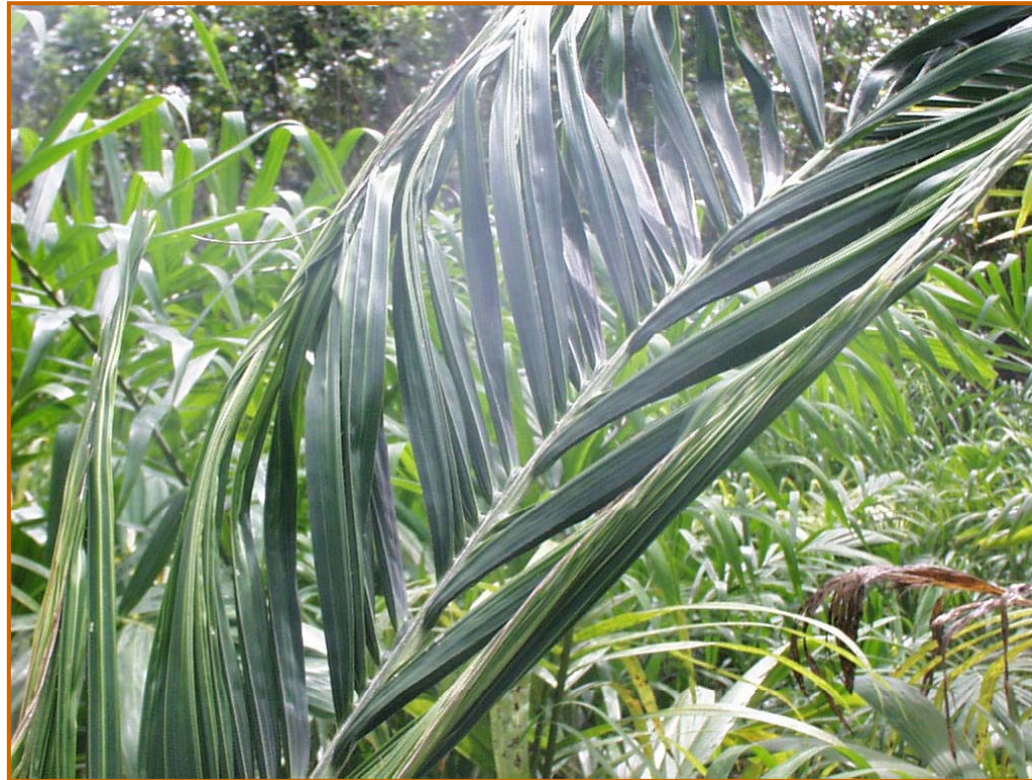
Otros elementos

- Es frecuente observar deficiencias de otros elementos, como K, Zn o Boro.



- Deficiencia de Zn en café en Andisoles de Costa Rica

Otros elementos



- Deficiencia de B en Palmito en Andisoles de Costa Rica

Boro en papa. ‘Corazón hueco’



- El B tiene funciones estructurales.
- Periodos de brusco crecimiento (lluvias en épocas secas)

<http://www.aardappelpagina.nl/explorer/pagina/physollow.htm>; Accedido marzo 20, 2012

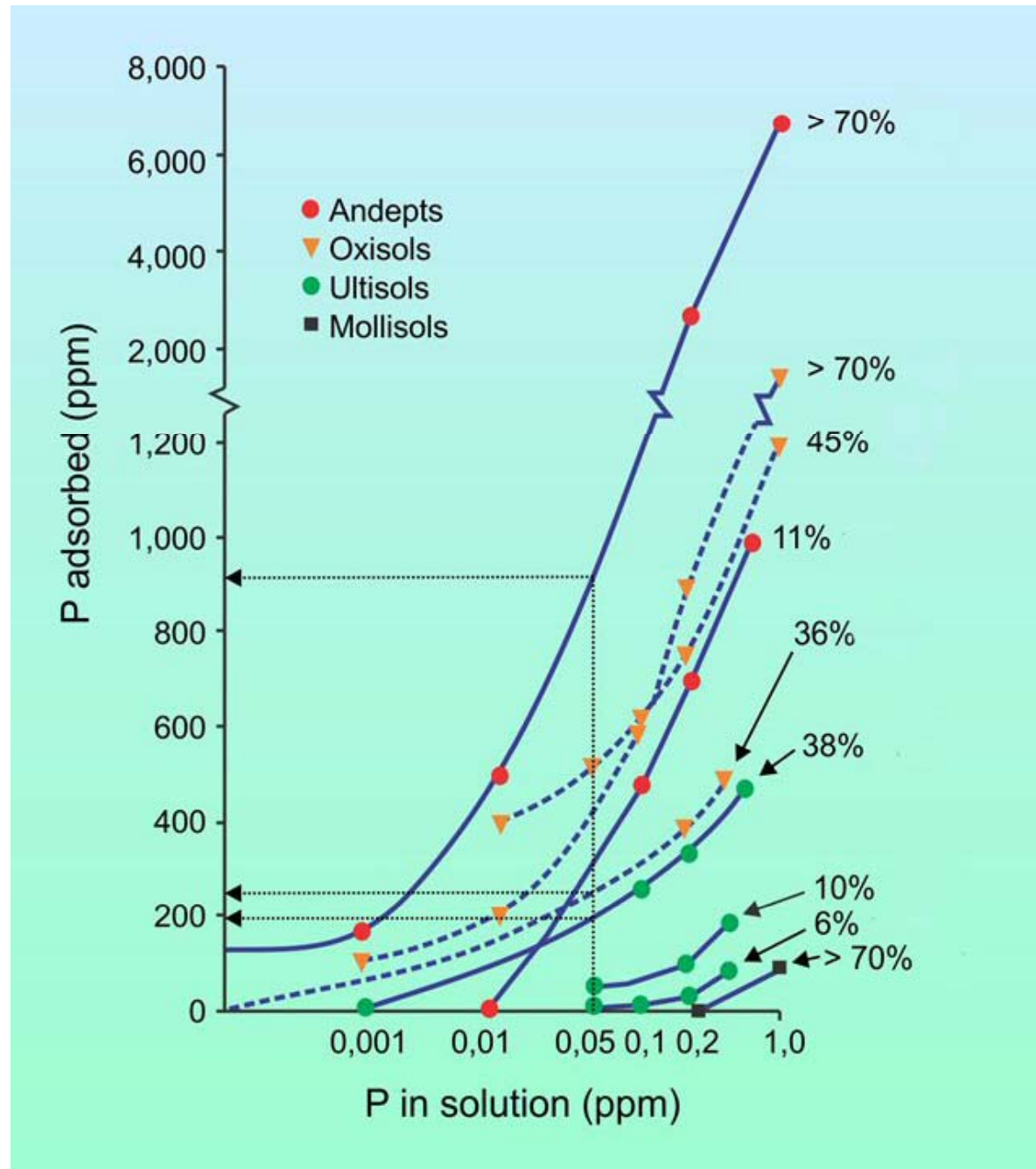
Otros elementos

Dosis de B ₂ O ₃ kg ha ⁻¹	Flores t ha ⁻¹				
	> 1000 g	500 a 100 g	< 500 g	Segunda	Total
0.00	6.82	7.28	0.39	0.42	14.91
0.15	4.65	7.64	0.73	0.6	13.62
0.30	5.02	10.62	0.62	1.42	17.68
0.45	3.76	10.71	0.95	0.65	16.07
0.60	5.82	9.65	2.13	0.88	18.48

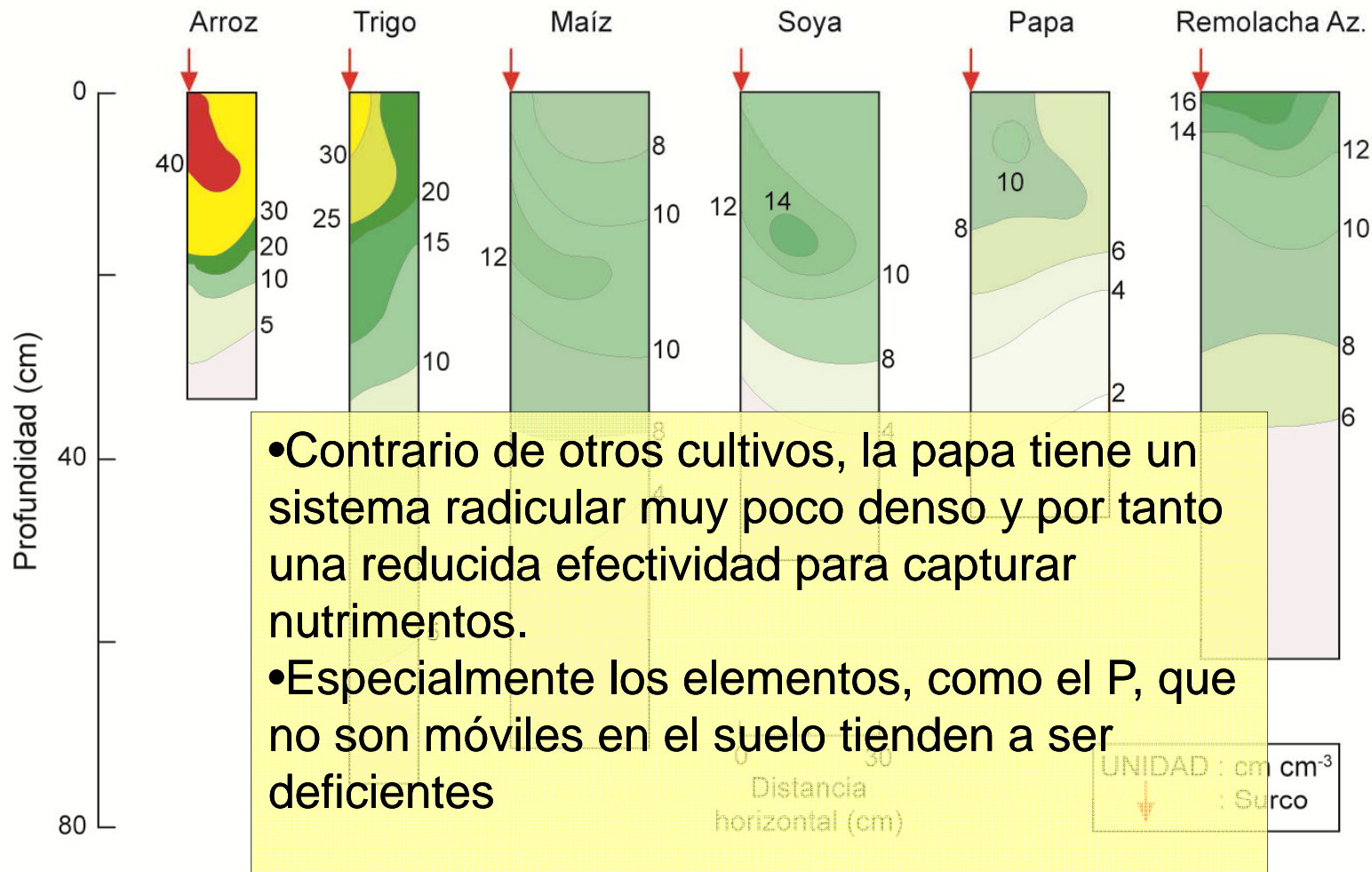
- La adición de B mejoró la productividad total de Brócoli en Costa Rica.
(Araya, 1978)

Manejo de los nutrientes en papa

Fuente	País	Rendimiento t ha ⁻¹	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn
			kg ha ⁻¹					g ha ⁻¹				
IPI, 1983	Japón	n.d.	91-120	32-55	140-267	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Inglaterra	78	350	95	450							
Oyarzún et al, 2002	Ecuador	17	70	15	140	25	10	n.d.	400	35	1050	200
		50	220	50	350	95	35	n.d.	900	60	4600	550
	Colombia	20	120	40	250	n.d.	20	10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
		40	210	70	430	n.d.	40	20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
		50	300	100	600	n.d.	60	25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Fernandes et al, 2011	Brasil	Productivos	116	41	293	50	13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
		Menos productivos	92	32	214	35	9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Promedio (t papa ha⁻¹; kg ha⁻¹)		42.5	169	53	313		27					
Requerimiento t⁻¹		1	4	1	7		1					
Requerimiento t⁻¹ (Bertsch, 2003)		1	6	2	10							



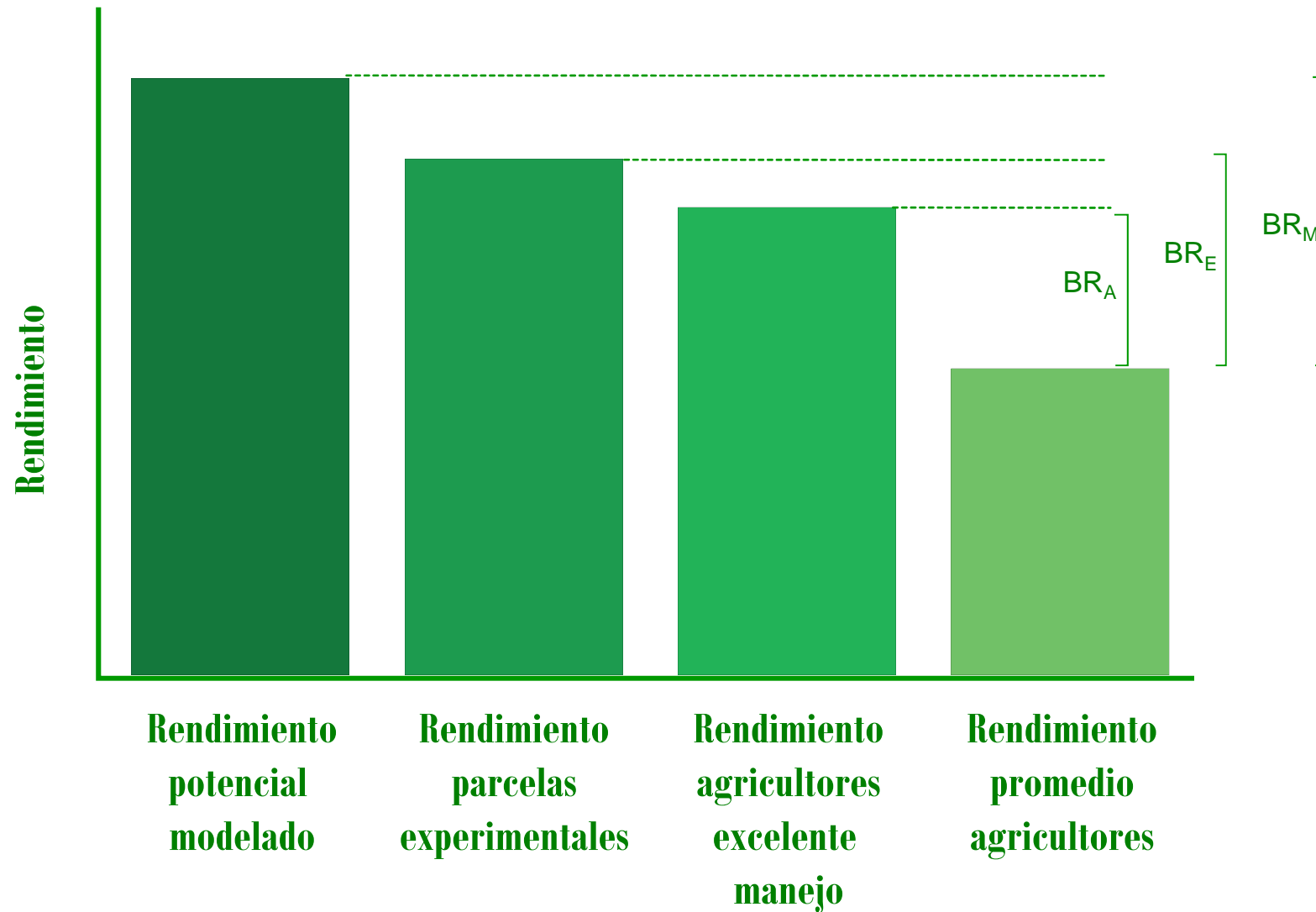
Manejo de los nutrientes en papa



Cómo llegamos a las recomendaciones de fertilizante?

- Llegar a recomendaciones específicas para el manejo de la fertilidad es un reto en Andisoles
- La variabilidad espacial es alta y faltan estudios de calibraciones con análisis de suelos (esto aun en países desarrollados)
- Es posible el manejo de nutrientes por sitio específico (MNSE) ??

Brechas de rendimiento



Lobell et al., 2009

Capacitación morera – Prodecoagro – CT papa



Cómo cuantificamos las necesidades de fertilizante?

- Meta de rendimiento
- Los rendimientos son específicos para el sitio (suelo, clima) y manejo (época de siembra)
- A falta de estudios, podría establecerse como meta de rendimiento al 70 – 80 % del rendimiento potencial o usar registros históricos

Cómo cuantificamos las necesidades de fertilizante?

- Modelos de simulación (Lintul en papa), investigación *in situ* o mejores rendimientos obtenidos en lotes con muy buen manejo
- La cantidad de nutrientes **absorbida** por el cultivo tiene relación directa con el rendimiento

Empezamos averiguando la oferta de nutrientes del suelo

- Parcelas de omisión nos indican la cantidad de nutrientes suplementado por el suelo

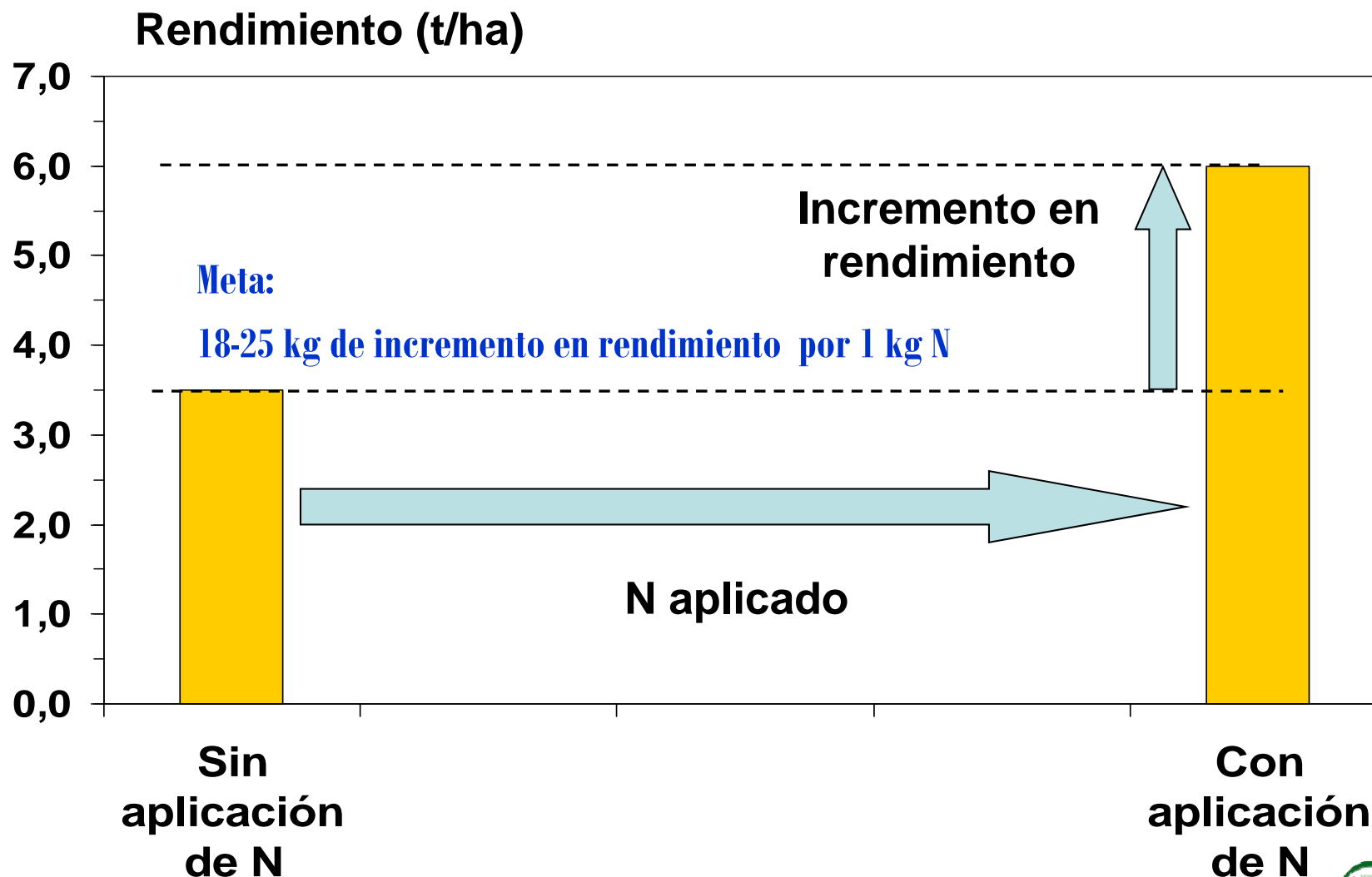


Omisión de N (-N): +PK

Omisión de P (-P): +NK

Omisión de K (-K): +NP

La dosis óptima depende de la meta de rendimiento (ejemplo de maíz)



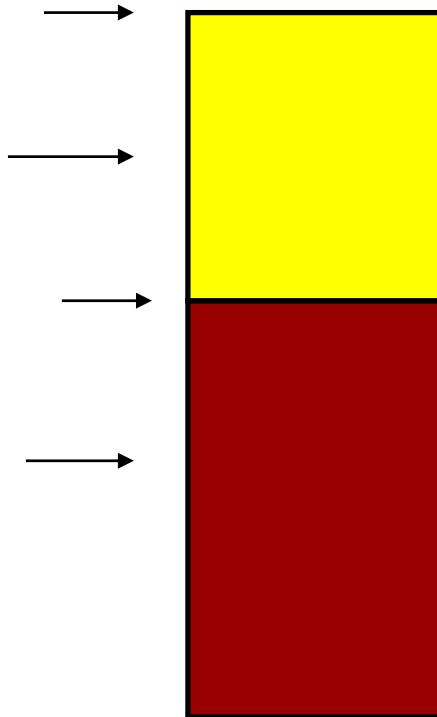
Cálculo de N requerido (ejemplo de arroz)

Meta de rendimiento

Con N

Rendimiento sin N

Suplemento de N nativo del suelo



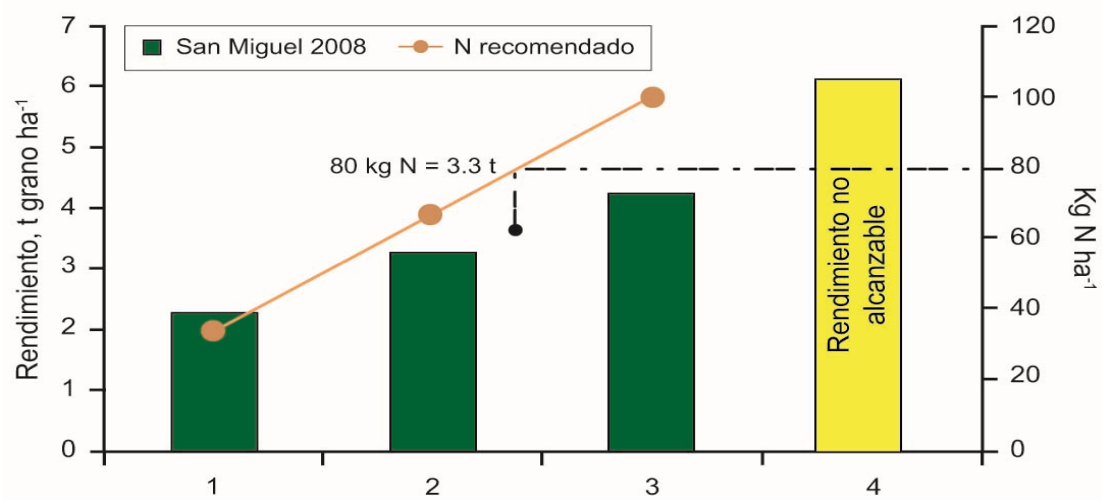
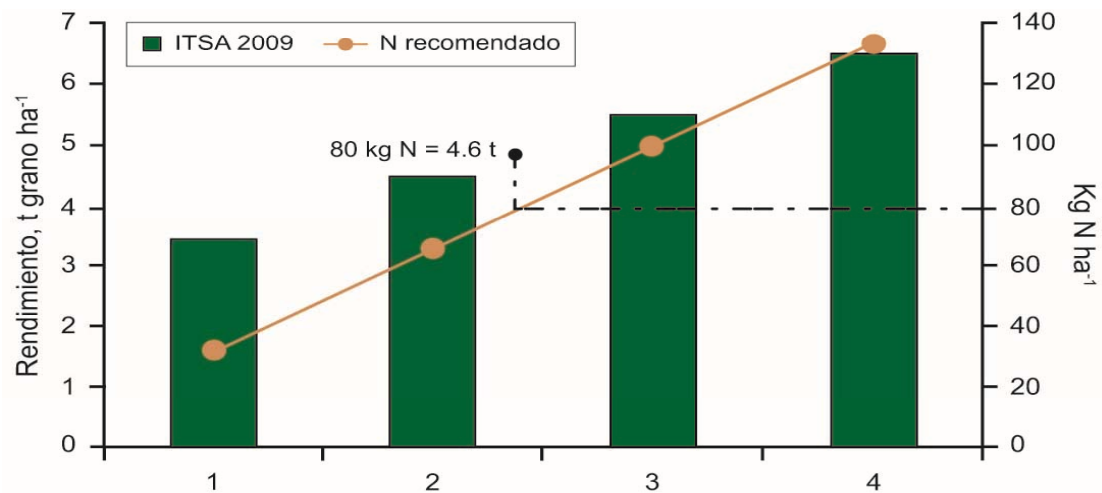
6 t/ha

Respuesta al N = 2 t/ha

4 t/ha

EA_N (kg grano/kg N)	Dosis de N (kg N/ha)
18	110
20	100
25	80

Cálculo de N requerido (ejemplo de maíz en Bolívar)



- Identificamos dos tipos de ambientes con alta y baja productividad.
- Existe diferencia en la respuesta y en el máximo obtenible

Conclusiones

- Los Andisoles o suelos volcánicos pueden presentar condiciones muy favorables para el desarrollo de la agricultura
- Es importante sin embargo suplementar cantidades adecuadas de fósforo y nitrógeno
- Como otros suelos de carga variable el encalado puede ser muy beneficioso, pero no debe buscarse el llegar a la neutralidad, sino evitar el Al libre
- Andisoles, no-alofánicos, ácidos con alto Al, son los más limitados
- Técnicas de manejo por sitio específico pueden tener gran impacto en el buen manejo de los fertilizantes

Gracias por su amable atención

rjaramillo@ipni.net
<http://nla.ipni.net>

