

## RESULTADOS PRELIMINARES SOBRE LA CALIBRACION DE UN KIT PORTATIL PARA ANÁLISIS QUIMICO DE SUELOS

### CALIBRATION PRELIMINARY RESULTS OF A PORTABLE KIT FOR SOIL CHEMICAL ANALYSIS

Hernán David Mena S.<sup>1</sup>, Jesús Antonio Castillo F.<sup>2</sup>, Jaime Andrés Marín M.<sup>3</sup>

Fecha de recepción: Febrero 2 de 2013

Fecha de aceptación: Mayo 20 de 2013

#### RESUMEN

En esta investigación se evaluó y calibró un kit portátil (La Motte) para análisis químico de suelos. La metodología utilizada consistió en realizar comparaciones colorimétricas entre valores obtenidos en el laboratorio usando una serie inicial de suelos y sus colores correspondientes de las tablas del kit (cartas de colores) las cuales presentaron rangos de colores pre-establecidos y no resultaron correlaciones significativas. Se realizaron nuevas comparaciones con sus respectivas replicaciones y esto significó que las cartas de colores originales fueran ajustadas con unas series de suelos locales (suelos patrones) y sus comparaciones presentaron correlaciones altamente significativas. Los parámetros evaluados fueron: fósforo (P), potasio (K), hierro (Fe), magnesio (Mg), manganeso (Mn) y pH. Las muestras de suelo evaluadas fueron tomadas en diferentes municipios, donde se seleccionaron lotes de acuerdo a las necesidades de los elementos sugeridos por la calibración a realizar. Estos presentaban distintos manejos agrícolas como Café (*Coffea arábica*), maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), caña (*Saccharum officinarum*), papa (*Solanum tuberosum*), arveja (*Pisum sativum*) entre otros y suministraron los suelos patrones necesarios. Las pruebas de correlación de Pearson indicaron correlaciones altamente significativas en los parámetros pH, P, K, Al, Fe, Mg, Mn, cuando se utilizaron las cartas de colores ajustadas

---

1 Ingeniero Agroforestal. Universidad de Nariño: davidhernan191@hotmail.com

2 Profesor tiempo completo. I.A.Ph.D Suelos. Facultad Ciencias Agrícolas, Programa Ingeniería Agroforestal. Universidad de Nariño. Pasto – Colombia. Jacf1995@gmail.com

3 Ingeniero Agrónomo. Gerente MASER Ltda. Cali, Valle. jamm@maser.com.co

con las muestras patrones. Los parámetros Ca, Cu y M.O. no evidenciaron correlaciones significativas, debido a que la pre-calibración ajustada requiere una serie más amplia de análisis con rangos químicos de las muestras para ajustar las metodologías.

**Palabras clave:** Suelos, fertilidad, kit, colorimetría.

## ABSTRACT

A study to test and calibrate a portable kit for soil chemical analysis (La Motte). The methodology used was colorimetric comparison between values obtained in laboratory using an initial set of soils and their corresponding colors according to color Kit tables (color charts) which presented colors and were not established and without significant correlations. New comparisons were made with their replication and this meant that the original color charts were adjusted with a series of local soils (soil patterns) and their comparisons showed highly significant correlations. The parameters evaluated were: phosphorus (P), potassium (K), iron (Fe), magnesium (Mg), manganese (Mn) and pH. Evaluated soil samples were taken in different municipalities, The sites were selected according to the needs of the elements suggested by the calibration to be performed and the agricultural managements as coffee (*Coffea arabica*), corn (*Zea mays*), bean (*Phaseolus vulgaris* L.), sugarcane (*Saccharum officinarum*), potato (*Solanum tuberosum*), pea (*Pisum sativum*) among others and provided necessary patterns soils. Pearson correlation tests showed highly significant correlations for the parameters pH, P, K, Al, Fe, Mg, Mn, when used color charts adjusted to standard samples. The parameters Ca, Cu and M.O. showed no significant correlations because the adjusted pre-calibration requires a wider range of chemical analysis of the soil samples to adjust methodologies.

**Keywords:** soils, fertility, kit, colorimetry.

## INTRODUCCIÓN

Las características químicas del suelo deben ser conocidas por el productor agrícola, puesto que el crecimiento, desarrollo de los cultivos, cantidad y calidad de las cosechas, están en relación directa con los nutrimentos y demás características de los suelos. Cuando estos no están en cantidades adecuadas, hay necesidad de aplicar fertilizantes químicos o enmiendas para suplir dichas necesidades. En este sentido el análisis químico del suelo suministra información muy valiosa. Las plantas requieren para su normal desarrollo el aporte de nutrientes por parte de los suelos donde se encuentren ubicadas o de ser necesario, el suministro de fertilizantes (Dibb *et al.*, 2004).

Uno de los principales factores incidentes en la cantidad de fertilizante requerida es la capacidad del suelo para suministrar nutrientes a las plantas, lo que se denomina fertilidad del suelo. En la evaluación de la fertilidad del suelo el método más práctico es el análisis químico del suelo, el cual es una herramienta importante para determinar la dosis de fertilizante (Guerrero, 1991). Los análisis de suelos permiten conocer las cantidades de nutrientes presentes en los suelos y permiten calcular que nutrientes se deben aportar (Yamada, 2003). A través de un análisis de suelos, un técnico experimentado es capaz de hacer una recomendación de fertilización para obtener rendimientos altos del cultivo en consideración (Burbano, 1989).

Con fines prácticos, en la actualidad existen equipos para análisis de suelos que utilizan técnicas simplificadas que ofrecen métodos visuales, que se han ido actualizando constantemente según avances de la química moderna. Los resultados se obtienen por comparación visual entre la muestra problema y las tablas de colores que posee cada determinación. Estos análisis son de muy buena aceptación por los especialistas debido a que proporcionan resultados confiables en poco tiempo y a bajo costo.

Normalmente las fertilizaciones de los cultivos andinos se aplican empíricamente, sin hacer análisis de suelos y en la medida que estos análisis colorimétricos adquieran más difusión e importancia en zonas productoras, los costos de producción disminuyen. El IGAC (2006), señala que de acuerdo con la actual demanda de fertilizantes existe una alta necesidad de realizar análisis de suelos, lo cual se evidencia por el aumento en los costos de producción agropecuaria en los diferentes departamentos del país.

Los costos por análisis estándar completo de suelos oscilan entre \$89.000 y 120.000 pesos colombianos por muestra, que muchos de los agricultores colombianos no pueden pagar y están sometidos a programas, proyectos y convenios que les financien el valor de los análisis. Se debe considerar que instalar un laboratorio de análisis de suelos, implica una gran inversión, en donde equipos fundamentales como espectrofotómetro de absorción atómica y espectrofotómetro UV - VIS, infraestructura adecuada con todas las normas técnicas ISO, lo que significa un alto costo.

El servicio de análisis de suelos tiende a proyectarse a agricultores que manejan latifundios en el territorio colombiano; pero se debe tener en cuenta que el minifundio no posee acceso debido a que muchos de los programas no están dirigidos a agricultores que cultivan especies que no tienen tanto valor económico (Salvagiotti *et al.*, 2002).

En la mayoría de las zonas productoras del país (microfundios y minifundios), los productores no tienen acceso a este tipo de servicio, en este senti-

do la utilización de un método práctico, sencillo, de bajo costo y bien calibrado sería una herramienta útil para muchos agricultores de las laderas colombianas.

En este sentido, el presente estudio se realizó con el objetivo de comparar la sensibilidad de un kit portátil (La Motte) de análisis químico de suelos con el análisis realizado en un Laboratorio certificado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló entre junio de 2010 y diciembre de 2011. Las muestras de suelo fueron tomadas a 20 cm de profundidad siguiendo los criterios de la toma de muestras para un análisis de fertilidad. Se realizaron análisis completos en el laboratorio a muestras de suelo que incluyeron: pH, materia orgánica, carbono orgánico, nitrógeno total, fósforo disponible, calcio, magnesio, potasio, capacidad de intercambio catiónico y aluminio de cambio, hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, azufre disponible, textura al tacto y densidad aparente. Con el Kit (La Motte) para análisis químico de suelos se analizaron los siguientes parámetros: fósforo, potasio, aluminio, hierro, magnesio, manganeso y pH. Los métodos empleados para su estimación se presentan en la Tabla 1. La búsqueda de los suelos patrones se realizó en diferentes zonas de los departamentos de Nariño, Cauca y Valle del Cauca según las necesidades de los contenidos de los elementos sugerida por la calibración a realizar (Tab. 2). Las muestras tomadas fueron analizadas utilizando los equipos del laboratorio de suelos de la Universidad de Nariño y utilizando el kit portátil (La Motte).

Para comparar los datos obtenidos con las dos metodologías correlacionadas de Pearson ( $P < 0,005$ ), se realizaron:

**Tabla 1.** Descripción de metodologías utilizadas por el Kit de análisis de suelos y por el laboratorio

<b>Métodos empleados para su estimación</b>		
<b>Variable</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Kit (MODELO TL-2)</b>
pH	Potenciométrica	Colorimetría (comparación visual)
Fósforo	Bray II y Kurtz	Colorimetría (comparación visual)
Potasio	Acetato de amonio 1N pH7	Turbidez (comparación visual)
Calcio	Acetato de amonio 1N pH7	Turbidez (comparación visual)
Magnesio	Acetato de amonio 1N pH7	Colorimetría (comparación visual)
Manganeso	DTPA	Colorimetría (comparación visual)
Cobre	DTPA	Colorimetría (comparación visual)
Hierro	DTPA	Colorimetría (comparación visual)
Zinc	DTPA	Colorimetría (comparación visual)
C Org.	Carbono Walkley-Black espectrometría	Colorimetría (comparación visual)

**Tabla 2.** Cultivos y lugares donde fueron obtenidos los patrones de suelos, utilizados para las mediciones en el Laboratorio de la Universidad de Nariño y por el Kit portátil para efectos de la calibración.

<b>Sitio o cultivo</b>	<b>Descripción</b>
1 Bosque	Predominan las especies: encino ( <i>Smilax tomentosa</i> ), eucalipto ( <i>Eucalyptus sp.</i> ).
2 Papa reciente	Lote apenas cosechada la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> . L).
3 Pasturas	Lote sembrado con pasto kikuyo ( <i>Pennisetum clandestinum</i> ), pasto zaboya ( <i>Holcuslanatus</i> ), pasto azul orchoro ( <i>Dactylis glomerata</i> . L).
4 Arveja + mora	Arveja ( <i>Pisum sativum</i> ) intercalado con barrera de mora ( <i>Rubus glaucus</i> . Benth).
5 Parcela desnuda	Lote sin cobertura vegetal desde el año 2008.
6 Quilichao	Lote sembrado con caña ( <i>Saccharum officinarum</i> . L)
7 La Unión	Lote con sistema agroforestal de café ( <i>Coffea arabica</i> . L) y plátano ( <i>Musa SP</i> )
8 Sistema silvopastoril Buga 1	Sembrado con matarratón ( <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud) muestra tomada en callejón.
9 Sistema silvopastoril Buga 2	Sembrado con matarratón ( <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud) muestra tomada cerca al árbol.
10 Riobobo 1	Finca Buenavista, sembrada con cebolla ( <i>Allium fistulosum</i> L.).
11 Riobobo 2	Finca La Esperanza, sembrada con cebolla ( <i>Allium fistulosum</i> L.).

Sitio o cultivo	Descripción
12 Ipiales	Lote sembrado con papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.).
13 Samaniego	Lote sembrado con café ( <i>Coffea arabica</i> L.)
14 San Lorenzo	Lote sembrado con maíz ( <i>Zea mays</i> L.)
15 Leiva	Lote sembrado con frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.).
16 Sandoná	Sistema agroforestal de café ( <i>Coffea arabica</i> ) y plátano ( <i>Musa</i> sp.)
17 San Pablo	Sistema agroforestal de café ( <i>Coffea arabica</i> ) y plátano ( <i>Musa</i> sp.)
18 Cumbal	Lote con pasto kikuyo ( <i>Pennisetum clandestinum</i> hochst exchior), Saboya ( <i>Holcus lanatus</i> ).
19 Sapuyes	Lote sembrado con papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ).
20 Guachucal	Lote sembrado con papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ).
21 La Filanga	Lote sembrado con cebolla ( <i>Allium fistulosum</i> )
22 Obonuco 1	Lote con 10 años bajo el cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.)
23 Obonuco 2	Lote con 20 años bajo el cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.)
24 Catambuco	Lote cultivado con hortalizas en los últimos 2 años.
25 Genoy	Lote cultivado con maíz ( <i>Zea mays</i> L.)
26 La Florida	Lote cultivado con maíz ( <i>Zea mays</i> L.)
27 Chachagüí	Lote con café ( <i>Coffea arabica</i> ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Primera aproximación (Calibración) del Kit para análisis de suelos.** Se realizó una primera aproximación con el fin de evaluar la respuesta del kit frente a los resultados obtenidos en el laboratorio, únicamente para cinco suelos de

la Tabla 2. Estos resultados (Tab. 3) sugieren que las tablas colorimétricas originales no correspondían a los resultados obtenidos por los métodos tradicionales en el laboratorio, entonces hubo necesidad de trabajar muchas repeticiones para suelos con el mismo rango del elemento evaluado, lo cual permitió sugerir un nuevo rango colorimétrico más ajustado.

**Tabla 3.** Resultados obtenidos por el laboratorio (Lab) y el Kit Portátil (Colorimetría) para el análisis de suelos con diferentes usos

Sitio	Promedios (mg.kg <sup>-1</sup> )													
	P		K		Al		Fe		Mg		Mn		pH	
	Lab	Kit	Lab	Kit	Lab	Kit	Lab	Kit	Lab	Kit	Lab	Kit	Lab	Kit
<b>Bosque</b>	9,8	35,0	370,5	165,0	0,0	100,0	201,0	20,0	588,0	5,0	44,7	5,0	5,8	5,7
<b>Papa reciente</b>	79,3	50,0	639,6	163,3	36,6	33,3	261,0	20,0	333,6	20,0	17,9	5,0	5,1	5,0
<b>Pasturas</b>	61,7	95,0	440,7	173,3	36,5	6,7	239,0	5,0	210,0	10,0	13,4	5,0	5,2	5,2
<b>Arveja+mora</b>	43,6	83,3	522,6	186,7	54,9	10,0	227,0	4,8	5,0	12,8	5,0	5,3	5,2	
<b>Parcela desnuda</b>	7,9	26,7	768,3	136,7	36,7	10,0	221,0	25,0	5,0	10,6	5,0	5,1	5,3	

Los resultados obtenidos en esta primera fase muestran una diferencia en cuanto a los valores para cada variable del kit portátil comparados con las mediciones del laboratorio; en este sentido, por ejemplo el calcio mostró diferencias por encima y por debajo de  $1000\text{mg.kg}^{-1}$  en los valores del kit comparados con el laboratorio. En otras variables como amonio ( $\text{NH}_4$ ) y nitrito no fue posible hacer comparaciones. Estos resultados fueron válidos y útiles para poder hacer los ajustes locales al kit. Una vez realizados los ajustes al kit un grupo de 21 muestras de suelo con sus respectivas repeticiones fueron evaluadas.

Para el caso del P (fósforo), fue necesario realizar una dilución de 1:5; 1 parte de solución de suelo por 5 partes de solución universal de extracción. La tableta de reactivo de fósforo se debe disolver en el menor tiempo posible puesto que se oxida de forma rápida y tiene influencia en la coloración de la muestra al momento para hacer la comparación colorimétrica. Según Guerrero (1998), los andisoles de Nariño tienen alto poder de fijación de fósforo. Esto justifica los respectivos ajustes que se realizaron a las metodologías del kit portátil para poder extraer y cuantificar este elemento. (Tab. 4) se presentan los resultados.

**Tabla 4.** Resultados obtenidos por el laboratorio (Lab) y el Kit portátil en muestras de suelo tomadas en diferentes zonas

Sitio	Promedios ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )													
	P		K		Al		Fe		Mg		Mn		pH	
	Lab	Kit	Lab	Kit	Lab	Kit	Lab	Kit	Lab	Kit	Lab	Kit	Lab	Kit
Quilichao	3,4	7,5	46,0	68,3	131,4	125,0	27,0	25,0	34,0	38,3	16,7	13,3	4,2	4,2
LaUnión	3,7	5,0	106,1	93,3	0,0	5,0	61,0	56,7	427,6	416,7	26,1	23,3	5,6	5,5
SSP. (Buga 1)	47,9	50,0	156,0	105,0	0,0	5,0	102,0	100,0	1142,4	850,0	65,4	65,0	6,2	6,1
SSP. (Buga 2)	270,0	250,0	171,6	98,3	0,0	5,0	24,4	25,0	1124,4	30,0	24,1	26,7	6,6	6,5
Riobobo 1.	269,0	250,0	93,2	133,3	0,0	80,0	153,0	143,3	176,4	180,0	19,5	20,0	5,9	5,9
Riobobo 2.	45,1	50,0	89,7	105,0	86,4	80,0	232,0	233,3	90,8	96,7	23,9	25,0	4,9	4,9
Ipiales	10,5	12,5	491,4	516,7	NA	116,7	341,0	366,7	326,4	333,3	23,0	26,7	5,5	5,5
Samaniego	15,8	20,0	362,7	333,3	NA	2,5	366,0	333,3	412,8	383,3	28,0	33,3	5,7	5,7
San Lorenzo	12,0	10,0	386,1	366,7	NA	2,5	317,0	300,0	338,4	383,3	17,4	13,3	5,6	5,6
Leiva	13,0	11,7	351,0	383,3	NA	2,5	386,0	383,3	325,2	316,7	22,2	20,0	5,3	5,3
Sandoná	15,0	16,7	624,0	583,3	NA	2,5	357,0	366,6	356,4	366,6	26,1	26,6	5,4	5,4
San Pablo	17,3	16,7	518,7	533,3	NA	2,5	326,0	316,7	369,6	383,3	23,5	25,0	5,8	5,8

  

Sitio	Promedios ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )													
	P		K		Al		Fe		Mg		Mn		pH	
	Lab	Kit	Lab	Kit	Lab	Kit	Lab	Kit	Lab	Kit	Lab	Kit	Lab	Kit
Cumbal	8,6	10,0	655,2	616,7	NA	2,5	384,0	400,0	346,8	316,7	25,7	25,0	5,4	5,4
Sapuyes	3,4	5,8	46,0	46,7	112,5	108,3	27,0	36,7	34,0	48,3	16,7	16,7	4,2	4,2
Guachucal	3,7	5,0	106,1	108,3	NA	2,5	61,0	70,0	427,6	433,3	26,1	26,7	5,6	5,6
La Filanga	36,3	46,7	200,1	233,3	NA	2,5	189,0	200,0	95,5	100,0	35,7	36,7	5,2	5,2
Obonuco 1.	33,3	36,7	795,6	766,7	NA	2,5	389,0	366,7	339,6	383,3	24,8	26,7	5,8	5,8
Obonuco 2.	16,4	20,0	109,2	100,0	NA	2,5	579,0	566,7	366,0	366,7	32,0	33,3	5,7	5,7
Catambuco	4,2	5,0	105,3	103,3	NA	2,5	61,9	63,3	84,0	83,3	1,3	5,0	5,5	5,4
Genoy	7,7	10,0	183,3	196,7	NA	2,5	99,2	100,0	134,4	150,0	3,5	5,0	5,6	5,4
La Florida	8,3	10,0	269,1	266,7	NA	2,5	139,0	150,0	103,2	100,0	33,6	31,7	5,4	5,4
Chachagüi	4,9	5,0	312,0	316,7	NA	2,5	177,0	193,3	199,2	196,7	57,4	56,7	5,6	5,6

En la Tabla 5 se presentan correlaciones altamente significativas entre las variables Kit portátil y las mediciones del Laboratorio. No se presentan los resultados para calcio, cobre y carbono orgánico, puesto que no se obtuvieron correlaciones significativas, esto sugiere que se deben realizar más mediciones y los respectivos ajustes a las metodologías.

Para la determinación de pH, P, K, Al, Fe, Mg, Mn el coeficiente de correlación está en el rango de valores 0.48 a 0.99 lo cual indica una estrecha relación entre las metodologías aplicadas y los resultados entregados por el kit, sugiriendo que es una herramienta práctica, útil y económica para llevar a cabo análisis químicos de suelos (Tab. 5).

Los resultados anteriores sugieren que se deben realizar otras fases de la investigación que conduzcan a obtener mejores resultados. El kit portátil sería una herramienta de gran aceptación por los productores agrícolas del país.

## CONCLUSIONES

Los resultados preliminares obtenidos con el Kit colorimétrico (La Motte), en estos suelos andinos, permitieron obtener nuevas cartas colorimétricas que deben ser evaluadas en fases siguientes de la investigación.

Las pruebas de correlación de Pearson indican que existen correlaciones altamente significativas entre las pruebas del Kit portátil y del Laboratorio, para pH, P, K, Al, Fe, Mg y Mn.

Para los parámetros evaluados, Ca, Cu y C orgánico no hubo correlaciones significativas entre las pruebas del Kit portátil y las del laboratorio.

El kit portátil (La Motte) para análisis químico de suelos es una tecnología económicamente viable para los agricultores y su nivel de confiabilidad permite en un corto plazo incorporar este equipo en la vida agrícola del país.

**Tabla 5.** Coeficiente de correlación de Pearson para los valores de pH, P, K, Al, Fe, Mg, Mn.

	Coeficiente de correlación de Pearson													
	pH		P		K		Al		Fe		Mg		Mn	
	Kit	Lab	Kit	Lab	Kit	Lab	Kit	Lab	Kit	Lab	Kit	Lab	Kit	Lab
Kit	1.000	0.99** <.0001	1.000	0.98** <.0001	1.000	0.70** <.0001	1.000	0.61** <.0001	1.000	0.84** <.0001	1.000	0.48** 0.0100	1.000	0.83** <.0001
Lab	0.99** <.0001	1.000	0.98** <.0001	1.000	0.70** <.0001	1.000	0.61** <.0001	1.000	0.84** <.0001	1.000	0.48** <.0100	1.000	0.83** <.0001	1.000

\*\* Diferencias estadísticas significativas

## BIBLIOGRAFÍA

BURBANO, H. 1989. El suelo: una visión sobre sus componentes inorgánicos. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño. 447 p.

DIBB, W. ROBERTS, L. y M. STEWART. 2004. Los fertilizantes y la agricultura mundial. Revista Técnica de la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa. 17 - 29 p.

GUERRERO, R. 1998. Fertilización de cultivos de clima frío. Monómeros Colombo venezolanos. Segunda edición. Bogotá. 24 p.

GUERRERO, R. 1991. Fertilización de cultivos de clima cálido. Monómeros Colombo venezolanos. Segunda edición. Bogotá D. C. 24 p.

INSTITUTOGEOGRÁFICOAGUSTÍN CODAZZI (IGAC). 2006. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. Sesta edición. Bogotá D.C. 648 p.

YAMADA, T. 2003. Como mejorar la eficacia de la fertilización aprovechando las interacciones entre nutrientes. Informaciones agronómicas. No: 50 de INPOFOS. 16 p.

SALVAGIOTTI, F., PEDRO, H., CASTELLARÍN, J., CAPURRO, J., FELIZIA, J., GARGICEVICH, A., GENTILE, O., MÉNDEZ, J. Y N. TRENTINO. 2002. Diagnóstico de la fertilización nitrogenada en maíz. Relación entre la respuesta en rendimiento y la disponibilidad de N a la siembra. En: Para Mejorar la Producción N° 20. EEA Oliveros INTA. 67 - 70 p.