

Diagnóstico de suelos en cultivos de café (*Coffea arabica* L.), maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), comunidad de Santa Julia, El Crucero, Managua

Diagnosis of soil on coffee (*Coffea arabica* L.), corn (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.), community of Santa Julia, El Crucero, Managua

Juan C. Moran-Centen, Álvaro Benavides-González

Programa para el Desarrollo Participativo Integral Rural, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria



RESUMEN

Uno de los parámetros de mayor importancia en la agricultura es el estado nutricional del suelo, así como el manejo de parte de los agricultores. En 2014, a través del programa para el Desarrollo Participativo Integral Rural (DEPARTIR) se efectuó un muestreo de suelos a profundidad de 25 cm en 34 lotes productivos de 17 unidades de producción, dedicadas a la producción de café (*Coffea arabica*), maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la comunidad Santa Julia, El Crucero, Managua. Se analizaron los factores que condicionan el uso del suelo, a través de análisis de correlación, ANDEVA y análisis de correspondencia en N, P, K, Mg, Ca, MO, CO y pH. El N total y altitud fueron correlacionadas. El 95% de las áreas presentaron 10.5 hectáreas, con predominancia de cultivo de café. La fertilización química es una práctica común en las unidades productivas y cultivos estudiados. Los muestreos efectuados en las parcelas de maíz fueron homogéneos a lo interno y externo de las unidades productivas; no así en el cultivo de café. Las áreas de siembra, destino de la producción y la aplicación de fertilizantes químicos, presentaron una alta relación.

Palabras clave: DEPARTIR, elementos esenciales, suelos, muestreo, unidades productivas.

ABSTRACT

One of the most important parameters in agriculture is the soil nutrient status, as well as the management of farmers. In 2014, through the program Desarrollo Participativo Integral Rural (DEPARTIR), soils of 34 production lots of 17 production units in Santa Julia community, El Crucero, Managua, were sampled at depth of 25 cm. Land was planted by coffee (*Coffea arabica*), corn (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.). The factors affecting land use were analyzed by correlation analysis, ANOVA and correspondence analysis at N, P, K, Mg, Ca, MO, CO and pH. The total N, and altitude were correlated. Ninety five percent of the areas had 10.5 hectares, with predominance of coffee cultivation. Chemical fertilization is a common practice in the production units and at the crops studied. The samples taken in corn plots were homogeneous both at internal and external production units; but not in coffee. Planting areas, destination of the production and application of chemical fertilizers, showed high relationship.

En muchos países los suelos dedicados a la actividad agrícola se han empobrecido por el uso inadecuado, incremento demográfico mundial y producción agrícola en suelos marginales. Estos suelos no tienen un equilibrio de elementos nutritivos esenciales para las plantas, y pueden mejorarse a largo plazo (Bastidas, 2000).

Los rendimientos disminuyen por la sobreexplotación, índices de deforestación, eliminación de la cobertura vegetal y el exceso de laboreo. Es por esto, que la evaluación de la fertilidad es útil para determinar el potencial productivo, elucidar los factores edáficos que pueden limitar dicho potencial, y establecer el efecto de diversas prácticas de manejo en la dinámica nutrimental edáfica, e implementar programas de fertilización rentables y amigable con el medio ambiente (Castellanos *et al.*, 2000). El análisis de suelo sigue siendo el enfoque más utilizado a nivel mundial, para determinar la cantidad de nutrientes disponibles (Rodríguez, 1993).

En Nicaragua la agricultura demanda suelos fértiles que permitan incrementar rendimientos por superficie cultivada (German *et al.*, 2012). Los estudios de suelos deben incluir factores sociales, políticos y económicos, ya que influyen en las estrategias productivas de los agricultores (Gary, 2002; Isaac-Márquez, 2004a).

En 2014, a través de la VII edición de diagnóstico participativo del programa Desarrollo Participativo Integral Rural (DEPARTIR) se realizó intervención en las comunidades Santa Julia y Daniel Téller, El Crucero (Querol *et al.*, 2014), y producto de las prioridades de las familias, se desarrolló el presente estudio sobre los suelos de la comunidad de Santa Julia.

El objetivo del presente estudio fue desarrollar un diagnóstico sobre la disponibilidad nutricional y manejo de los suelos de la comunidad de Santa Julia, El Crucero, Managua.

MATERIALES Y MÉTODOS

El municipio de El Crucero, ubicado al este de Managua en los 11° 59' latitud N y 86° 18' longitud O, presenta una extensión territorial de 975.3 km² y densidad poblacional 135 habitantes por kilómetro cuadrado. La comunidad de Santa Julia presenta temperatura promedio de 22 °C a 28 °C, y durante las noches disminuyen hasta los 18 °C (INIFOM, 2013).

Para el estudio se utilizó la técnica de entrevista, la cual estuvo dirigida al coordinador de la unidad de producción, quien toma la decisión en las actividades agropecuarias. El cuestionario sobre el uso del suelo en las parcelas de las familias, abordó técnicas cualitativas y cuantitativas.

Variables socioeconómicas. El estudio definió la metodología, recopilación de información secundaria y aplicación de cuestionario. Las variables fueron: sexo del productor (X1), área en hectáreas (ha) de la parcela (X2), prácticas agrícolas (X3), producto químico aplicado (X4), asociación de productor (X5), organización social (X6), destino de la producción (X7), uso de maquinaria agrícola (X8), preparación de suelo (X9), mano de obra (X10) y acceso a la parcela (X11).

Variables de suelos. Se realizaron 20 submuestras a 25 cm para conformar muestras compuestas en 34 lotes de 17 unidades de producción en los cultivos de café (*Coffea arabica* L.), maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Las muestras se trasladaron al Laboratorio de Suelos y Agua (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria para su respectivo análisis. Los macronutrientes nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), así como pH, calcio (Ca) y magnesio (Mg) se analizaron con metodología de LABSA (2011).

El P fue determinado mediante el método de Olsen, y para ello se empleó el espectro fotómetro de luz ultravioleta a una intensidad de onda de luz de 880 nanómetros. La MO se obtuvo a través de la titulación con Sulfato Ferroso.

Análisis de la información. El manejo y las diferentes muestras de suelo se agruparon por unidades productivas y compararon los cultivos, y variables químicas. La información fue sometida a análisis de correlación de Spearman, estadísticos descriptivos, ANDEVA y LSD ($\alpha=0.05$), análisis de correspondencia y digitalización de coordenadas geográficas de la disponibilidad de N total en los cultivos estudiados y la altitud sobre el nivel del mar (msnm).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 36% de los casos correspondieron a pequeñas unidades de producción menores a 5 ha, el 24% entre 6-10 ha y 34% de los agricultores entre 11-15 ha, sobresaliendo cultivo el café y maíz; sin embargo los incrementos de área y rendimientos obtenidos fueron muy bajos en comparación a la media nacional (cuadro 1). Estos resultados son muy similares a los reportados por Montesinos (2008), Benavides y Moran, (2014).

Cuadro 1. Unidades de producción y su incremento en área. Santa Julia, El Crucero, Managua.

Cultivos	Tamaño de la finca (ha)				Incremento en área cultivada (ha)	Rendimientos (kg ha ⁻¹)
	0.6-5	6-10	11-15	16		
Maíz	12	6	0	0	5.26	682-1591
Frijol	6	6	12	6	10.53	364-455
Café	18	12	22	0	5.26	1 119-1 503*
Total	36	24	34	6	21.05	--

*Grano pergamino

RECURSOS NATURALES

Los muestreos de suelos en el cultivo del maíz no variaron considerablemente. El Mg y K tuvieron relación alta (0.89), lo que indicó uniformidad en las parcelas muestreadas (cuadro 2).

Los contenidos de los elementos en los suelos provenientes de los cultivos de café y frijol, presentaron variación en las parcelas muestreadas, principalmente en CO, N total y MO. Uno de los factores considerados es que la mayoría de los agricultores manejan de manera independiente sus parcelas (cuadro 2).

Sánchez *et al.*, (2006), menciona que suelos con pendientes entre 20-50% ubicados en laderas varían en cuanto al uso ya sea forestal, agrícola o ganadería. Bastidas (2000), considera que la pérdida de los nutrientes del suelo y su baja disponibilidad está relacionada con la cubierta vegetal.

Cuadro 2. Significación estadística (Pr >F) en los cultivos bajo estudio, para los diferentes elementos, evaluados

	Maíz		Café		Frijol	
	IC	R ²	IC	R ²	IC	R ²
Mg	3.33±0.24	0.89	1.91±0.07	0.75	3.21±0.88	0.41
CO	2.72±1.01	0.62	2.85±1.31	0.43	2.96±1.14	0.43
N	0.86±0.05	0.62	0.24±0.11	0.42	0.25±0.09	0.42
P	0.23±0.08	0.62	3.72±7.01	0.51	0.98±0.57	0.65
K	1.02±0.38	0.89	1.14±0.21	0.83	1.19±0.27	0.81
MO	4.71±1.75	0.62	4.92±2.26	0.42	5.10±1.97	0.42

IC= $\mu \pm \delta$; R²= Coeficiente de determinación

Halley (1992), menciona que el Mg se pierde con facilidad en el suelo, producto de la lixiviación por excesos de precipitaciones eliminando cationes del complejo intercambiable del suelo. Mutscher (1997), menciona que la agricultura intensiva el aporte de K de los suelos no siempre es suficiente para satisfacer la demanda de los cultivos, aun cuando el contenido es mayor al 4% disponible en el suelo.

Correlación de variables. Algunas de las variables presentaron asociación significativa (cuadro 3). Las prácticas agrícolas (X3) tuvieron una relación negativa con el sexo (X1), r=-0.61, p=0.01. El Ca, en el suelo y el uso de maquinaria agrícola (X8), r=0.57, p=0.01. El destino de la producción (X7) fue inversamente proporcional a la preparación del suelo (X9), r=-0.66; p= 0.01.

De igual forma, la cantidad de MO y la cantidad de CO presente en el suelo (r=-0.99; p= 0.01), entre otras. El área de las parcelas (X2) y productos aplicados (X4), estuvieron relacionadas, r=0.59, p=0.01. El pH del suelo y las prácticas agrícolas (X3) también correlacionaron, r=0.46, p=0.01.

La influencia del relieve es determinante tanto en la cantidad como en la calidad de la MO, porque en muchos casos, con la altitud se manifiestan cambios en las características del suelo (pH, humedad, contenido de macro y micro elementos, textura), en la precipitación, la temperatura y el tipo de vegetación, lo cual influye también en la biomasa microbiana y por ende en la actividad microbiológica del suelo (Sánchez *et al.*, 2005).

Cuadro 3. Asociación de algunas variables socioeconómicas y de suelos

Variables	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X11	pH	CO	MO	P	Ca
X3	-0.61	0.38												
X4	-0.36	0.59	0.59											
X6	-0.29	-0.09	0.18	-0.26	-0.79									
X7	0.55	-0.29	-0.52	-0.31	0.20									
X8	-0.24	0.65	0.38	0.66	0.13	-0.17								
X9	-0.77	0.50	0.55	0.46	0.06	0.07	-0.66	0.31						
X10	0.24	-0.09	-0.39	-0.66	-0.13	0.17	0.20	-0.43						
X11	0.29	0.21	-0.49	-0.11	0.31	-0.19	0.26	-0.30						
pH	0.09	0.34	0.46	0.22	0.47	-0.26	0.05	0.27						
C.O	-0.09	-0.44	0.19	-0.29	-0.39	0.47	-0.19	-0.48	-0.57	0.05				
M.O	-0.16	-0.45	0.20	-0.30	-0.39	0.47	-0.21	-0.47	-0.57	0.07	0.99			
N	-0.08	-0.25	0.10	-0.22	-0.34	0.10	-0.28	-0.39	-0.43	0.06	0.93	0.95		
Ca	-0.05	0.62	-0.02	0.15	0.18	-0.24	0.11	0.57	0.13	0.47	-0.25	-0.27		
Mg	0.08	0.54	0.04	0.51	0.08	-0.24	0.08	0.55	0.17	0.16	-0.26	-0.07	-0.19	0.56
K	0.29	-0.48	-0.72	-0.45	-0.42	0.14	0.28	-0.44	0.27	-0.68	0.29	0.24	-0.57	-0.17

**La relación es significativa si $0.33 > r < 0.413$ con $\alpha = 0.05$ y altamente significativo si $r \geq 0.413$ con $\alpha = 0.01$

Relación del N total, cultivos y altitud. Lambinet *et al.*, (1999); citado por Sánchez *et al.*, (2006), indica que el SIG es importante en la representación del uso del suelo y su cubierta vegetal, así como su aprovechamiento para fines económicos, relacionando con las actividad socioeconómica que se desarrolla en los sistemas productivos. Mediante esta herramienta se representa los cambios en el uso del suelo, biodiversidad y disponibilidad de elementos minerales.

La disponibilidad de N total en los diferentes cultivos en altitudes entre 628-683 msnm fue alta, principalmente para maíz y frijol. Sin embargo, el contenido fue bajo en las diferentes altitudes. En la mayoría de las unidades productivas, los agricultores realizaron aplicaciones de fertilizantes químicos (45 kg de Urea, 45 kg 15-15-15).

Al relacionar los niveles de N total, las altitudes entre 201-683 msnm mostraron baja disponibilidad en los cultivos (figura 1), dicho elemento está en dependencia de las aportaciones de MO. Esta tendencia en el aumento del N total es evidente en aquellos sistemas donde existe un mayor aporte de biomasa; asimismo, el contenido de N total está en función de la cantidad de MO y grado de evolución (Luna *et al.*, 2012).

En cuanto al P se determinó disponibilidad intermedia en altitudes entre 501-627 msnm y alta en altitudes de 628-683 msnm, principalmente en los cultivos de maíz y café. El contenido de K fue muy bajo en todas las unidades productivas y en los diferentes cultivos.

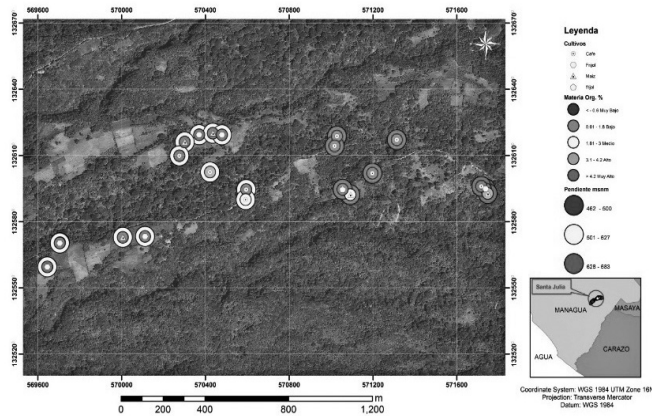


Figura 1. Relación de la disponibilidad de niveles de N total, altitud y cultivos

Relación de MO, cultivos y altitud. El análisis de correspondencia es una técnica descriptiva de datos para simplificar la descripción y comprensión. Es de útil aplicación en trabajos exploratorios donde son pocas o inexistentes las hipótesis previas del comportamiento de la población, tanto en las vertientes correlaciones como experimentales (Hair *et al.*, 2005; citado por Raimundini *et al.*, 2009).

Mediante el análisis de correspondencia se encontró con un 56% de confiabilidad que el rubro café se cultiva en

alturas mayores a los 600 msnm, en suelo con altos contenidos de MO (>4%), las áreas cultivadas con frijol se encontraron en altitudes de 450 a 550 msnm en suelo con MO del 3 al 4%; no obstante, el cultivo del maíz no mostró una tendencia definida (figura 2).

El contenido de MO ha sido estudiado en una gran cantidad de suelos en el mundo y su mayor o menor proporción es atribuida a diferentes factores: precipitación, temperatura, humedad relativa, contenido de arcilla, factor biótico, altitud (asociada con la disminución de la temperatura), material parental, etc. Los contenidos de MO aumentan con la altitud, mientras que en cuencas pequeñas, no se observan aumentos definidos (Guido *et al.*, 2000).

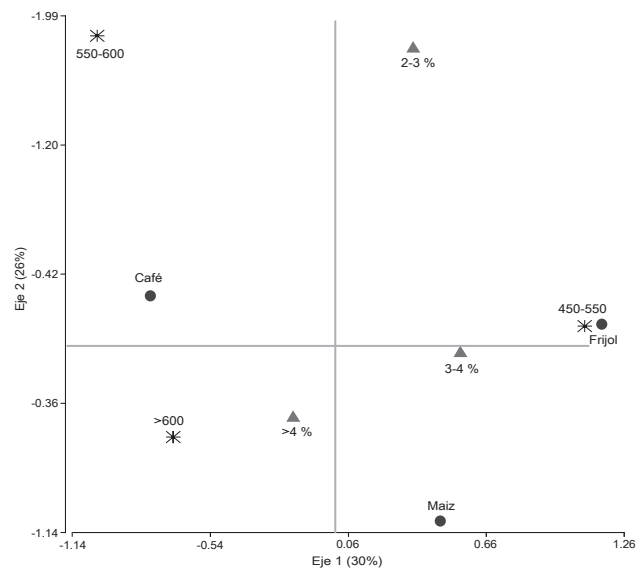


Figura 2. Correspondencia de la MO y la altitud en cultivos de la comunidad Santa Julia, El Crucero.

La figura 3, muestra la dispersión de la MO y N total de acuerdo a las diferentes altitudes. El café y maíz fueron cultivados en las mayores altitudes (>550 msnm) en rangos de MO entre 4-7 % y N total alto (>0.21 %).

Sánchez *et al.*, (2005), encontró una variación en el contenido y composición de la MO de los suelos estudiados con respecto a la altitud. Asimismo indica que el contenido y la composición de la MO en los suelos, así como la actividad microbiológica, están influenciados por la altitud, la cual está asociada a diferencias en la vegetación, temperatura, humedad, precipitaciones y características de los suelos.

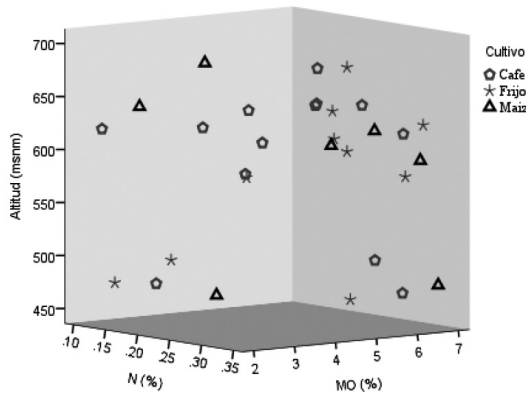


Figura 3. Relación de la altitud MO en los cultivos de la comunidad Santa Julia, El Crucero.

CONCLUSIONES

Los elementos químicos en las parcelas de maíz fueron homogéneos; y muy variante en el café, producto del manejo. Existieron variaciones en el contenido de Mg y K en cuanto al uso del suelo se relacionó con el acceso al terreno y las condiciones topográficas de la comunidad. Asimismo, el contenido de N total y MO estuvo relacionado con la altitud.

El maíz y frijol mostraron rendimientos bajos y fueron los más frecuentes y la producción es destinada al autoconsumo. Asimismo, hubo poca disponibilidad de P y K; y alta en N total y MO.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bastidas, A. 2000. Diagnóstico de la fertilidad de los suelos en pendientes inferiores al 25%. Boconó, Estado de Trujillo, Geoenseñanza. 5:2(229-246). Universidad de los Andes, Venezuela.
- Benavides, AN; Morán, JC. 2014. Análisis de encuesta socioeconómica: comunidades de Santa Julia, Daniel Téller y Santa Rosa, municipio de El Crucero, Managua, NI. 203 p.
- Castellano, JZ; J.X, Uvalle, A. Aguilar S. 2000. Manual de Interpretación de Análisis de Suelo y Plantas. Segunda edición. INCAPA, San Miguel de Allende, Guanajuato. 226 p.
- Gary, M. 2002. La sustentabilidad y las prácticas discursivas. Un estudio sobre la institucionalidad del desarrollo conservacionista en Calakmul, Campeche, México. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social del Sureste, San Cristóbal de las Casas. 160 p.
- German, D; Domínguez, M, Aguirre; Avilés, A. 2012. Evaluación de la calidad de los suelos de laderas de Nandaimé, a través de la identificación y uso de indicadores técnicos y locales. Tesis a optar al grado de ing. En recursos naturales. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI. 79 p.
- Guido, O; J. Oballos, J; Sánchez, J; Sosa, J; Manrique, J; C. Velásquez. 2000. Variación del carbono orgánico en función de la altitud. Cuenca del río Santo Domingo. Mérida-Barinas. (en línea). Venezuela. Rev. Geog. Venez. 41(1):79-87. Disponible en <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/24542/2/articulo41-1-5.pdf>
- Halley, RJ. 1992. Enciclopedia de Agricultura y Ganadería. Tomo I. 1ª edición. México. 240 p.
- INIFOM (Instituto Nicaragüense de Fomento). 2013. (en línea). Consultado 5 nov. del 2014. Disponible en http://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/MANAGUA/el_crucero.pdf.
- Isaac-Márquez, R. 2004. Explorando la perspectiva campesina de la agroforestería en la Reserva de la Biosfera de Calakmul. Universidad y Ciencia 20(40):39-54.
- LABSA-UNA. (Laboratorio de Suelo y Agua); (Universidad Nacional Agraria, NI). 2011. Análisis físico, químico y biológico del suelo. Managua, NI.
- Luna R, F; López M, JG; Larios G, RC. 2012. Sistemas de manejo en café (*Coffea arabica* L.) y su efecto en la fertilidad del suelo y el rendimiento del café oro, Masatepe, Masaya. La Calera. 12(18):29-36.
- Montesinos, C. 2008. Diagnóstico e identificación preliminar de especies vegetales y animales silvestres de la comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madriz. Universidad Nacional Agraria. Tesis, Ing. Agr. Managua, NI. 120 p.
- Mutscher, H. 1997. Measurement and Assessment of Soil Potassium. International Potash Institute. Bern, Switzerland. 102 p.
- Querol L, D; Benavides G, A.; Cisne Contreras, J; Morán C, J; Nieto R, F; Schauppenlener, T; Yepes F. 2014. Cambiando Mentes y Estructuras: Manual del Curso Diagnóstico Participativo Integral Rural. 1ª. Edición. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 200 p. www.departir.net
- Raimundini, SL., Bianchi, M; Santos, NA; Lopes Fávero, LP; Schmidt P. 2009. Percepções sobre o ensino da contabilidade introdutória para não contadores: A perspectiva dos discentes das universidades federais do estado do Rio Grande do Sul. Brasil. Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade (REPEC), 3(3):85-105.
- Sánchez Vergara, MA; Etchevers Barra, JD. 2006. Relación entre el uso de la tierra y su fertilidad en las laderas de la sierra Norte de Oaxaca, México. Agrociencia, 40(5):557-567. Colegio de postgraduados, México.
- Sánchez B; Ruiz, M; Ríos, MM. 2005. Materia orgánica y actividad biológica del suelo en relación con la altitud, en la cuenca del río Maracay, Estado Aragua. (en línea). Agronomía Trop. 55(4):507-534. Disponible en <http://www.scielo.org.ve/pdf/at/v55n4/art04.pdf>.