

Nutrición del Suelo para la Producción de Café de Alta Calidad



Humberto Jiménez García.

EN UN PROGRAMA INTEGRAL DE NUTRICIÓN PARA CAFÉ

La Parte Fundamental es:

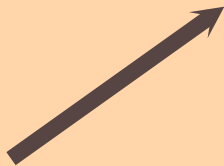
❖ Recuperar



❖ Mantener



❖ Mejorar



EL SUELO



FÉRTIL

UN SUELO FÉRTIL ES DONDE LAS PLANTAS CRECEN BIEN, DAN EXCELENTES COSECHAS Y DE CALIDAD.

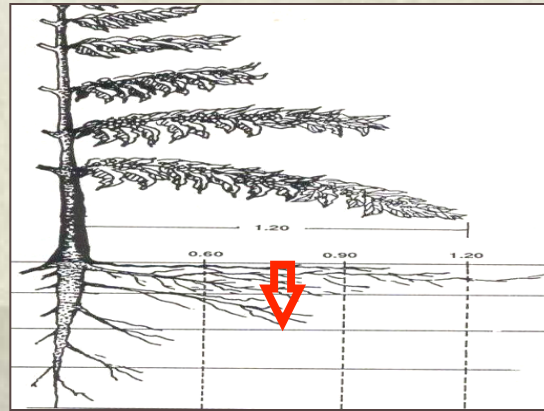
DEBE TENER BUENAS CONDICIONES QUÍMICAS, FÍSICAS Y ABUNDANTE ACTIVIDAD BIOLÓGICA.

PERO UN SUELO FÉRTIL NO NECESARIAMENTE ES UN SUELO PRODUCTIVO.

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO RESPECTO A SUS CONDICIONES QUÍMICAS

- ❖ **pH**
- ❖ **Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Azufre**
- ❖ **Acidez Intercambiable ($Al^{+3} + H^{+1}$), Aluminio y Materia Orgánica**
- ❖ **Cobre, Hierro, Manganeso , Cinc y Boro**
- ❖ **Capacidad de Intercambio Catiónico-CICE**
- ❖ **% de Saturación de K, Ca, Mg y Al en el CICE**
- ❖ **Equilibrio de las Bases: K, Ca y Mg**

Muestreo de Suelos



Punto de Muestreo banda de Fertilización

Limpieza

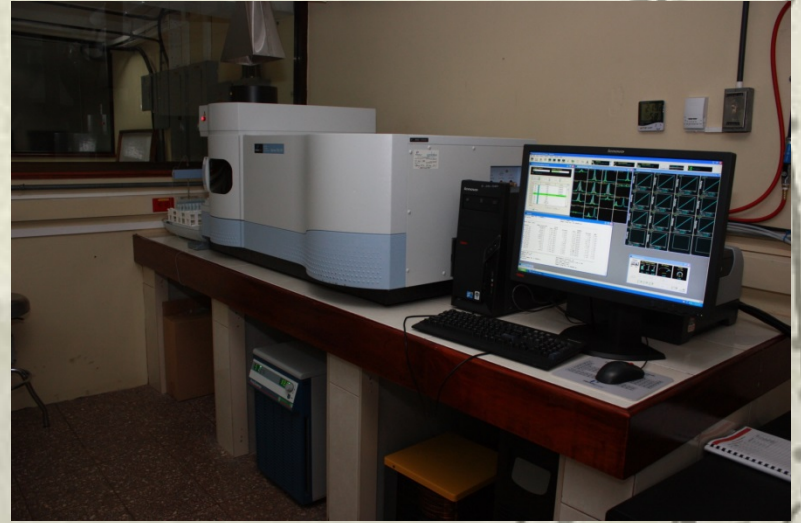


**Hechura del
Agujero**

**Obtención de la
Muestra**

**Colocar la
submuestra en una
cubeta.**

ANALISIS EN EL LABORATORIO





ANALISIS DE SUELOS

Número LAB.	pH	mg/L	Centimoles(+)/litro = Cmol(+)/L					miligramos /litro = mg/L				%	mg/L	mg/L
		Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Aluminio	* A.I.	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	** M.O.	Azufre	Boro
1	5.1	18.63	0.10	0.98	0.19	0.75	0.87	6.44	42.50	1.75	0.41	10.3	8.99	0.6
2	5.4	19.63	0.33	4.18	0.23	0.41	0.51	0.34	35.20	5.41	1.07	10.6	6.99	0.7
3	7.0	23.29	0.45	13.18	1.45	0.03	0.04	1.72	87.60	1.41	1.73	7.2	8.05	0.1
4	5.1	12.29	0.16	1.79	0.39	0.61	0.67	0.39	8.35	2.41	0.58	11.5	13.24	0.10
5	6.1	164.0	0.52	7.24	4.09	0.04	0.05	4.36	82.00	24.30	8.78	7.12	20.09	0.3
NIV. ADE.:	5.5-6.5	15 - 30	0.2-1.5	4 - 20	1 - 10	< 1	0.3-1.5	0.1-2.5	20-150	8 - 80	0.2-2	3 - 6	10 - 100	1 - 5

* A.I. = Acidez Intercambiable (Hidrógeno + Aluminio) ** M.O. = Materia Orgánica

= Bajo o Fuera de Rango = Adecuado = Alto

Número LAB.	Cmol(+)/L	Porcentaje de Saturación de:				Equilibrio de Bases				Nomenclatura
	* CICE	Potasio	Calcio	Magnesio	Aluminio	Ca/K	Mg/K	Ca/Mg	Ca+Mg/K	
1	2.14	4.67	45.79	8.88	35.05	9.80	1.90	5.16	11.70	K = Potasio
2	5.25	6.29	79.62	4.38	7.81	12.67	0.70	18.17	13.36	Ca = Calcio
3	15.12	2.98	87.17	9.59	0.20	29.29	3.22	9.09	32.51	Mg = Magnesio
4	3.01	5.32	59.47	12.96	20.27	11.19	2.44	4.59	13.63	Al = Aluminio
5	11.90	4.37	60.84	34.37	0.34	13.92	7.87	1.77	21.79	
N. Adec.	5 - 25	4 - 6	60 - 80	10 - 20	< 25	5 - 25	2.5 - 15	2 - 5	10 - 40	

* CICE = Capacidad de Intercambio Catiónico efectivo

Soluciones Extractantes: Para P y K con Olsen Modificado, Ca, Mg y Al con KCl 1 Normal Cu, Fe, Mn y Zn con DTPA

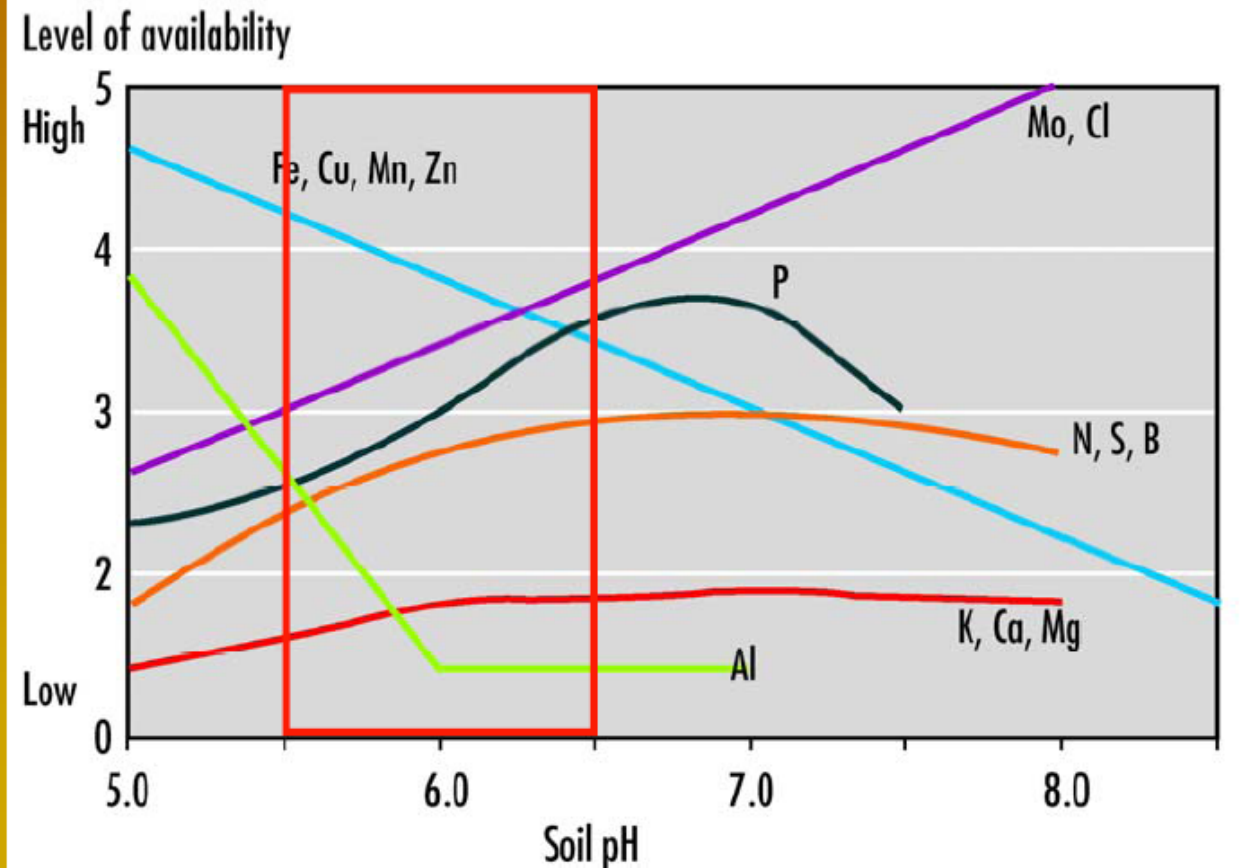


pH en el suelo



pH: alto, reduce la disponibilidad de Fe, Zn, y Cu, pero especialmente de Mn. Bajo afecta la de Mo

La acidez o basicidad del suelo está relacionada con la disponibilidad de nutrientes inorgánicos para el crecimiento de plantas y microbios



ACIDEZ

Al intercambiable



Acidez mineral



Acidez
NOCIVA (Al^{+3})

H intercambiable



Acidez orgánica



Acidez
INOCUA (H^{+})

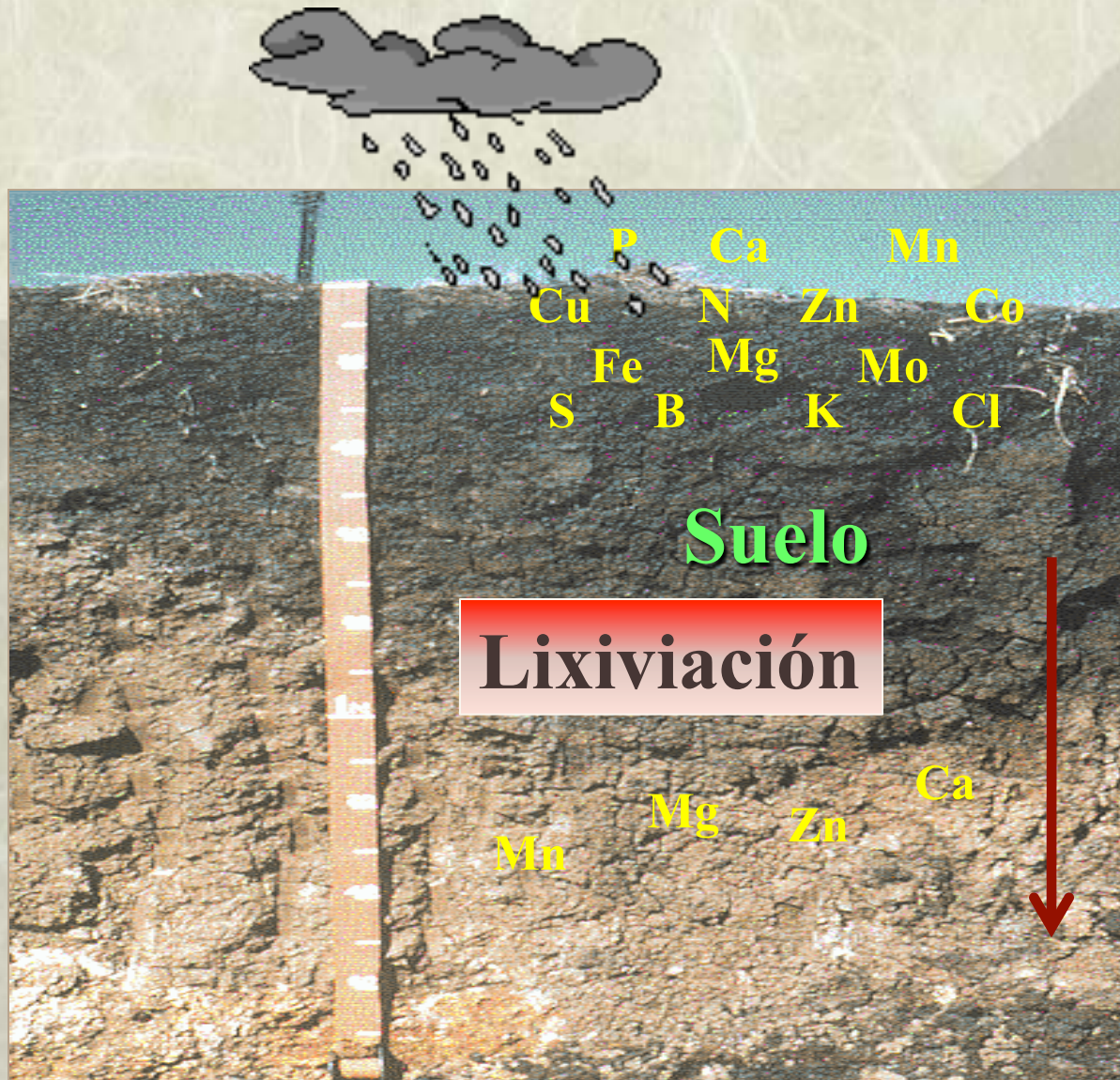


Asimilación de los nutrientes en función del pH.

Nutriente	pH					
	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
Nitrógeno	20	50	75	100	100	100
Fósforo	30	32	40	50	100	100
Potasio	30	35	70	90	100	100
Calcio	20	40	50	50	83	100
Magnesio	20	40	50	50	80	100

Fuente: Alcarde, J.C. (1983)

El agua de lluvia al pasar a través del perfil del suelo traslada los nutrientes a mayores profundidades.



-	mg/L	Cmol(+)/L					mg/L				%
pH	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Aluminio	*Al	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	*M.O.
5.5-6.5	15-30	0.2-1.5	4-20	1-10	0-0.99	0.3-1.5	0.1-2.5	2.5-16	1-12	0.2-2	3-6
5.00	14.90	0.11	0.50	0.10	0.70	0.76	2.46	22.80	4.76	0.73	6.09
4.90	16.88	0.16	0.79	0.11	1.21	1.49	0.79	24.50	3.53	0.60	4.51
5.10	20.55	0.43	1.98	0.49	0.50	0.56	3.54	28.00	4.90	0.68	5.19
4.80	15.41	0.25	0.91	0.10	0.96	1.07	0.93	25.60	4.19	0.34	3.93
5.90	13.12	0.26	5.19	2.70	0.06	0.07	1.90	33.10	1.45	0.75	6.44
5.20	15.01	0.20	1.13	0.54	0.53	0.61	0.35	28.40	1.03	0.20	4.86
5.40	13.58	0.32	2.01	0.89	0.23	0.28	3.12	23.60	2.17	0.60	6.02
5.00	13.77	0.23	1.00	0.18	1.00	1.07	0.49	20.10	1.90	0.20	1.91
5.20	14.48	0.17	2.52	0.78	0.56	0.60	1.50	30.80	2.34	0.66	8.38
5.00	11.95	0.22	0.83	0.10	0.80	0.90	0.23	20.60	1.00	0.20	5.35
4.80	13.32	0.17	1.14	0.53	1.31	1.44	1.16	25.50	1.99	0.32	4.03
4.80	12.06	0.19	0.86	0.41	2.00	2.43	0.22	17.10	1.40	0.20	3.73
5.10	11.92	0.13	1.60	1.10	0.74	0.81	1.57	22.80	1.99	0.41	6.24
4.90	13.28	0.11	0.76	0.38	1.58	1.88	0.20	13.00	1.33	0.20	5.52
5.50	15.43	0.23	2.09	1.27	0.14	0.17	1.72	22.80	1.00	0.32	6.13
5.10	11.00	0.21	0.44	0.10	0.49	0.54	0.24	17.60	1.00	0.20	5.21
4.70	29.48	0.22	0.67	0.10	1.99	2.25	0.99	33.60	3.74	0.55	5.08
4.90	14.34	0.20	1.27	0.13	1.58	1.91	0.20	19.90	1.99	0.20	3.42
5.50	12.23	0.10	3.71	1.15	0.15	0.19	0.81	24.70	1.96	0.37	10.81
5.10	10.70	0.10	0.70	0.10	0.41	0.50	0.20	16.80	1.04	0.20	8.84
5.50	12.90	0.19	2.39	1.01	0.14	0.16	1.17	14.20	1.00	0.40	7.40
5.10	12.55	0.10	0.40	0.10	0.60	0.64	0.20	13.00	1.00	0.20	6.07
5.50	12.36	0.16	2.86	0.84	0.14	0.16	1.53	64.50	1.29	0.53	6.57
5.10	11.18	0.14	0.63	0.10	0.62	0.67	0.20	13.90	1.00	0.20	6.70
5.00	10.43	0.29	0.71	0.33	1.02	1.88	2.08	22.40	6.16	0.25	4.19
4.90	15.66	0.15	0.52	0.10	1.74	1.88	0.20	19.70	2.47	0.20	4.45
5.20	21.02	0.30	1.74	0.73	0.64	0.70	1.11	45.80	1.00	0.50	5.50
4.70	14.78	0.18	0.28	0.10	1.61	2.14	0.20	21.40	1.00	0.25	4.69
5.40	15.25	0.26	2.02	0.53	0.28	0.33	1.62	30.90	2.17	0.49	7.49

Fertilizantes que acidifican

- ❖ **Sulfato de Amonio** 5.40 Kg. de Cal
- ❖ **Nitrato de Amonio** 1.80 Kg. de Cal
- ❖ **Urea** 1.80 Kg. de Cal
- ❖ **MAP (10-50-0)** 5.40 Kg. de Cal

Resultados:

Cuadro de pérdida de nutrientes P – K – Ca – Mg. en kilogramos por hectárea

Rango de Pendiente	P	K	Ca	Mg
1% - 10%	37.50	53.30	354.70	47.00
11% - 20%	22.80	75.60	541.00	57.40
21% - 30%	31.90	102.60	806.00	72.00
31% - 40%	45.90	108.00	741.30	78.20

FÓSFORO

Es el elemento que más se fija en el suelo.

Si en una plantación de café se aplica 100 libras de Fósforo, solo absorbe 25 a 30 libras de este elemento.





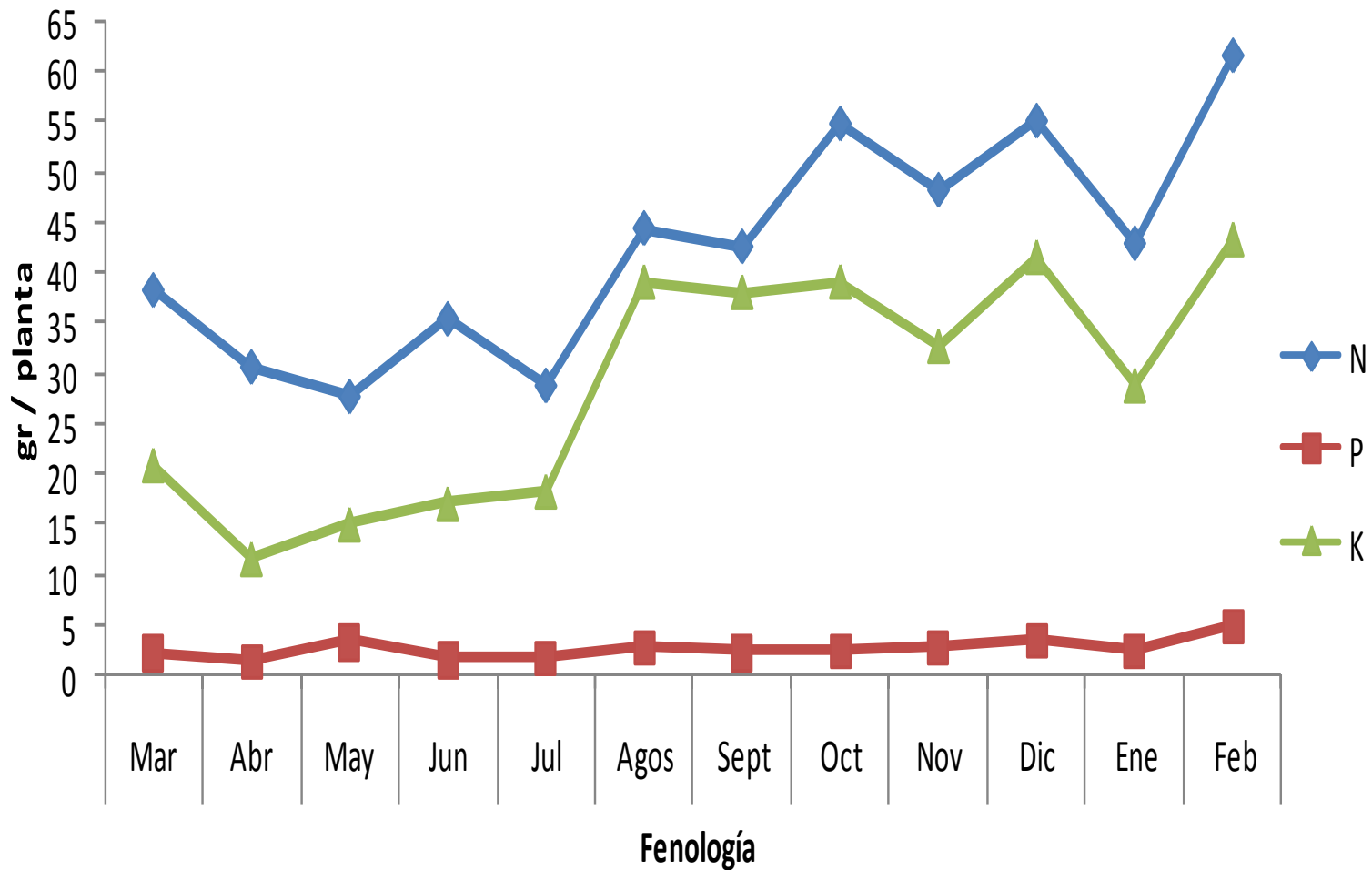
CURVA DE FIJACIÓN DE FÓSFORO

FINCA :
 NUMERO DE ORDEN:
 NUMERO LAB:
 LOTE:

LOCALIZACIÓN:

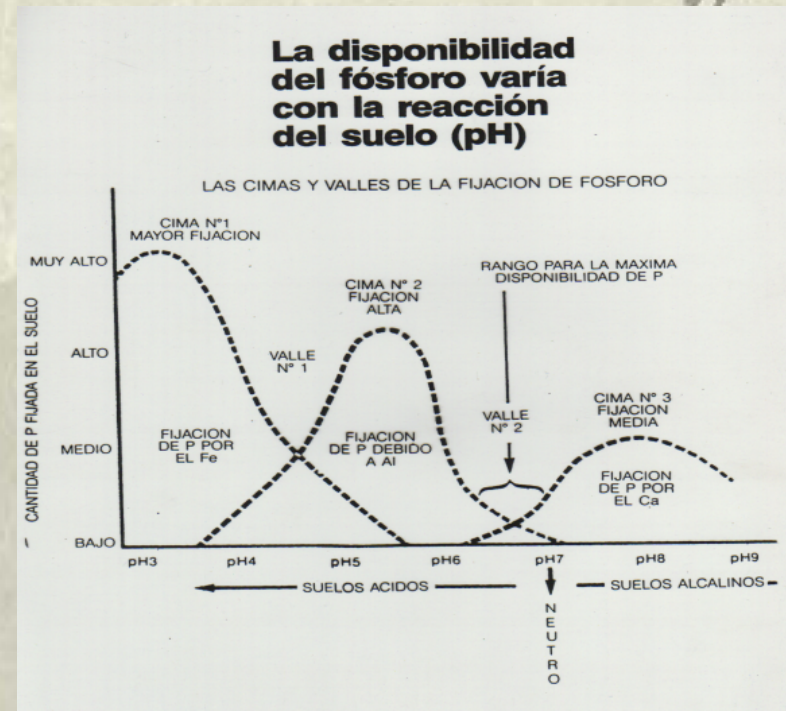
No TRATAMIENTO DE SUELO	FÓSFORO AGREGADO EN EL SUELO	FÓSFORO EXTRAIDO EN EL SUELO	FÓSFORO FIJADO EN EL SUELO	FÓSFORO FIJADO EN EL SUELO
	Ug/ml	ug/ml	ug/ml	%
1	0	0.38		
2	50	3.76	46.6	93.25
3	100	7.82	92.6	92.56
4	150	11.76	138.6	92.42
5	200	16.51	183.9	91.94
6	250	19.13	231.3	92.50
7	300	25.00	275.4	91.79
8	400	35.32	365.1	91.27
9	500	40.53	459.9	91.97
10	600	45.87	554.5	92.42
			Promedio:	92.23

Absorción de N-P-K en el Cultivo del Café



Potencial para fijar Fósforo

El 62 % de los suelos estudiados están clasificados entre muy bajo a mediano, como potenciales para fijar fósforo, la gráfica a la derecha muestra la fijación de fósforo con hierro, aluminio y calcio (este último a menor escala). Las aplicaciones de Cal Agrícola, reducen la fijación de Fósforo.



.....USO DE FÓRMULA COMPLETA Y FUENTE DE NITRÓGENO EN TRES ÉPOCAS DE APLICACIÓN

LIBRAS DE CAFÉ CEREZA POR 20 PLANTAS

	ÉPOCAS			ZONAS CAFETALERA GUAT.		
	MAYO	SEPBRE	NOBRE	ORIENTE	OCCITE	NORTE
1	NADA	NADA	NADA	143.50	139.75	76.62
2	UREA	FÓRM	0	139.00	156.75	82.62
3	UREA	FÓRM	UREA	✓ 169.00	✓ 163.75	106.75
4	FÓRM	UREA	0	114.30	146.38	112.37
5	UREA	UREA	UREA	132.50	148.88	62.50
6	FÓRM	FÓRM	UREA	156.50	155.38	✓ 144.75
LIMITES DE CONFIANZA +/- LBS				9.4	4.16	6.86
COEFICIENTE DE VARIACIÓN				13.28%	11.10%	

Tratamientos 2 y 4 sólo se cambiaron la fuentes/época, el 2 superó con FORM en SEPBRE

DECREMENTAL.
Sólo urea.

FORM en SEPBRE, reportan los mejores resultados

DETERMINACIÓN DE ÉPOCAS DE APLICACIÓN DE NITRÓGENO Y FUENTE ADICIONAL DE FÓSFORO Y POTASIO

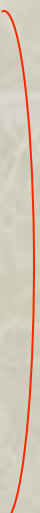
ZONA SUR_OCCIDENTE

FCA SANSUR, SAN MARCOS

	EPOCAS			MEDIA
	MAYO	SEPBRE	OCT	Lb Café Cereza/20 Pl
1	UREA	UREA	UREA	74.01
2	UREA	UREA	NADA	86.38
3	UREA	NADA	UREA	112.89
4	UREA	FORM	UREA	✓130.50
5	UREA	FORM	NADA	102.95
6	FORM	FORM	UREA	120.56
7	NADA	NADA	NADA	98.19

SUSTITUYÓ FORM POR NADA

DETRIMENTAL



Los elementos esenciales deben estar en un equilibrio adecuado

El Potasio, Calcio y Magnesio (en Cmol(+)/L) del suelo deben mantener un equilibrio entre ellos, aproximadamente es:

Ca/K	Mg/K	Ca/Mg
5 - 25	2.5 - 15	2 - 5

El desequilibrio provoca Antagonismo, es decir que el exceso de cada uno de ellos en el suelo, puede reducir la absorción de los otros en las plantas, por esta razón es conveniente mantener estos tres nutrientes balanceados hasta donde se pueda.

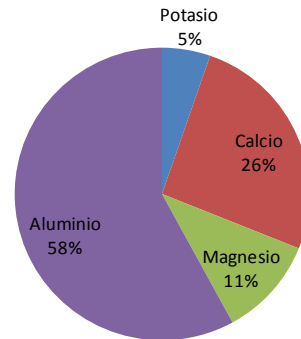
B O D E G A

$$\text{CICe} = \text{K} + \text{Ca} + \text{Mg} + \text{Al.} = 0.30 + 1.45 + 0.62 + 3.31 = 5.68 = 100 \%$$

$$\text{CICe} = \text{K} + \text{Ca} + \text{Mg} + \text{Al.} = 0.26 + 5.57 + 2.39 + 0.51 = 8.73 = 100 \%$$

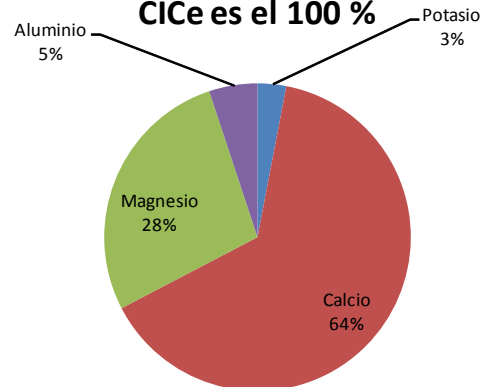
Potasio	Calcio	Magnesio	Aluminio
5	26	11	58

El círculo completo representa el CICe



Potasio	Calcio	Magnesio	Aluminio
3	64	27	5

CICe es el 100 %



Potasio (K), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg).

El exceso de cada uno de ellos en el suelo, puede reducir la absorción de los otros en la planta. Esto se conoce como ANTAGONISMO.



SUELO

K K K K

K K K K

Mg Mg Mg

Mg Mg Mg

Ca Ca

Ca Ca

Ca Ca

Ca Ca Ca Ca

Ca Ca

Ca Ca

Ca Ca



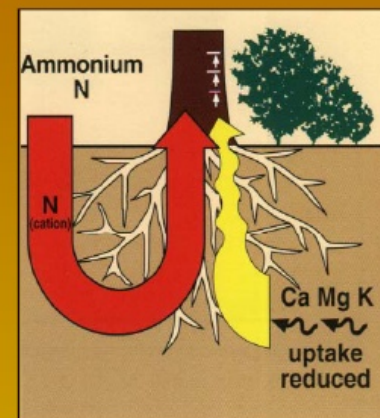
Ejemplos de Antagonismo



Blossom End Rot

Antagonismo $\text{NH}_4^+ \longrightarrow \text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{K}^+$

- Amonio reduce la absorción de calcio, magnesio y potasio



Antagonismo

- El exceso de la p...
- La deficiencia de zinc...



acididad

en suelos fríos o con aplicaciones adicionales



Ejemplos de Sinergismos

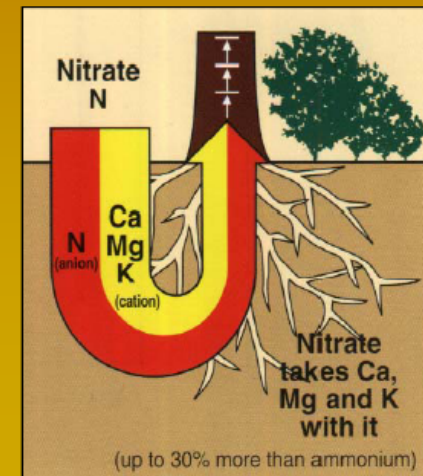


Sinergismo $\text{H}_3\text{BO}_3 / \text{H}_2\text{BO}_3^- \longrightarrow \text{Ca}^{2+}$

- El boro mejora la capacidad de la planta para usar el calcio.
- Si el nivel de boro en planta es bajo, la planta no podrá utilizar completamente el calcio y por lo tanto aplicaciones adicionales de calcio estarán desperdiciadas.

Sinergismo $\text{NO}_3^- \longrightarrow \text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{K}^+$

- La absorción de nitratos estimula la absorción de cationes (calcio, magnesio y potasio)
- 30% más absorción que con NH_4^+



Aluminio

Es un elemento Tóxico, el exceso en el suelo reduce el crecimiento y desarrollo normal de las raíces.

Libre de sustancias tóxicas . El Aluminio es una sustancia tóxica para las plantas

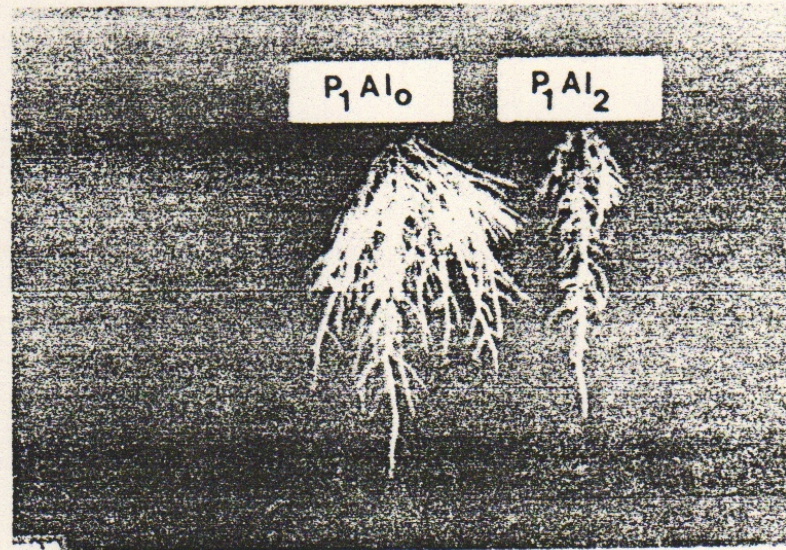


FIGURA 2.- A la derecha se observa el efecto sobre la raíz de la dosis alta de Al aplicada con la dosis baja de P en la misma solución. A la izquierda el control.

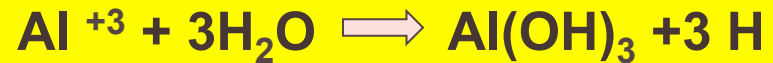
**TETRAEDRO DE
SILICE**

**OCTAEDRO DE
ALUMINIO**

**TETRAEDRO DE
SILICE**



La acidez del suelo actúa sobre las estructuras octaédricas de los coloides solubilizándolas o rompiéndolas y liberando los iones ALUMINIO dentro de ellas. El ALUMINIO genera hidrógenos en presencia de agua.



Esta hace que se acentúe más la acidez y se produce una reacción en cadena.

Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc





EXPERIMENTO No. 1

FERTILIZACIÓN FOLIAR

LOCALIZACIÓN: FINCA CAPETILLO, ALOTENANGO, SACATEPEQUEZ
CAFETAL VARIEDAD CATURRA DE 15 AÑOS, RECEPA DE 2 AÑOS

EPOCA DE APLICACIÓN: 45 Después de la Floración Principal

LOTES 1
TESTIGO

SIN
APLICACIÓN DE
BORO Y
CINC
PRODUCCIÓN:
52 qq cereza/Mz

LOTES 2

CON
APLICACIÓN DE
BORO FOLIAR

PRODUCCIÓN:
58 qq cereza/Mz
(12% arriba del testigo)

LOTES 3

CON
APLICACIÓN DE
CINC FOLIAR

PRODUCCIÓN:
60 qq cereza/Mz
(16% arriba del testigo)

EXPERIMENTO No. 5

FERTILIZACIÓN FOLIAR

**LOCALIZACIÓN: FINCA LAS FLORES, BARBERENA, SANTA ROSA
CAFETAL VARIEDAD CATUAÍ DE 12 AÑOS**

EPOCA DE APLICACIÓN: 45 Después de la Floración Principal

**LOTES 1
TESTIGO**

**SIN
APLICACIÓN DE
BORO Y
CINC
PRODUCCIÓN:
185 qq cereza/Mz**

LOTES 2

**CON
APLICACIÓN DE
BORO FOLIAR**

**PRODUCCIÓN:
194 qq cereza/Mz
(5% arriba del testigo)**

LOTES 3

**CON
APLICACIÓN DE
CINC FOLIAR**

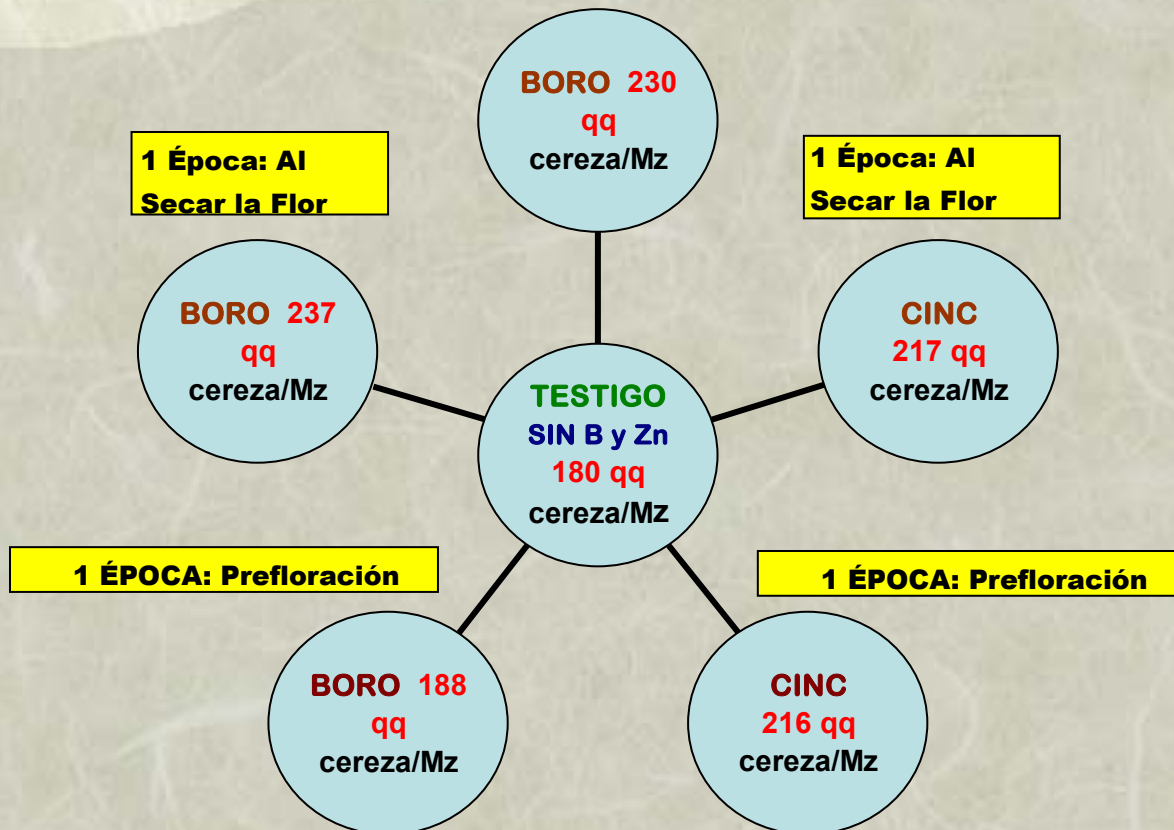
**PRODUCCIÓN:
253 qq cereza/Mz
(37% arriba del testigo)**

EXPERIMENTO No. 3

FERTILIZACIÓN FOLIAR

LOCALIZACIÓN: FINCA CAPETILLO, ALOTENANGO, SACATEPEQUEZ
CAFETAL VARIEDAD CATURRA INJERTADO 3 AÑOS DE EDAD

2 ÉPOCAS: 1) Prefloración y
2) Al Secar la Flor.



EXPERIMENTO No. 6

FERTILIZACIÓN FOLIAR

LOCALIZACIÓN: FINCA LAS FLORES, BARBERENA, SANTA ROSA
CAFETAL VARIEDAD CATURRA 6 AÑOS DE EDAD

2 ÉPOCAS: 1) Boro (B) al Secar la Flor y 2) Cinc (Zn) a los 45 días después de Secar la Flor.

B y Zn
201 qq
cereza/Mz

2 ÉPOCAS: 1) Cinc (Zn) a los 45 días después de Secar la Flor y 2) Potasio (K) a los 150 días después de Secar la Flor.

B, Zn y K
210 qq
cereza/Mz

TESTIGO
SIN B, Zn y K
108 qq/Mz

Zn y K
200 qq
cereza/Mz

3 ÉPOCAS: 1) Boro (B) al Secar la Flor, 2) Cinc (Zn) a los 45 días después de Secar la Flor y 3) Potasio (K) a los 150 días después de Secar la Flor.

BORO
188 qq
cereza/Mz

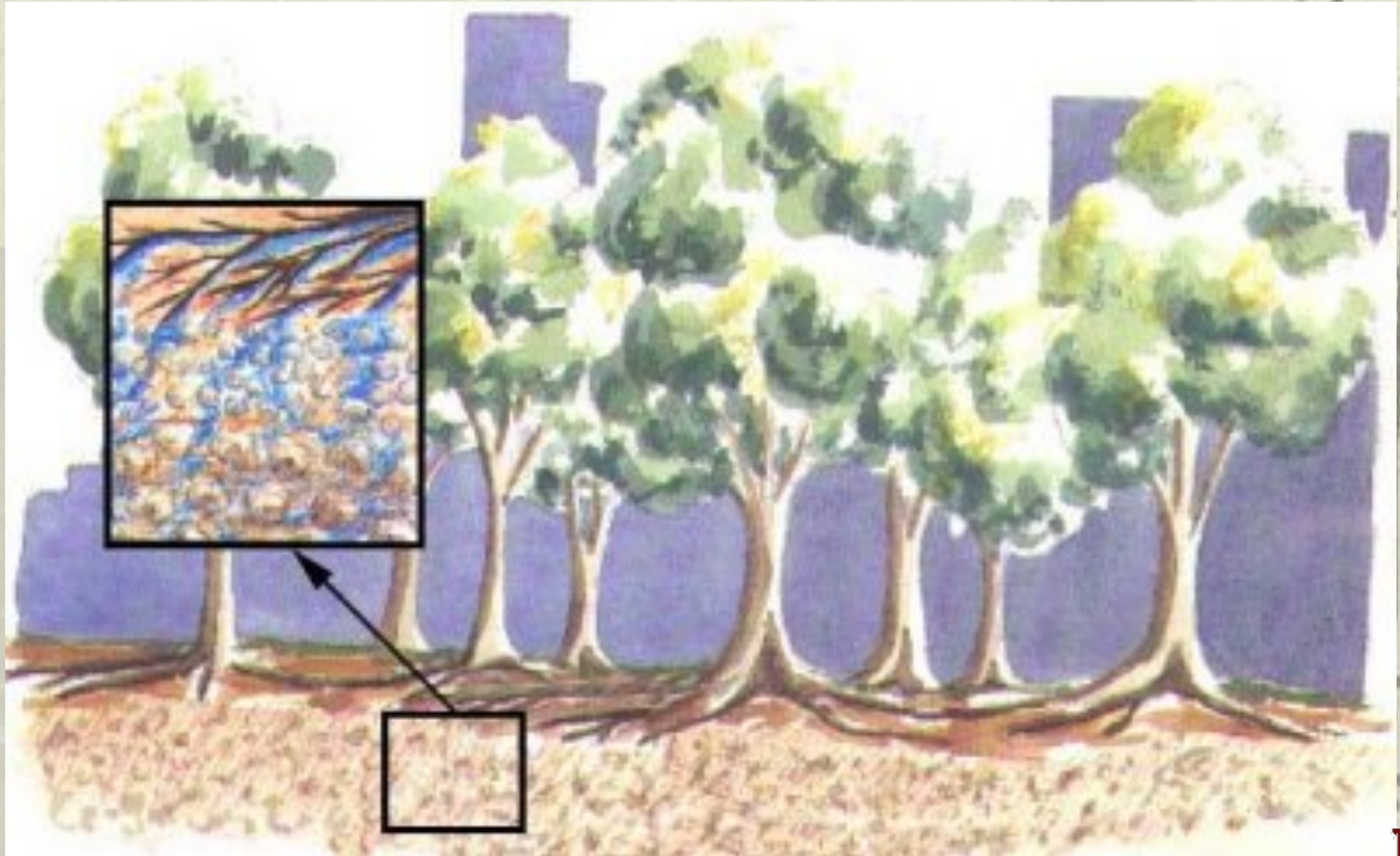
1 Época: Al Secar la Flor



Materia Orgánica

Importancia de la Materia Orgánica

Aumenta la Infiltración de Aire y Agua



**PASTO BRAQUIARIA DECUMBENS, PRÁCTICA PARA
AUMENTAR LA PRODUCCIÓN**



MAYO 2009









Adaptación de gramíneas a las condiciones de la fertilidad del suelo.

Tabela 11. Adaptação de gramíneas forrageiras às condições de fertilidade do solo.

Espécie	Grau de exigência em fertilidade
<i>Andropogon gayanus</i> cv. Planaltina	Pouco exigente
<i>Brachiaria decumbens</i>	Pouco exigente
<i>Brachiaria humidicola</i>	Pouco exigente
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	Pouco exigente
<i>Paspalum atratum</i> cv. Pojuca	Pouco exigente
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	Exigente
<i>Setaria anceps</i>	Exigente
<i>Panicum maximum</i> cv. Vencedor e cv. Centenário	Exigente
<i>Panicum maximum</i> cv. Colonião, cv. Tobiataã, cv. Tanzânia-1, cv. Mombaça	Muito exigente
<i>Pennisetum purpureum</i> (Elefante, Napier)	Muito exigente
<i>Cynodon spp</i> (Coast-cross, Tifton)	Muito exigente

Fonte: Adaptada de VILELA et al. (2000).



Tabela 11. Reciclagem de nutrientes por braquiárias com alta produção de matéria seca.

Nutriente	Parte aérea (%)	<i>B. brizantha</i>	<i>B. decumbens</i>	<i>B. ruziziensis</i>
		17 t ha ⁻¹ ano ⁻¹	10 t ha ⁻¹ ano ⁻¹	9 t ha ⁻¹ ano ⁻¹
		----- (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹) -----		
Nitrogênio	1,7	289	170	153
Fósforo	0,2	34	20	18
Potássio	2,0	340	200	180
Cálcio	0,5	85	50	45
Magnésio	0,3	51	30	27
Enxofre	0,1	17	10	9

C I C e y

% Sat Ca, % Sat Mg, % Sat K y % Sat Na

C I C e = 100 %

C A L C I O

60 - 80 %

Magnesio

10 - 20 %

K

4 - 10 %

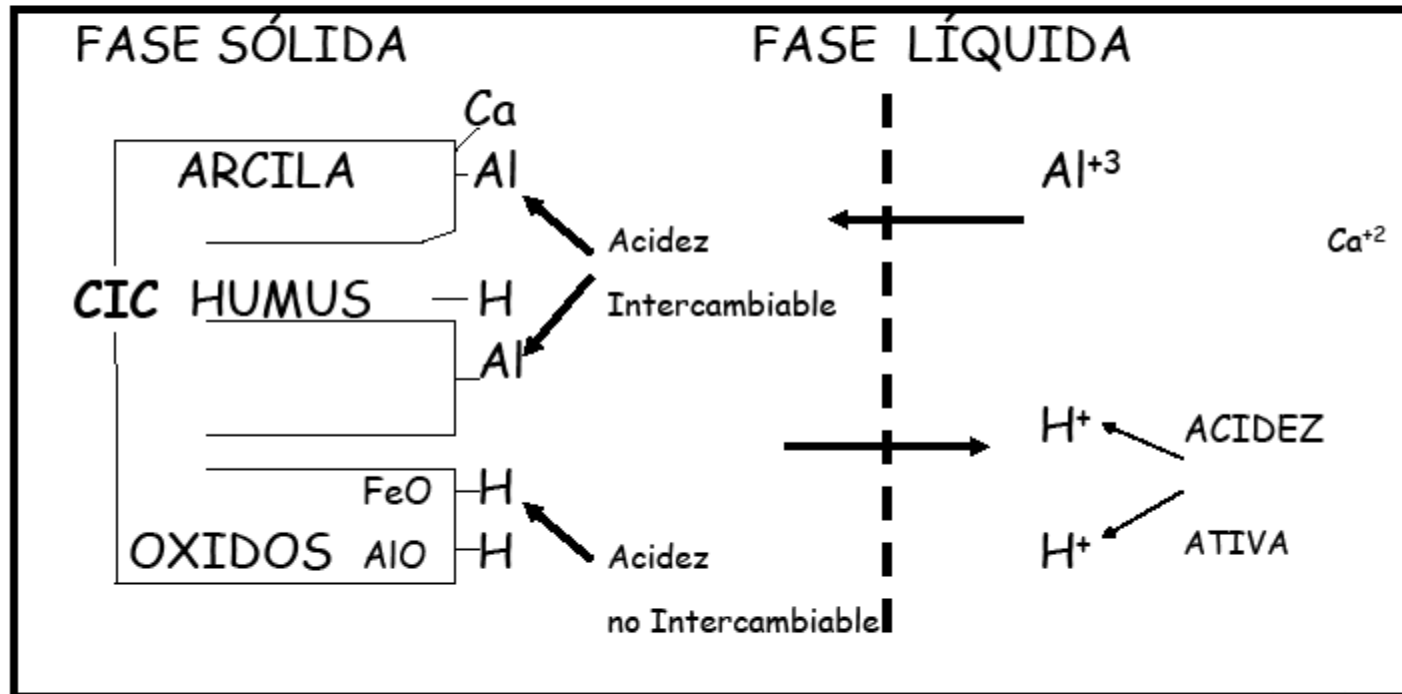
Sodio

< 5 %



Los cationes Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , Al^{+++} , NH_4^+ , y H^+ son atraídos hacia las cargas negativas de los coloides del suelo

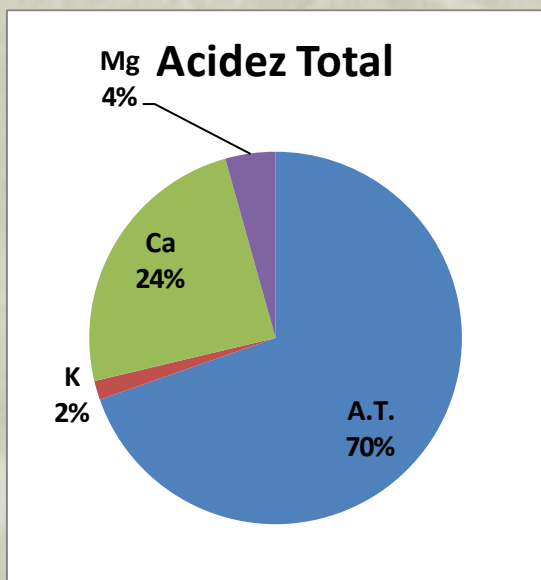
Componentes de la Acidez del Suelo. Raij & Quaggio, 1984.



Acidez intercambiable + Acidez no intercambiable = **ACIDEZ POTENCIAL**

Cmol ₍₊₎ /L				
A.T.	K	Ca	Mg	CIC
8.00	0.19	2.8	0.5	11.49

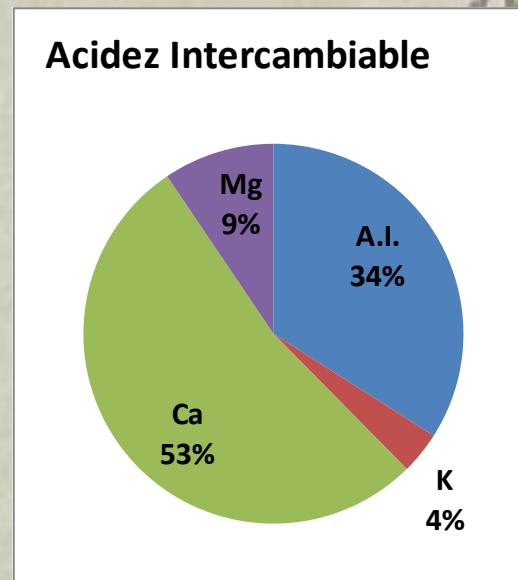
%				
A.T.	K	Ca	Mg	CICe
70	2	24	4	100.0



Cal = 35 qq/Mz

Cmol ₍₊₎ /L				
A.I.	K	Ca	Mg	CICe
1.8	0.19	2.8	0.5	5.29

%				
A.I.	K	Ca	Mg	CICe
34	4	53	9	100.0



Cal = 15 qq/Mz

A Mayor Acidez Mayor Cantidad de Enmienda

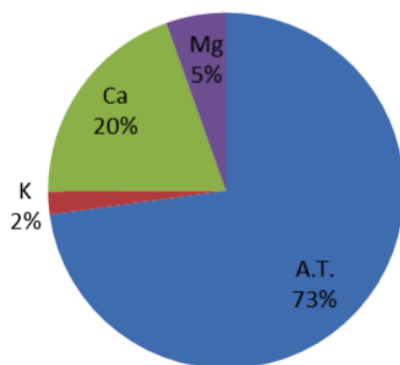
Toneladas de enmienda / Mz

No de Lab.	Lote	Acidez	Potasio	Calcio	Magnesio	ClCe	%Sat. Bases	qq/Mz Cal Dolomítica	* Ton/Mz Cal Dolomítica
		[Cmol _(c) /L]	[Cmol(c) /L]	[Cmol(c) /L]	[Cmol(c) /L]				
		Acidez	Potasio	Calcio	Magnesio				
100	Acidez Intercambiable	1.80	0.19	2.80	0.5	5.29	65.97	0	0.00
100	Acidez Total	8.00	0.19	2.80	0.5	11.49	30.37	35	1.58

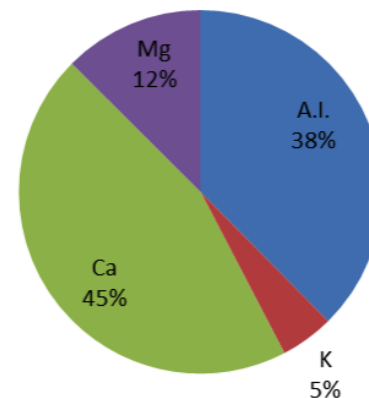
Nivel adecuado: 0.2 - 1.5 4 - 20 1 - 10 5 - 25 mayor que 50

* Ton/Mz = Toneladas por manzana. Los valores negativos se interpretan como NO aplicar enmienda

Acidez Total



Acidez Intercambiable



35 qq Cal Dolomítica equivale a $35 \times 0.03247 = 1.14$ Cmol Ca (+)/L

35 qq Cal Dolomítica equivale a $35 \times 0.0266 = 0.93$ Cmol Mg (+) /L

CRITERIOS PARA LA RECOMENDACIÓN DE APLICACIÓN DE YESO

- **Muestreo a profundidad de 20 a 40 cm.**
- **Saturación de Aluminio mayor del 40 %**
- **Saturación de bases menor del 25%**
- **Cantidad de YESO a aplicar:**

$$\text{Kg Yeso/ha} = 60 \times \% \text{Arcilla}$$

Ejemplo: Suelo con 40% de arcilla

$$\text{Kg Yeso/ha} = 60 \times 40\% \text{arcilla} = 2400$$

$$\text{qq yeso/Mz} = 37$$

Yeso para café

FÓRMULA

$$\text{NY (en kg / ha de yeso)} = \% \text{ arcilla} \times 60$$

(NY=Necesidad de yeso)

Nota:

No remplazar parte de la piedra caliza en yeso. El diagnóstico de la piedra caliza es de 0 a 20 cm. Para yeso, 20-40 cm. Son dos muestras diferentes, uno no tiene nada que ver entre sí.

APLICACION DE YESO

Es interesante la práctica de aplicar yeso para mejorar el ambiente radicular en capas no alcanzadas por la cal

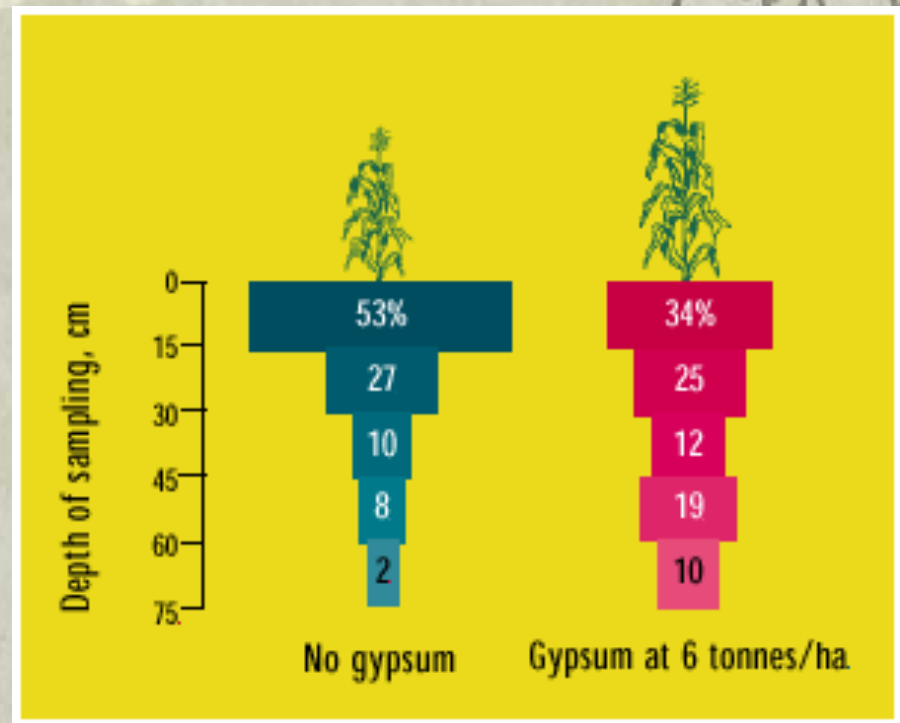


Aplicación de solo
CAL

No se aplicó YESO,
las raíces no crecen

MEJORAMIENTO DEL SUBSUELO

- Acidez del subsuelo puede limitar crecimiento radical
- Aplicación superficial de cal no mejora subsuelo
- Incorporación superficial de yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) para mejorar la fertilidad de subsuelos ácidos
- Yeso promueve el desplazamiento de Ca y otros cationes hacia horizontes más profundos del suelo
- Yeso promueve el desarrollo del sistema radicular en el subsuelo, para aprovechar mejor el agua disponible, resistir épocas secas, y explorar mayor volumen de suelo que favorece la absorción de nutrimentos.





Aplicación de Yeso



Floculación del Yeso



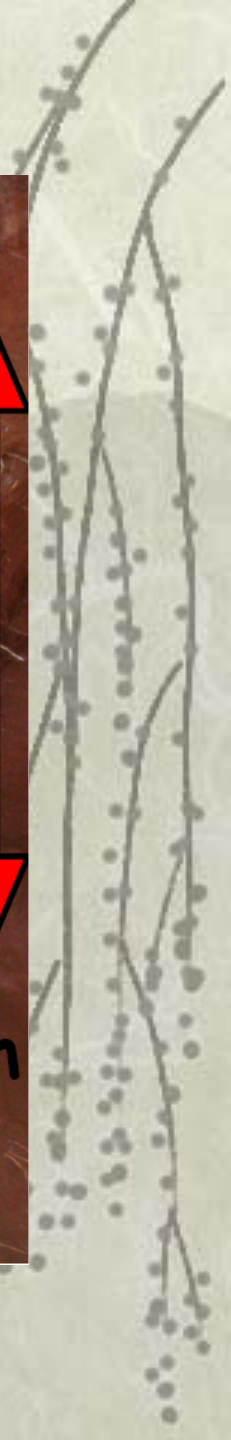
Inicia arrastre de Nutrientes



Arrastre de Nutrientes



2,5m











RAICES por el efecto del YESO han crecido a más de un metro de profundidad.

Cultivo Café

- CV-7 (1,75kg/m)
- G-28 (7,0kg/m)



Café con 1,5 años, raíces a la profundidad de 1,5m

CANTIDAD DE YESO A APLICAR EN FUNCIÓN AL % DE ARCILLA

No. de Lab.	Identificación		%	YESO	YESO
			Arcilla	Toneladas/Manzana	Quintales / Manzana
6846	Lote 1	20 a 40 cm.	57.59	2.42	53
6847	Lote 2	20 a 40 cm.	56.47	2.37	52
6848	Lote 2	20 a 40 cm.	54.15	2.27	50
6849	Lote 2	20 a 40 cm.	51.96	2.18	48

Fórmula : $qq \text{ YESO} / \text{Mz a aplicar} = \% \text{ de Arcilla} * 0.924$

Epoca de Aplicación: Abril o Julio

Sistema AP Romero

Aplicación mecanizada de yeso: 10 ton / ha

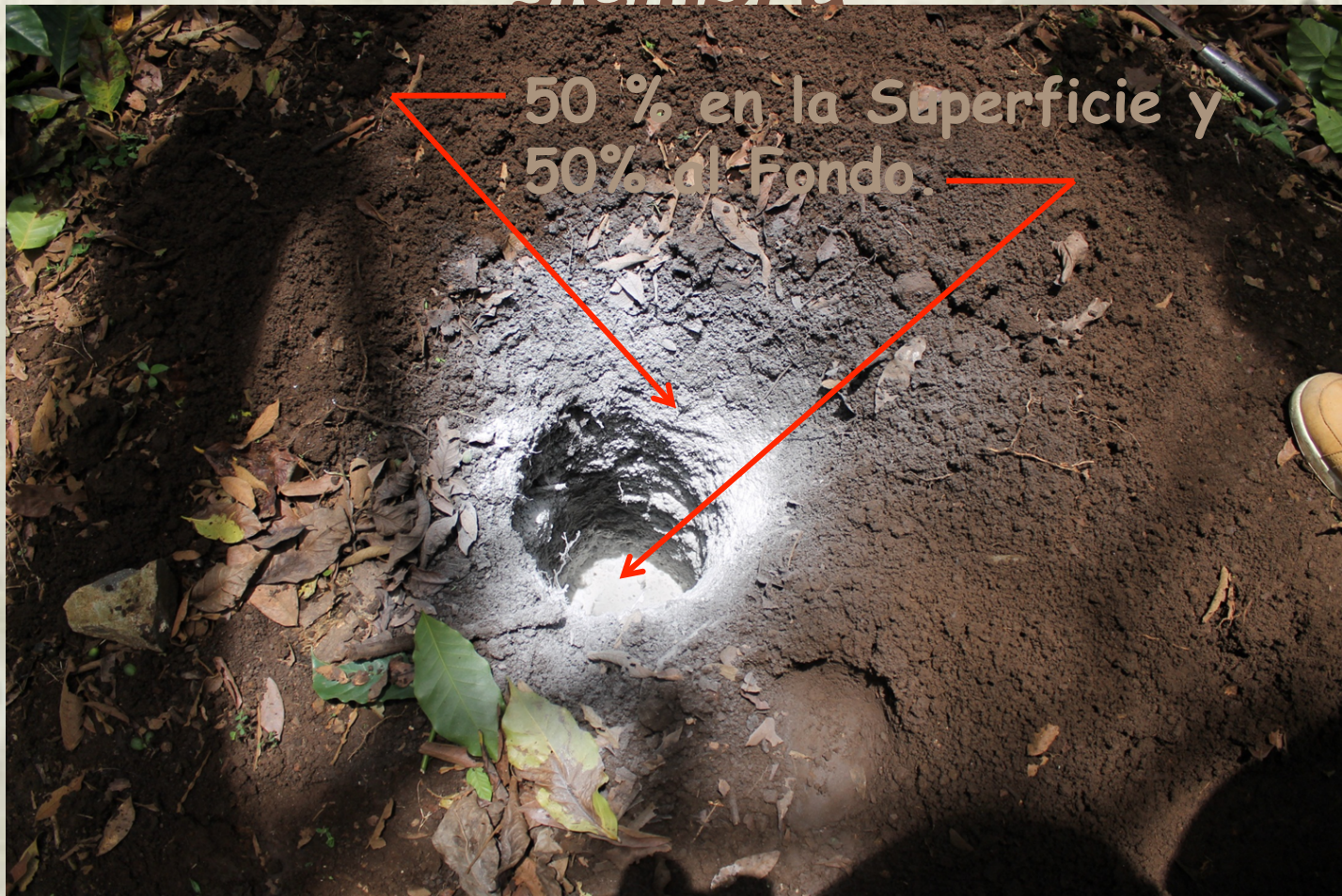


Encalado en el Momento de la



Mezclar la CAE con el Suelo para Rellenar el Agujero

Enyesado en el Momento de la siembra





Yeso Agrícola

Cuidado

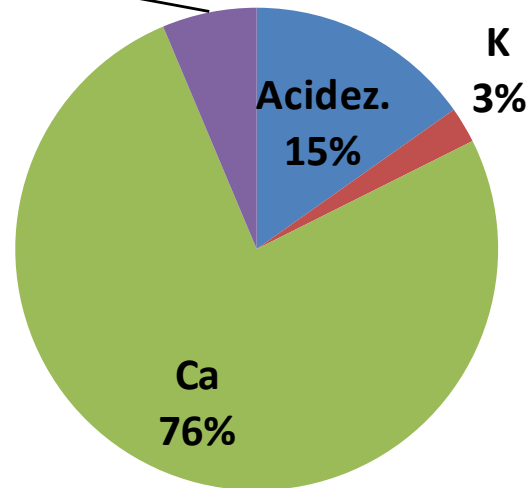
Solo el uso del Yeso puede causar desequilibrios en el suelo, provocando menor absorción de Potasio y Magnesio por la planta

Acidez	K	Ca	Mg	CICe
1.20	0.19	6	0.5	7.89

Acidez.	K	Ca	Mg	
15.2	2.4	76.0	6.3	100.0

Mg Parte ácida y parte Basica del Suelo

6%



%Ca = 60-80

%Mg = 10-20

%K = 4-6

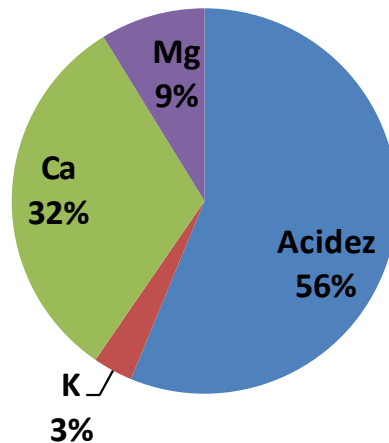
%Acidez < 25

Sin Yeso y sin Cal Agrícola

Acidez	K	Ca	Mg	CICe
3.20	0.19	1.8	0.5	5.69

Acidez	K	Ca	Mg	
56	3	32	9	100

Parte ácida y parte Basica del Suelo



Cuidado
Aumenta la acidez
(A.I.) y Limita las
Cosechas

%Ca = 60-80
%Mg = 10-20
%K = 4-6
Acidez < 25%

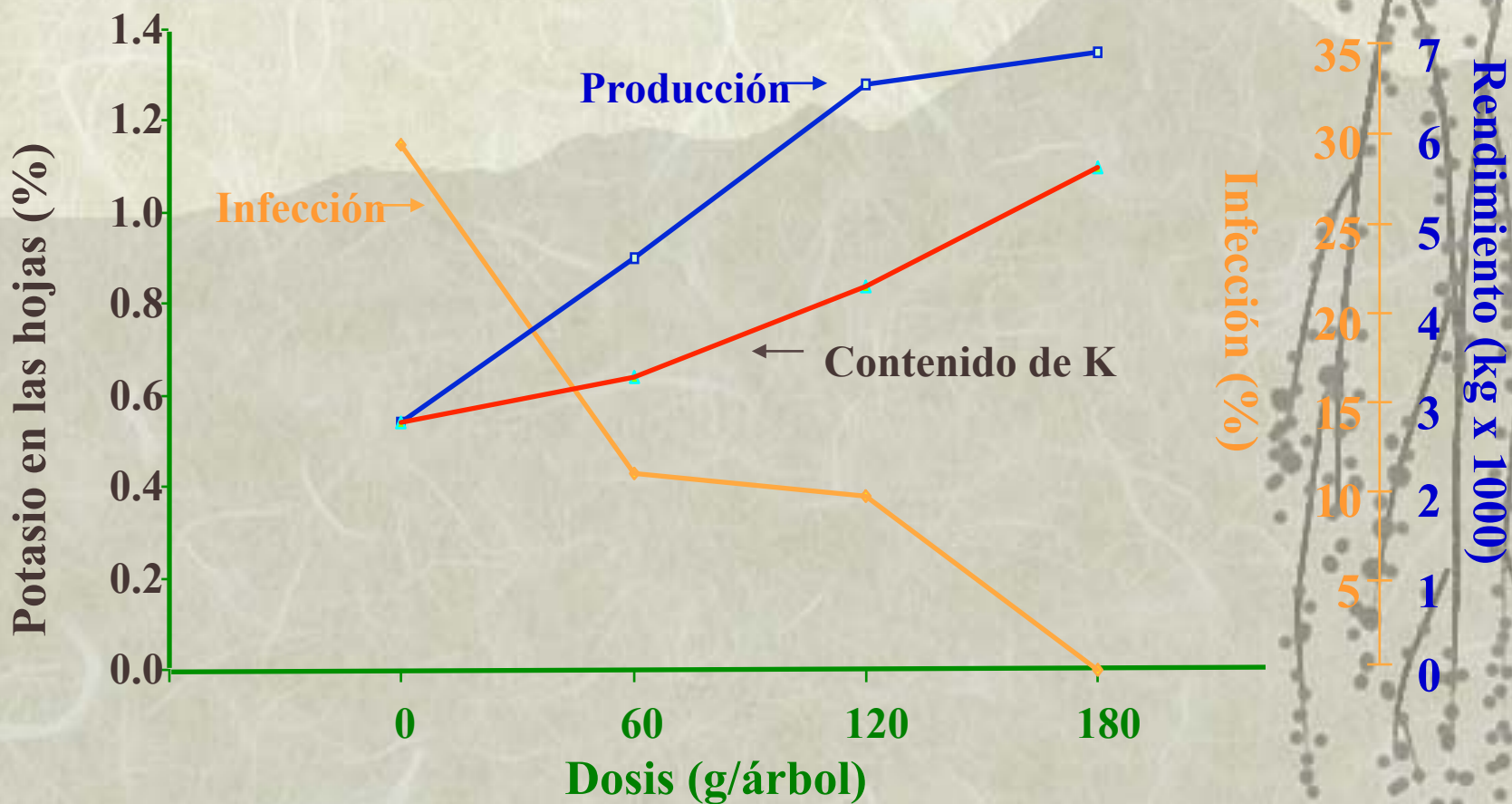
Parte Básica
del Suelo
adecuada es
mayor del
50%

EN EL GRAFICO SE
OBSERVA UN 44% DE
BASES (%K+%Ca+%Mg) Y
UN 56% DE ACIDEZ

TIEMPO DE REACCIÓN DE LAS ENMIENDAS CALCAREAS

Reactivo (aniones)	AÑO			
	1	2	3	4
CARBONATOS (CO_3^{-2}) (Ej: Cal Dolomítica)	20%	45%	20%	15%
ÓXIDOS (O^{-2}) (Ej: Óxido de Calcio)	75%	25%	0%	0%
HIDRÓXIDOS (OH^{-1}) (Ej: Hidróxido de Calcio)	55%	45%	0%	0%
(Ej: Yeso = Sulfato de Calcio)	60%	40%	0%	0%
$\text{CO}_3^{-2} + \text{OH}^{-1} + \text{SO}_4^{-2}$ (Ej: Mezcla de carbonatos, hidróxidos y sulfatos)	50%	35%	10%	5%

Relación entre el potasio foliar y el % de infección de *Cercospora Coffeicola* en el grano y la producción de café



Valencia, 1998

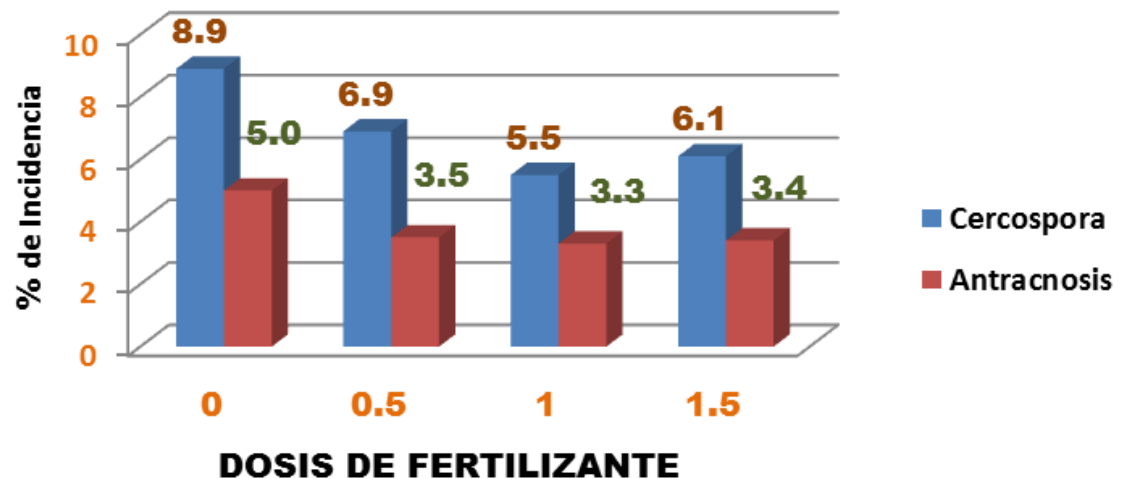
Humberto Jiménez García, MSc

Colocación de potasio y Calcio y Efecto sobre la Incidencia de Antracnosis y Cercospora.

TRATAMIENTOS

1. Testigo Absoluto, sin Fertilización, solo Yeso y Cal Dolomítica (0.0 Lab.)
2. Fertilización: la mitad de la recomendación del Lab. de Suelos (0.5 Lab).
3. Fertilización: la Recomendación del Lab. de Suelos (1.0 Lab.)
4. Fertilización: 50 % más de la recomendación de Lab. de Suelos (1.5 Lab).

Efecto Fertilización sobre % de Incidencia de Cercospora y Antracnosis



**MUCHAS
GRACIAS**

