



## ***Nutrición: importancia y síntomas de deficiencia***



***Dr. Esteban Escamilla Prado***

***Diciembre 2014***



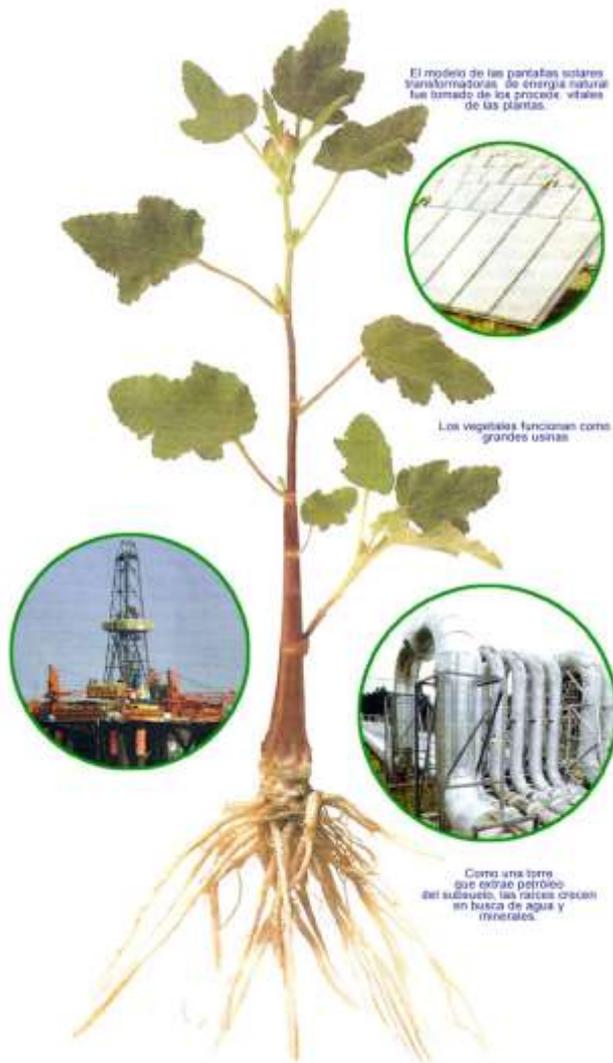


# LA NUTRICIÓN DEL CAFETO



# LA NUTRICIÓN DEL CAFETO

LAS PLANTAS TOMAN DEL SUELO Y DEL AIRE LOS NUTRIMENTOS QUE NECESITAN PARA SU DESARROLLO.



# LA NUTRICIÓN DEL CAFETO



DEL AIRE TOMAN  $\text{CO}_2$   
(BIÓXIDO DE CARBONO)  
MEDIANTE LOS ESTOMAS.



DEL SUELO TOMAN AGUA Y  
MINERALES MEDIANTE EL  
SISTEMA RADICULAR (RAÍCES).

# LA NUTRICIÓN DEL CAFETO

TANTO DEL AIRE COMO DEL SUELO:

SE ABSORBEN LOS MACRONUTRIMENTOS:

CARBONO (C)

OXÍGENO (O)

HIDRÓGENO (H)

NITRÓGENO (N)

FÓSFORO (P)



POTASIO (K)

CALCIO (Ca)

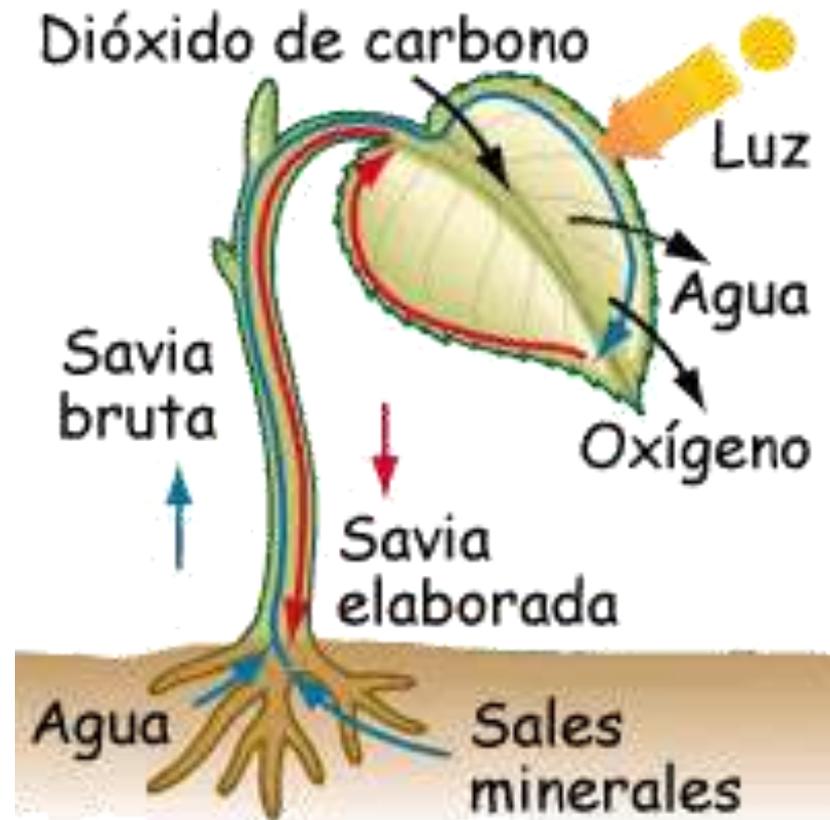
MAGNESIO (Mg)

AZUFRE (S)

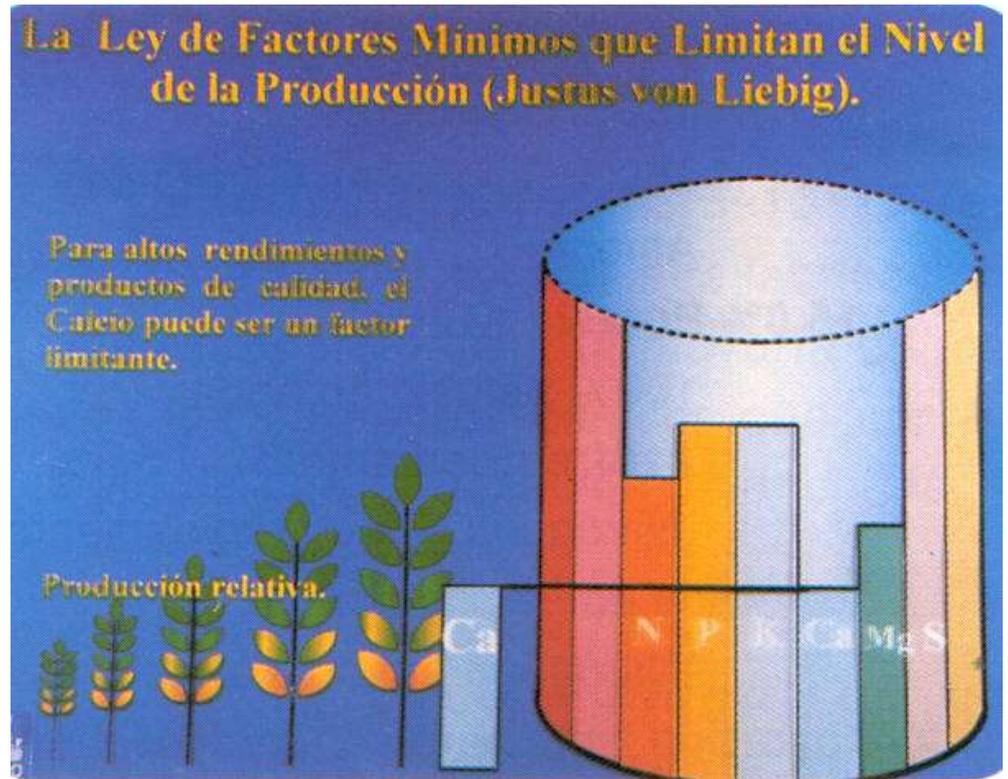
# LA NUTRICIÓN DEL CAFETO

ADEMÁS SE ABSORBEN LOS SIGUIENTES  
MICRONUTRIMENTOS:

**CLORO (Cl)**  
**HIERRO (Fe)**  
**BORO (B)**  
**MANGANESO (Mn)**  
**COBRE (Cu)**  
**ZINC (Zn)**  
**MOLIBDENO (Mo)**  
**NIQUEL (Ni)**



# LEY DEL MÍNIMO



***factor que esta disponible en menor cantidad***

## *Parámetros de suelos adecuados y manejables para el cultivo del Cafeto*

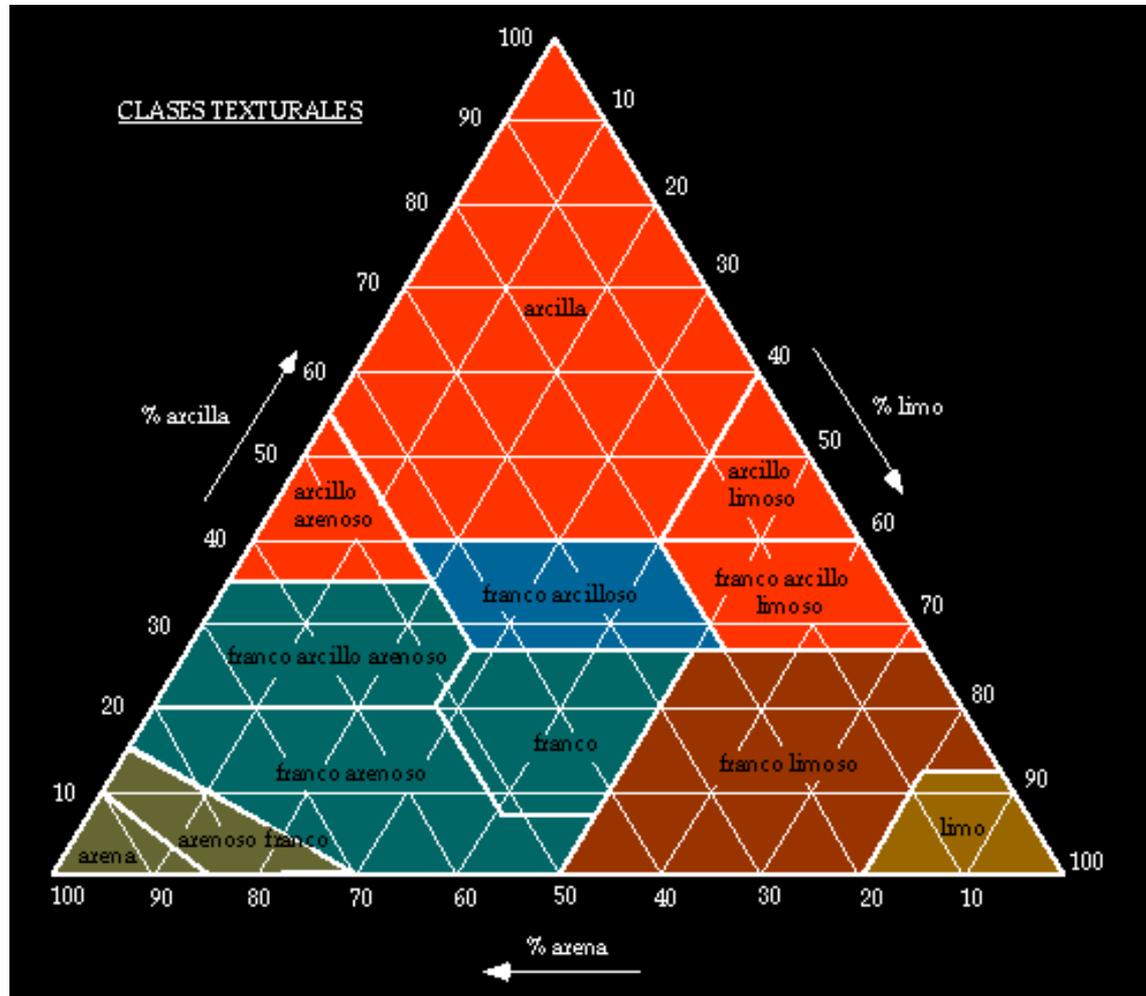
<b>Parámetro</b>	<b>Rangos adecuados</b>	<b>Rangos manejables</b>
<b>pH</b>	<b>4.9-5.6</b>	<b>4.5-6.0</b>
<b>Materia orgánica (%)</b>	<b>11.4-12.6</b>	<b>&gt;4</b>
<b>K (meq/100g)</b>	<b>0.29-0.70</b>	<b>--</b>
<b>Ca (meq/100g)</b>	<b>1.6-4.2</b>	<b>&lt;4.2</b>
<b>Mg (meq/100g)</b>	<b>0.5-1.4</b>	<b>--</b>
<b>Relación K:Ca:Mg</b>	<b>1:6:2</b>	<b>--</b>
<b>P (ppm)</b>	<b>6-14</b>	<b>&lt;6</b>
<b>Textura</b>	<b>Franco</b>	<b>Franco</b>
<b>Arcilla (%)</b>	<b>8-41</b>	<b>&gt;8 ó &lt;41</b>
<b>Profundidad horizonte superficial (cm)</b>	<b>&gt; 30</b>	<b>30</b>

*RESULTADOS*

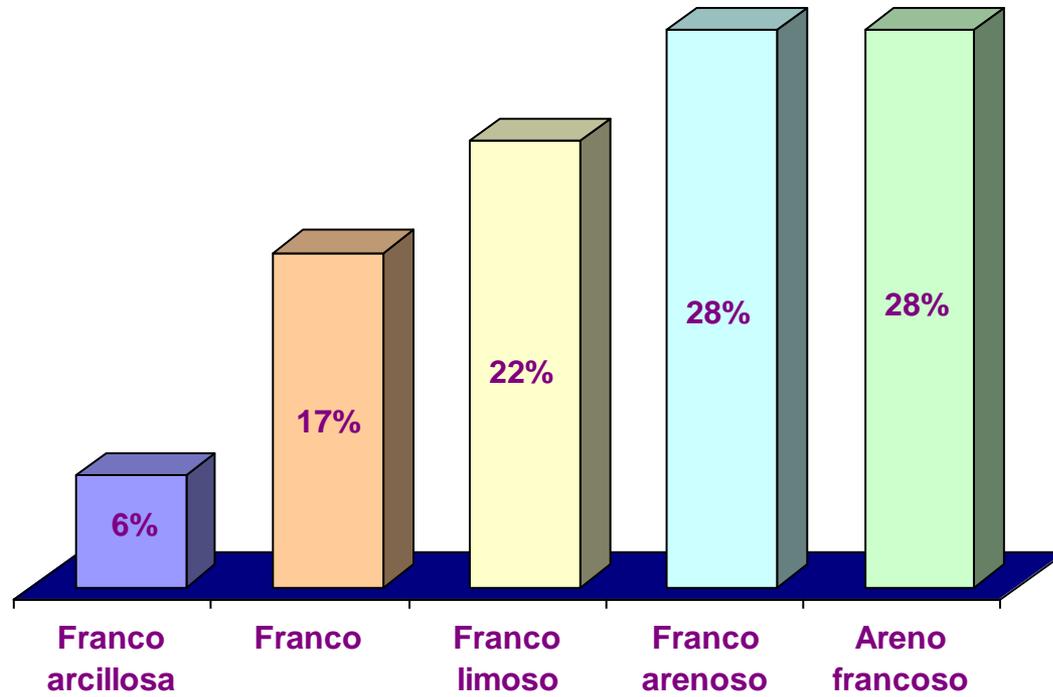
*PARA*

*VERACRUZ*

# Parámetros de suelos adecuados y manejables para el cultivo del Cafeto: textura



# TEXTURA

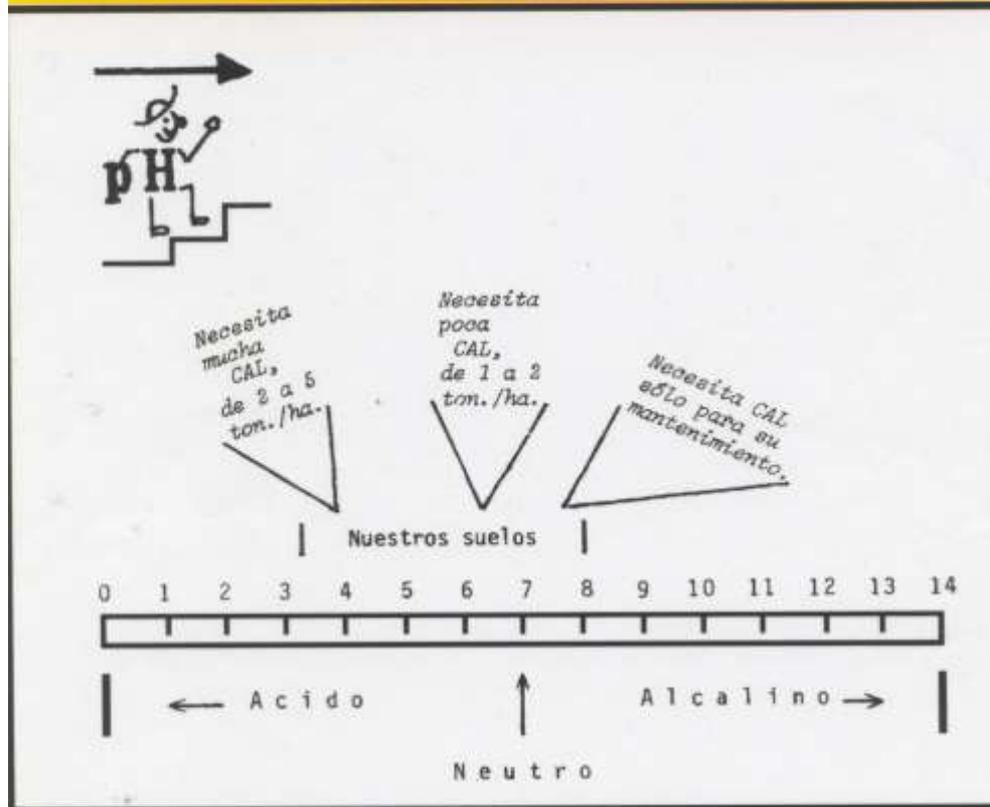


# **SUELOS CAFETALEROS EN VERACRUZ**

## **CONTENIDO DE NUTRIENTES**

<b>PROPIEDAD</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>RANGO PRESENTE</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>pH</b>	<b>Muy ácido</b>	<b>4.5 - 5.5</b>	<b>4.7</b>
<b>Materia Orgánica</b>	<b>Alto a Muy alto</b>	<b>3-11%</b>	<b>5.9 %</b>
<b>Nitrógeno total</b>	<b>Rico a Muy Rico</b>	<b>0.2 - 0.7%</b>	<b>0.4 %</b>
<b>Fósforo</b>	<b>Bajo a Alto</b>	<b>5 - 115 mg.kg<sup>-1</sup></b>	<b>21mg.kg<sup>-1</sup></b>
<b>Potasio</b>	<b>Bajo a Alto</b>	<b>0.2 – 2.7 cmol.kg<sup>-1</sup></b>	<b>0.7 cmol.kg<sup>-1</sup></b>
<b>Calcio</b>	<b>Muy Bajo a Alto</b>	<b>1 - 21 cmol.kg<sup>-1</sup></b>	<b>7 cmol.kg<sup>-1</sup></b>
<b>Magnesio</b>	<b>Muy Bajo a Alto</b>	<b>0.4 - 2.6 cmol.kg<sup>-1</sup></b>	<b>1 cmol.kg<sup>-1</sup></b>
<b>Hierro</b>	<b>Muy Bajo a Muy Alto</b>	<b>5 - 105 mg.kg<sup>-1</sup></b>	<b>35 mg.kg<sup>-1</sup></b>
<b>Cobre</b>	<b>Muy Bajo a Alto</b>	<b>0.1 - 2.4 mg.kg<sup>-1</sup></b>	<b>0.7 mg.kg<sup>-1</sup></b>
<b>Zinc</b>	<b>Muy Bajo a Medio</b>	<b>0.1 - 3.3 mg.kg<sup>-1</sup></b>	<b>1.1 mg.kg<sup>-1</sup></b>
<b>Manganeso</b>	<b>Muy Bajo a Muy Alto</b>	<b>1- 85 mg.kg<sup>-1</sup></b>	<b>31 mg.kg<sup>-1</sup></b>
<b>Boro</b>	<b>Muy Bajo a Bajo</b>	<b>0.25 - 0.7 mg.kg<sup>-1</sup></b>	<b>0.4 mg.kg<sup>-1</sup></b>

# EL FACTOR pH



La escala del pH va desde la acidez extrema de cero hasta la alcalinidad extrema de 14. En medio se encuentra el valor 7, que es neutro

## *Características químicas del suelo: pH*

pH menor de 5,5 es muy ácido

pH entre 5,6 y 6,5 es **ácido**

pH entre 6,6 y 7,5 es **neutro**

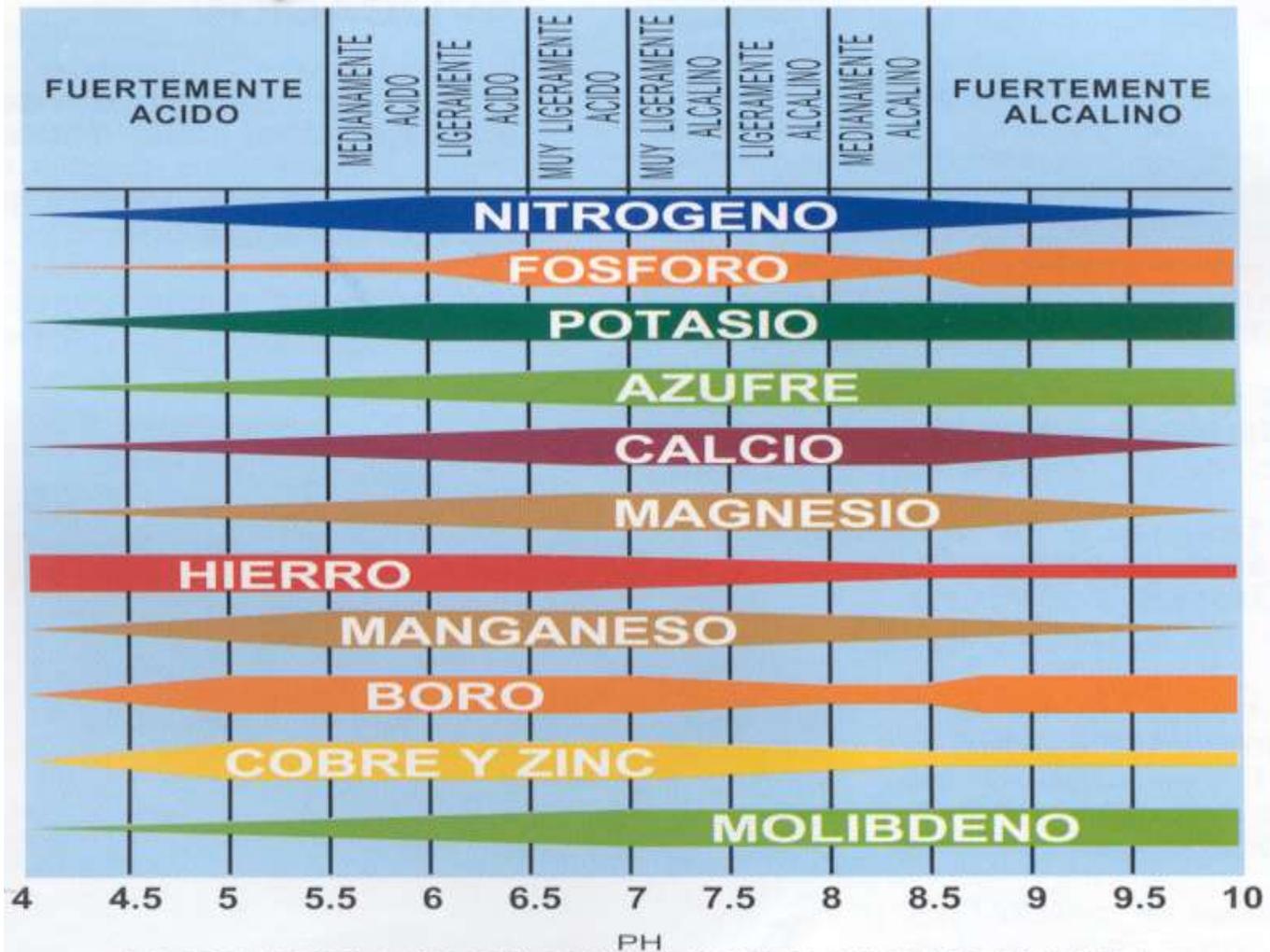
pH entre 7,6 y 8,5 es **alcalino**

pH mayor de 8,5 es muy alcalino



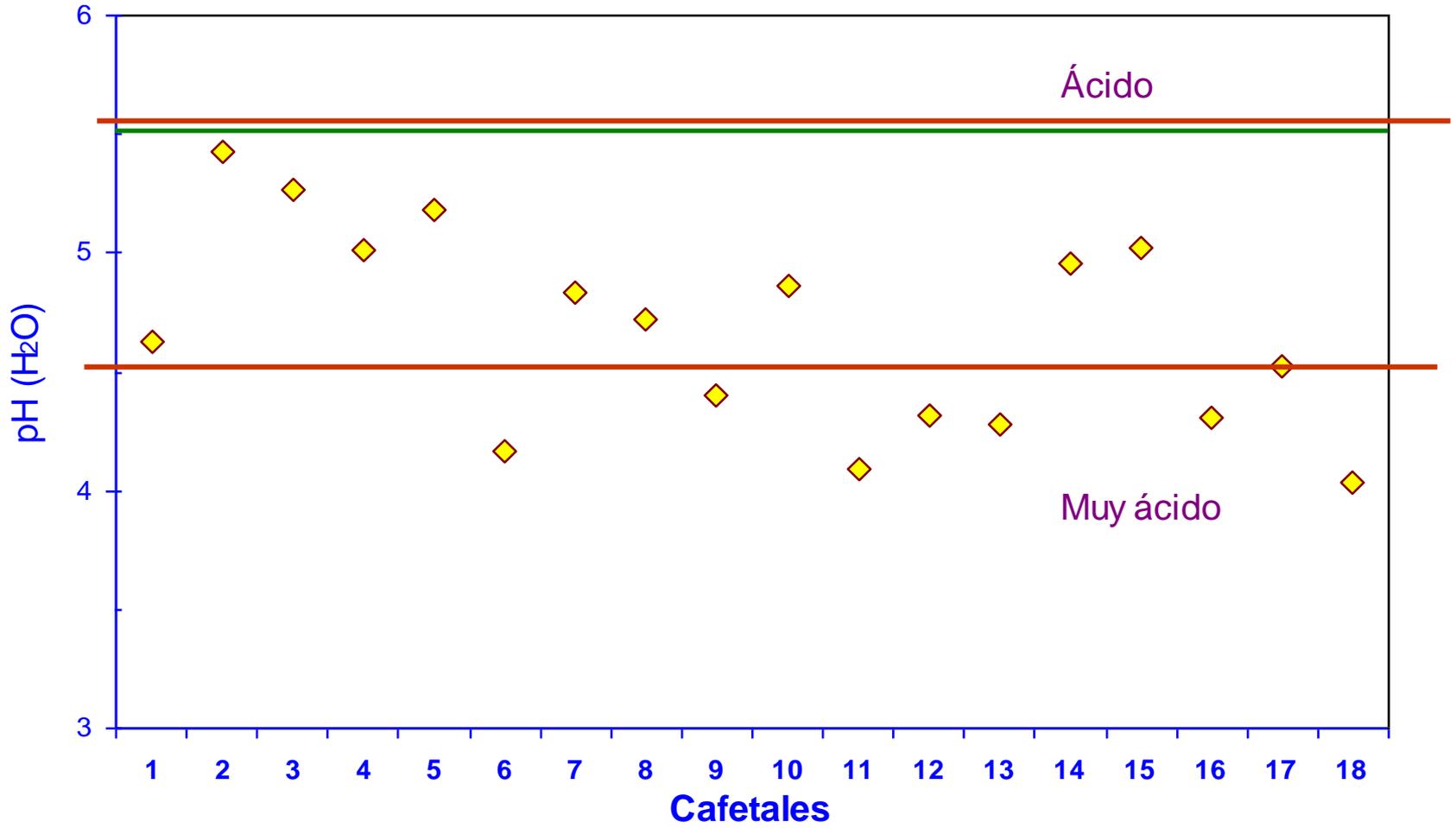
Soil pH scale

# EFFECTO DEL pH DEL SUELO EN LA DISPONIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES



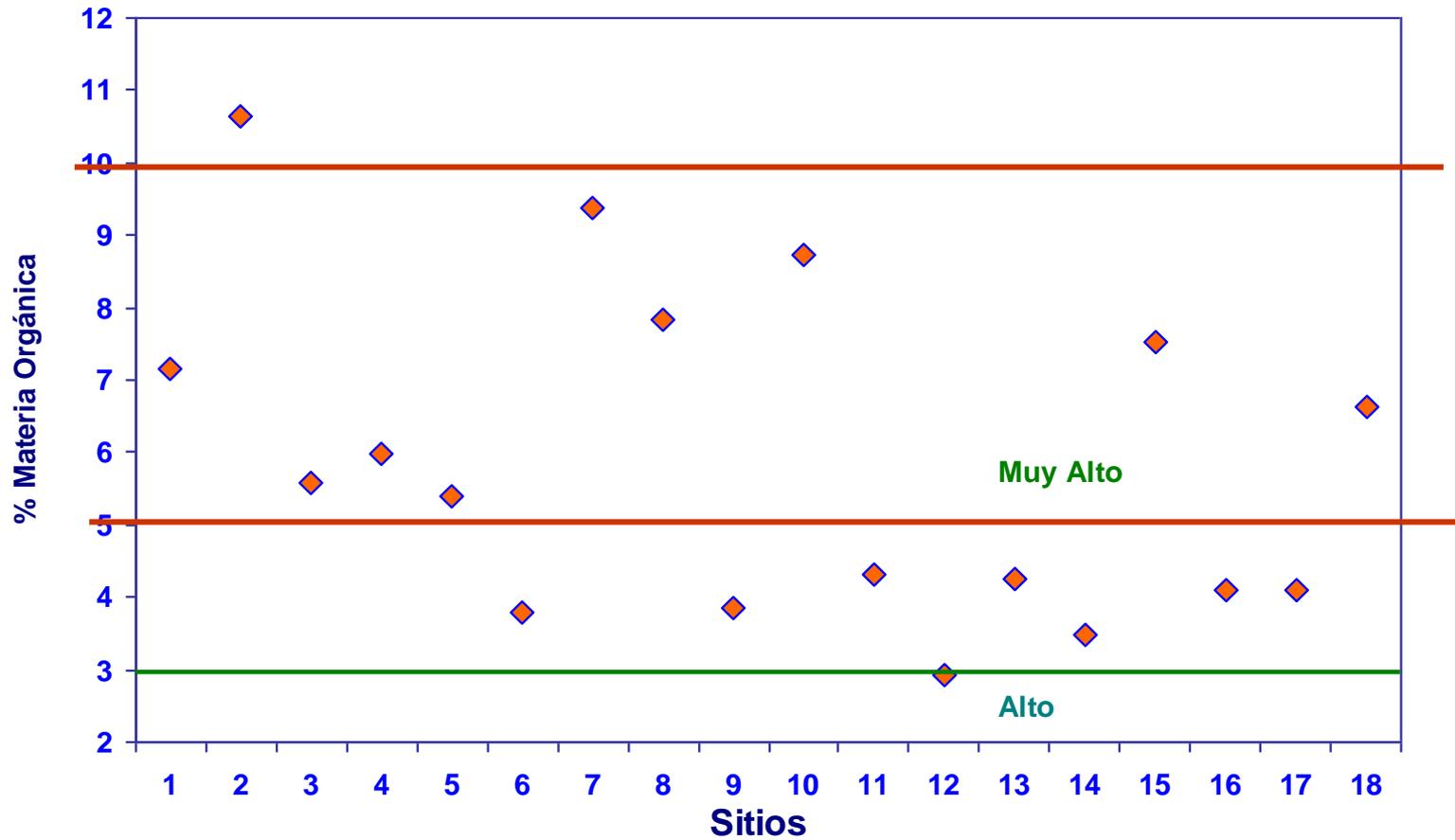
LA DISPONIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES PARA LAS PLANTAS DISMINUYE EN LA MEDIDA DEL ANCHO DE LAS BARRAS. EL PH DEL SUELO ES UN FACTOR CLAVE EN EL SUMINISTRO DE LOS NUTRIENTES

# pH



— Rango óptimo para el café (INMECAFÉ, 1990)

# MATERIA ORGÁNICA



— *Rango óptimo para el café (Herrera y Palma, 1993; Honduras)*

# ***DEFICIENCIAS NUTRICIONALES VISIBLES EN CULTIVOS***

<b>Nutrientes muy móviles</b>	<b>Moderately mobile nutrients</b>	<b>Immobile nutrients</b>
<b>Nitrógeno</b>	Magnesio	Calcio
<b>Fósforo</b>	Azufre (movilidad varía según la especie)	Boro
<b>Potasio</b>	Hierro	
	Manganeso	
	Zinc	
	Molibdeno	

# ***DEFICIENCIAS NUTRICIONALES VISIBLES EN CULTIVOS***

<b>Nutrientes muy móviles</b>	<b>Moderately mobile nutrients</b>	<b>Immobile nutrients</b>
<b>Nitrógeno</b>	Magnesio	Calcio
<b>Fósforo</b>	Azufre (movilidad varía según la especie)	Boro
<b>Potasio</b>	Hierro	
	Manganeso	
	Zinc	
	Molibdeno	

# ***DEFICIENCIAS NUTRICIONALES VISIBLES EN CULTIVOS***

<b>Nutrientes muy móviles</b>	<b>Moderately mobile nutrients</b>	<b>Immobile nutrients</b>
<b>Nitrógeno</b>	Magnesio	Calcio
<b>Fósforo</b>	Azufre (movilidad varía según la especie)	Boro
<b>Potasio</b>	Hierro	
	Manganeso	
	Zinc	
	Molibdeno	

# NITRÓGENO



***Deficiencia de Nitrógeno se presenta como una clorosis uniforme que se inicia en las hojas adultas (más viejas). Amarillamiento que va del ápice o de la punta y vena central hacia los borde. Afecta crecimiento vegetativo y desarrollo del fruto. Caída de flores y frutos, muerte regresiva de la planta.***

# NITRÓGENO



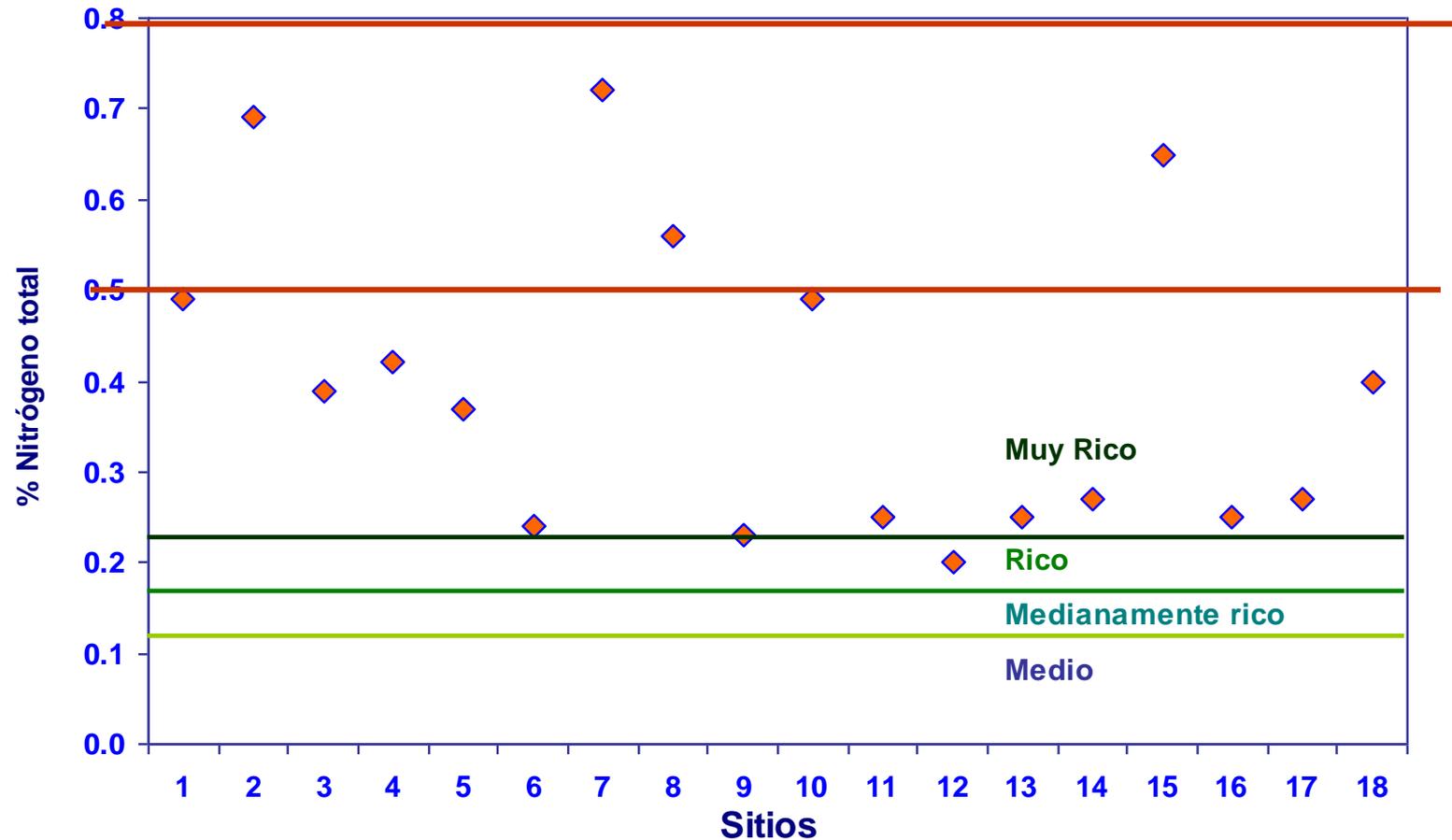
Nitrogen Deficiency



***NITRÓGENO***



# NITRÓGENO



— *Rango óptimo para el café (INMECAFÉ, 1990)*

# FÓSFORO



***Hojas viejas con manchas amarillentas, que posteriormente pasan a amarillo-violeta y finalmente violetas; caída de hojas y sistema radicular mal desarrollado . Hojas adultas con manchas rojizas de diferentes tamaños. Afecta la energía para crecimiento de la planta y principalmente la raíz.***

# FÓSFORO



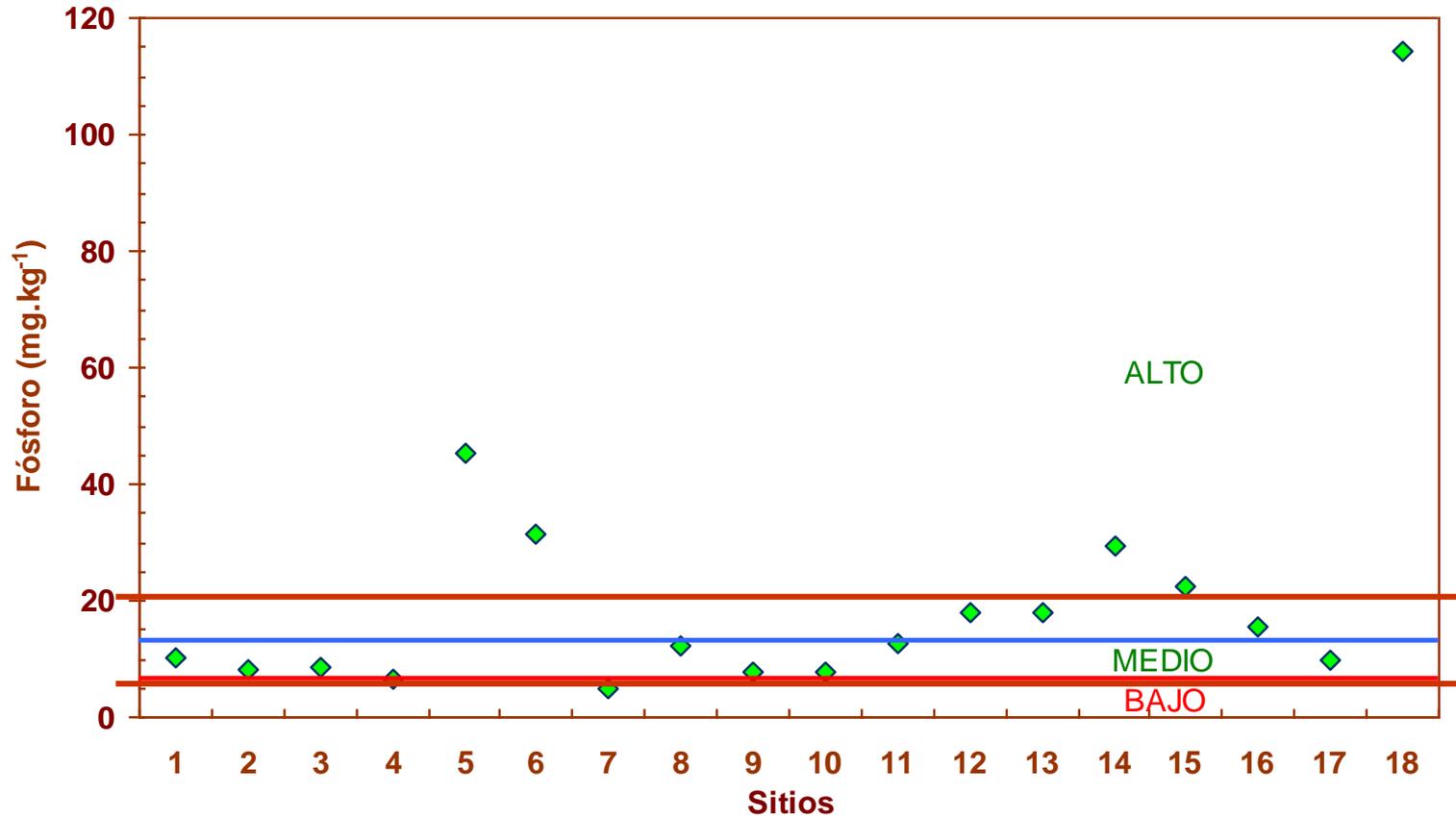
Phosphorus  
Deficiency



# ***FÓSFORO***



# FÓSFORO



— Rango óptimo para el café (INMECAFÉ, 1990)

# POTASIO

**La deficiencia de K aparece como amarillamiento, que luego se torna pardo oscuro, en los bordes y puntas de las hojas. Áreas necróticas (muertas) en hojas adultas. Daño se presenta en forma de “V” invertida. Bajo contenido de azúcares y el fruto tiene menor peso, tamaño y calidad; la planta es susceptible a plagas.**



# POTASIO



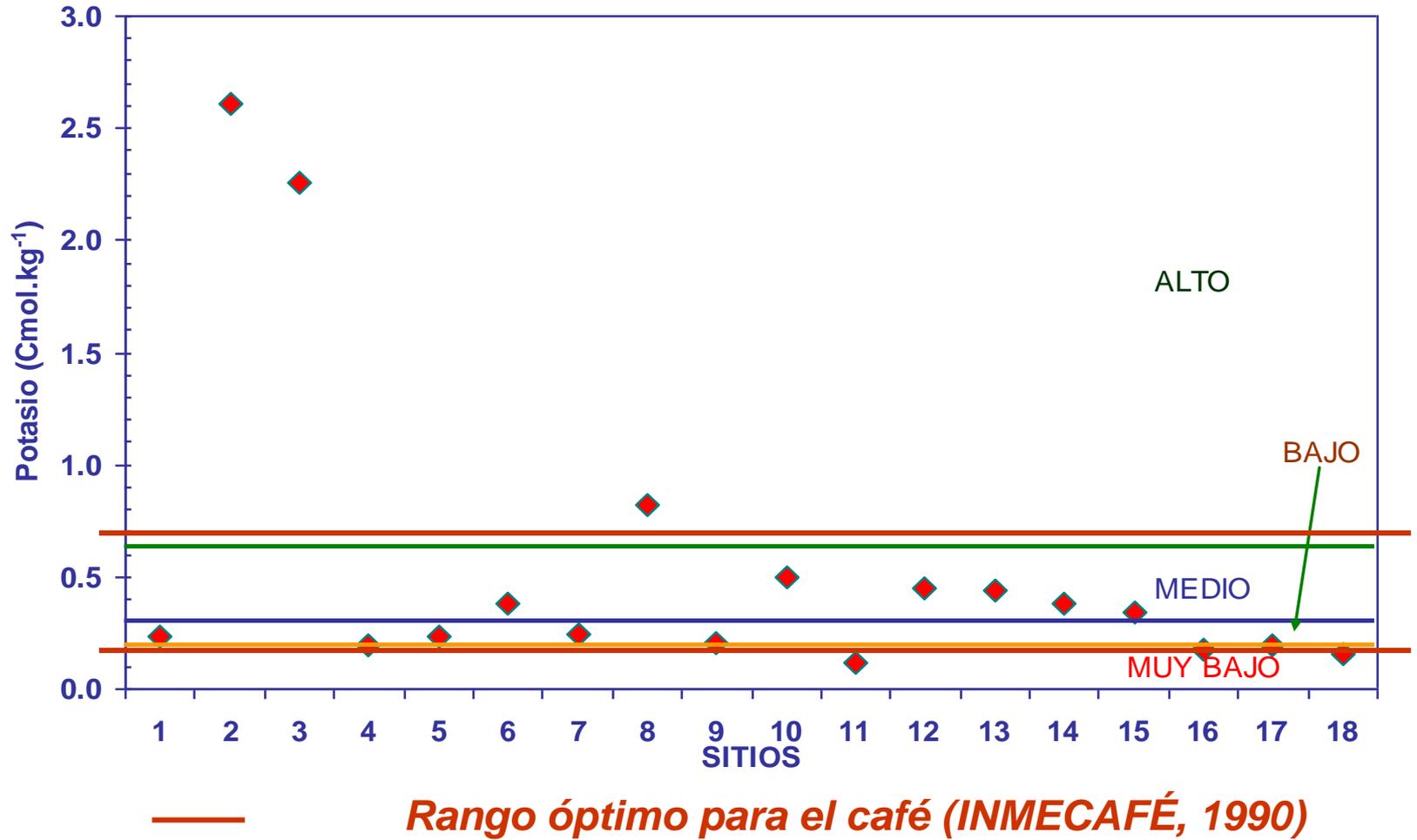
Potassium Deficiency



# ***POTASIO***



# POTASIO



# CALCIO

*El ondulado de los fillos de las hojas en un típico síntoma de la deficiencia de Ca en café.*



*Una avanzada deficiencia de Ca se caracteriza por hojas con fillos irregulares de color verde pálido.*

# CALCIO



**Hojas nuevas con amarillamiento de los bordes hacia el centro, muerte de ramas nuevas.**

**Sistema radicular poco desarrollado implicando una baja resistencia a la sequía, con caída de hojas, flores y frutos.**

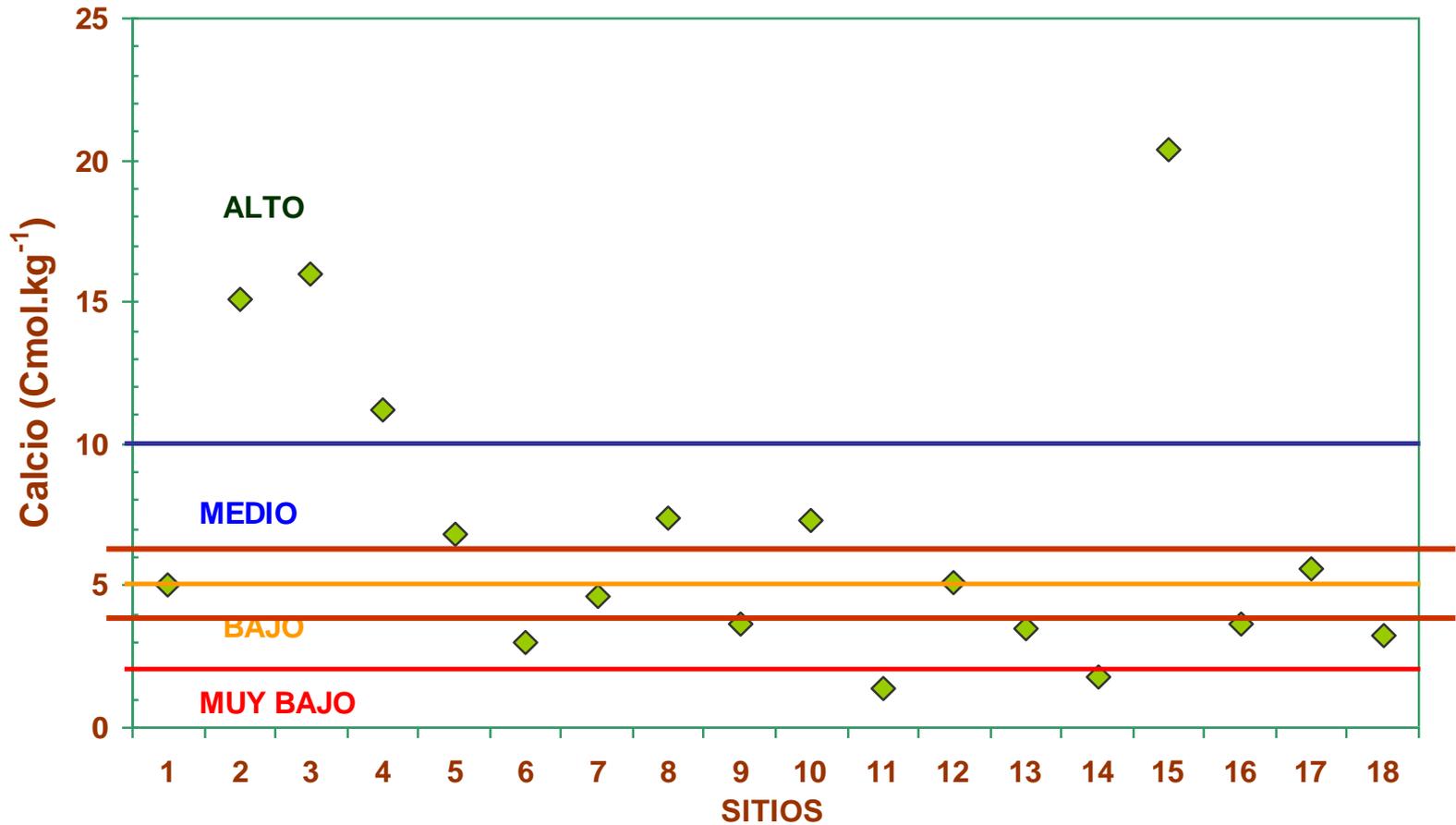
**Hojas nuevas con áreas cloróticas (amarillas), del borde hacia el centro, a ambos lados de la nervadura central.**

**La punta de la hoja se presenta en forma de “cuchara”.**

**La deficiencia afecta el crecimiento de la planta, raíces, frutos y además, favorece la entrada de patógenos (agentes causantes de enfermedades).**



# CALCIO



— Rango óptimo para el café (INMECAFÉ, 1990)

# MAGNESIO



***Hojas viejas con clorosis intervenal. Síntomas de aparecen como manchas de color amarillo entre las nervaduras. Los espacios entre las nervaduras central y secundarias de la hoja adulta, se tornan amarillo-naranja. Deficiencia causa la caída de hojas y frutos.***



# MAGNESIO



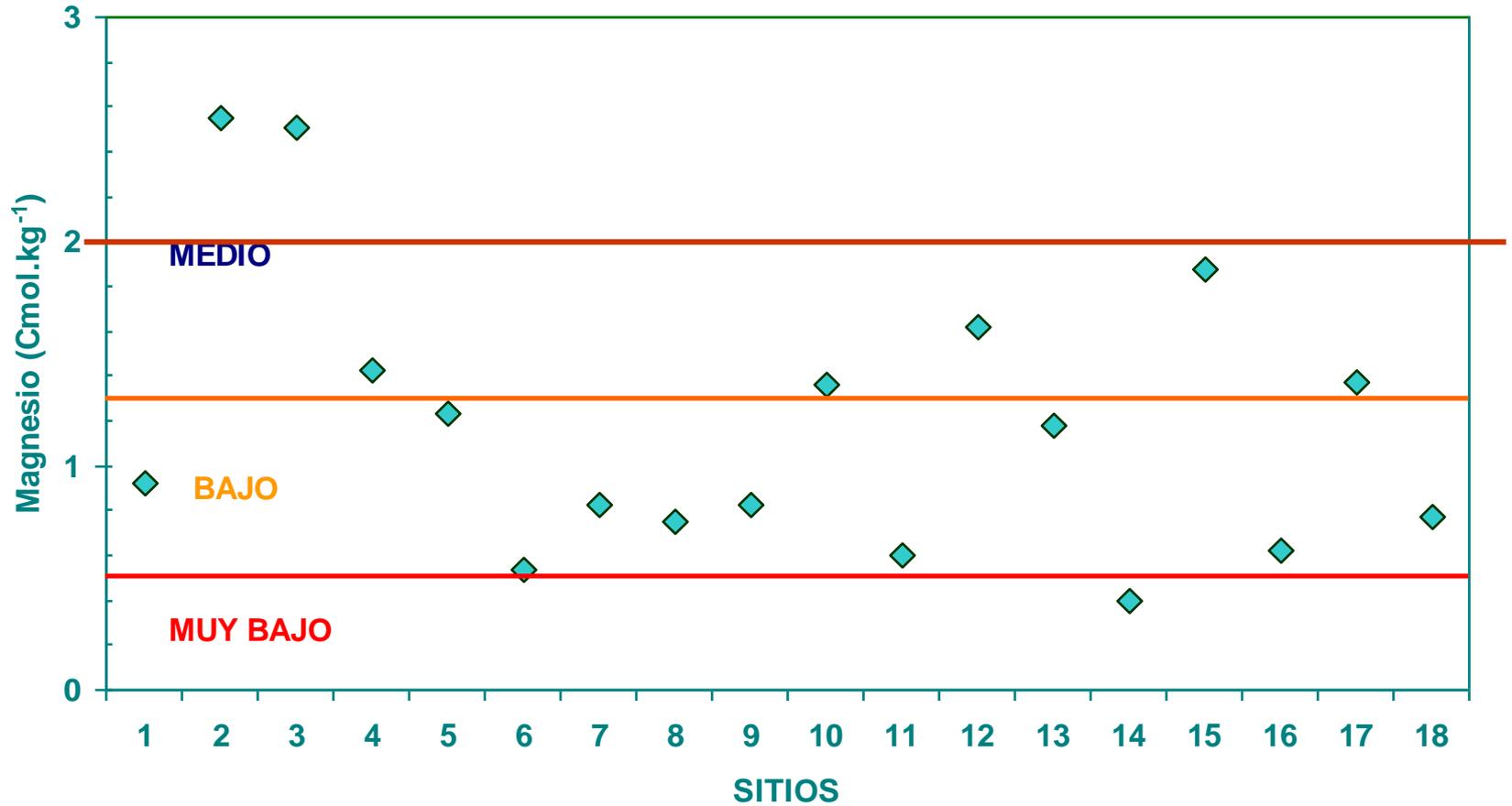
Magnesium Deficiency



***MAGNESIO***



# MAGNESIO



— Cantidad necesaria para el café (INMECAFÉ, 1990)

# HIERRO



# **HIERRO**

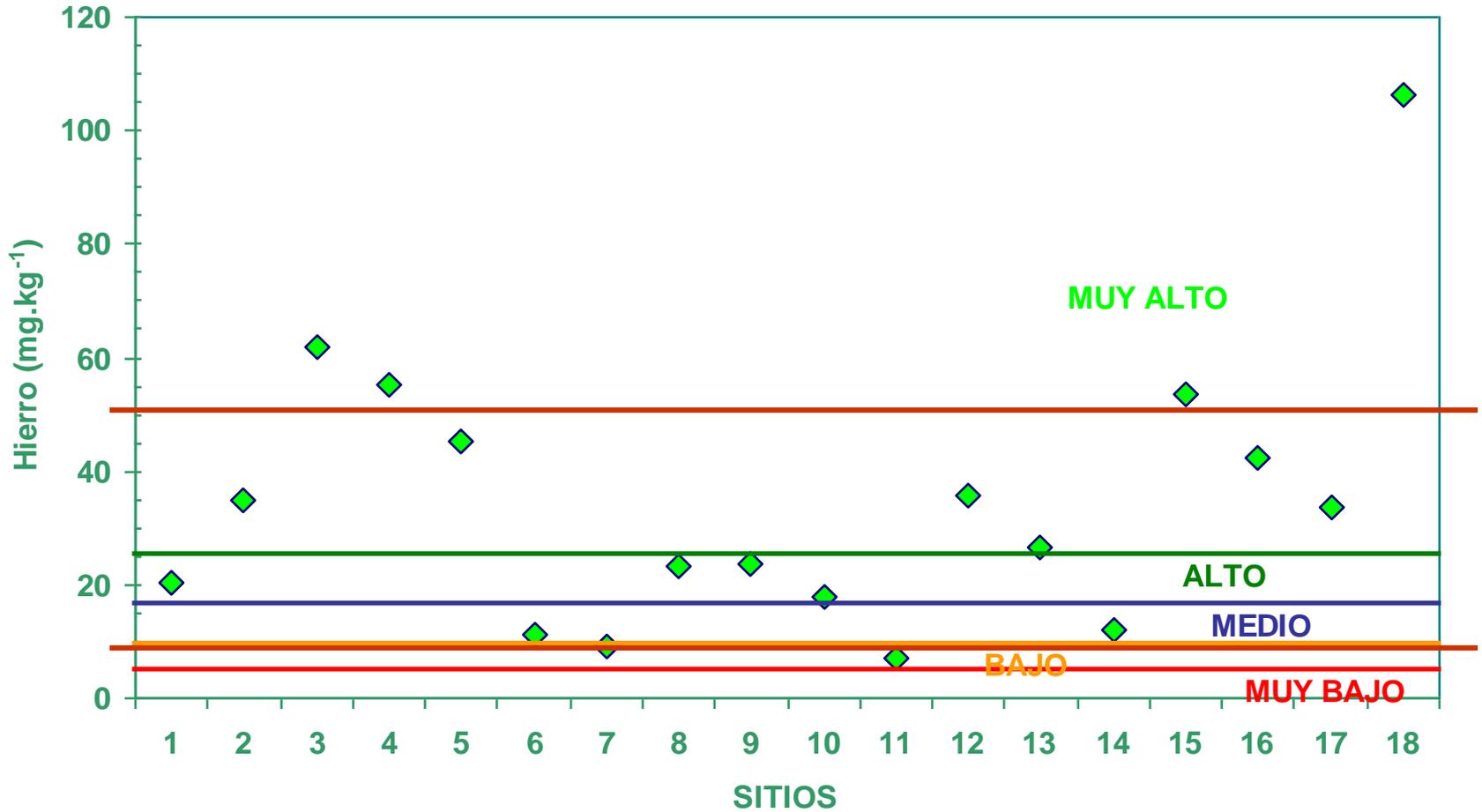


**Hojas nuevas presentando clorosis típica del retículo fino. Nervaduras permanecen verdes, pero el limbo foliar permanece amarillo. Al incrementarse la deficiencia, las hojas muestran un amarillamiento, las nervaduras se conservan verdes, dando la apariencia de una “red”. Su deficiencia está relacionada con exceso de humedad en el suelo.**

***HIERRO***



# HIERRO



— *Rango óptimo para el café (ICAFÉ-MAG, 1989)*

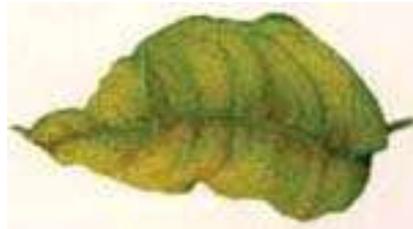
# COBRE



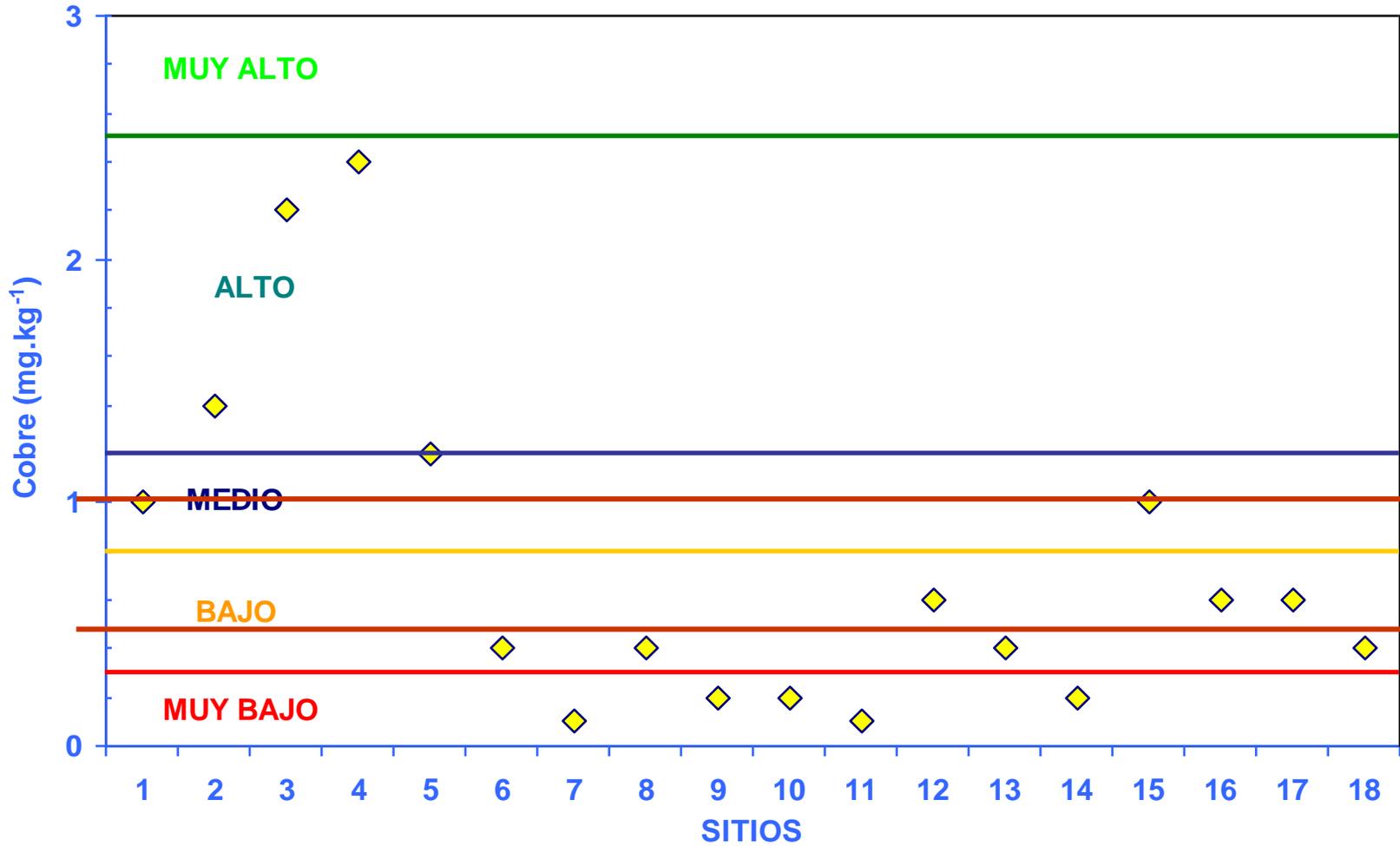
**Hojas nuevas con nervaduras secundarias salientes, (acostilladas), curvadas hacia abajo, clorosis a lo largo de la nervadura central.**



Copper Deficiency



# COBRE



— Cantidad necesaria para el café (Herrera y Palma, 1993; Honduras)

# ZINC



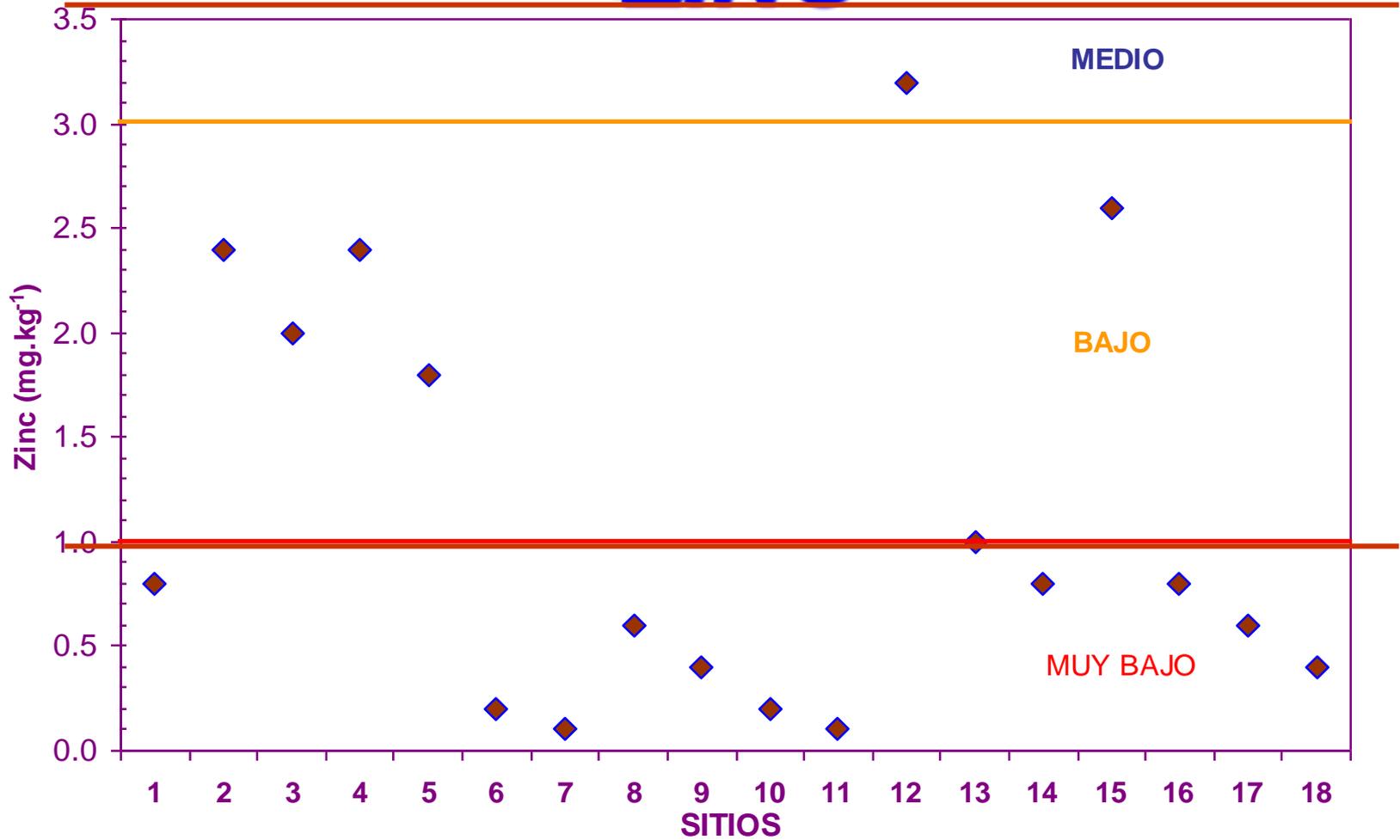
***Hojas con crecimiento reducido, alargadas (forma lanceoladas) y bordes ondulados. Ramas y entrenudos cortos, hay presencia de brotes en forma de abanico. La carencia también reduce el crecimiento vegetativo y del fruto.***



# ZINC



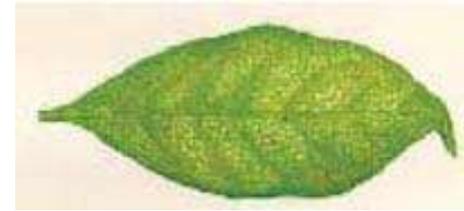
# ZINC



**Rango óptimo para el café (Herrera y Palma, 1993; Honduras)**

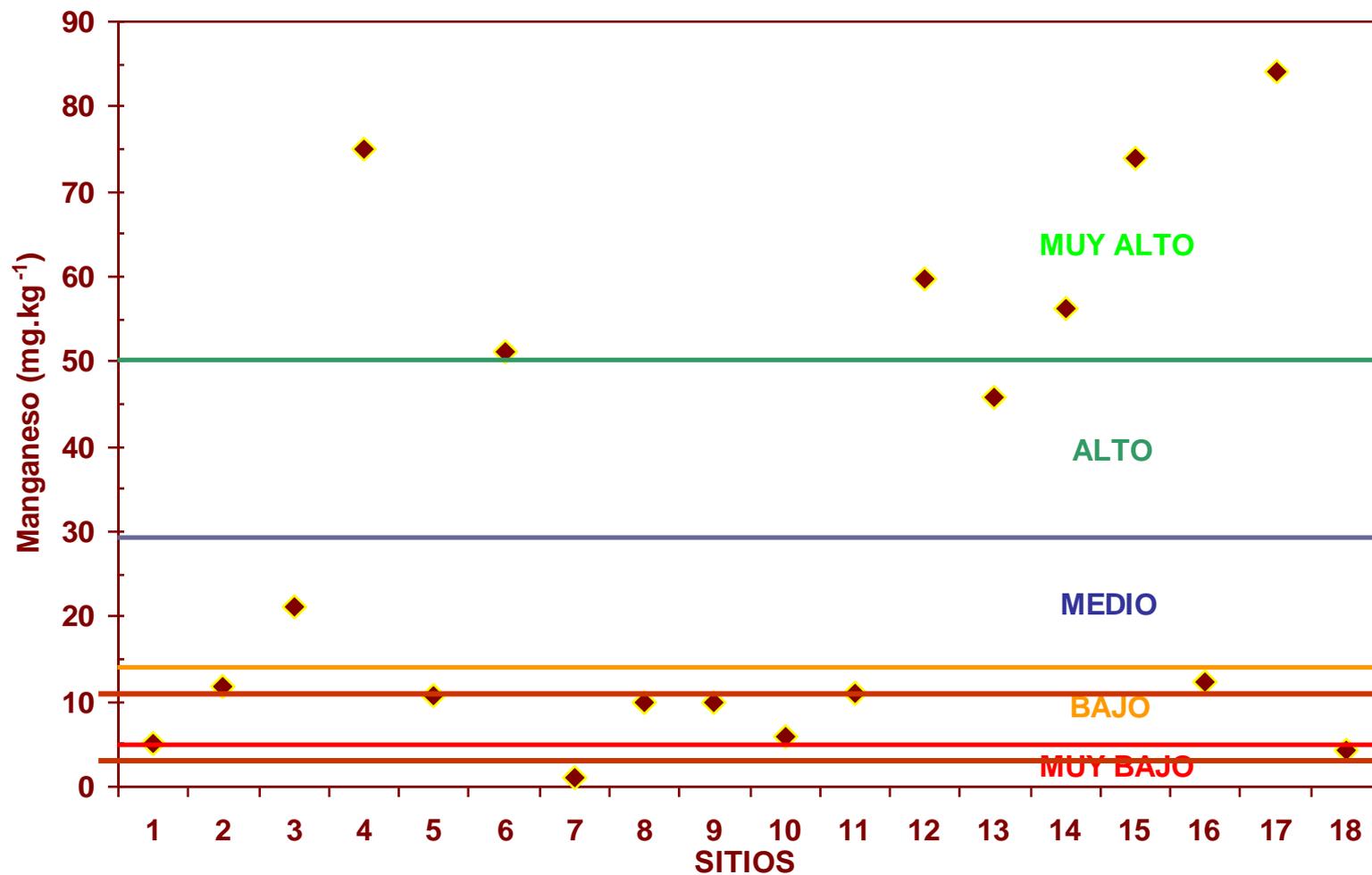


# MANGANESO



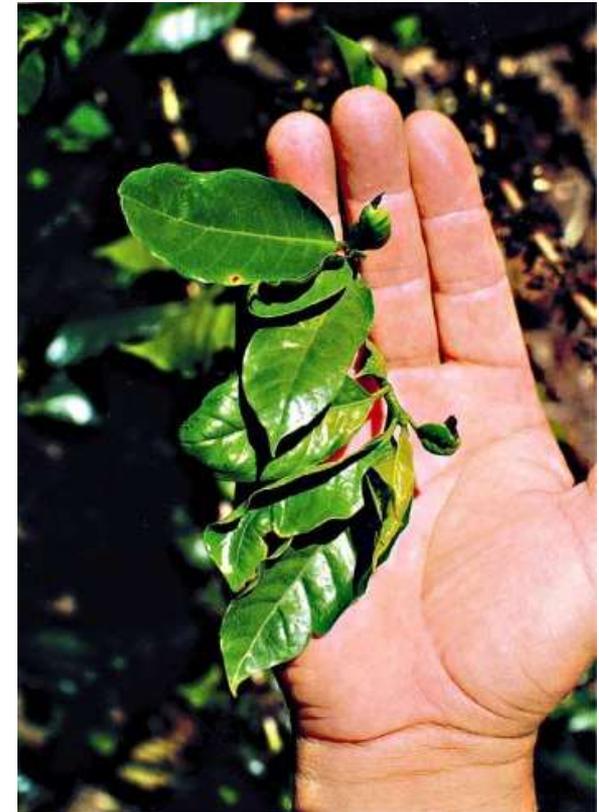
**Síntomas de deficiencias de Mn caracterizados por un amarillamiento general con cierto moteado que aparece en las hojas nuevas. Ejerce influencia en el transporte y utilización de Hierro, en la formación de la clorofila y en la asimilación del Carbono, forma parte de algunas enzimas respiratorias y en la síntesis de las proteínas a partir de los aminoácidos. Su deficiencia se nota en la parte terminal de la bandola, las hojas nuevas presentan color amarillento, sin provocar su caída, el resto de hojas son de color verde oscuro con clorosis intervenales difusas.**

# MANGANESO



— Rango óptimo para el café (Herrera y Palma, 1993; Honduras)

# BORO



*Efecto de la deficiencia de B en los tejidos jóvenes de la planta de café.*

# BORO

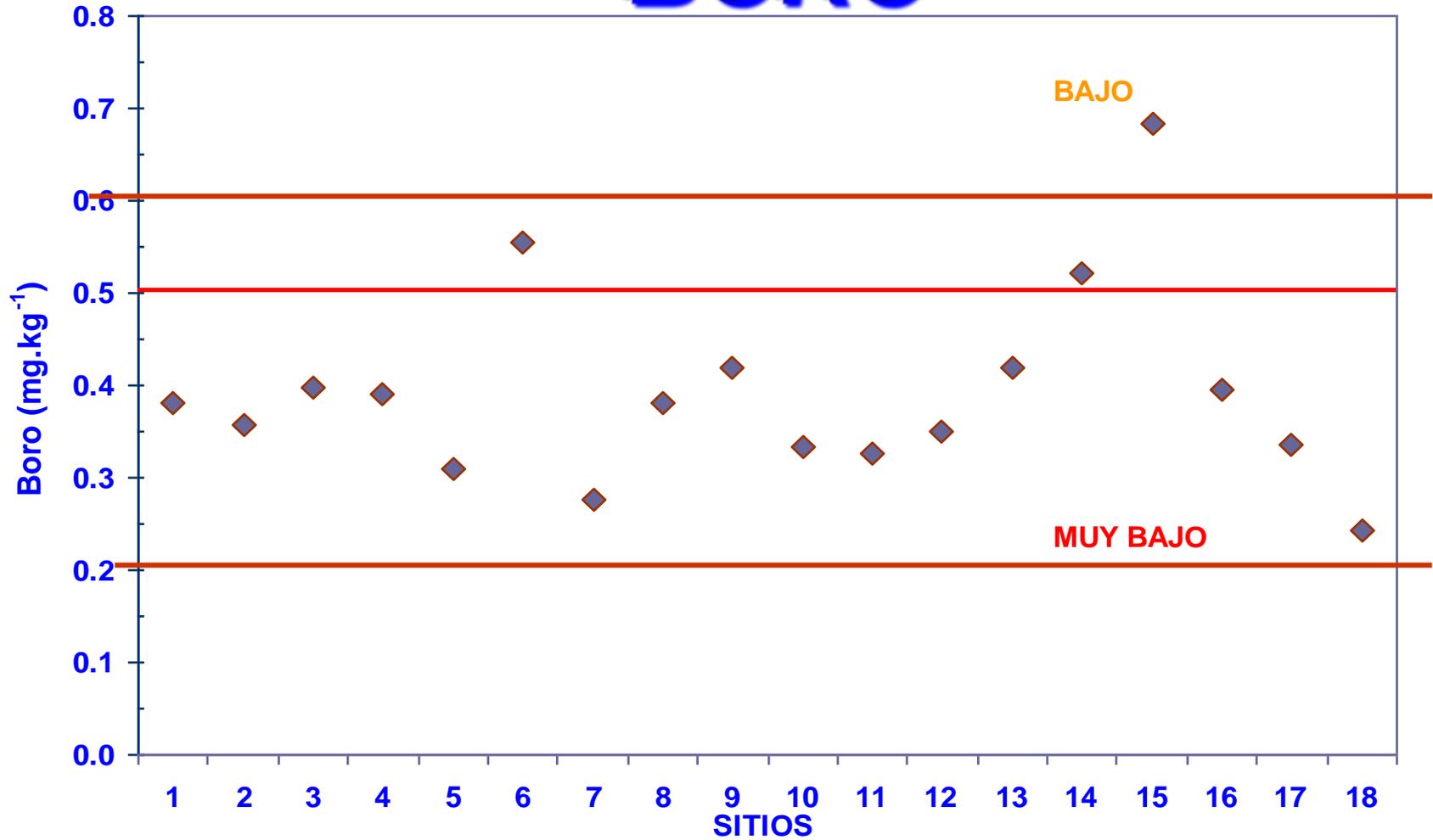


Boron Deficiency



**Hojas nuevas mal formadas, muerte de la yema apical, abundante brotamiento de ramas en forma de abanico. Las hojas nuevas se vuelven duras y de consistencia como de cuero (coriáceas, gruesas), deformes y con crecimiento reducido. Las “bandolas” y entrenudos son cortos. Hay muerte de la yema terminal, originando brotes en forma abanico. Influye en la polinización y su carencia afecta el desarrollo de raíces, flores y frutos.**

# BORO



— Cantidad mínima necesaria para el café (Rena, 1986; Brasil)

# AZUFRE



***Azufre Los bordes de las hojas jóvenes presentan amarillamiento; después se vuelven blanquecinos y pueden cubrir toda la hoja. Su deficiencia reduce la asimilación de nitrógeno.***



Sulfur Deficiency

# MOLIBDENO



Molybdenum Deficiency

**Hojas viejas con manchas amarillas y después pardo-anaranjadas entre las nervaduras. Encurvamiento del limbo hacia abajo a lo largo de la nervadura principal.**

## DIAGNÓSTICO

<i>ELEMENTO</i>	<i>DIAGNOSTICO</i>	<i>PAIS</i>	<i>REFERENCIA</i>
<i>pH</i>	<b><i>Alcalino produce granos de color ámbar y baja calidad de la bebida</i></b> <b><i>Alcalino produce grano de color ámbar pálido, y baja acidez</i></b>	<i>Kenya</i>	<i>Wallis 1965</i> <i>Robinson 1966</i>
<i>Nitrógeno</i>	<b><i>Exceso disminuye el peso del grano</i></b> <b><i>Exceso afecta la densidad del grano, incrementa el contenido de cafeína y la bebida es más amarga</i></b>	<i>Brasil - México</i>	<i>Malavolta 1986</i> <i>Mendoza 1995</i>
<i>Fósforo</i>	<b><i>Deficiencia afecta la calidad</i></b>	<i>Brasil</i>	<i>Malavolta 1986</i>
<i>Potasio</i>	<b><i>Dosis de fertilización mayores a 200kg/ha, provocan disminución en los rendimientos de beneficiado y no afectan el tamaño del grano y la presencia de defectos.</i></b>	<i>Costa Rica</i>	<i>ICAFFE</i>
<i>Calcio</i>	<b><i>Exceso de genera café de menor calidad</i></b>	<i>Kenya</i>	<i>Northmore 1965</i>
<i>Fierro</i>	<b><i>Deficiencia en suelos alcalinos producen granos de color ámbar y baja calidad de la bebida</i></b>	<i>Kenya</i>	<i>Wallis 1965</i>
<i>Boro</i>	<b><i>Deficiencia incrementa la presencia granos vanos</i></b>		
<i>Ca+Mg/K</i>	<b><i>Aumento de K y disminución de Mg, deterioran la apariencia del café verde</i></b> <b><i>Se recomienda una relación de 4-10</i></b>	<i>Kenya</i>	<i>Wallis 1965</i> <i>Njoroge 1998</i>
<i>Fertilización</i>	<b><i>Desequilibrada disminuye la calidad</i></b>	<i>Brasil</i>	<i>Malavolta 1986</i>

## **Concentración de potasio y calcio en el grano de café y calidad en taza**

<i>Concentración en la semilla</i>	<i>Calidad (% de muestras analizadas)</i>			
	<i>Buena</i>	<i>Media</i>	<i>Pobre</i>	<i>Total</i>
<b>CALCIO</b>				
– Menos de 0.11%	63.2	14.3	22.4	100
– Más de 0.11%	16.7	50.0	33.3	100
<b>POTASIO</b>				
– Menos de 1.75%	52.3	29.5	18.2	100
– Más de 1.75%	17.5	56.1	26.3	100

Fuente: Elaborado con datos de NORTHMORE (1965).

# Los Suelos y la calidad del café

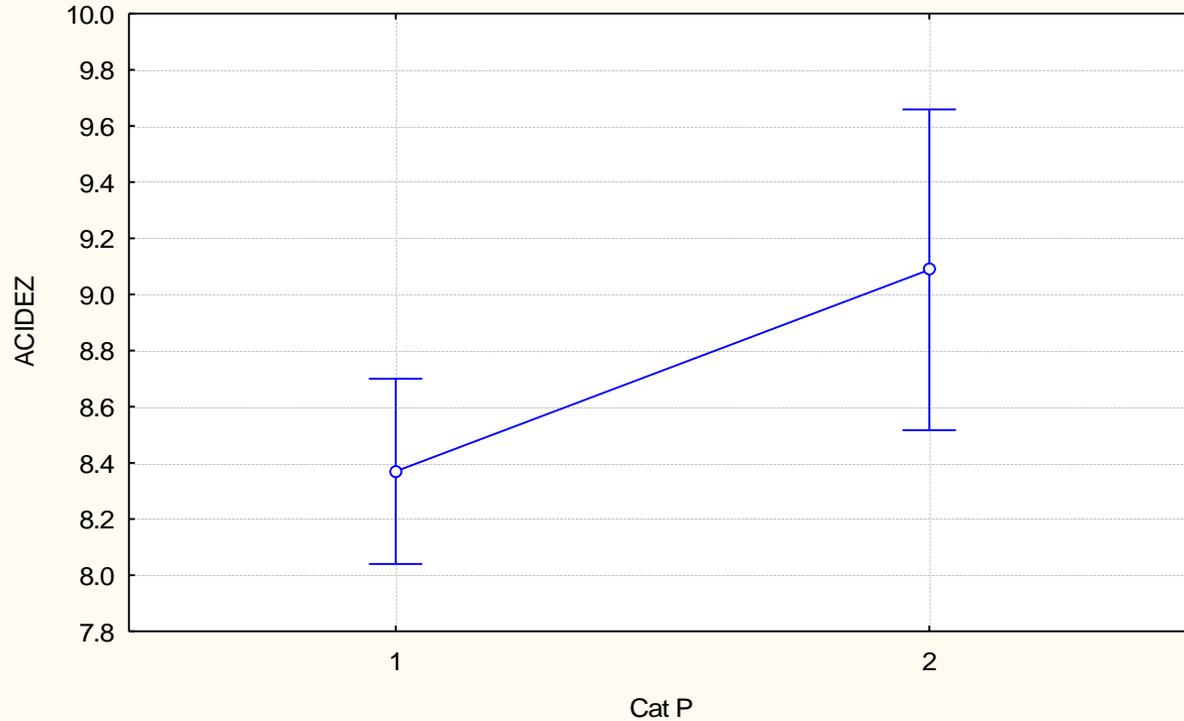
● **Nitrógeno a concentraciones mayores de 0.25%**

● **Fósforo a concentraciones mayores de 200 mg/kg de suelo,**

● **Potasio con 100 mg/kg de suelo,**



Cat P; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 78)=3.2831, p=.07385$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote 0.90 confidence intervals



<i><b>Fósforo asimilable en el suelo (mg/kg)</b></i>	<i><b>Nivel de fósforo</b></i>	<i><b>Eval. sensorial (acidez)</b></i>
<i><b>&lt;15.0</b></i>	<i><b>Bajo</b></i>	<i><b>8.4</b></i>
<i><b>&gt;15.0</b></i>	<i><b>Medio y Alto</b></i>	<i><b>9.1</b></i>



## ***Influencia del contenido de calcio, magnesio y hierro en la fragancia***

<b>Subgrupos</b>	<b>Calcio (Cmol.kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Magnesio (Cmol.kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Hierro (mg.kg<sup>-1</sup>)</b>
<b>Nueces</b>	4.4 a <sup>†</sup>	1.1 a <sup>†</sup>	38.9 a <sup>†</sup>
<b>Chocolates</b>	5.5 a	0.9 a	29.8 a
<b>Florales</b>	5.6 ab	1.4 a	33.8 a
<b>Caramelos</b>	6.7 ab	1.2 a	35.6 a
<b>Pirolíticos</b>	8.4 ab	1.2 a	81.0 b
<b>Frutales</b>	13.6 ab	6.0 b	25.6 a
<b>Fenólicos</b>	19.2 b	1.5 a	37.2 a



## ***Influencia de la materia orgánica y el nitrógeno total en nariz***

<b>Subgrupos</b>	<b>Materia orgánica (%)</b>	<b>Nitrógeno total (%)</b>
Caramelos	4.1 a <sup>†</sup>	0.4 a <sup>†</sup>
Chocolates	4.8 a	0.4 a
Pirolíticos	4.9 a	0.3 a
Frutales	5.7 a	0.4 a
Especiados	11.9 b	0.8 b

*¡MUCHAS GRACIAS!*

