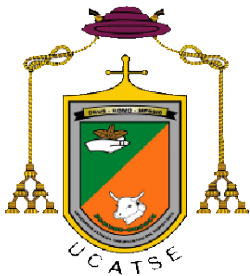


Proyecto Calidad de cultivares de café bajo diferentes condiciones de suelo y cobertura de sombra en cinco municipios de Las Segovias (UCATSE, UNA, PAC, Exportadora Atlantic S. A.)

# Manual técnico

para el manejo de la fertilización de suelos cafetaleros



## **AUTOR**

M. Sc. Jorge Luis Martínez Rayo  
Docente investigador UCATSE  
Coordinador del proyecto

## **REVISION TECNICA Y COLABORACION**

M.Sc. Leonardo García  
Docente investigador y responsable  
laboratorio de suelos UNA

M.Sc. Flavia María Andino Rugama  
Docente investigador UCATSE

## **APORTES**

M.Sc. Danilo Saavedra  
Coordinador de proyectos FUNICA

M. Sc. Leonel Lara Estrada  
Exportadora Atlantic S.A

Ing. Jairo González  
Exportadora Atlantic S.A

Ing. Henry Mendoza  
Investigador CAFENICA

M.Sc. Luis Elías Dicovski Rióboo  
Investigador UNI – Norte

Lic. Lilliam Lezama Gaitán  
Directora Investigación y Posgrado  
UCATSE

## **ILUSTRACION Y DIAGRAMACION**

M. Sc. Jorge Luis Martínez Rayo  
Docente investigador UCATSE

Lic. William Arturo Ortiz González  
Docente investigador y responsable de  
informática UCATSE

## **AGRADECIMIENTO**

UCATSE y las organizaciones aliadas agradecen el apoyo recibido por la Fundación para el Desarrollo Agropecuario y Forestal de Nicaragua (FUNICA) a través del programa PASA DANIDA, por las acciones orientadas a fortalecer la investigación en el rubro café, y por facilitar la coordinación, asesoramiento, organización y financiamiento para la ejecución de estos proyectos, que están destinados a generar conocimientos con la finalidad de mejorar la producción y calidad de nuestra caficultura segoviana.

## CONTENIDO

I. Introducción .....	1
II. Los nutrientes y sus funciones.....	2
III. Recomendaciones importantes a considerar en la fertilización de los suelos cafetaleros .....	6
IV. Muestreo, análisis y balanceo de nutrientes para la fertilización de los suelos cafetaleros .....	7
V. Balanceo de nutrientes a partir de un análisis de suelo.....	9
5.1. Fertilización mineral .....	9
5.2. Fertilización orgánica.....	15
VI. Momento de aplicación de fertilizantes minerales .....	16
VII. Manejo de la acidez de los suelos cafetaleros .....	23
7.1. Causas de los suelos ácidos.....	24
7.2. Procedimiento para la decisión de encalar.....	24
7.2 Análisis económico de la aplicación de cal para corregir suelos ácidos.....	27

## I. Introducción

La competencia de diversos países en el mercado mundial del café es una de las razones de las bajas de los precios en el mercado internacional, lo que obliga a algunos países como Nicaragua a vender su producto a precios muy bajos, ocasionando inestabilidad en los precios y por consiguiente esto provoca bajas sustanciales en el ingreso per cápita. Esto conlleva entonces, a definir estrategias para los caficultores nicaragüenses con la finalidad que mejoren la calidad de café para poder romper una de las brechas más importantes que limitan la rentabilidad del cultivo.

En Nicaragua, el cultivo de café es producido en las regiones montañosas del centro del país, y en las mesetas del pacífico. Considerado como uno de los rubros difíciles de producir debido a que demanda condiciones agroecológicas específicas para su pleno desarrollo y producción. Los sistemas de producción presentes en estas zonas cafetaleras presentan diversidad de problemáticas que limitan la producción de este rubro.

Una de las limitantes más fuertes en la producción cafetalera es el manejo eficiente de la fertilidad de los suelos, la cual en su mayoría se basa en conocimientos tradicionales o recomendaciones generales que se obtienen como recetas en la mayoría de los casos.

Con la visión de mejorar la productividad y calidad del café en cinco municipios de Las Segovias, se ha desarrollado esta investigación que permite conocer el estado actual del manejo agroecológico que realizan los productores cafetaleros, haciendo énfasis en el manejo desde la parte de producción, beneficiado y comercialización, remarcando las características del manejo de la fertilidad de los suelos en estas unidades de producción.

Este manual persigue brindar elementos fundamentales para que extensionistas y profesionales tengan a mano una herramienta para el manejo de la fertilidad de los suelos cafetaleros, además de ser una guía para fortalecer la toma de decisiones.

Este documento enfoca en la primera sección aspectos básicos sobre los requerimientos de nutrientes de las plantas, en la segunda sección se describe el procedimiento para el cálculo de fertilizantes de acuerdo al análisis de suelo y requerimiento de fertilizantes del cultivo. Una tercera sección aborda el estado actual de la fertilidad de los suelos cafetaleros en cinco municipios de Las Segovias, y por último se describe el procedimiento para realizar cálculos en la aplicación de cal, haciendo a la vez un análisis económico de la decisión a tomar.



## II. Los nutrientes y sus funciones

Para iniciar a hablar sobre manejo de la fertilidad de los suelos en café es indispensable conocer que las raíces de las plantas pueden absorber muchas sustancias y elementos presentes en el suelo, sin embargo, para el desarrollo, producción y reproducción del cultivo son necesarios solamente 16 elementos nutritivos, de los cuales tres son tomados del ambiente carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O), y los otros 13 son tomadas del suelo como macro y micronutrientes. La falta de uno de los nutrientes provoca que los demás no se puedan expresar en su máxima plenitud. En la Tabla 1 se presentan los macro y micronutriente, y la información indispensable de cada uno de ellos.



Cultivo de café sin  
manejo de fertilización

Cafetal con manejo  
de la fertilización

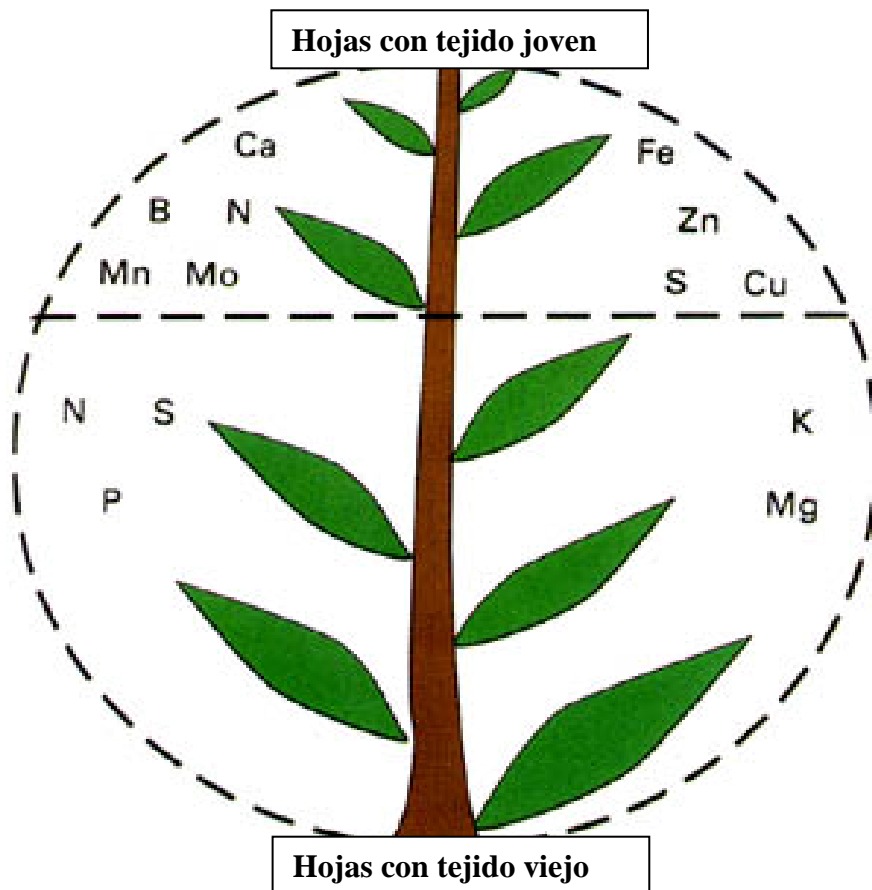


**Tabla 1. Macro y micronutrientes, forma en que se absorben, expresión como fertilizantes y principales funciones en el cultivo de café**

Tipo	Elemento	Forma de absorción por las plantas	Expresión en fertilizante	Funciones principales
Macronutrientes primarios	Nitrógeno	$\text{NO}^{-3}$ , $\text{NH}^{+4}$ ,	N	Es muy móvil en el suelo y dentro de la planta, forma parte de la molécula de clorofila y proteínas. Es importante en la relación carbono nitrógeno.
	Fósforo	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , $\text{HPO}_4^{-2}$	$\text{P}_2\text{O}_5$	Desempeña un papel principal en la respiración y fotosíntesis. Se acumulan en partes de crecimiento y en la semilla. Forma parte de algunos aminoácidos y por consiguiente de algunas proteínas. Es un muy móvil dentro de la planta. Es antagónico con la absorción de Zinc.
	Potasio	$\text{K}^+$	$\text{K}_2\text{O}$	Es activador de muchas reacciones enzimáticas para el funcionamiento de las plantas. Es importante en la resistencia a enfermedades de las plantas. Es muy móvil dentro de la planta.
Macronutrientes secundarios	Calcio	$\text{Ca}^{+2}$	$\text{CaO}$	Es responsable del desarrollo de los meristemos apicales, se acumula en las hojas, es un importante componente estructural de los tejidos vegetales. Es antagónico a la absorción de Ca y Mg. No se mueve dentro de la planta.
	Magnesio	$\text{Mg}^{+2}$	$\text{MgO}$	Forma parte de la molécula de clorofila, además es activador de enzimas que participan en la respiración de la planta. Es poco móvil dentro de la planta. Es antagonista con la absorción de Potasio y Calcio.
	Azufre	$\text{SO}^{-4}$	S	Es componente importante de algunos aminoácidos. Se mueve con lentitud dentro de la planta.

Tipo	Elemento	Forma de absorción por las plantas	Expresión en fertilizante	Funciones principales
Micronutrientes	Hierro	$\text{Fe}^{+2}$	Fe	Importante en la formación de la clorofila. Participa en reacciones enzimáticas. Difícil corregir su deficiencia en suelos calcáreos. Su movimiento es lento dentro de la planta.
	Cobre	$\text{Cu}^{+2}$	Cu	Es poco móvil dentro de la planta.
	Zinc	$\text{Zn}^{+2}$	Zn	La falta de este nutriente afecta la elongación de las plantas, parece ser necesario en la síntesis de hormona como la auxina. Su movimiento es lento dentro de la planta.
	Manganeso	$\text{Mn}^{+2}$	Mn	Activador de enzimas que participan en la respiración. Es poco móvil dentro de la planta.
	Boro	$\text{B}_4\text{O}_7^{-2}$ , $\text{H}_2\text{BO}_3^-$	B	Importante en la formación de nuevos tejidos (yemas y estructuras de la flor). El exceso puede provocar daños por toxicidad. No se mueve dentro de la planta.
	Cloro	$\text{Cl}^-$	Cl	Participa en la fotosíntesis. Su movimiento es lento.
	Molibdeno	$\text{MoO}_4^{-2}$	Mo	Esencial en la absorción de nitrógeno en especial en especies leguminosas. Es activador de enzimas. Su movimiento es lento.

Una ayuda clave para el diagnóstico de deficiencias es el lugar que se localizan los síntomas de la deficiencia. Por su movilidad los nutrientes que son muy móviles dentro de la planta presentan sus síntomas de deficiencia en las hojas con tejido más viejos y los nutrientes que son poco móviles presentan sus síntomas de deficiencia en las hojas con tejido más jóvenes que generalmente se encuentran en la parte superior de la planta.



**Figura 1. Localización de los síntomas de deficiencia de los nutrientes de acuerdo a la edad del tejido (FAO Regional Office for Asia and the Pacific, 2005)**



### III. Recomendaciones importantes a considerar en la fertilización de suelos cafetaleros

Para la ejecución de un plan de fertilización en las fincas cafetaleras debe considerarse la realización de muestreo, análisis e interpretación de muestras de suelo obtenidas de los lugares donde se aplicarán los planes de fertilización.

Para el almacenamiento se debe asegurar que los sacos de fertilizantes se queden en lugares bajo techo, aireados, sobre tarimas de madera y alejado de las fuentes de humedad.

En el momento de la aplicación se debe asegurar que las personas posean ropa protectora y en especial guantes de algún material sintético (hule, lona, cuerina, etc.) para evitar daños en las manos. Los operarios deben aplicar con recipientes de plásticos en los que se pueda depositar la medida de fertilizante previamente calculada.

En áreas relativamente planas la aplicación del fertilizante debe incorporarse bajo la zona de goteo en forma circular alrededor de las plantas. En áreas de laderas se debe incorporar los fertilizantes en forma de media luna en la parte superior de la planta.



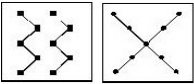
**Figura 2. Aplicación de fertilizantes de acuerdo a la topografía del terreno**

## IV. Muestreo, análisis y balanceo de nutrientes para la fertilización de los suelos cafetaleros

Lo primero que debe hacer para iniciar un proceso de fertilización es el análisis de suelo de las parcelas, recordando que la finca se puede dividir por lotes de un máximo de 5 mz.

### 4.1. Recomendaciones para el muestreo de suelos

Algunas recomendaciones a seguir para el muestreo de suelo en cafetales se citan a continuación:

- Se muestrea el suelo a una profundidad de 20 centímetros tomando de 20 a 25 submuestras por cada muestra a enviar al laboratorio de análisis de suelo, usando un barreno metálico o un palín.
- Se debe extraer las submuestras del área de límite de goteo de la planta, eliminando terrones, piedras y troncos.
- Se distribuyen los puntos de las submuestras siguiendo una distribución en forma de zeta o equis dentro de la parcela. 
- Se mezclan todas las submuestras sobre un plástico grande o una pana, de forma homogénea y se selecciona una muestra representativa de un peso aproximado de 1 kg.
- Se recolecta la muestra en doble bolsa plástica con una etiqueta adjunta, la cual debe indicar los datos específicos de la muestra (fecha, nombre de productor, nombre de finca, comunidad, municipio, cultivo, variedad, rendimiento, etc.). Evitar envolver en papel periódico para evitar alteraciones del contenido de nutrientes de la muestra recolectada.
- Las actividades de muestreo se deben realizar después de la cosecha en la época que los suelos se encuentren con menos humedad, antes de fertilizar.
- La frecuencia de muestreo para análisis debe hacerse cada tres a cinco años.

Recuerde que la profundidad de muestreo es de 20 centímetros, en la zona del límite de goteo de la planta de café



**Tabla 2. Niveles de fertilidad de suelos cafetaleros como referencia para la interpretación de los análisis de laboratorio**

Concepto	Unidad de medida	Bajo	Medio	Óptimo	Alto
pH		<5	5 - 6	6 - 7	>7
Calcio (Ca)	Cmol/L = meq/100 g de suelo	<4	4 - 6	6 - 15	>15
Magnesio (Mg)		<1	1 - 3	3 - 6	>6
Potasio (K)		<0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 0.8	>0.8
Acidez			0.3 - 1	<0.3	>1
Saturación del aluminio (%)	%		10 - 30	<10	>30
Fósforo (P)	mg/L = ppm	<12	12 - 20	20 - 50	>50
Hierro (Fe)		<5	5 - 10	10 - 50	>50
Cobre (Cu)		<0.5	0.5 - 1	1 - 20	>20
Cinc (Zn)		<2	2 - 3	3 - 10	>10
Manganeso (Mn)		<5	5 - 10	10 - 50	>50
Boro (B)		<0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1	>1
Azufre (S)		<12	12 - 20	20 - 50	>50
Materia Orgánica (MO)	%	<2	2 - 5	5 - 10	>10
Relaciones Catiónicas		Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(Ca+Mg)/K
		2 - 5	5 - 25	2.5 - 15	10 - 40
<p>pH en agua, 1:2.5,                      K, Mn, Cu, Fe, Zn: en Olsen modificado                      Mg, Ca: Acetato de amonio 1N pH 7                      B y S con fosfato de calcio                      MO con digestión húmeda                      P Olsen</p> <p style="text-align: right;">Editado por: Eloy Molina y Gloria Meléndez, CIA, UCR (2002)</p>					

Proyecto Calidad de cultivares de café bajo diferentes condiciones de suelo y cobertura de sombra en cinco municipios de Las Segovias (UCATSE, UNA, PAC, Exportadora Atlantic S. A.)

## V. Balanceo de nutrientes a partir de un análisis de suelo

### 5.1. Fertilización mineral

Es importante conocer que el cálculo para determinar la cantidad de fertilizante a aplicar va a estar en concordancia con los siguientes factores:

- Cantidad de nutrientes presentes en el suelo expresado en un análisis del mismo
- Demanda de nutrientes del cultivo basado en los rendimientos esperados, la capacidad de producción del rubro y la cantidad de nutrientes extraído por el peso producido
- Tipo de fertilizante disponible para el plan de fertilización
- Eficiencia del uso de fertilizantes

**Tabla 3. Extracción de nutrientes en forma elemental en kilogramos por quintal de café oro producido**

N	P	K	Mg	S	Ca	B	Zn	Fe
5.09	0.82	5.68	0.68	0.41	1.64	0.012	0.036	0.05

Tomado y modificado de FAO Regional Office for Asia and the Pacific, (2005), Salas (sf)

A continuación se ejemplifica el procedimiento utilizado para el cálculo de las aplicaciones de macro nutrientes en forma de fertilizantes (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO, S, CaO) en kg/ha.

Los datos que tenemos del análisis de suelo son:

MO = 3.1%

P = 3.9 ppm

K = 0.2 meq/100 g de suelo

Ca = 5.54 meq/100 g de suelo

Mg = 0.79 meq/100 g de suelo

S = 12 ppm

Densidad = 1 ton/m<sup>3</sup>

Nota: La densidad de suelo puede variar de 0.9 a 1.2, para estos casos se recomienda usar un valor de densidad aparente de 1 (ton/m<sup>3</sup>), aunque pueden presentarse valores menores o mayores a éste para los cuales se deberá revisar la literatura para cada caso.

Para realizar los cálculos de fertilizantes se debe pasar los datos del análisis de suelo a contenido de nutrientes en kg/ha, utilizando factores de conversión, los cuales se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 4. Cálculo de los nutrientes en forma de fertilizantes (kg/ha) utilizando factores de conversión**

A	B	C	D	E	F	G
Nutriente	Cantidad en análisis de suelo	Factores de conversión para obtener kg/ha (multiplicar por)	Cantidad en el suelo en forma elemental kg/ha = B x C	Factores de conversión para pasar de forma elemental a forma de fertilizante (multiplicar por)	Cantidad en el suelo en forma de fertilizante kg/ha = D x E	Forma de fertilizante
MO%	3.1	20	62	1	62	N
P ppm	3.9	2	7.8	2.29	18	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
K meq/100 g de suelo	0.2	780	156	1.2	187	K <sub>2</sub> O
Ca meq/100 g de suelo	5.54	400	2216	1.4	3102	CaO
Mg meq/100 g de suelo	0.79	240	189.6	1.66	315	MgO
S ppm	12	2	24	1	24	S

**Nota: Los factores de conversión son válidos únicamente para toma de muestras a 20 cm de profundidad y densidad de suelo igual a 1.**

El siguiente paso es determinar la cantidad de nutrientes que el cultivo va extraer de acuerdo a la producción esperada. A continuación se presenta la cantidad de nutrientes extraídos por quintal de café oro (45.54 kg) y calculado para un rendimiento esperado de 30 qq de café oro (1366 kg).

**Tabla 5. Extracción de nutrientes por el cultivo de café (en forma elemental) de acuerdo al rendimiento esperado y cálculo en forma de fertilizantes**

A	B	C	D	E	F
Extracción	Para 1 qq	Para 30 qq/ha = Bx30	Para pasar a forma de fertilizante, multiplicar por	En forma de fertilizante = C x D	Forma de fertilizante
N	5.09	153	1	153	N
P	0.82	24.5	2.29	56	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
K	5.68	170	1.2	204	K <sub>2</sub> O
Ca	1.64	49	1.4	69	CaO
Mg	0.68	20.5	1.66	34	MgO
S	0.41	12	1	12	S

Para determinar la cantidad de elementos a aplicar en forma de fertilizante se aplica la siguiente fórmula

$$\text{Necesidades del elemento en forma de fertilizante (kg/ha)} = \frac{\text{Cantidad extracción del cultivo (kg/ha)} - \text{Cantidad contenida en el suelo (kg/ha)}}{\text{Eficiencia del elemento}}$$

La eficiencia del elemento se define como el porcentaje del elemento que es provechado por el cultivo después de la aplicación del fertilizante, el resto se pierde por lixiviación, escorrentía, volatilización o fijación.

**Tabla 6. Porcentaje de eficiencia de los fertilizantes en el suelo**

Nutrientes	% Eficiencia del fertilizante	En decimales
N	50	0.5
P	20	0.2
K	60	0.6
Ca	60	0.6
Mg	60	0.6
S	50	0.5
B	70	0.7

Fuente: Adaptado de Kass (2007) y Salas (sf)

La cantidad de fertilizante a aplicar a una ha de cultivo de café en producción, utilizando la fórmula se estimaría de la siguiente manera:

$$\text{Necesidades del N en forma de fertilizante (kg/ha)} = \frac{153 \text{ (kg/ha)} - 62 \text{ (kg/ha)}}{0.5} = 82 \text{ kg/ha}$$

$$\text{Necesidades del P}_2\text{O}_5 \text{ en forma de fertilizante (kg/ha)} = \frac{56 \text{ (kg/ha)} - 18 \text{ (kg/ha)}}{0.2} = 190 \text{ kg/ha}$$



<b>Necesidades del K<sub>2</sub>O en forma de fertilizante (kg/ha) = <math>\frac{204 \text{ (kg/ha)} - 187 \text{ (kg/ha)}}{0.6} = 28 \text{ kg/ha}</math></b>
<b>Necesidades del CaO en forma de fertilizante (kg/ha) = <math>\frac{69 \text{ (kg/ha)} - 3102 \text{ (kg/ha)}}{0.6} = -5055 \text{ kg/ha}</math></b>
<b>Necesidades del MgO en forma de fertilizante (kg/ha) = <math>\frac{34 \text{ (kg/ha)} - 315 \text{ (kg/ha)}}{0.6} = -468 \text{ kg/ha}</math></b>
<b>Necesidades del S en forma de fertilizante (kg/ha) = <math>\frac{12 \text{ (kg/ha)} - 24 \text{ (kg/ha)}}{0.5} = -24 \text{ kg/ha}</math></b>

Los valores que resulten con signo negativo indican que no es necesaria su aplicación en el suelo, solamente si se desea compensar la extracción de los nutrientes por la producción de café.

Las relaciones catiónicas de este ejercicio quedarían de la siguiente manera

**Tabla 7. Relaciones catiónicas del ejercicio con su respectiva valoración**

Relación catiónica	Valor	Rangos normales	Valoración
Ca/ Mg	7.01	2 - 5	Desbalance: deficiencia de Mg
CaMg/K	31.65	10 - 40	Óptimo
Ca/ K	27.70	5 - 25	Desbalance: deficiencia de Mg
Mg/K	3.95	2.5 - 15	Óptimo

La tabla anterior muestra que existe un desequilibrio en las relaciones catiónicas lo que indica deficiencia de K y de Mg. En cuanto al K se espera que con las aplicaciones de este nutriente para suplementar la demanda del cultivo, sea suficiente para corregir el desequilibrio catiónico; sin embargo, para corregir la deficiencia de Mg en la relación catiónica (Ca/Mg) se debe procurar corregir el desbalance con aplicaciones de un fertilizante que contenga este elemento.

No existe una recomendación acertada para la corrección del desbalance catiónico, no obstante, para evitar que este problema se agudice, se sugiere aplicar el doble de la cantidad demandada por el cultivo en forma de fertilizante. En este caso se recomienda la aplicación de  $34 \times 2 = 68$  kg de MgO/ha, y realizar el siguiente año nuevamente un análisis de suelo para determinar el estado del problema.

**Tabla 8. Nutrientes a aplicar para la producción de 30 qq/ha de acuerdo a los resultados del análisis de suelo**

<b>Nutriente</b>	<b>Cantidad a aplicar en forma de fertilizante kg/ha</b>	<b>Cantidad a aplicar en forma de fertilizante lb/ha</b>
<b>N</b>	<b>82</b>	<b>180</b>
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>190</b>	<b>418</b>
<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>28</b>	<b>62</b>
<b>MgO</b>	<b>68</b>	<b>150</b>
<b>S</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>CaO</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

La tabla para balanceo debe usarse una vez que se ha calculado la cantidad de fertilizantes que se aplicará por hectárea. Es importante mencionar que la tabla puede diseñarse en una hoja de cálculo para facilitar su uso.

Supongamos que para este caso tenemos a disposición tres diferentes tipos de fertilizantes en el mercado, los cuales se señalan a continuación:

- DAP (18-46-0)
- Urea (46-0-0)
- K-MAG (0-0-22- 11 Mg)

## Uso de la tabla para balanceo de los fertilizantes

En esta columna se ubica la dosis de fertilizantes en quintales (primera columna entre 100)

En estas columnas se debe poner las fórmulas a utilizarse para fertilizar

Este es el resultado de multiplicar la dosis en quintales de fertilizante con la cantidad de nutrientes contenida en cada fórmula

En estas celdas amarillas se va realizando el tanteo de la cantidad de fertilizante necesaria para cubrir la demanda del cultivo

Cuadro para balanceo de fertilizantes									
Dosis de fertilizantes lbs/mz	Dosis de fertilizantes qq/ha	Formula de fertilizante				Aporte de fertilizante			
		N	P2O5	K2O	MgO	N	P2O5	K2O	MgO
1200	12	12	30	10	0	144	360	120	0
400	4	15	15	15	0	60	60	60	0
1100	11	0	0	22	11	0	0	242	121
2700	27					204	420	422	121
Requerimiento lbs/ha						180	418	62	150
Diferencia (Si es negativa existe deficit del fertilizante)						24	2	360	-29

En esta fila se debe poner la sumatoria del aporte de cada fertilizante para cada nutriente

En esta fila se debe poner los requerimientos del cultivo en lbs./ha

En esta fila se debe poner la diferencia entre el aporte del balance menos el requerimiento del cultivo

Retomando los datos de la primera columna del cuadro para balanceo de fertilización, la recomendación final para este caso, si se quiere producir 30 quintales de café oro por hectárea en las condiciones de suelo abordadas, necesitaremos aplicar lo siguiente:

- 12 qq de 12-30-10
- 4 qq de triple quince (15-15-15)
- 11 qq de K-MAG (0-0-22-11)

Con estas fórmulas y cantidades recomendadas se estará aplicando mayor cantidad de potasio; sin embargo, esto ayudará a mejorar el balance entre los cationes, debido a que este elemento es el que más se extrae por el cultivo.

## 5.2. Fertilización orgánica

Tomando en cuenta los requerimientos de fertilizantes resultantes de los cálculos anteriores y suponiendo que se va a utilizar un abono orgánico, cuyo análisis muestra el contenido siguiente.

**Tabla 6. Análisis de nutrientes de un bocashi para uso en la aplicación del café**

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO
1.44%	0.69%	1.57%	0.45%	4.72

**Nota:** para cada producto a utilizar se debe hacer su propio análisis nutrimental en laboratorio y no usar el presente ejemplo como un dato estándar para todas las enmiendas orgánicas.

Haciendo el análisis del producto a utilizar se calcula la cantidad de nutrientes por cada tonelada de bocashi.

**Tabla 6. Cálculo de la cantidad de bocashi a utilizar si se quiere producir 30 qq de café oro/ha.**

A	B	C*	D	D
Nutriente	Cantidad a aplicar en forma de fertilizante kg/ha	Aporte de nutrientes en kg por cada ton. de bocashi	Cantidad de bocashi en ton/ha para suplir la demanda de nutrientes =B/C	Cantidad de bocashi en qq/ha para suplir la demanda de nutrientes =D*22
N	82	14.4	5.69	125
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	190	6.9	27.53	606
K <sub>2</sub> O	28	15.7	1.78	39
MgO	68	4.5	15.11	332
S	0	SD	0.00	0.00
CaO	0	47.2	0.00	0.00

\* % del elemento en el abono por 10

Proyecto Calidad de cultivares de café bajo diferentes condiciones de suelo y cobertura de sombra en cinco municipios de Las Segovias (UCATSE, UNA, PAC, Exportadora Atlantic S. A.)

Una vez determinadas las cantidades de abono a aplicar, se tienen dos alternativas u opciones de fertilización que son:

**Alternativa 1.** Aplicar el 100% de la dosis con el producto calculado, es decir, para el caso del ejemplo, la dosis más alta de **606 qq/ha**. En este caso no tendrá que suplementar los nutrientes. Debe recordarse que el suelo del ejemplo es pobre, lo que hace recomendar grandes cantidades de enmiendas orgánicas o minerales.

**Alternativa 2.** Aplicar cualquiera de las dosis baja o intermedia y complementar la demanda con fertilizante mineral. Puede ser aplicar 332 qq/ha y suplementar la demanda de fósforo con otra fuente mineral que podría ser DAP 18-46-0 o STP (súper triple fosfato) 0-0-62.

Se debe recordar que la decisión de aplicar enmiendas de agricultura orgánica va a depender de la factibilidad económica de la aplicación o de la tecnología que se está desarrollando en la finca.

## **VI. Momento de aplicación de los fertilizantes minerales**

Más del 50% de los elementos es absorbido en un plazo de 90 días después de la floración principal, donde llega a su pico máximo de demanda de la mayor parte de nutrientes. En esta época ocurre la formación y desarrollo de los frutos, los cuales demandan gran cantidad de macro y micronutrientes. Algunos de estos nutrientes forman parte de la estructura del fruto como N, K y Ca, y otros desempeñan funciones esenciales como P, Mn y Fe. Debido a esta dinámica de absorción de los nutrientes la aplicación de fertilizantes debe hacerse de forma fraccionada en tres momentos, en los meses de mayo, agosto y noviembre.

Para las aplicaciones de mayo a agosto debe aplicarse las fórmulas que contengan mayor cantidad de P, fraccionándolos en dos aplicaciones en mayo y agosto, al igual que las fórmulas que contengan K. Para las fórmulas con mayor cantidad de N como la urea o los nitratos se deben aplicar en los meses de octubre a noviembre para preparar la planta a la recuperación de follaje después de la cosecha. En investigaciones hechas por Lara Estrada (2005) se encontró diferencias de calidad de café entre diferentes sistemas de fraccionamiento en la aplicación de fertilizantes en fincas cafetaleras de diferentes municipios cafetaleros del norte de Nicaragua.

**Tabla 7. Situación de la disponibilidad de nutrientes en suelos de fincas cafetaleras muestreadas para caracterizar los suelos de cinco municipios de Las Segovias.**

Tipo de Nutriente	Municipio				
	Pueblo Nuevo	Telpaneca	San Juan del río Coco	Dipilto	Jalapa
% Materia orgánica	Se encuentran buenos niveles de MO con promedios de 5.43%. El 57% de las fincas se encuentran con niveles óptimos.	En este municipio los niveles de MO son óptimos con promedio de 5.8%. Relacionados con el manejo que se dan al 51% de las fincas que es de tipo orgánico. El 71% de las fincas se encuentra con niveles óptimos.	Promedio de 5% de MO en todo el municipio. Se consideran niveles aceptables	En todo el municipio se encuentran suelos con niveles medios en MO menores del 5 %, con valor promedio de 4.03% con variaciones más o menos de 1.46. Solamente el 14% se encuentran con niveles óptimos.	En lo cafetales del municipio se encuentran valores de MO en nivel medio, con un valor promedio de 4.47%. Refleja problemas de deficiencia de materia orgánica, tomando en cuenta que 46% de estos productores son de tipo tradicional y no aplican ninguna enmienda orgánica a sus cafetales. Solamente 34% se encuentran con niveles óptimos.
pH	Es frecuente encontrar valores entre los rangos medios y adecuado (5-6, 6-7, respectivamente) muy raros casos se encuentran con valores	Se encuentran valores óptimos de este factor. No presenta problemas.	Sin problemas de pH en el suelo. Con valores de medio a óptimo.	Con valores medios de pH en todas las fincas. Puede atribuirse al déficit de K en gran parte de las fincas.	Con valores medio de pH con rango de valores de 4.6 a 6.71, y promedio de pH de 5.7.



Tipo de Nutriente	Municipio				
	Pueblo Nuevo	Telpaneca	San Juan del río Coco	Dipilto	Jalapa
K (Potasio disponible) meq/100 gr de suelo	<p>Todas las fincas muestreadas se encuentran en niveles altos de este nutriente (más de 0.8 meq/100 g de suelo). El de mejores condiciones de todos los cinco municipios estudiados. Esto puede estar relacionado a que en esta zona es donde se extrae menos producción de musáceas (bananos, guineos y platanos) en comparación con los otros cuatro municipios.</p>	<p>Todas las fincas muestreadas se encuentran con niveles bajos a medio de K, sin embargo los niveles son superiores a los demás municipios debido a que presentó promedio de 0.3 meq/100 g de suelo.</p>	<p>Todas las fincas muestreadas se encuentran con niveles bajos a medio de K. En esta limitante de producción de café puede estar influyendo la extracción de este elemento por la producción de musáceas. Al igual que la situación presentada en los demás municipios este problema puede estar acrecentado por las aplicaciones de fertilizantes sin análisis de suelo; además del conocimiento de que los suelos de Nicaragua son ricos en K, el cual se ha generalizado por muchos años, y por lo cual aquí se demuestra que esta propiedad se ha perdido o se ha empezado a perder.</p>	<p>Todas las fincas muestreadas se encuentran con niveles bajos a medio de K, agravado por la extracción de K en la producción de musáceas. El nivel promedio es de 0.36 meq/100 g de suelo.</p>	<p>Todas las fincas muestreadas se encuentran con niveles bajos a medio de K. En este caso la baja disponibilidad de este nutriente puede estar relacionado a las malas técnicas de fertilización (sin análisis de suelo) o por la falta de aplicación de programas de fertilidad dirigida a suplir las demandas de este elemento. El nivel promedio es de 0.26 meq/100 g de suelo</p>

Tipo de Nutriente	Municipio				
	Pueblo Nuevo	Telpaneca	San Juan del río Coco	Dipilto	Jalapa
P (Fósforo) ppm	El promedio se encuentran en niveles óptimos de este elemento, sin embargo existe una variación alta con una desviación de 23 ppm. Se encuentran 52% de los productores con bajos niveles de este elemento.	Niveles bajos de este elemento con promedio de 16.71 ppm. Se encuentran un 93% de las fincas se encuentran con niveles bajos de P. Aunque existe gran parte de productores orgánicos se refleja que este tipo de manejo no supla los requerimientos del cultivo, considerando que mucho de los enmiendas son pobres en P como la gallinaza, abonos verdes, etc.	Niveles bajos de este elemento con promedio de 11.23 ppm. 92% de las fincas se encuentran con niveles bajos y medio de este elemento. La fertilización química no contempla aplicaciones importantes que suplan las necesidades de este elemento, esto debido a que no se fertiliza en base a análisis de suelo.	Niveles bajos de este elemento con promedio de 6.56 ppm. Del total de las fincas 79% se encuentran con niveles bajos de P y solamente un 6% con niveles óptimos. Posiblemente las aplicaciones de P proveniente de la fertilización química no compensan las pérdidas por lixiviación ni la cantidad de este elemento fijado por las cantidades altas de Fe y Al.	Niveles bajos de este elemento con promedio de 8.11 ppm. 90% de las fincas se encuentran con niveles bajos, menores a 12 ppm. Solamente el 6% se encuentran con niveles de óptimo a alto
Ca (Calcio) meq/100 gr de suelo	Se detectaron los niveles más altos de Ca en toda la zona, con valores promedio de 14.7 en el municipio. Las aplicaciones de cal para corregir problema de la acidez del suelo podrían no ser las recomendaciones más adecuadas. No se detectaron zonas con niveles bajos de este	Se detectaron niveles altos de Ca en toda la zona, con valores promedio de 8.57 en el municipio. Es importante considerar estos valores al momento de decidir resolver problemas de acidez con la aplicación de enmiendas calcáreas. Las aplicaciones	Niveles óptimos de Ca. No se necesario aplicación de cal para corregir problemas de acidez.	Los valores se ubican en el rango de nivel medio principalmente, con un promedio de 6.	Los valores se ubican en el rango de nivel medio principalmente, con un promedio de 5.78.

Tipo de Nutriente	Municipio				
	Pueblo Nuevo	Telpaneca	San Juan del río Coco	Dipilto	Jalapa
	elemento.	abonos orgánicos que realizan muchos productores pueden influir en la alta disponibilidad de Ca.			
Mg (Magnesio) meq/100 g de suelo	Se presentaron niveles óptimos de Mg en la mayor parte de las fincas. El promedio fue de 3.27 meq/100g de suelo	Se presentaron niveles medios de Mg en todas las fincas. El promedio presentado fue de 1.95.	Se presentaron niveles medios de Mg en todas las fincas. El promedio presentado fue de 1.78.	Se presentaron niveles medios de Mg en todas las fincas. El promedio presentado fue de 1.32.	Se presentaron niveles medios de Mg en todas las fincas. El promedio presentado fue de 1.31
Fe (Hierro)	La mayor parte de la finca se encuentra con contenidos óptimos de este elemento en el suelo.	Contenido altos de Fe en el suelo, debido a que son suelos rojos de tipo oxisoles. Mayor de 150 ppm en todas las fincas.	Contenido altos de Fe en el suelo. Mayor de 50 ppm en el suelo como promedio.	Contenido altos de Fe en el suelo, debido a que son suelos rojos de tipo oxisoles.	Contenido altos de Fe en el suelo, debido a que son suelos rojos de tipo oxisoles. Con promedio de 90 ppm
Cu (Cobre)	Se encuentran con niveles medio entre 0.5 a 1.00 ppm en los suelos	Niveles óptimos de Cu en el suelo	Se encuentran con niveles medio entre 0.5 a 1.00 ppm en los suelos. En una de las comunidades se encontró que los niveles de este elemento pueden estarse acercándose a niveles tóxicos de este elemento (mayores de 20 ppm). Comunidad de Los Pozos	Niveles óptimos de Cu en el suelo	Niveles óptimos de Cu en el suelo.
Cinc (Zn)	Niveles óptimos de este elemento en la mayor parte de la finca	Niveles óptimos de este elemento en todas las fincas.	Niveles óptimos de este elemento en todas las fincas.	Niveles óptimos de este elemento en todas las fincas.	Niveles óptimos de este elemento en la mayor parte de la finca

Tipo de Nutriente	Municipio				
	Pueblo Nuevo	Telpaneca	San Juan del río Coco	Dipilto	Jalapa
Manganeso (Mn)	Niveles alto de este elemento en todas las fincas	Niveles medios de este elemento	Niveles alto de este elemento en todas las fincas	Niveles alto de este elemento en todas las fincas	Niveles alto de este elemento en todas las fincas
Relación Ca/Mg	En niveles óptimos de 2 - 5	En niveles óptimos de 2 - 5	Gran parte de los suelos de este municipio se encuentran con alto contenido de Ca en relación al Mg	En niveles óptimos de 2 - 5	En niveles óptimos de 2 - 5
Relación Mg/K	Se encuentra en una relación de equilibrio	Se encuentra en una relación de equilibrio 5 - 25	Se encuentra en una relación de equilibrio 5 - 25	Se encuentra en una relación de equilibrio 5 - 25	Se encuentra en una relación de equilibrio 5 - 25
Relación Ca/K	En todas las fincas se encontraron niveles equilibrados de estos elementos (5 - 25)	La relación del calcio con respecto al potasio se encuentran en desequilibrio (mayor de 25), en la mayor parte de las fincas	La relación del calcio con respecto al potasio se encuentran en desequilibrio (mayor de 25), en la mayor parte de las fincas	La relación del calcio con respecto al potasio se encuentran en desequilibrio (mayor de 25), en la mayor parte de las fincas	La relación del calcio con respecto al potasio se encuentran en desequilibrio (mayor de 25), en la mayor parte de las fincas
Relación Ca+Mg/K	Esta relación se encuentra con niveles óptimos en el suelo (10 - 40)	Esta relación se encuentra con niveles óptimos en el suelo (10 - 40)	Se encuentran en desequilibrio ocasionado por niveles bajos de K en el suelo, y niveles altos de Ca. Posiblemente debido a la extracción de K por las musáceas.	Esta relación se encuentra con niveles óptimos en el suelo (10 - 40)	Esta relación se encuentra con niveles óptimos en el suelo (10 - 40)

Tipo de Nutriente	Municipio				
	Pueblo Nuevo	Telpaneca	San Juan del río Coco	Dipilto	Jalapa
Recomendaciones generales por municipio	<p>Manejar con mucho cuidado la aplicación de cal para mejorar suelos ácidos debido a que este elemento se encuentra de forma suficiente en la mayoría de fincas analizadas. De lo contrario se podría desbalancear la relación entre los cationes.</p>	<p>Aplicación de formulas con alto contenido de K para compensar extracción de este nutriente del suelo. Mejorar niveles de P mediante fertilización mineral. Manejar con mucho cuidado aplicaciones de cal por encontrarse el calcio con suficiente cantidad en el suelo. Compensar extracción de Mg para evitar desbalance entre cationes.</p>	<p>Aplicación de fórmulas con alto contenido de K para compensar extracción de este nutriente del suelo. Mejorar niveles de P mediante fertilización mineral. Manejar con mucho cuidado aplicaciones de cal por encontrarse el calcio con niveles medios en el suelo. Compensar extracción de Mg para evitar desbalance entre cationes. Prestar mucha atención donde se aplican altas cantidades de fungicidas cúpricos para evitar elevar los niveles de Cu a puntos tóxicos. Las aplicaciones de Ca y K deben centrarse en establecer equilibrio catiónico óptimo debido a que los niveles de K en las fincas se encuentran bajos.</p>	<p>Aplicaciones de materia orgánica para mejorar disponibilidad de nitrógeno. Aplicación de formulas con alto contenido de K para compensar extracción de este nutriente del suelo. Mejorar niveles de P mediante fertilización mineral. Compensar extracción de Mg para evitar desbalance entre cationes. Se debe proponer la aplicación de fertilizantes altos en K para mejorar la relaciones catiónicas.</p>	<p>Aplicaciones de materia orgánica para mejorar disponibilidad de nitrógeno. Aplicación de formulas con alto contenido de K para compensar extracción de este nutriente del suelo. Mejorar niveles de P mediante fertilización mineral. Compensar extracción de Mg para evitar desbalance entre cationes.</p>

## VII. Manejo de la acidez de los suelos cafetaleros

La acidez de los suelos en cafetales es una problemática que debe procurarse manejarse con mucho cuidado debido a que las aplicaciones de cal pueden provocar desbalance en la relación de los cationes Ca (Calcio), Mg (Magnesio) y K (Potasio) sino es tratado el problema de la manera más adecuada. Así de esta manera, si tenemos aplicaciones excesivas de cal sin que el cultivo la esté necesitando vamos a tener problemas de absorción de K y Mg, así como también P por la formación de fosfatos insolubles, además de limitantes en la absorción de Fe (Hierro), B (Boro) y Zn (Zinc) lo que ocasionará que el cultivo sea más susceptible al ataque de enfermedades, al cambio de temperatura y problemas fisiológicos y por lo tanto, disminuirá su productividad.

El pH es la expresión más evidente de la acidez del suelo. Además puede indicar la posibilidad de que algún nutriente se pueda absorber o no.

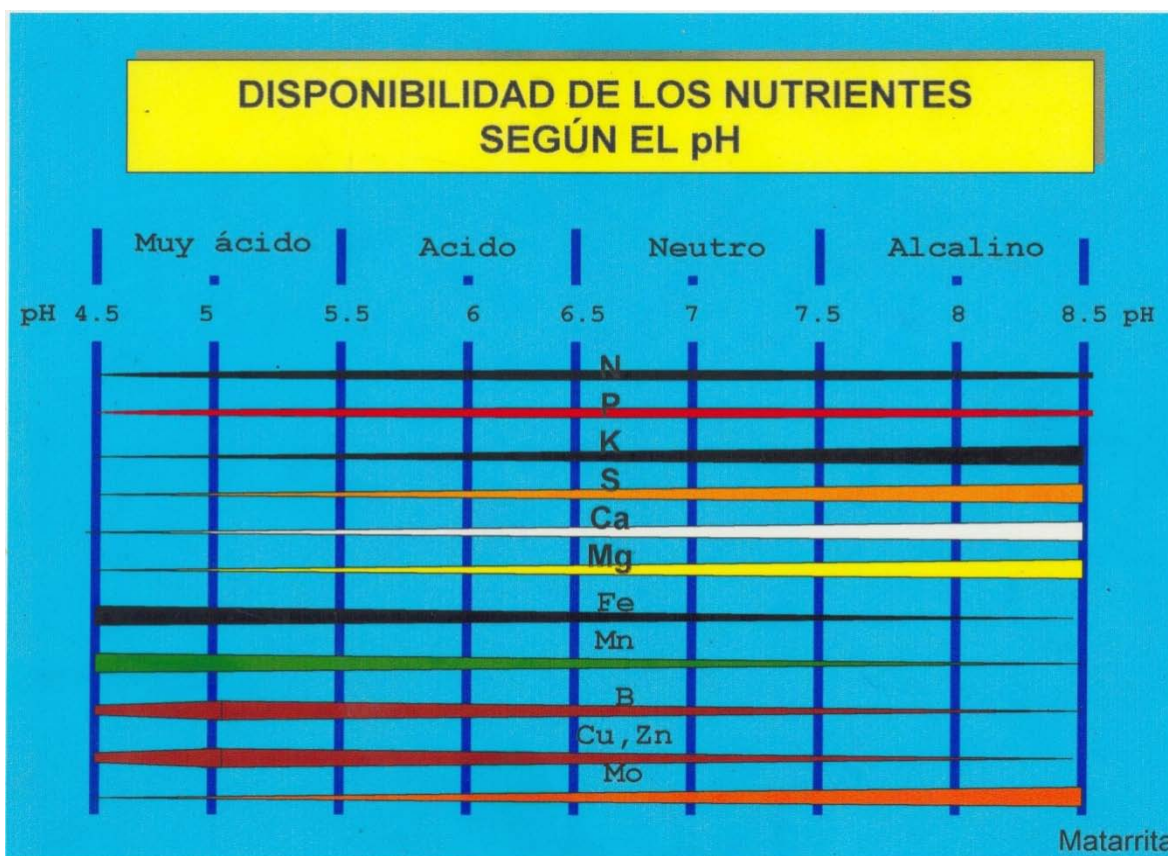


Figura 2. Niveles de absorción de nutrientes de acuerdo al pH del suelo (facilitado por el M.Sc. Leonardo García)



## 7.1. Causas de los suelos ácidos

La aparición de suelos ácidos en el trópico obedece a diferentes causas y combinaciones de estas, las causas principales de este problema son:

- Aplicaciones incontroladas de fertilizantes que producen acidez en los suelos en especial de aquellos con alto contenido de nitrógeno.
- Lixiviación de bases como calcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), magnesio ( $\text{Mg}^{+2}$ ), potasio ( $\text{K}^{+}$ ) y sodio ( $\text{Na}^{+2}$ ), en especial en donde la capacidad de intercambio catiónica de los agregados del suelo es baja.
- Altas concentraciones de hierro y/o aluminio en la solución del suelo.
- Acción residual de compuestos húmicos derivados de la mineralización y humificación de la materia orgánica, los cuales generan ácidos débiles en el suelo, principalmente en terrenos encharcados sin disponibilidad de oxígeno.

## 7.2. Procedimiento para la decisión de encalar

Es importante mencionar que el pH es solamente un indicador de la situación de acidez del suelo y no un dato para determinar la cantidad de material encalante a aplicar. La mejor forma para determinar la cantidad de material encalante a aplicar es conocer las concentraciones de Ca, Mg, K y Al en la solución del suelo. Todos ellos a excepción del Al, son indicadores de la fertilidad del suelo. Para determinar la cantidad de cal se debe hacer uso de la siguiente fórmula:

$$\text{NC (T/ha)} = \frac{(\text{SB}_1 - \text{SB}_2) \times \text{CIC}}{100} \times \frac{100}{\text{VNRT}}$$

- NC = Necesidades de material encalante (T/ha)  
SB<sub>1</sub> = % de saturación de bases que se desarrolla el cultivo (60 a 80% para café)  
SB<sub>2</sub> = Saturación de bases (Ca + Mg + K)/CIC\*100  
CIC = Capacidad de Intercambio catiónico (Al + Ca + Mg + K)  
VNRT = Valor de Neutralización Relativo Total (según el tipo de cal)

Una de los aspectos básicos a manejar por los extensionistas debe ser el VNRT (Valor Neutralización Relativo Total también conocido como PRNT (Poder Relativo de neutralización Total) que es un valor diferente para cada tipo de producto calcáreo utilizado, a continuación se presentan el valor para diferentes productos, sin embargo se debe recordar que existen formulaciones comerciales que traen diferentes VNRT y diferentes precios para cada producto por tanto es de vital importancia considerar este dato para la toma de decisiones. Este valor es determinado tomando como referencia el valor neutralizante del carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) que es de 100%.

**Tabla 8. Valor de Neutralización Relativa Total de diferentes materiales utilizados para encalar suelos**

<b>Materiales para encalar</b>	<b>VRNT%</b>
Carbonato de calcio	100
Dolomita (cal dolomítica)	95 - 110
Cal agrícola	85 - 100
Conchas calcinadas	80 - 90
Cal quemada	150 - 175
Cal hidratada	120 - 135
Ceniza de madera	40 - 80

Existen otros productos formulados en algunas fábricas que pueden tener VNRT de 150% hasta 250%, que por consiguiente tienen mayor poder de neutralización que otros productos, pero tienen un mayor precio por unidad de venta.

Para utilizar la fórmula mencionada y aplicar conceptos económicos con el fin de determinar la mejor decisión a encalar tenemos el siguiente ejemplo:

Suponiendo que tenemos dos análisis de suelos de diferentes lotes de café.

**Tabla 9. Análisis de cationes de suelo de dos lotes de café con el fin de determinar aplicaciones de cal**

Zona	pH	meq/100 g de suelo			
		Al	Ca	Mg	K
lote 1	4.7	2.4	0.8	0.25	0.1
lote 2	5.1	0.8	3	0.3	0.27

**Tabla 10. Cálculo de parámetros para el encalado**

Zona	pH	meq/100 g de suelo				Bases	CIC	SB%	SA%	SB deseada %
		Al	Ca	Mg	K					
lote 1	4.7	2.4	0.8	0.25	0.1	1.15	3.55	32.39	67.61	80
lote 2	5.1	0.8	3	0.3	0.27	3.57	4.37	81.69	18.31	80

De manera general se puede apreciar que el lote 2 no necesita aplicación de cal debido a que la saturación de bases (SB) en el suelo (81.69%) es mayor al que la Saturación de Bases deseada (80%) por tanto la aplicación de cal en este lote es innecesaria.

En el lote 1 la situación es diferente, la Saturación de Bases del suelo (67.61%) es menor a la que el cultivo de café requiere (80%). Considerando que existen tres productos calcáreos en el mercado que tienen los siguientes valores de VRNT y precio por quintal (100 libras).

**Tabla 11. Valores VRNT y precios de los productos por quintal**

Producto	VRNT	Precio US\$/quintal (100 lbs = 45kg)
Producto 1	125	12.00
Producto 2	170	14.00
Producto 3	220	23.00

La fórmula y la cantidad a aplicar por cada producto quedarían de la siguiente manera.

$$\text{Producto 1 NC (T/ha)} = \frac{(80-67.61\%) \times 3.55}{100} \times \frac{100}{125} = 1.35 \text{ Ton/ha}$$

$\text{Producto 3 NC (T/ha)} = \frac{(80-67.61\%) \times 3.55}{100} \times \frac{100}{220} = 0.77 \text{ Ton/ha}$
$\text{Producto 2 NC (T/ha)} = \frac{(80-67.61\%) \times 3.55}{100} \times \frac{100}{170} = 0.99 \text{ Ton/ha}$

### 7.3. Análisis económico de la aplicación de cal para corregir suelos ácidos

Siguiendo con el mismo ejemplo a continuación se presenta el análisis económico de la aplicación de cal considerando los precios de los tres productos anteriores para la corrección de la acides con el ejemplo del lote 1.

**Tabla 12. Análisis económico de la aplicación de cal para corregir suelos ácidos.**

Producto	Cantidad a aplicar Ton/ha	*Cantidad a aplicar qq/ha	Precio US\$/quintal	Costo de aplicación por ha
Producto 1	1.35	30	12.00	360.00
Producto 2	0.99	22	14.00	308.00
Producto 3	0.77	17	23.00	391.00

\*Se multiplica la cantidad requerida en Ton/ha por 22 (una tonelada tiene 22 quintales) y se redondea al número superior

En conclusión se debe aplicar el producto 2 debido a que es el que resulta económicamente más adecuado que los otros dos, además obtendrá el mismo poder de neutralización de la acides que aplicando cualquiera de los demás.

Al momento de aplicar la cal es importante recordar que es necesario usar equipo protector como ropa de lona, botas, guantes y lentes para evitar cualquier daño que algunos productos puedan causar.

**Proyecto Calidad de cultivares de café bajo diferentes condiciones de suelo y cobertura de sombra en cinco municipios de Las Segovias (UCATSE, UNA, PAC, Exportadora Atlantic S. A.)**

## Bibliografía

Bertsch, F. (1995). *La fertilidad de los suelos y su manejo* (Vol. I). (A. C. (ACCS), Ed.) San José, Costa Rica: COSTACAM.

California Plant Health Association. (2004). *Manual de fertilizantes para cultivos de alto rendimiento* (I ed.). (M. Guzmán Ortíz, Trad.) México, México: México.

Kass, D. C. (1998). *Fertilidad de suelos* (II ed.). San José, Costa Rica: Talleres Gráficos de la Editorial EUNED.

Lara Estrada, L. (2005). *Efecto de la altitud, sombra, producción y fertilización sobre la calidad de café (Coffea arabica) producido en sistemas agroforestales de la zona norcentral de Nicaragua* (Trabajo de tesis para optar al título de Master Science en Agroforestería Tropical ed.). Turrialba, Costa Rica: CATIE.

Martínez Rayo, J. L., & Andino Rugama, F. M. (2008). *Informe de investigación del proyecto Calidad de cultivares de café bajo diferentes coberturas de sombra y condiciones de suelo en cinco municipios de Las Segovias*. Estelí: UCATSE.

Meléndez, G., & Molina, E. (2001). *Fertilidad de suelos y manejo de la nutrición de cultivos en Costa Rica*. San José, Costa Rica.

Molina, E., & Meledez, G. (2002). *Tabla de interpretación de análisis de suelo*. CIA (Centro de Investigaciones Agronómicas); UCR (Universidad de Costa Rica), San José, Costa Rica.

Ronaldo, P., & Mury, M. (03 de diciembre de 2004). *PLAN DE FERTILIZACION PARA RENDIMIENTOS OPTIMOS EN EL CULTIVO DEL CAFE*. Recuperado el 01 de diciembre de 2008, de <http://www.disagro.com/cafe/cafe4.htm>

Universidad de Cornell y Zamorano. 2004. Guía Salud de suelos. Manual para el cuidado de la salud de suelos. PROMIPAC, CRS, PRONORCEN, CICUTEC y PASOLAC. 162 p

Valencia-Aristizábal, G. *Nutrición y fertilización del cultivo del café*.

Viera, Marcos J., Ochoa, Balmore, Fischler, M, Marín, X., Sauer, E. 2000. Manejo integrado de la fertilidad del suelo en zonas de ladera. MAG CENTA, AO, PASOLAC y PROCHALATE. El Salvador. 138 p.



Uno de los puntos críticos de nuestra caficultura es el deficiente manejo de la fertilidad de los suelos, que en consecuencia provocan baja productividad del rubro agrícola de mayor importancia en nuestro país. Este documento pretende ser una herramienta orientativa y de apoyo para la decisión de manejo de la fertilidad de los suelos a la hora de elegir cuánto y cómo aplicar las enmiendas minerales y orgánicas. El documento no pretende dar orientaciones rígidas debido a que cada finca y cada parcela dentro de ella, es un caso que el profesional agrícola debe considerar en todas sus dimensiones.

El autor

UCATSE: Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco, institución académica superior de carácter privado, dedicada a la docencia, investigación y extensión, en las distintas áreas del conocimiento que aporta al desarrollo de los sectores socioeconómicos del país y la región, basados en valores humanos y espirituales con profundo sentido de responsabilidad antes Dios, la familia y la naturaleza

FUNICA: organización de naturaleza civil, sin fines de lucro, constituida por instituciones públicas y privadas, universidades y ONG's, asociaciones de productores (as) y gremios de profesionales, relacionados con la ciencia y tecnología del agro nicaragüense.

Exportadora del Atlántico SA fue fundada en 1997 para promover la industria del café verde de Nicaragua. Es una empresa comprometida con la promoción de la transparencia del mercado y la calidad dentro de la industria, trabajando directamente con los productores locales para educar sobre cuestiones de calidad.

PAC: La Asociación Pueblos en Acción Comunitaria (PAC) es una **Organización No Gubernamental de inspiración cristiana**, fundada por el interés de grupos de productores integrados a programas de seguridad alimentaria promovidos por **Auxilio Mundial Nicaragua (World Relief)**, su organización promotora. Su misión está orientada a crear **ambientes de confianza** para generar e incentivar la inversión local, nacional y externa, en un contexto de equidad, transparencia y participación de los pequeños y medianos empresarios rurales, como una respuesta realista y sostenible al problema de la pobreza.

UNA: Es una institución académica superior, pública, autónoma, sin fines de lucro, orientada al desarrollo agrario sostenible, a través de: la formación de profesionales competitivos, con valores éticos, morales y cultural ambientalista; la generación de conocimientos científicos, tecnologías y la proyección social.

La agricultura es la madre fecunda que proporciona todas las materias primeras que dan movimiento a las artes y al comercio.

*Manuel Belgrano*

La Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco de Estelí (UCATSE) en conjunto con La Universidad Nacional Agraria (UNA), Pueblos en Acción Comunitaria (PAC) y Exportadora Atlantic S. A. y la Fundación para el Desarrollo tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua (FUNICA), instituciones con diferentes misiones pero con un propósito en común, apoyar el desarrollo del sector productivo de Nicaragua, aportando conocimiento, información y tecnologías.

