

EVALUACION DE ALGUNOS COMPONENTES DE LA FERTILIDAD DEL SUELO Y SU INFLUENCIA EN LA DINAMICA NUTRITIVA, EN SUELOS DE CLIMA MEDIO Y FRIO EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO, COLOMBIA

Homero Benavides G.¹

Hugo Ruiz E.²

Lucio Legarda B.³

RESUMEN

Durante los últimos años, se realizó un completo muestreo de suelos en 91 veredas, ubicadas en los municipios de Taminango, Sandoná, La Cruz, Consacá y Ancuya, con el ánimo de caracterizar los niveles de materia orgánica del suelo (M.O.S.), pH, Fósforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Potasio (K) y proponer planes de fertilización para estos municipios.

Los resultados mostraron, que Taminango presentó los valores promedios de pH (6,75) más altos diferenciándose estadísticamente del resto de municipios; la interacción de M.O.S. y P, se observó con más énfasis en Taminango, lo cual mostró el alto grado de mineralización, en general los niveles de potasio fueron altos por encima de 0.35 meg/100g suelo) para todos los municipios y debido a los altos contenidos de Ca y Mg posiblemente en los cinco municipios se esté presentando deficiencias de oligoelementos.

¹ Profesor Asociado. Facultad Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.

² Profesor Hora Cátedra. Facultad Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

³ Profesor Titular. Facultad Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.

INTRODUCCION

La fertilidad del suelo, es un complejo dinámico, que lo hace difícil de entender en la medida que no se tenga en cuenta las innumerables interacciones producidas en el tiempo y espacio entre los componentes físico, químico y biológico del suelo.

Dentro de los factores que intervienen en la nutrición de la planta, los parámetros como pH, materia orgánica del suelo, los niveles fósforo, calcio, magnesio, potasio y la relación originada de estos tres últimos, permite una orientación como es el diagnóstico del suelo en cuanto a su estado nutricional y qué acciones se pueden tomar respecto al manejo del mismo.

En los municipios de Ancuya, Consacá, La Cruz, Sandoná y Taminango tradicionalmente no se realiza la fertilización como respuesta a un diagnóstico previo, de ahí la subdosificación o sobredosificación de fertilizantes que el agricultor realiza; debido a esto el presente estudio pretende dar luces acerca de cómo está el suelo en cuanto a algunos parámetros químicos; explicando su interrelación y a la vez que sea una contribución para que en estos municipios en el futuro, se puedan hacer planes de fertilización acordes a las necesidades reales.

Bohn (1993), cuando relaciona el pH y los macronutrientes en el bajo crecimiento de los cultivos, sostiene que se debe a la presencia de niveles tóxicos de iones solubles, consecuencia de un desbalance en las dosificaciones de los nutrimentos sin tener en cuenta, las interacciones que se originan entre el pH y los macronutrientes. De esta forma, es factible hacer algunas generalizaciones acerca de estas interrelaciones a pesar de lo complejo de las mismas; el autor cuando se refiere al nitrógeno, considera que los cultivos que reciben bien las formas amoniacales, son favorecidos en un pH de 5,5 ya que la nitrificación en estas condiciones es lenta.

Respecto al fósforo el mismo autor señala que la máxima aprovechabilidad se da cuando el pH está entre 6 y 7 y que cuando hay condiciones de acidez, la fijación del fósforo en el suelo se produce por la precipitación del elemento como fosfatos de hierro y aluminio.

Buckman y Brady (1966), al referirse a la materia orgánica sostienen que esta (M.O.S.) es una energía potencial, la cual una parte es transferible a otras formas latentes o liberadas en forma de calor, y en proporciones señala que un suelo con un 4% de materia orgánica contiene 400.000.000 de kilocalorías de energía potencial por hectárea de suelo cultivable; que es utilizada por los organismos del suelo, el resto lo conforman los residuos y la otra parte se libera como calor.

Además de lo expuesto por el autor es importante resaltar la gran importancia de la materia orgánica en su fase terminal de descomposición, donde tras la formación del humus esta sustancia por su naturaleza coloidal de baja plasticidad y alta cohesión, ayuda finalmente a mejorar la porosidad del suelo, al convertirse en sustancia cementante que cohesiona los separados, obteniendo una mejor estructura del mismo.

Finalmente Buckman y Brady (1966), hacen una alusión bien importante acerca de algunos efectos beneficiosos extras que pueden originarse de la absorción de M.O.S. en la planta; los cuales pueden convertirse en promotores del crecimiento de la misma; con el desarrollo de ciertos compuestos vitamínicos en el proceso de transformación de la M.O.S.; esto potencialmente convierte a ésta sustancia, en más importante de lo que tradicionalmente se ha mostrado hasta hoy.

Guerrero (1988), refiriéndose al potasio señala, que es un elemento casi totalmente mineral, y sus concentraciones en los suelos está asociada a la constitución mineralógica y al grado de meteorización. Al respecto es factible comentar que los suelos de Nariño por la presencia de minerales potásicos (ortoclasas), hasta hace pocos años los contenidos de potasio eran altos en los suelos, no se veían deficiencias en los cultivos.

En los últimos tiempos la situación ha cambiado, lo cual hace presumir que la dinámica de restitución del elemento hacia la solución y fase cambiante se está restringiendo preocupantemente, y en este proceso posiblemente estén involucrados diversos factores edafoclimáticos y de interrelación dentro de la dinámica nutricional.

Al referirse al Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) Wild (1991), sostiene que la concentración de Mg en las plantas es variable, y generalmente menor que las concentraciones de calcio. Pero lo que lo hace diferente es que el Mg es móvil y una gran parte de este catión se combina con aniones orgánicos, además comenta el autor que este catión hace parte de la mayoría de reacciones que intervienen en la transferencia de energía.

Es importante adicionar al comentario del autor anterior, una situación particularmente importante en cuanto a la presencia de excesivas cantidades de Mg en el suelo, lo cual le confiere características plásticas indeseables, lo que se traduce en que la estructura del suelo pierda la macro y mesoporosidad afectando notoriamente el drenaje y la transmisión de nutrientes del suelo vía raíz hacia la planta. Al respecto García, (1988), afirma que los suelos magnésicos son una categoría especial de suelos salinos caracterizados por presentar altas saturaciones de magnesio en el complejo de cambio, otorgando al suelo características físicas indeseables, dispersando las arcillas y la materia orgánica, al igual que sucede con el sodio.

El presente trabajo se realizó considerando los siguientes objetivos:

Caracterizar mediante análisis químico de suelos, algunos factores de fertilidad (pH), % de materia orgánica del suelo (M.O.S.), Fósforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), la relación calcio / magnesio y potasio (K) que influyen en la dinámica nutricional de los cultivos en 91 veredas de cinco municipios de clima frío y medio en el departamento de Nariño.

Relacionar los niveles de pH, M.O.S., P, Ca, Mg y K, con las diferentes interacciones que se presentan entre ellos para formular posibles alternativas de manejo en las 91 veredas objeto del estudio.

METODOLOGIA

Localización El área de estudio está ubicada en la parte central y oriental del Departamento de Nariño y las 91 veredas (Tabla 2) objeto del estudio están comprendidas dentro de los municipios de Consacá, Sandoná, Ancuya, Taminango y La Cruz.

Tabla 2. Distribución de veredas evaluada por los cinco municipio de estudio.

SANDONA	CONSACA	ANCUYA	LA CRUZ	TAMINANGO
El Vergel	Bomboná bajo	La Aguada	La Toma	Mamajuana
San Miguel	Bomboná bajo	El Balcón	Las Cuadras	El Manzano
Alto Ingenio	Rumipamba	Yanancha	La Vega	Papayal
Dorada - Guait.	Rumipamba	Yanancha	Tajumbina	Las Juntas
Porto - Viejo	El Salado	El Llano	Campo Bello	Remolino
El Vergel	San Rafael	Guátara	La Estancia	Guayacana
Alto Jimenez	Bomboná alto	El Llano	Llano Grande	Paso Feo
San Francisco	Campamento	El Ingenio	La Cañada	Jaguindo
Guaitara	Campamento	El Limonal	San Francisco	El Tablón
Porto Viejo	San Antonio	Puente Tierra	Cabuyal	Granada
San Isidro	Tijanillas	Pedregal	Llano Grande	Pingullal
Alto Ingenio	Casapamba	San Luis	San Rafael	Limoncito
Regadera	El Salado	La Toma	La Estancia	Limoncito
Alto Jimenez	Casapamba	La Toma	La Cabaña	San Isidro
Chupadero	Tijanillas	La Boyera 1	Llano Grande	Taminango
Melendez	Alto Bomboná	La Bovera 2	Los Pinos	Viento Libre
La Toma	San Antonio	La Aguada	Pasisara	
Roma Chavez	El Hatillo	La Aguada	El Cabuyal	
Bolivar	El Salado			
El Vergel				
20 veredas	19 veredas	18 veredas	18 veredas	16 veredas

Fuente: La presente investigación.

Relieve. Es una zona de ladera, cuyo pie de monte está ubicado a 500 msnm y su altitud máxima queda a 4200 msnm.

Geología

La Cruz y Taminango. En estos municipios se localiza Grupo Cajamarca, conformado por esquistos Cuarzo – Micaceos, esquistos cloróticos negros, y algunas filitas pizarras, en la parte sur y central se encuentran formaciones recientes de origen volcánico.

Sandoná, Consacá, Ancuya. Para estos municipios dominan, las lavas volcánicas, de composición andesítica, con variaciones ácidas y básicas.

Clima. Debido a las altas variaciones altitudinales representan diversidad de climas; en las zonas de estudio se encuentra climas desde extremadamente fríos hasta climas cálidos.

METODOLOGIA

Trabajo de campo. El trabajo de campo se inició con un recorrido general de la zona, con el fin de obtener una información general sobre clima, geología y contenido pedológico. Posteriormente en cada municipio se identificaron las áreas de mayor influencia agrícola de las poblaciones para el muestreo, teniendo en cuenta uniformidad en topografía, uso del suelo, geología específicamente.

Toma de muestras. La toma de muestras se efectuó a una profundidad de 30 cm. Cada muestra provino de submuestras (20), de los lotes escogidos de la parte plana, de la parte media y de la parte más quebrada con respecto a la pendiente.

Para el municipio de Sandoná, se muestrearon 20 fincas, 19 fincas para Consacá, 18 para los municipios de Ancuya y La Cruz cada uno y 16 para Taminango,

con un total de 91 fincas muestreadas. Las muestras de suelo de estos municipios fueron analizadas en el laboratorio de suelos de la Universidad de Nariño.

Metodología utilizada para caracterizaciones

CARACTERISTICA	METODO
Textura	Bouyocus
pH	Agua (2:1)
Carbobo Orgánico	Walkley y Black
Fósforo Aprovechable	Bray II
Potasio, Calcio, Magnesio intercambiables	Acetato de Amonio 1 N pH 7.0
Aluminio Intercambiable, pH [5.5	KCL 1 N

Análisis estadístico. Los resultados obtenidos de los análisis de suelos en las 91 fincas estudiadas se evaluaron a través del arreglo estadístico, parcela dividida con bloques al azar y mediante el análisis de ANDEVA se buscó diferencias estadísticas significativas, para proceder a hacer el comparativo de medias mediante Duncan entre los respectivos municipios.

RESULTADOS Y DISCUSION

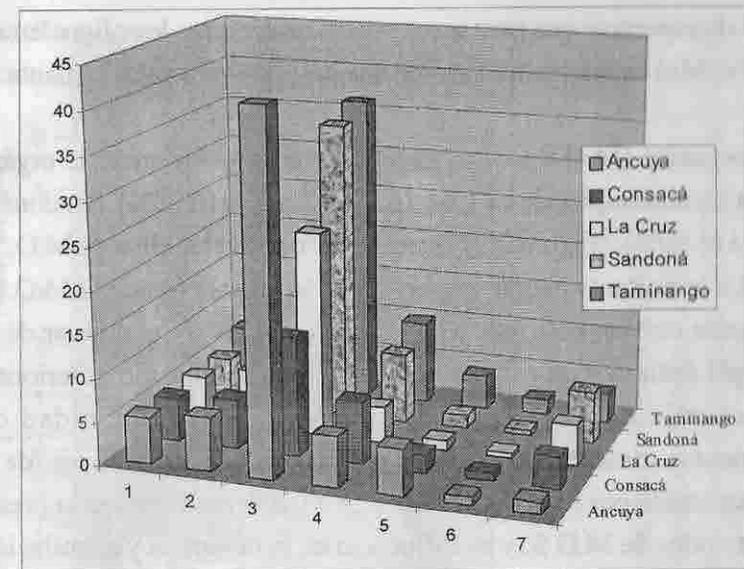
La Figura 1, muestra las diferentes variaciones encontradas para las 7 variables estudiadas en los cinco municipios evaluados. Además se puede observar la amplia variabilidad encontrada y los diferentes rangos observados para cada localidad en los siete parámetros químicos evaluados. pH La Figura 2.1 muestra las variaciones encontradas en los grados de acidez de los suelos evaluados en las cinco localidades y presenta a Taminango como el sector que más alto valor promedio presentó con 6.76 clasificándose como pH neutro, presentando diferencias estadísticas significativas con respecto a los demás municipios, obteniendo el mayor valor de la media dentro de los cinco municipios evaluados (Tabla 1).

El valor obtenido para Taminango presupone que en este municipio la actividad de hongos y bacterias en el suelo, tanto en la transferencia de materia orgánica como en los posibles procesos de agregación son óptimos ya que el suelo con este nivel de pH le ofrece un adecuado medio para su dinámica poblacional. De acuerdo con varios autores si los niveles de pH están entre 6 y 7 se presenta una adecuada asimilabilidad de fósforo y al presentarse esto los niveles de nitrógeno en este rango de pH son adecuados, dada la alta movilidad que el calcio posee en este medio.

En cuanto al Mg, K y S es de esperar que a este nivel de pH no tenga problemas por asimilabilidad, lo cual obliga a tener buenos niveles de estos elementos disponibles en el suelo, por ello los niveles de aporte que la M.O.S. hace de nutrientes, es básico y se debe posiblemente a los altos manejos de residuos vegetales que el agricultor utiliza en el campo, lo cual directamente beneficia a la alta productividad de los cultivos, situación que investiga y propone Primavesi (1988).

Tabla 1. Diferentes niveles promedios de las siete variables evaluadas para los cinco municipios

Ancuya	Consacá	La Cruz	Sandoná	Taminango	
5.48	5.2	5.36	5.31	6.75	pH
6.28	5.9	6.8	6.21	2.5	MO
41.5	13.94	23.69	34.94	36.3	P
5.90	7.29	4.18	8.15	9.83	Ca
5.42	2.12	1.03	1.59	4.02	Mg
0.95	0.87	0.44	0.58	1.86	K
1.41	3.71	4.66	6.13	3.35	Ca:Mg



Fuente: Resultados de esta investigación.

Figura 1. Comparativo general de las características químicas evaluadas, para cinco municipios del occidente del Departamento de Nariño.

Los numerales ubicados en el eje X corresponden a los siguientes parámetros: 1=pH, 2=M.O., 3=P, 4= Ca, 5= Mg, 6= K, 7= Ca:Mg.

De la misma manera los oligoelementos no van a tener restricciones para su asimilación. Para el caso de Ancuya (5.48), La Cruz (5.37), Sandoná (5.31) y Consacá (5.20), en estos municipios la actividad de los microorganismos dado su promedio de pH va a ser limitada, con la consecuente disminución en la transformación de la materia orgánica, con esto posiblemente se originen deficiencias de N, P, y S principalmente. En este pH la movilidad de Ca y Mg son limitados, disminuyendo la asimilabilidad de nitrógeno, lo cual se corrobora en lo estudiado por Corey (1975), quien sostiene que el pH, es un factor determinante en la solubilidad de los elementos, por la reacción del suelo sobre

ellos. Es de esperarse que para estos cuatro municipios los oligoelementos (B, Cu, Zn, Fe, Mn) se encuentren en buenas proporciones para la planta.

Materia orgánica (M.O.S.). Los niveles promedios de materia orgánica que presentan los municipios de La Cruz (6.8%), Ancuya (6.28%), Sandoná (6.21%) y Consacá (5.90%), (Figura 2.2) corresponden a niveles altos de M.O.S. a nivel general. Es importante anotar que en aquellos lugares donde la M.O.S. es alta posiblemente existan deficiencias en cuanto a Fe, B y Cu, a pesar de tener un nivel de pH óptimo para estos elementos como se discutió anteriormente; el alto porcentaje de M.O.S. puede interferir la asimilabilidad de estos oligoelementos presentando posibles deficiencias en los cultivos, de acuerdo con lo encontrado por Russel y Russel (1968), quienes discuten la presencia de altos contenidos de M.O.S. y su influencia en la dinámica y asimilación de los micronutrientes del suelo.

Los anteriores tratamientos presentaron diferencias significativas estadísticas (véase Figura 2.2) con respecto a Taminango que presentó un valor de 2,5% para M.O.S., en este último caso es importante anotar que dado el grado textural que presentó el suelo franco-arcilloso en su mayoría, posiblemente se presente un proceso de dispersión que puede estar contribuyendo a la deficiencia de N, P y S, y podría estar ocasionando degradación de los componentes nutricionales del recurso suelo, disminuyendo su productividad y potencial productivo de acuerdo con lo investigado por Amezcua (1991).

Niveles de fósforo (P). Los niveles promedios obtenidos para este elemento se presentan en la Figura 2.3 donde se puede apreciar que Ancuya (41,50 ppm), Taminango (36,31 ppm), Sandoná (34,94 ppm) y La Cruz (23,79 ppm) presentaron similar comportamiento estadístico, siendo altos los valores de P para estos municipios. Para el caso de Ancuya y Sandoná esto tiene relación con los altos valores de M.O.S. en promedio encontrados en estos municipios (véase Tabla 1), lo que permite afirmar que hay un buen aporte de P debido a la

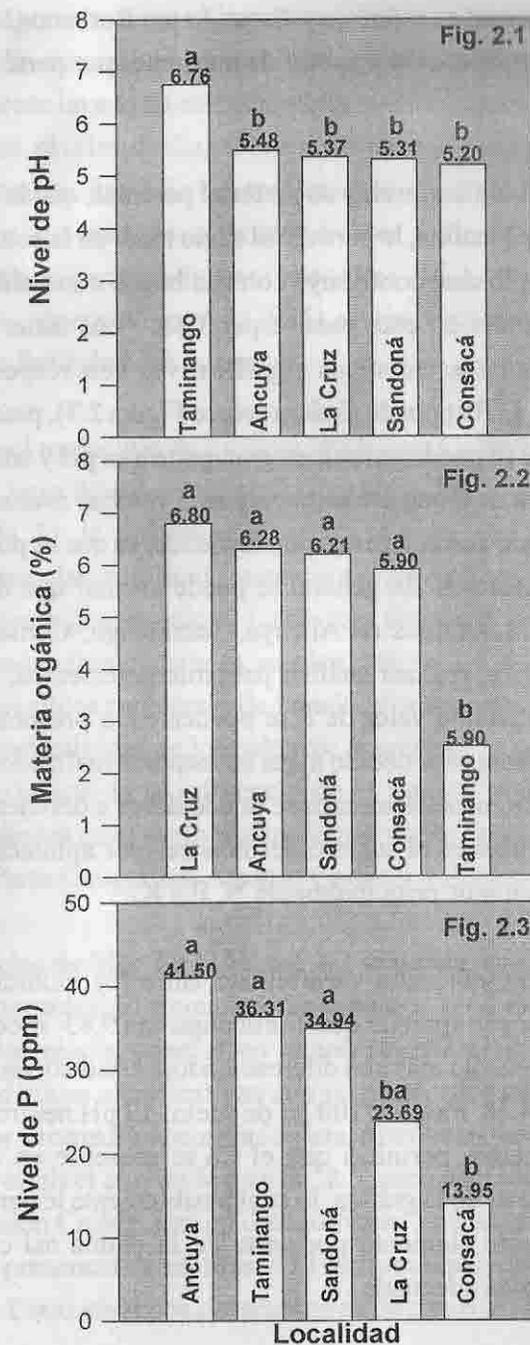


Figura 2. Variaciones Promedio de pH, materia orgánica y fósforo en 91 veredas de cinco municipios del departamento de Nariño.

Valor en cada localidad = Media General. Letras Iguales no hay diferencias significativas $P > 0.05$.

mineralización de la M.O.S.; lo cual es expuesto y discutido por Burbano (1989), cuando habla acerca de la mineralización y aporte de nutrientes por parte de la M.O.S.

Taminango, dada su conformación textural, y su material parental; que le da al suelo una reacción ligeramente alcalina, le permite al suelo tener en la solución ambos iones PO_4H_2^- y PO_4H^- ; lo cual contribuye con una buena transmisión o suministro de P para las plantas en este caso específico. Los anteriores municipios presentan diferencias estadísticas significativas con respecto a Consacá que con una media de 13.95 ppm de fósforo (véase Figura 2.3), presentó el nivel más bajo, situación que se puede atribuir en gran parte a su pH y además a los niveles bajos o muy bajos de P que presentan algunas veredas evaluadas; esto obliga a tener mucho cuidado con la fertilización fosfatada, ya que es posible encontrar deficiencias en los cultivos. En general se puede afirmar que dados los niveles altos de P en los municipios de Ancuya, Taminango, Consacá y Sandoná, es de obligación técnica, realizar análisis para microelementos, dado que en las veredas que presentan alto valor de P se pueden estar presentando deficiencias en Fe, Cu y Zn. Lo anterior debido a que en estudios realizados por Lopez (1990), la ausencia de los microelementos se puede deber a deficiencias de estos por la baja disponibilidad en el suelo ó desbalances por aplicaciones irracionales de fertilizantes químicos principalmente N, P y K.

Niveles de Ca. El análisis presentó alta variabilidad entre los municipios evaluados, en la Figura 3.1 se puede apreciar que Taminango con 9.83 meq.Ca/100 gr. de suelo, presentó el promedio más alto diferenciándose estadísticamente del municipio de La Cruz con 4.18 meq.Ca/100 gr. de suelo. El pH neutro que presentó Taminango en promedio, permitió que el Ca se presente en altas cantidades como se puede apreciar en la gráfica, lo cual posiblemente le permite una buena asimilabilidad de este elemento por parte de la planta así como garantizar una actividad biológica adecuada.

Es importante tener en cuenta que dado su composición textural en este municipio arcillo-arenosa, es posible dar el alto contenido de calcio en el suelo que se presente lavado de este elemento, esto obliga a mantener un control permanente de los niveles de Ca, sobre todo en las veredas con altos contenidos de este elemento. También es conveniente verificar los niveles de oligoelementos especialmente los correspondientes a Fe, B y Cu, que posiblemente estén deficientes a causa de los niveles altos de Ca, situación que se pone de manifiesto en lo encontrado por AL (1985), en los procesos degradativos del suelo y manejo de la fertilidad del mismo.

Para el municipio de La Cruz (4.18 meq Ca/100 gr. suelo) presentó el promedio mas bajo de calcio, que en la calificación se considera nivel medio de Ca; (Tabla 3); la disponibilidad de este ión está afectada por el pH del suelo extremadamente ácido; este municipio presentó más del 50% de las veredas en niveles bajos de calcio. La textura del suelo en este municipio en su mayoría arenosa y franco-arenosa, pueden estar influyendo en los niveles de este elemento por posibles problemas de lavado, disminuyendo los niveles de Ca y afectando la productividad de los cultivos; lo anterior se puede explicar por lo encontrado en estudios de la influencia de la textura y estructura en el movimiento de nutrientes en el suelo realizado por varios autores entre los cuales se destaca el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1990).

Niveles de Mg. En la Figura 3.2 se puede apreciar las altas variaciones de Mg encontradas. El municipio de Ancuya (5.42 meq Mg/100 gr. suelo) fue el de mayor media general en cuanto a este elemento, presentando diferencias estadísticas significativas con respecto a los cuatro municipios restantes. Este valor promedio encontrado para Ancuya es una valor extreme si se considera que el nivel alto de Mg es de 2.5 meq Mg/100 gr. suelo; es de esperar que la relación Ca:Mg, esté en desequilibrio. Posiblemente estos niveles altos se deben a la presencia de arcillas 2:1 (vermiculitas), que tienen una alta proporción de Mg. Estos elevados contenidos de Mg pueden inducir a deficiencias de Zn.

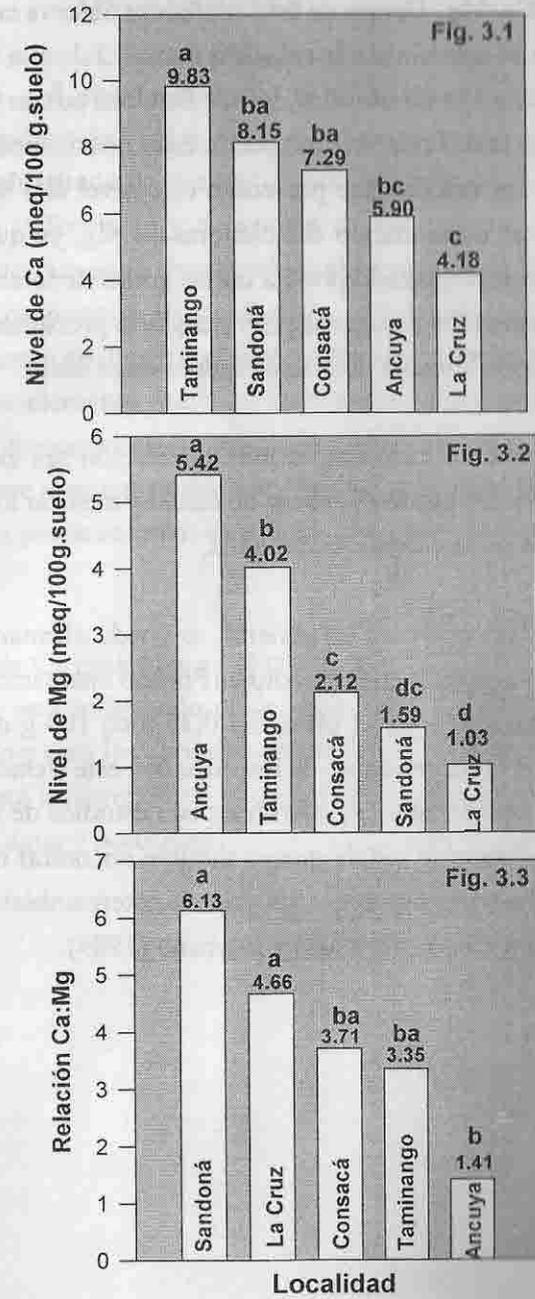
Taminango con una media de 4.02 meq Mg/100 gr. suelo, mostró diferencias estadísticas significativas respecto a Ancuya que fue el valor más alto y con los tres municipios que tuvieron un valor menor de Ca. El valor de magnesio encontrado para Taminango posiblemente está influyendo en los niveles de pH casi neutro encontrado para las diferentes veredas, esto ha sido evaluado por varios autores a nivel internacional y algunos que aquí ya se relacionaron.

Consacá (2.12 meq Mg/100 gr. suelo), presentó diferencias estadísticas significativas respecto a los tres municipios restantes, presentando un contenido medio de magnesio. Sandoná (1.59 meq Mg/100 gr. suelo) igualmente presentó diferencias estadísticas significativas respecto a los tres tratamientos restantes, su contenido de Mg fue medio.

El tratamiento del contenido más bajo de Mg, fue el municipio de La Cruz (1.03 meq Mg/100 gr. suelo). Estos contenidos reflejan el pH del suelo extremadamente ácido, lo cual puede estar ocasionando deficiencias de este elemento en el suelo.

En general se puede afirmar que los altos contenidos de magnesio obtenidos para Ancuya y Taminango son supremamente importantes, ya que con los excesos de Mg encontrados, posiblemente estos suelos no presenten una buena conformación estructural, lo cual ocasiona sellamientos en el suelo o problemas de conducción de agua y aire, ya que los excesivos contenidos de magnesio le confieren al suelo características físicas no deseables, que se reflejan en una baja conductividad hidráulica, lo cual disminuye la capacidad de aceptación de agua en el perfil del suelo. Esta situación es importante corroborarla con un análisis de las propiedades físicas del suelo, ya que similares circunstancias fueron encontradas por autores como Amezcua (1991), Garcia (1998 y 1990) y Wild (1991) entre otros.

Figura 3. Variaciones promedio de Ca, Mg y la relación Ca: Mg en 91 veredas de cinco municipios del del Departamento de Nariño. Valor en cada localidad = Media General. Letras iguales no hay diferencias significativas $P < 0.05$.



Relación Ca:Mg. Dentro de este análisis se observa en la Figura 3.3 que ningún municipio se aproxima a la relación normal 2:1; a la vez los cinco municipios presentan una alta variabilidad, siendo Sandoná con un valor de 6.13 el municipio que triplica la relación, lo cual puede estar ocasionando deficiencias de Zn, Fe, B, Cu; en las veredas que presentan este nivel alto de la relación Ca:Mg, se pueden estar ocasionando deficiencias de Mg, ya que este ión posiblemente está siendo reemplazado por Ca en las zonas de intercambio, ya que el calcio está en contenidos excesivos provocando la precipitación del Mg, con lo cual aumenta la deficiencia de este elemento en el suelo.

Es importante en cada caso donde la relación sea extrema, entrar a manejar enmiendas y disminuir el exceso de calcio y mejorar los niveles de magnesio en los diferentes municipios estudiados.

Potasio. Para este caso en general, se puede afirmar que para las 91 veredas evaluadas los niveles en promedio de Potasio intercambiable fueron altos (Tabla 3), superando siempre el nivel del 0,35 meq 100 g de suelo; lo cual permite afirmar que, las necesidades de fertilizar con este elemento no sea muy adecuada (Figura 1), por lo tanto, se corrobora con estudios de varios autores en la zona de Nariño donde se señala que es factible encontrar municipios agrícolas con suelos de buenos contenidos de potasio intercambiable, entre esos autores se puede citar a Guerrero (1988) y Burbano (1989).

CONCLUSIONES

En la interacción M.O.S. y P, se encontró que el municipio de Taminango a pesar de tener el nivel más bajo de M.O.S., obtuvo los mayores contenidos de P, situación que mostró el alto grado de mineralización presente en el suelo, que influye notoriamente en la fertilidad y desarrollo de los cultivos, además el material parental del suelo rico en fósforo produjo altos niveles de Se presentó cierta variabilidad en el comportamiento del fósforo, pero los niveles en general son bajos y en muchos casos en donde los contenidos son inferiores a 15 ppm de fósforo disponible, este elemento puede ser limitante para la producción. La mayor parte de los suelos demuestran tener buenas reservas de potasio, mostrando que este nutriente no ofrece mayores problemas. Sin embargo en algunos suelos del municipio de La Cruz puede cambiar esta situación y se debe tener cuidado con este elemento.

Dados los niveles altos de Ca presentes en el municipio de Taminango principalmente, posiblemente está influyendo en la deficiencia de oligoelementos como Fe, B, y Cu. Unido a esto los elevados contenidos de Mg encontrado en Ancuya y Taminango está influyendo en el deterioro de algunas propiedades físicas como succión de agua y porosidad.

Tabla 3. Estadísticas descriptivas por municipio

Municipio	N Obs	Variable	N	Mean	Std Dev	Minimum
ANCUYA	18	PH	18	5,48	0,75	4,60
		MO	18	6,28	3,12	1,00
		P	18	41,50	56,26	2,00
		CA	18	5,90	2,41	1,70
		MG	18	5,42	2,64	1,00
		K	18	0,95	0,86	0,20
		CAMG	18	1,40	1,09	0,56
CONSACA	19	PH	19	5,20	0,25	4,80
		MO	19	5,90	2,28	1,10
		P	19	13,94	15,71	1,00
		CA	19	7,28	3,35	1,00
		MG	19	2,11	1,22	0,30
		K	19	0,87	0,27	0,30
		CAMG	19	3,70	1,22	1,86
LA CRUZ	18	PH	18	5,36	0,53	4,00
		MO	18	6,80	3,88	2,00
		P	18	23,69	28,31	1,70
		CA	18	4,17	4,41	0,80
		MG	18	1,02	0,73	0,30
		K	18	0,44	0,19	0,10
		CAMG	18	4,6	5,99	2,00
SANDONA	20	PH	20	5,31	0,72	4,40
		MO	20	6,21	4,11	1,00
		P	20	34,94	37,49	6,00
		CA	20	8,15	4,93	0,60
		MG	20	1,59	1,50	0,20
		K	20	0,58	0,24	0,30
		CAMG	20	6,13	3,13	2,56
TAMINANGO	16	PH	16	6,75	0,94	5,0
		MO	16	2,50	0,91	1,20
		P	16	36,30	28,68	0,90
		CA	16	9,82	5,15	2,50
		MG	16	4,01	2,78	0,50
		K	16	1,86	1,90	0,20
		CAMG	16	3,34	2,35	1,57

Fuente: Esta investigación.

BIBLIOGRAFIA

- AMEZQUITA, E. Procesos Dinámicos del Suelo y Nutrición Vegetal. In XXI. Congreso Anual y Simposio Nacional sobre Fisiología de la Nutrición Mineral. Manizales, Colombia, Comal F.I. 1991. 78 p.
- BOHN, H. Química del suelo. Mexico, Ed. Limusa. 1993. 368p.
- BUKMAN, H y BRADY, M. Naturaleza y propiedades de los suelos. Mexico, UTEHA. 1966. pp. 135-163.
- BURBANO, H. El suelo, una visión sobre sus componentes biorgánicos. Pasto, Universidad de Nariño, 1989. pp. 189-276.
- COREY, R. Factors Affecting the availability of nutrients to plants. In Soil testing and plant analysis. USA, Soil science society, 1975 pp. 20-35.
- GARCIA, A. Salinidad de suelos y aguas. EN : Fertilidad de suelos, diagnóstico y control. Bogotá D.E., Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. 1988. pp. 400-430.
- GARCIA, A. La salinidad del suelo : como evaluarla. EN : Fundamentos para la interpretación de análisis de suelos plantas y aguas para riego. Bogotá D.E., Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. 1990. pp. 247-257.
- GUERRERO, R. El diagnóstico químico de la fertilidad del suelo. EN : Fertilidad de suelos, diagnóstico y control. Bogotá D.E., Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. 1988. pp. 151-210.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Propiedades Físicas de los Suelos. Subdirección Agrológica. Bogotá, Colombia. 1990. 813 p.

LAL, R. Surface Soil Degradation and Management Strategies for Sustained Productivity in Tropics. Nigeria, IBSRAM, Proce. 1985.

LOPEZ, Y. Funciones e interacciones de los elementos menores en plantas y suelos. EN: Actualidad y futuro de los micronutrientes y la agricultura. Palmira, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. 1990. pp. 1-13.

PRIMAVESI, A. Manejo Ecológico do Solo. Novena Edición. Sao Paulo, Brasil. Ed. Nobel. 1988. pp. 180 - 456

RUSSEL, J. y RUSSEL, E. W. Las Condiciones del Suelo y el Crecimiento de las Plantas. Cuarta Edición. Madrid, España, Ed. Aguilar, 1968. 799 p.

WILD, A. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russel. Madrid, Ed. Mundi Prensa, 1991. 1045