



*Jornada de Actualización
Minga Guazú, Paraguay
11 de Septiembre de 2008*

Bases de fertilidad de suelos para la nutrición de cultivos

*Fernando O. Garcia
IPNI Cono Sur
fgarcia@ipni.net
www.ipni.net/lasc*

EL INSTITUTO INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN DE PLANTAS

PROGRAMA
LATINOAMÉRICA CONO SUR



**LA MISIÓN DE *IPNI* ES DESARROLLAR Y
PROMOVER INFORMACIÓN CIENTÍFICA SOBRE
EL USO RESPONSABLE DE LOS NUTRIENTES DE
LAS PLANTAS PARA EL BENEFICIO DE LA
HUMANIDAD**



www.ipni.net

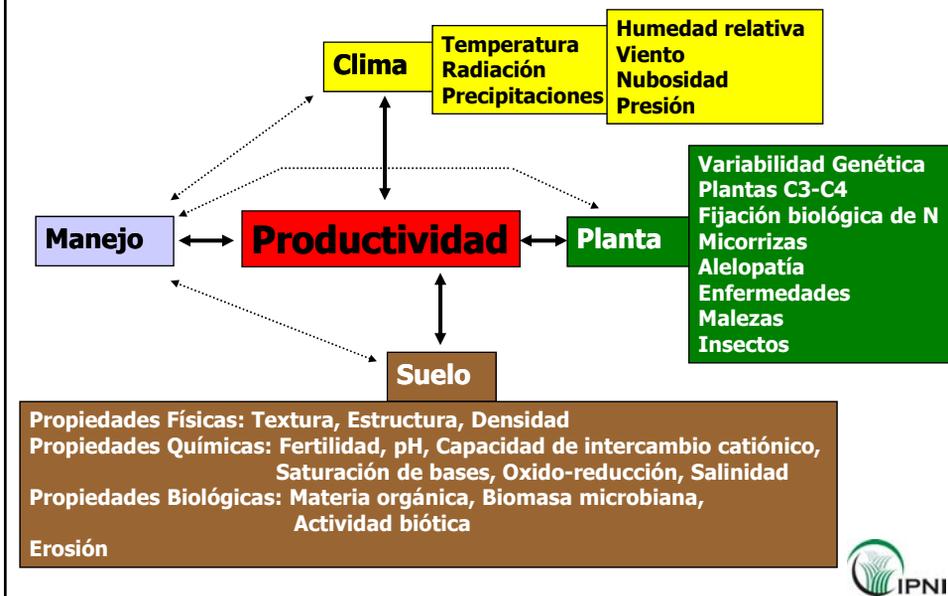
The screenshot shows the IPNI website interface. At the top, there is a navigation menu with options like 'Regional Home', 'Informaciones Agronómicas', 'Archivos Agronómicos', 'Publicaciones de IPNI', 'Fertilización de Cultivos y Fierrejeras', and 'Tesis recibidas por IPNI Como Sur'. A search bar is located in the top right. The main content area is divided into sections: 'What's New', 'Regional Update', and 'Past Updates'. The 'Regional Update' section features a large green banner with the text 'WWW.IPNI.NET' and the IPNI logo. Below the banner, there is a section for 'Simposio "Fertilidad 2007" - Bases para el Manejo de la Nutrición de los Cultivos y los Suelos' and a 'Nueva Publicacion' section titled 'La Red de Nutricion de la Region CREA Sur de Santa Fe: Resultados y conclusiones de los primeros seis años'.

Objetivos



- Aspectos generales de fertilidad de suelos y dinámica de nutrientes
- Requerimientos nutricionales de cultivos
- Mejores practicas de manejo de la fertilización
 - Dosis correcta: Diagnostico de las necesidades de fertilización NPKS
 - Manejo de la fertilización
 - Forma correcta
 - Momento correcto
 - Fuente correcto
 - Nutrición del sistema de producción
 - Rotaciones, abonos verdes
 - Interacciones entre nutrientes y efectos sobre enfermedades

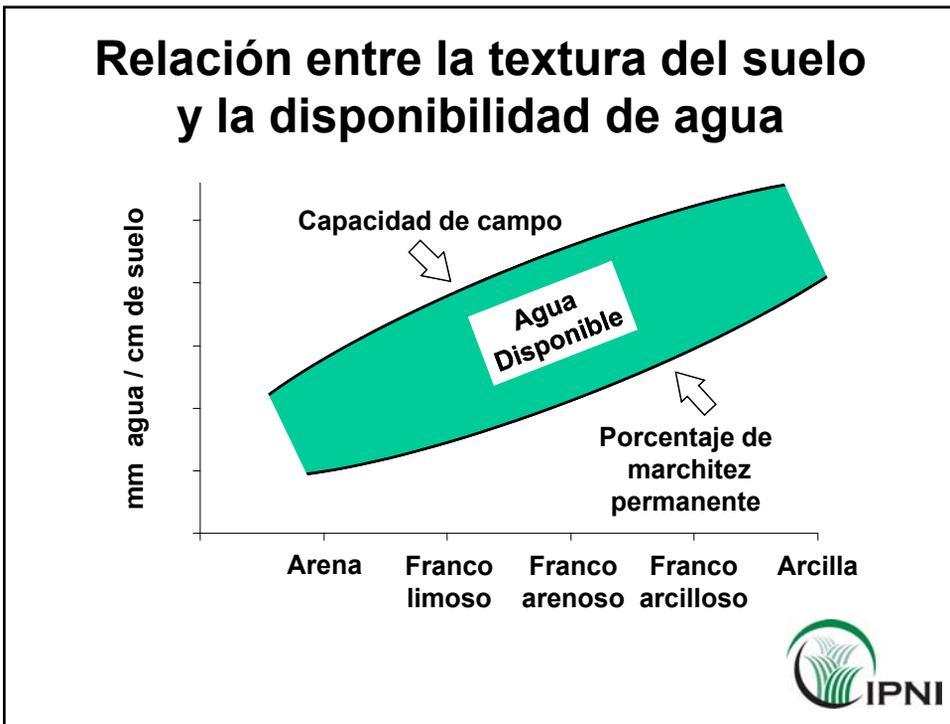
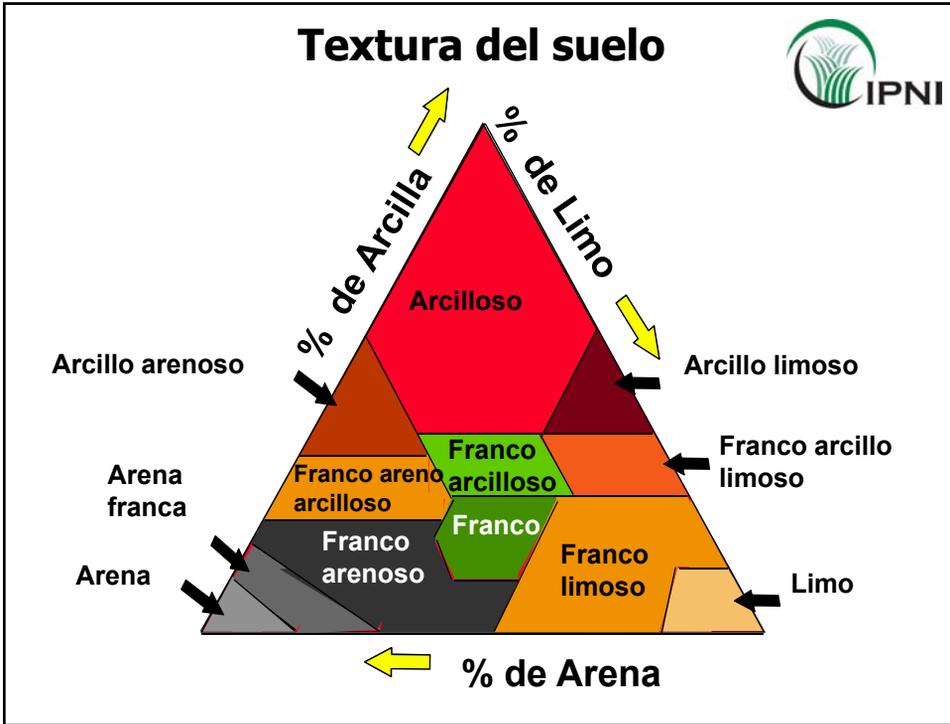
Factores que afectan la productividad de los cultivos (Adaptado de Fageria et al., 1999)



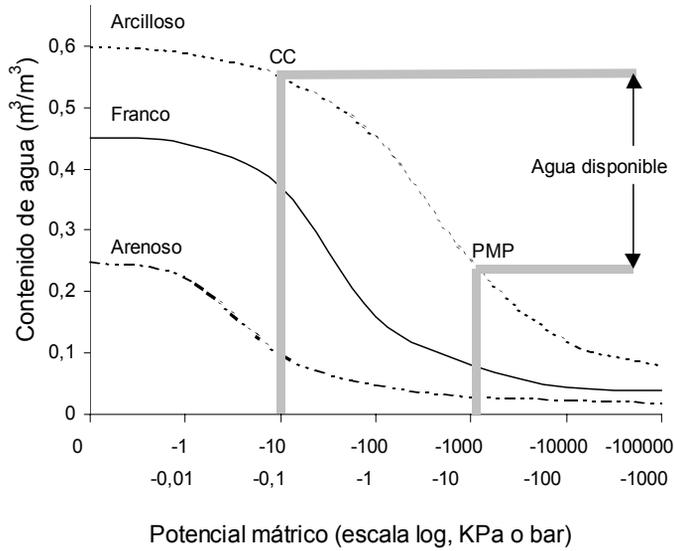
El suelo ideal para la producción de cultivos



- Textura media y buen contenido de materia orgánica que permitan movimiento de agua y aire.
- Suficiente cantidad de arcilla para retener la reserva de humedad del suelo.
- Subsuelo profundo y permeable con niveles adecuados de fertilidad.
- Un ambiente que promueva el crecimiento profundo de las raíces que intercepten humedad y nutrientes.



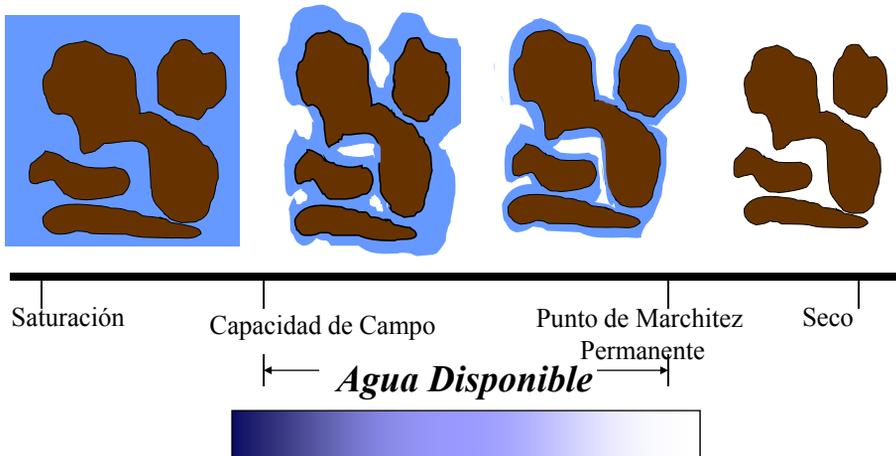
Relación entre la textura del suelo y la disponibilidad de agua



Agua del Suelo



Agua disponible del suelo: el agua se almacena en el suelo debido a las fuerzas de capilaridad que se desarrollan entre los puntos de capacidad de campo (CC) y marchitez permanente (MP)



Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

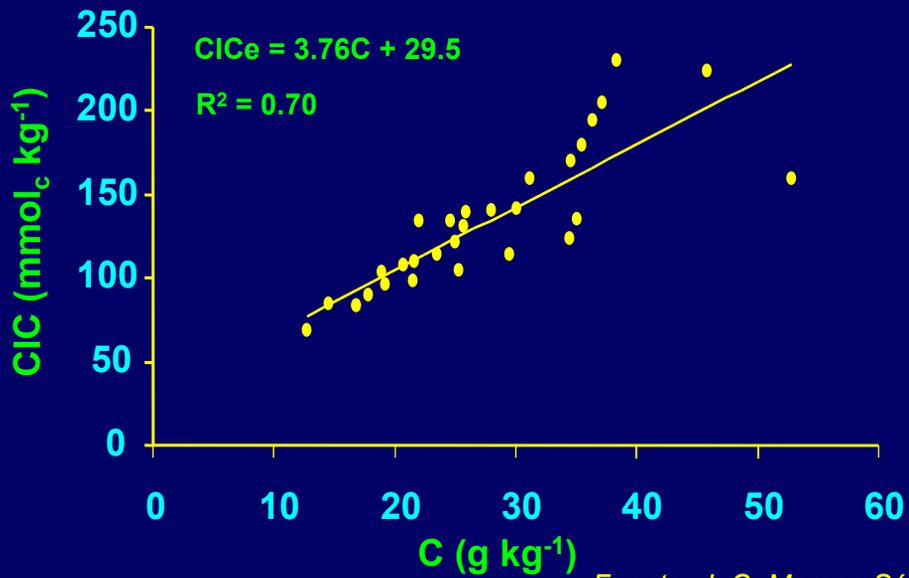
El número total de cationes intercambiables que un suelo puede retener
(Cantidad de sus cargas negativas)



Los coloides cargados negativamente atraen a los cationes



Carbono orgánico y CIC en suelos ultisoles (Sur de Brasil)



**No existe un mecanismo
definido de retención de
aniones por el suelo**

**La retención de aniones es
específica**

La materia orgánica del suelo

- ▶ El más importante indicador de la calidad de suelo (Larson y Pierce, 1991)
- ▶ Fracción orgánica del suelo excluyendo residuos vegetales y animales sin descomponer



La materia orgánica del suelo beneficia de muchas maneras :

- Mejora las condiciones físicas
- Incrementa la infiltración de agua
- Provee nutrientes para las plantas: Nitrógeno, Fósforo, Azufre y otros
- Incrementa la CIC
- Facilita el manejo del suelo
- Disminuye las pérdidas por erosión



Relación de propiedades del suelo con la materia orgánica



- Físicas: Densidad, capacidad de retención de agua, agregación, color y temperatura
- Químicas: Reserva de nutrientes (N, P, S y otros), pH, Capacidad de intercambio catiónica, capacidad tampón, formación de quelatos
- Biológicas: Biomasa microbiana, actividad microbiana (respiración), fracciones lábiles de nutrientes



Determinación de Materia Orgánica

- Generalmente se utiliza la combustión húmeda, método de Walkley y Black
- Este método determina el C por oxidación
- Se considera que la MO contiene un 58% de C
- $MO = C * 1.72$
- Relación nutrientes en MO

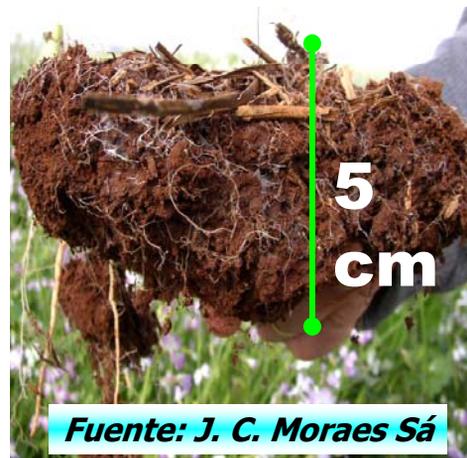
100 C : 10 N : 1 P : 1 S



Nutrientes en materia orgánica

- Relación C/N/P/S promedio de 140:10:1.3:1.3
- Cada 1% de materia orgánica en 20 cm de suelo con densidad de 1.1 ton/m³
 - 12000 - 13000 kg/ha de C
 - 1000 -1200 kg/ha de N
 - 90 -120 kg/ha de P
 - 90 -120 kg/ha de S

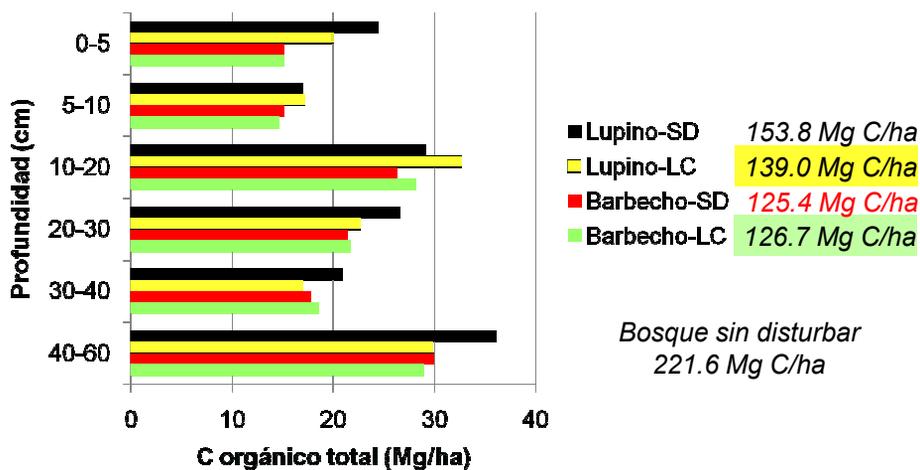
Efectos a largo plazo sobre la MOS?



Fuente: J. C. Moraes Sá

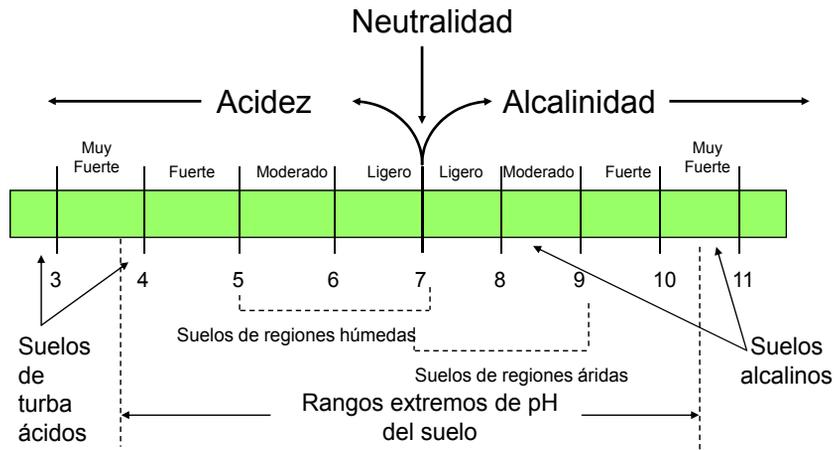
Acumulación de C orgánico en suelos bajo LC y SD y con distinto manejo de cultivo de invierno luego de 19 años en Paraná (Brasil)

Fuente: A. Calegari y col. (2008) – SSSAJ 100(4):1013-1019



El termino pH del
suelo se usa para
describir la acidez o
basicidad relativa del
suelo

Rango de pH típico de los Suelos



El pH del suelo como herramienta de diagnóstico

El pH del suelo indica:

La solubilidad de compuestos

Los cationes presentes en el complejo de intercambio del suelo

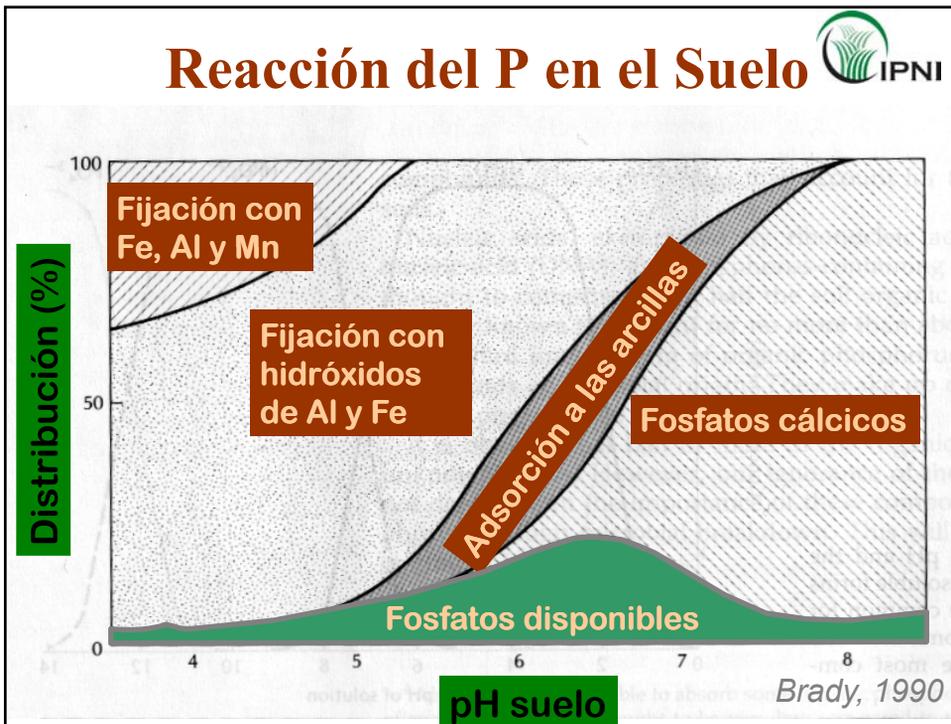
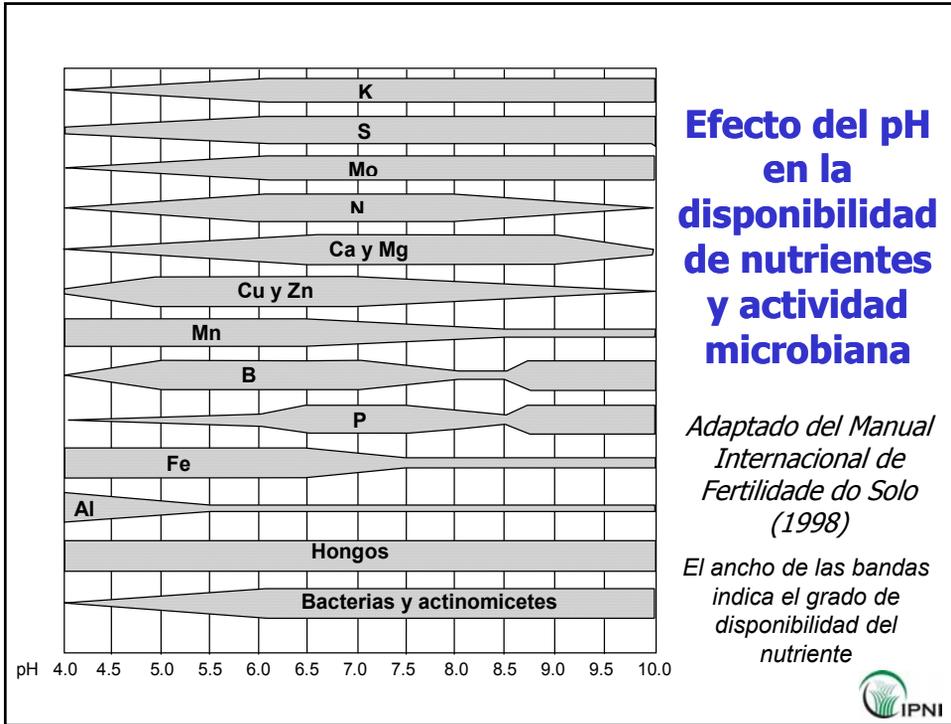
Las formas químicas presentes en la solución del suelo (Al, Mn, Fe)

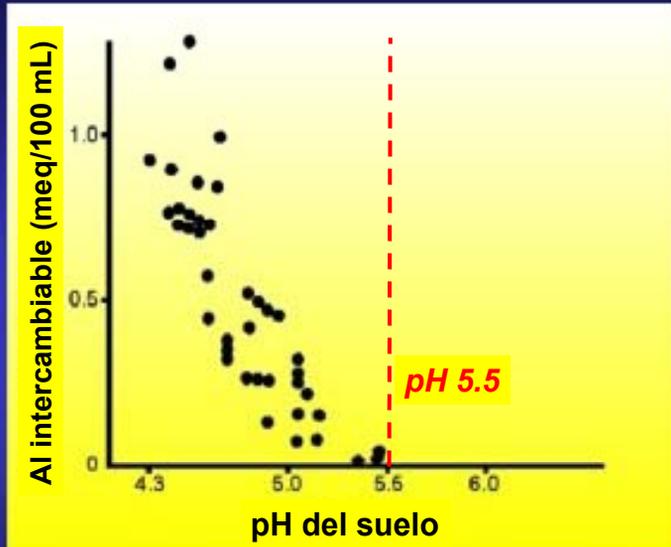
Deficiencias en suelos ácidos

Calcio, Magnesio, Azufre, Molibdeno

Deficiencias en suelos alcalinos

Boro, Cobre, Hierro, Manganeso, Zinc





Relación entre el Al intercambiable y el pH del suelo en 40 muestra de capa superficial (0-20 cm) de suelos del Cerrado (Sousa et al., 1986)

Saturación de Aluminio

- Es importante mantener los tenores de Al^{3+} intercambiable muy bajos o nulos por sus efectos tóxicos para las plantas
- El efecto tóxico depende de la proporción del Al^{3+} en la CIC efectiva, así se calcula el % de saturación de Al^{3+} :

$$\% \text{ Sat. } Al^{3+} = (Al^{3+} \text{ intercambiable} / \text{CIC efectiva}) / 100$$

Saturación menor de 15%

Saturación 15-35%

Saturación 35-50%

Saturación > 50%

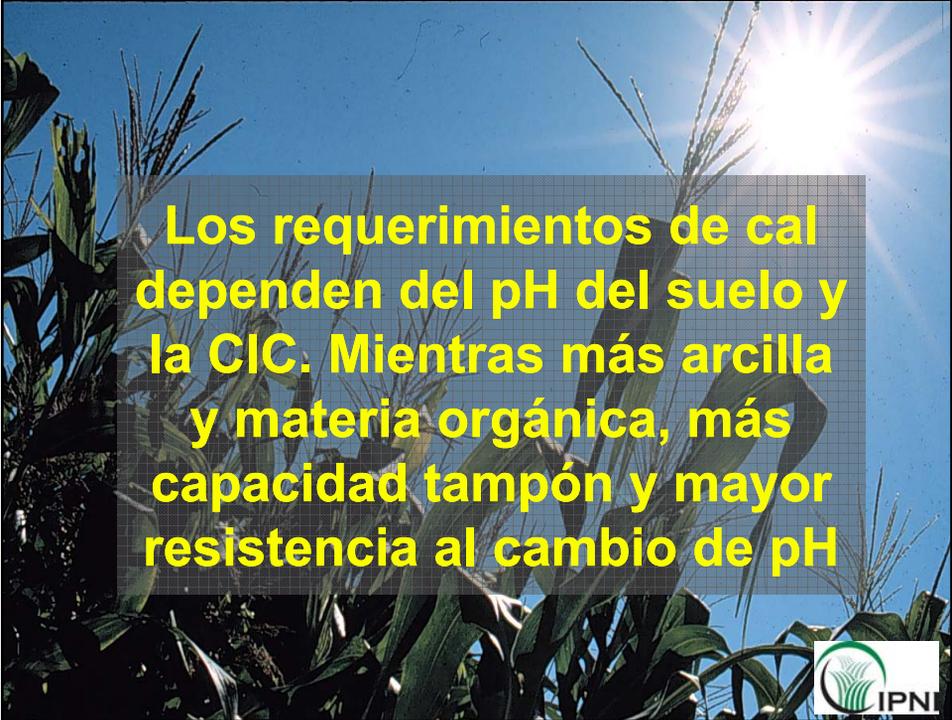
Estos valores varían entre cultivos

Baja

Media

Alta

Muy alta



Los requerimientos de cal dependen del pH del suelo y la CIC. Mientras más arcilla y materia orgánica, más capacidad tampón y mayor resistencia al cambio de pH



ENCALADO

Método de la saturación por bases

$$NC(t.ha^{-1}) = \frac{(SB_2 - SB_1)T}{PRNT}$$

NC = Necesidad de CAL en t/ha para la capa de 0-20cm.

SB1 = Saturación por bases actual del suelo

SB2 = Saturación por bases deseada para el cultivo

T = Capacidad de intercambio catiónica potencial del suelo en cmolc/dm³ o meq/100cm³ de suelo

PRNT = Poder relativo de neutralización total del calcáreo (%)



Porcentaje de K, Ca y Mg del suelo

Porcentaje de saturación de K, Mg y Ca en relación a la CIC (valor T) del suelo, en la faja de saturación de bases (valor V) más adecuada para la soja

SB o V (%)	K (%T)	Mg (%T)	Ca (%T)
50	4	11	35
60	5	15	40
70	5	16	48

Vitti, 2003



ENCALADO

Indice SMP (RS/SC)

- Solución SMP es una solución tamponada a pH 7.5
- Al agregarla al suelo se comporta como ácido débil y el pH disminuye
- El pH alcanzado (Indice SMP) se relaciona con la acidez potencial del suelo
- La necesidad de calcáreo se determina regionalmente según el índice SMP y el pH a alcanzar:

Indice SMP	pH 5.5	pH 6.0	pH 6.5
	t/ha de calcáreo con PRNT de 100%		
< 4.4	15	21	29
4.5	12.5	17.3	24
4.6	10.9	15.1	20
4.7	9.6	13.3	17.5
4.8	8.5	11.9	15.7
4.9	7.7	10.7	14.2
5.0	6.6	9.9	13.3

Fuente: Comisión de Fertilidad de Suelos RS/SC

Manejo de la acidez

- La acidez debe ser corregida conjuntamente con el manejo de la MO, P, K y micronutrientes
- La siembra directa es uno de los mejores métodos de reducir acidez por:
 - Menor efecto tóxico del Al por complejoado e hidrólisis con ácidos orgánicos
 - Reciclaje de nutrientes
 - Menos lavado de nitratos

