5.3 Diagnóstico de la fertilidad química de 140 huertos de cítricos evaluados en el piedemonte del Casanare

José Orlando Arguello Tovar[1], Carmen Rosa Salamanca Solís[2]

Introducción

Un buen diagnóstico de la fertilidad de los suelos permite formular recomendaciones de fertilizantes y/o enmiendas, para lo cual se requiere conocer los siguientes factores:

- Niveles críticos de los elementos en el suelo.
- Niveles adecuados de nutrientes en el suelo y tejido.
- Relación entre cationes.
- Niveles de extracción de los cultivos.
- Características físicas y biológicas del suelo.

Por medio de la fertilización se deben suministrar a los cítricos los elementos nutritivos extraídos por la cosecha y los que se necesitan para el desarrollo vegetativo del cultivo, como también calcular la eficiencia para reponer las cantidades perdidas por efecto de la erosión, lixiviación y escorrentía.

De acuerdo con diferentes fuentes, una tonelada de naranja extraería: 1.18 - 1.85 Kg de nitrógeno (N), 0.17 - 0.27 Kg de fósforo (P), 1.79 - 2.61 Kg de potasio (K), 0.36 - 1.04 de calcio (Ca) y 0.17 - 0.19 Kg de magnesio (Mg). Aunque el calcio es el constituyente más importante de la parte vegetativa, el potasio es el elemento dominante en el fruto (Cohen.A, 1983). Los frutos contienen alrededor de la cuarta parte de N y la mitad del total de P y K y entre los micronutrientes, el hierro se necesita en mayor cantidad (Malavolta, 1998 y Malavolta, 1995).

En Colombia se han propuesto tablas generales de fertilidad que se aplican para varios cultivos, pero deben ser ajustadas, específicamente para cultivos y ecosistemas donde se encuentre adaptada la especie vegetal. La Tabla 30 sirve como una referencia para evaluar la capacidad productiva de los suelos de Colombia; aunque se debe tener en cuenta que la C.I.C. de los Oxisoles (suelos de mayor área en los Llanos Orientales es baja para el rango propuesto para los otros órdenes de suelos de Colombia).

---

1 Químico. Investigador CORPOICA C.I. La Libertad.

2 I.A. M.Sc. Investigadora CORPOICA C.I. La Libertad.

Tabla 30. Niveles de fertilidad general de los suelos de Colombia

	Bajo	Modic a Bajo	Modic a Alto	Alto	Muy Alto
			IDEAL		
% C	<1,10	1,10 - 2,14	2,15-4,2	4,3 - 6,43	>6,43
% N	<0,094	0,095 - 0,18	0,19- 0,36	0,37 - 0,55	>0,55
% MO	<1,90	1,91 - 3,70	3,71- 7,40	7,41 - 11,10	>11,1
K	<0,10	0,11 - 0,20	0,21- 0,30	0,31 - 0,40	>0,40
CIC Efect .	<7,0	7,1 - 12,0	12,1- 24,0	>24	

	M uy Bajo	Bajo	NORM AL	A lto	M uy A lto
P (ppm)	0-10	10 - 20	20 - 40	>40	
Ca	1,25 - 2,50	2,5 - 5,0	6,0 - 10	10 - 15	>15
Mg	1,0 - 2,0	2,0 - 4,0	4,0 - 8,0	8,0 - 10	>10
Na			0,5	0,5 - 0,9	> 0,9
CCC	0-5	5-10	10-20	20-30	>30
BTC	3,0	5 - 10	10 - 20	20 - 30	>30
% STB	0-5	5 - 10	10 - 30	30- 60	>60
% S Na			0-5	5-10	>10
CE			<4	>4	

	Norm al	Condicionada	Alta
(Ca + Mg) / K	<70	70 - 120	>120

Fuente: ICA, 1998

Oferta nutricional de los suelos en cítricos del Casanare

En los predios del Casanare actualmente cultivados con cítricos, se analizaron algunos elementos indicadores de la fertilidad del suelo y se deduce la capacidad de recuperación de los huertos citrícolas de manera comparativa entre municipios y agricultores vinculados en este proyecto productivo.

Los elementos minerales que se aplican a los suelos agrícolas en mayor cantidad son: fósforo, calcio y magnesio (los dos últimos contenidos en la cal dolomita), por ser los más requeridos por el cultivo. Para ampliar las consideraciones sobre la capacidad productiva de los suelos se indican los parámetros deseables que se pueden evaluar a partir del análisis de suelos (Tabla 31).

Hay que tener en cuenta que todos los elementos son importantes, esto quiere decir que el crecimiento o la producción pueden ser limitados tanto por la falta de N, K o Ca, como por la deficiencia de Mo, que es necesario en menor cantidad (Malavolta, 1989 y Malavolta, 1995). Aunque los niveles de los elementos sean los adecuados en cantidad, es necesaria que la relación entre ellos en el suelo sea balanceada. El antagonismo más frecuente es entre K y Mg, de modo que un desequilibrio en favor de alguno de ellos, afecta la absorción del otro.

Tabla 31. Diagnóstico comparativo de nutrientes para el cultivo de cítricos en varios municipios del Casanare.

Nutrientes		Ac.I	Al. I	Ca	Mg	K	CICE	Ca/Mg	P	S	Sat Al	Sat. Ca	Sat Mg	Sat bases
Nivel deseado		cmoles. 100 g.suelo							ppm		%			
		<1.5	< 1.0	2-3	0.8-1.2	0.3-04	10-20	2-4	10-20	15	< 30	> 40	> 20	> 70
Municipios	Predios													
Aguazul	30	1.50	1.15	0.66	0.31	0.12	2.86	2.1	8	3	58	19	11	34
Monterrey	10	0.35	0.60	0.72	0.21	0.06	1.88	3.4	37	3	18	54	11	78
Nunchia	10	0.90	0.80	2.38	1.34	0.18	5.05	1.8	21	6	13	47	27	86
Sabanalarga	10	1.15	0.90	0.94	0.24	0.10	2.79	4.0	16	5	32	47	8	66
Tauramena	30	0.90	0.60	0.77	0.27	0.11	2.25	2.9	8	2	40	37	12	56
Villanueva	20	0.70	0.60	0.82	0.18	0.07	1.88	4.6	12	5	40	40	9	56
Yopal	30	0.65	0.70	2.35	0.61	0.13	3.74	3.8	12	3	19	59	16	80
Total	140													
Casanare	Mediana	0.90	0.80	0.96	0.28	0.11	2.54	2.7	12	4	40	40	11	57
	Máx.	4.60	3.70	11.05	3.32	1.05	15.51	13.5	219	14	84	88	21	99
	Min.	0.00	0.10	0.18	0.08	0.02	1.12	0.6	2	1	0	7	7	13

Fósforo (P) disponible en el suelo

El fósforo es un elemento de muy baja movilidad en el suelo y en la fase sólida aparece formando compuestos de hierro, aluminio y calcio, además del contenido en la materia orgánica. Las plantas absorben el fósforo (P) que se encuentra en forma disponible en la solución del suelo. Las especies de ciclo largo y de sistema radicular bien desarrollado pueden mantenerse con bajos contenidos de P en la solución, o con reservas disponibles en la fase sólida. También existen algunas características que favorecen el mejor aprovechamiento del P, como la simbiosis de especies vegetales con hongos para formar micorrizas, que aumentan la superficie de absorción de las raíces que permite mejorar la toma de nutrientes y agua del suelo.

En los métodos analíticos de laboratorio se extraen cantidades mayores de P, porque se involucran formas que pueden estar en la fase sólida del suelo, pero que pueden pasar a la solución en periodos de tiempo cortos, para ser aprovechados dentro del ciclo de desarrollo de las plantas.

Para deducir el nivel de fertilidad de los suelos del Casanare dedicados al cultivo de cítricos, se calificó como nivel "Apropiado" de P disponible un contenido de 20 partes por millón, y se tomó como nivel de referencia para los suelos que presentan niveles superiores en el análisis de laboratorio, o "insuficiente" para los valores menores. Una vez determinado este punto (20

ppm), se clasificaron los predios de cada municipio por el contenido de fósforo, con una escala de mayor a menor. Se situó el valor de la mitad (mediana) para distribuir en dos grupos que equivalen al 50%, cada uno, de donde se deduce la mitad de los predios que están por encima y la mitad se encuentra por debajo del valor medio.

En la Figura 14 se indican contenidos de fósforo para cada municipio y la posición de la mayoría de los predios respecto al contenido mínimo en fósforo, para considerarlos productivos en el cultivo de los cítricos. Como ejemplo, en la primera columna que está representando la totalidad de huertos del municipio del Casanare se encontraron contenidos desde 2 partes por millón de fósforo (ppm de P) en el suelo, hasta más de 219 ppm, el 50% de los suelos tiene menos de 12 ppm y están por debajo del contenido crítico de las 20 ppm deseables para considerar la fertilidad apropiada y requieren la aplicación de fuentes fosfóricas que aumenten la disponibilidad de este elemento para alcanzar una productividad mínima.

En el municipio de Monterrey se identificaron los suelos con los mayores contenidos de P del departamento y más del 50% de los predios están por encima del valor deseable para calificar la productividad del suelo. En Nunchía y Sabanalarga los suelos dedicados al cultivo de cítricos indican que la mitad está cerca del valor mínimo y la otra se encuentra apenas por encima pero cercana a las 20 ppm de P.

El contenido de fósforo disponible, en la mayoría de suelos estudiados, es insuficiente para el sostenimiento de las plantas que se siembren e indica la necesidad de aplicaciones de fuentes

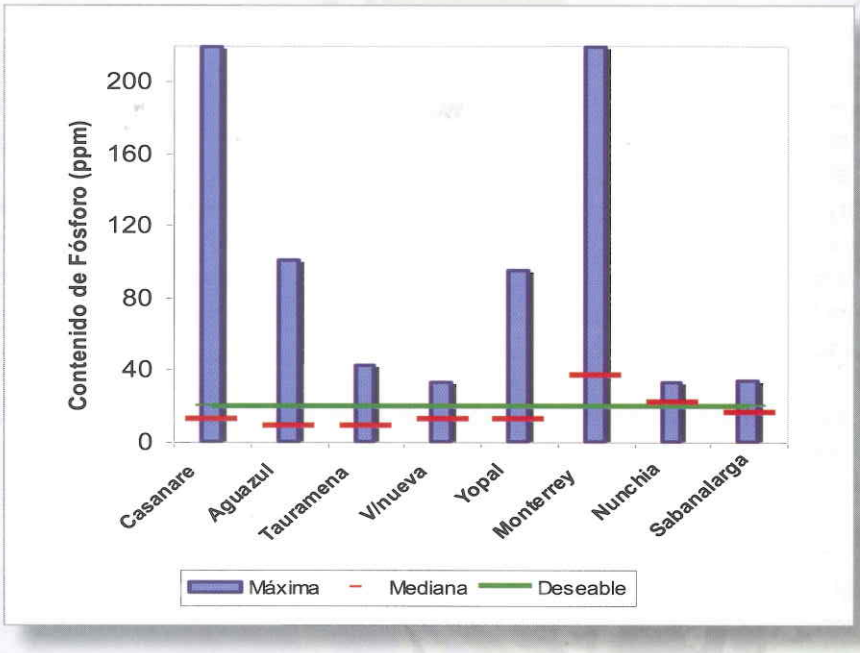


Figura 14. Contenido crítico de fósforo (P) en los suelos para cada municipio.

de fósforo que conduzcan a su suministro inmediato para el cultivo en desarrollo, y también al enriquecimiento de la fase sólida del suelo para establecer una reserva que suministre de manera permanente P, o mantener la productividad durante varios años. Observación que se puede generalizar para todos los municipios del programa citrícola.

Capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables

La suma de Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+} y Al^{3+} equivale a la capacidad de intercambio catiónico del suelo (CIC) y se expresa como centimol del elemento por kilogramo de suelo, (cmol.kg-1 suelo). La saturación de bases es una propiedad importante de los suelos y se define como el porcentaje de la capacidad de cambio catiónico total ocupada por cationes alcalinos como el calcio, magnesio, sodio y potasio. A mayor grado de saturación de bases es mayor la facilidad con que los cationes son absorbidos por las plantas.

Al comparar los resultados del análisis de laboratorio, se puede determinar que los niveles de calcio (Ca) y magnesio (Mg) intercambiables están por debajo de los requerimientos nutricionales para la mayoría de cultivos, cuando se compara con el nivel crítico de referencia indicado en la Tabla 29 sobre niveles de fertilidad, incluida en este capítulo. Por la medida de la CIC efectiva en condiciones naturales, se pudo establecer que en los suelos de la mayoría de los predios considerados se requiere mejorar la capacidad de retención de nutrientes, especialmente de las bases del suelo, para evitar las pérdidas causadas por escorrentía y asegurar el suministro constante para las plantas.

Calcio (Ca) intercambiable

Dada la importancia de este elemento del suelo en lo referente a la nutrición vegetal, especialmente en los cítricos, es conveniente establecer los niveles mínimos necesarios para asegurar la corrección de la acidez. Mas no solo interesa su valor total sino el tipo de bases que saturan esas posiciones de cambio, que deben presentar un equilibrio adecuado para satisfacer las necesidades de las plantas y la correcta estructura del suelo.

La base más abundante es el calcio (Ca), indispensable para el crecimiento de las raíces de las plantas; combinado con quitina presta rigidez a las células. Su déficit inhibe el crecimiento y ocasiona que las hojas se tornen amarillas. El calcio intercambiable debe superar los 3 centimoles por cada kilogramo de suelo (cmol.kg^{-1} de suelo) para garantizar el desarrollo apropiado de los cultivos, sin embargo, en los suelos de la Orinoquia presentan menores contenidos y se hace necesario buscar el balance nutricional con otros elementos que igualmente presentan bajas concentraciones.

El análisis de la información representada en la Figura 15, considerando el parámetro de 3 cmoles de calcio.kg^{-1} de suelo como referencia para indicar la capacidad de suministro de nutriente del suelo para la producción vegetal, indica que en la mayoría de los suelos del Casanare hace falta cal para proveer nutrientes básicos e indirectamente se deduce la falta de atención a recomendaciones técnicas que seguramente les han sido impartidas a los productores, son el agravante por la condición de acidez que inhibe el desarrollo radicular y la nutrición mineral de las plantas.

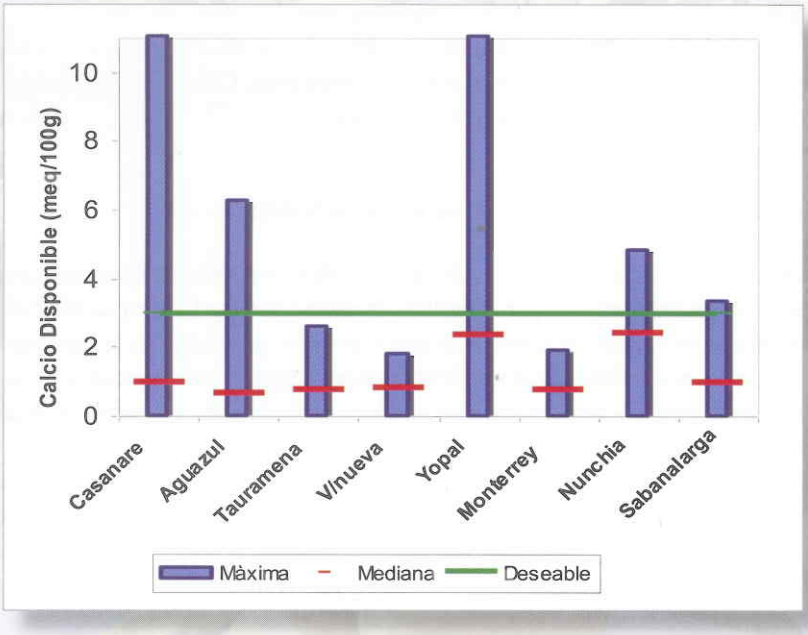


Figura 15. Contenido crítico de Calcio (Ca) en los suelos para cada municipio.

Los huertos plantados en Yopal mostraron mejores valores de calcio, pero más del 50% están por debajo del nivel establecido como contenido deseable. Se resalta que al comparar con la gráfica del Fósforo en predios de Monterrey, había relativa abundancia, pero ahora todos están debajo de 1,89 cmoles de calcio por kg^{-1} de suelo, en condición parecida están Villanueva y Tauramena.

Magnesio (Mg) intercambiable

En las plantas, el magnesio es importante por ser parte integral de la molécula de clorofila, indispensable para la fotosíntesis. En los suelos, generalmente la abundancia del magnesio está por debajo de los contenidos de calcio y su relación para el balance nutricional Ca/Mg debe ser 3:1, comparados en su equivalencia química. Para la productividad vegetal en la Orinoquía, el contenido de Mg debe estar por encima de 1 meq/ 100 g de suelo.

La línea roja en la Figura 16 señala la separación de las dos mitades de predios alrededor de un valor determinado de magnesio (mediana) y señala que es insuficiente, la mayoría de casos, para llevar los árboles a la fase de producción de frutos. De los nueve predios del municipio de Nunchía, más del 50% mostró contenidos que superaron el valor de referencia, los demás tienen deficiencia en el suministro de magnesio y demandan la aplicación de fertilizantes al suelo.

La relación entre contenidos de calcio y magnesio requiere que se apliquen como fertilizante al suelo, a partir de fuentes comunes y en cantidades que permitan el balance nutricional para el cultivo.

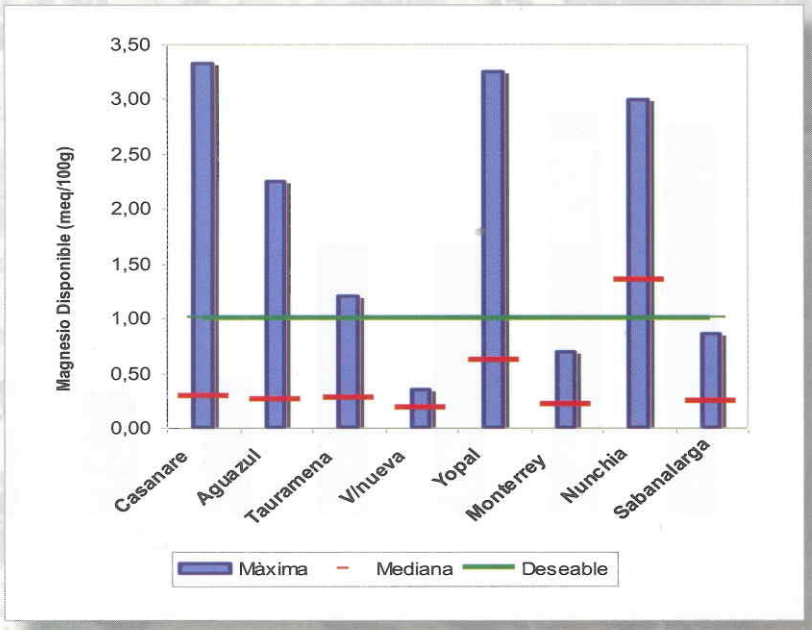


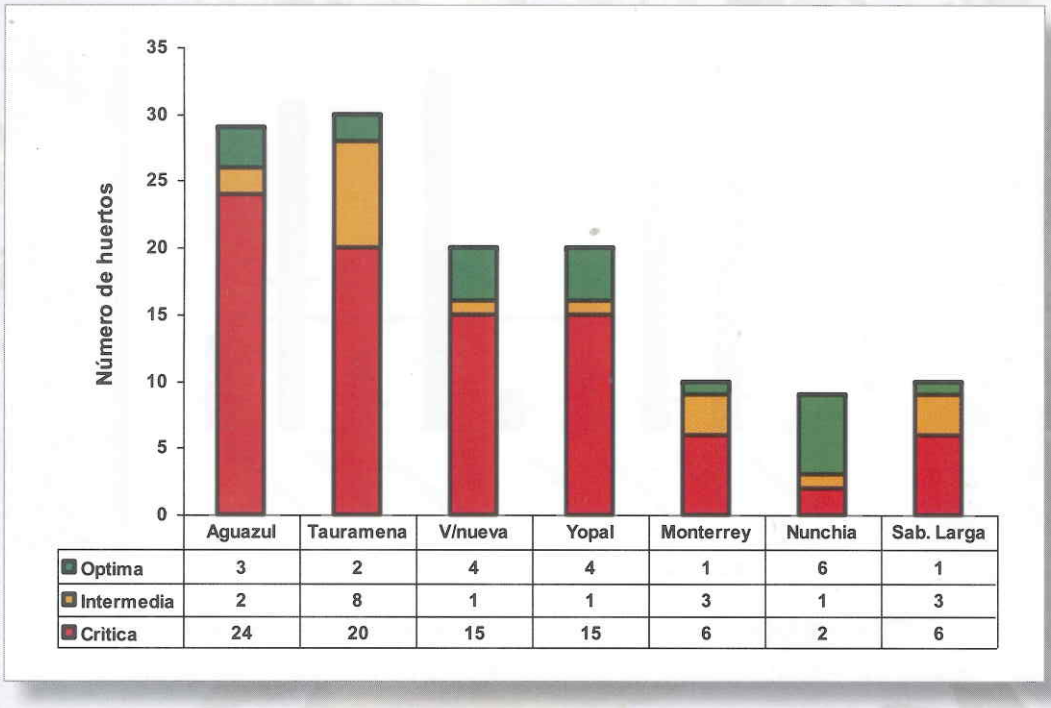
Figura 16. Contenido crítico de Magnesio (Mg) en los suelos para cada municipio.

Recomendaciones

Se propone relacionar la información de los análisis de suelos del Casanare de acuerdo con las condiciones deseables para calificar el potencial productivo, representadas por el número de predios de cada municipio. En la Figura 17 se indican con color verde los predios que se encuentran en condiciones productivas óptimas, con color amarillo los que tienen la opción de superar algunas deficiencias productivas y en color rojo los que necesitan mejorar para llevarlos a producción.

La mayoría de suelos evaluados presentan limitantes físico – químicas por su condición natural. Situación que no fue corregida, debido en parte a la escasa experiencia de los productores para el manejo de cultivos de ciclo largo. En seis de los siete municipios, los predios con estado crítico superan ampliamente a los otros, condición que señala la necesidad de mejorar las propiedades químicas de los suelos de la mayoría de los huertos, mediante una alta inversión para mejorar la fertilidad del suelo. Sin embargo, existe el limitante de aplicar correctores de acidez para mejorar químicamente el suelo en las capas más profundas, labor que se debe hacer antes del establecimiento del huerto.

Para los municipios que presentan una capacidad productiva intermedia, es necesario una inversión económica y dedicación al cultivo para alcanzar una óptima producción de frutos de cítricos e incrementar el número de predios con esta condición.



	Aguazul	Tauramena	V/nueva	Yopal	Monterrey	Nunchia	Sab. Larga
Optima	3	2	4	4	1	6	1
Intermedia	2	8	1	1	3	1	3
Critica	24	20	15	15	6	2	6

Figura 17. Condición de los huertos citrícolas del Casanare en cuanto a su capacidad productiva.

Bibliografía

1. Bohn, H.L.; Mcneal, B.L. y O'connor, G.A..1993. Química del Suelo. Ed. Limusa. D.F. México.370 p.

2. Cohen, A. 1983. Fertilización-Rendimientos elevados CITRICOS. Nutrición de los Cítricos. Instituto Internacional de la Potasa .Berna/Suiza. Boletín IIP N° 4. pp. 11-12.

3. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. 1988. Niveles de Fertilidad general de los Suelos de Colombia ICA. Boletín divulgativo N° 88.

4. Malavolta, E.;Vitti,G.C. y Oliveira,S.A.de 1989.Avaliacao Do Estado Nutricional Das Plantas: principios e Aplicacoes. Piracicaba – S.P.Brasil.189 p.

5. Malavolta, E. 1995. Nutrición y Fertilización de los Cítricos. Guerrero, R. (Ed.). Monómeros Colombo-Venezolanos.132-170.