
CIENCIAS AMBIENTALES

Temáticas para el Desarrollo

Volumen IV

Jesús Ruiz Careaga

Rosalía Castelán Vega

Víctor Tamaríz Flores

Miguel Ángel Hernández Espinosa

Editores

Autonomía Universitaria

1956-2010

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Dirección de Fomento Editorial

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Enrique Agüera Ibáñez

Rector

José Ramón Eguibar Cuenca

Secretario General

Lilia Cedillo Ramírez

Vicirectora de Extensión y Difusión de Cultura

Carlos Contreras Cruz

Director de Fomento Editorial.

Captura: María Eugenia Valdés Montes

Primera Edición: 2010

ISBN 978 607 487 151 7

D. R. © Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Dirección de Fomento Editorial

2 Norte 1404

Teléfono 2 46 85 59; Fax: 2 46 85 96

Puebla, México

Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida sin la autorización escrita de la Institución antes mencionada.

La calidad y resultados de los trabajos son responsabilidad de los autores.

Impreso y hecho en México

Printed and made in México.

**CORRELACIÓN DE ÍNDICADORES DE CALIDAD DEL SUELO EN LA PORCIÓN SUROESTE DEL
ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO.**

Enrique Cruz Chávez¹

Otilio A. Acevedo-Sandoval²

Misael E. Cruz-Sánchez²

Francisco Prieto García³

1. Postgrado en Ciencias Ambientales, ICBI, CIQ.
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo,
México. Cd. Universitaria, Carr. Pachuca-Tulancingo km. 4.5,
Col Carboneras, Pachuca de Soto, Hidalgo, México.
ecruz@uah.edu.mx

2. Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra y Materiales,
ICBI. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

3. Centro de Investigaciones Químicas,
ICBI. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

Resumen

A finales de la década de los 70's inicio la formulación y desarrollo de indicadores de calidad ambiental, con el objeto de medir su desempeño ambiental en el contexto de tomas de decisiones. Actualmente el desarrollo de indicadores de calidad ambiental en suelos, son relativamente escasos, algunos de ellos son utilizados frecuentemente para la evaluación cualitativa en el diagnostico en procesos de productividad agrícola, siendo punto clave para establecer criterios que con lleven hacia una visión de manejo sostenible. El objetivo del presente trabajo es identificar el índice de calidad del suelos (ICS) con pH ácido, al considerar factores químicos al emplear una correlación múltiple. Los resultados siguieren como índice de calidad en suelos ácidos la relación absorción de fósforo y Óxidos de Fe ($R=0.78^*$) bajo extracción selectiva la más alta para este tipo.

Palabras claves: adsorción de fosforo, óxidos de Hierro, índice, calidad de suelos.

Abstract

Evaluation of environmental quality during the last decade from 70's was shaped with an objective to analyze the various methods after different decisions. Actually, the development of indicators for assessing the environmental quality in soils is relatively very short. However, some of the evaluation techniques for diagnostic process of agricultural development are utilized in agricultural productivity and have established criteria for a future vision in sustainable management. In the present article we identified the quality of soils (QS) with acidic pH, considering various physico-chemical parameters with relation to correlation matrix. The present results suggest that absorption of iron oxides with phosphorous ($R=0.78^*$) is a selective method in these type of study.

Key words: absorption of phosphorous, iron oxides, indicator, quality in soils.

Introducción

El suelo se concibe como el medio ideal para el establecimiento de plantas y como cuerpo natural independiente donde existe continuo intercambio de materia y energía al estar compuesto por sólidos como la materia orgánica y los minerales, así como líquidos y gases que actúan en su superficie. El descuido que históricamente ha recibido el suelo, ha dado pauta a la degradación del mismo y a una serie de alteraciones que con llevan al decremento de sus propiedades y por ende la productividad de los mismos. La degradación de los suelos actualmente se ha centrado en los mecanismos de remediación y diagnósticos de pérdida de fertilidad de los suelos, contaminación de metales pesados, salinización y la acidificación, este último factor limita la producción de los cultivos ocasionando no solo esta afectación, si no la movilización de aluminio a suelos y mantos acuíferos, así como la inmovilización de fosforo y absorción de metales tóxicos por las plantas, todos ellos que influyen en la calidad del suelo. (Acevedo, 2001).

Molina y Domínguez, (1992) mencionan que la acidez del suelo se origina principalmente por el desplazamiento de los radicales básicos de calcio, magnesio, sodio y potasio, tanto del complejo de intercambio como de la solución del suelo y su sustitución por iones hidrógeno o aluminio.

Arteta (1991) menciona que valores bajos de pH, en un suelo pueden promover el contenido de cantidades tóxicas de ciertos elementos y se considera que esta toxicidad, es responsable de un desarrollo pobre de las plantas. Las propiedades que se ven afectadas por la acidez son cuantificables e interfieren directamente en la calidad del suelo y tales propiedades pueden ser utilizadas como indicadores de calidad, teniendo en cuenta que las variables a

seleccionar no será tarea fácil en la selección, dado que tendrán que proporcionar una visión del estado que guardan estos y que sean congruentes con su dinámica, tiempo y espacio, así como su escala y magnitud donde se aplicará (parcela, cuenca, región, etc.) (Bouma, 1997, Li y Lindstrom, 2001). Los atributos y/o propiedades que corresponden a un suelo de calidad, según la apreciación de los agricultores y algunos autores como Seybold *et al.*, (1997), corresponden más al funcionamiento del suelo (producción), que a parámetros cuantitativos. La estimación de la calidad de los suelos en forma descriptiva por los agricultores se basa en parámetros cualitativos prácticos (rendimiento en los cultivos y recuperación) la valoración y monitoreo de la calidad tanto por productores como por investigadores directamente en el campo se basa en la apreciación, descripción caracterizando sus suelos de manera particular. (Harris & Bezdicek, 1994 y Ortiz, 1999).

Materiales y Métodos

Características del área zona de estudio.

El área de estudio se ubica en el municipio de Acaxochitlán, Hgo. México, se localiza entre las coordenadas 20° 10' 53" Y 20° 13' 40" de latitud norte y 98° 12' 35" Y 98° 15' 35" de longitud oeste, a 2,300 m.s.n.m. Esta zona se ubica dentro de la provincia geológica de la Faja Volcánica Transmexicana del Cenozoico y ambiente geotectónico de arco continental (Ortega et al., 1992). Las muestras analizadas se encuentran en la Formación Atotonilco El Grande, constituidas por Rocas basálticas del periodo terciario, compuestas por fenocristales de olivino (20%), augita (10%), óxidos de Fe-Ti (5%) y andesina (3%), el resto lo constituye la matriz, representada por un intercrecimiento de microfenocristales de andesina y augita (Castro-García y Córdoba, 1994; INEGI, 1997).

El clima (Cm) templado húmedo con abundantes lluvias en verano, precipitación anual de 1,200 mm y temperatura media de 15.5°C, (Diario Oficial del Estado de Hidalgo, 2001). En la región de estudio el uso dominante del suelo es forestal, donde la vegetación que predomina es *Quercus spp*, *Pinus teocote*, cultivo de maíz (*Zea maíz*), *Pinus patula*, los bosques en general presentan una alta perturbación por actividad antropogénica.

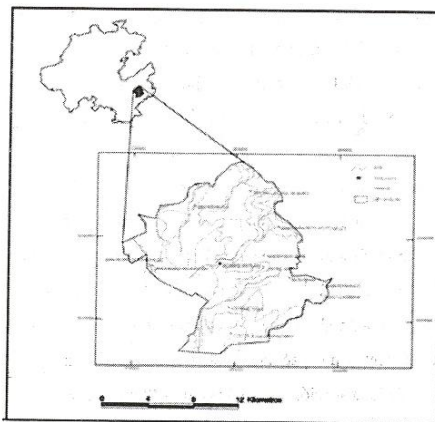


Figura.1 Mapa de localización de la porción suroeste del estado, Municipio de Acaxochitlán, Hidalgo.

Características de muestreo y recolección de muestras en la zona de estudio.

La selección de cada muestra de suelo se realizó a partir de fotointerpretación, fotografías aéreas, pancromáticas, blanco y negro, escala 1: 30,000 (Van Zuidam, 1979), esta fase se complementó con recorridos por la zona de estudio.

En muestreo aleatorio, se colectaron 9 submuestras en la capa arable con una profundidad de 0-20 cm., se homogeneizaron formando una muestra compuesta, realizando 2 cuarteos sucesivos para una muestra compuesta final de 2 kg., para cada punto de muestreo, se colectaron un total de 14 muestras compuestas de suelo.

Los métodos empleados para determinar las propiedades químicas se efectuaron según el Soil Survey Laboratory Methods Manual (Soil Survey Staff, 2006) y la NOM-021-RECNAT-2000 para cada muestra compuesta, las variables analizadas se muestran en el Tabla 1, todos los análisis se realizaron por triplicado promediando el resultado de estos. La extracción de óxidos lábiles de Si, Al y Fe se llevó a cabo empleando el método de Mehra y Jackson (1960) y Smith (1994). Tabla 2. Los óxidos de Si, Al y Fe presentes en la disolución se determinó mediante espectrometría de emisión en plasma de inducción acoplado, (ICP) marca Perkin Elmer 3000, modelo Lambda 2S. La capacidad de retención de fósforo se determinó acuerdo a (Blakemore, 1978).

Identificación y selección de propiedades químicas.

Para efectos de identificación de indicadores de calidad se consideraron características morfológicas del suelo y descripción del paisaje junto con algunas evidencias de manejo en los sitios de muestreo. Las propiedades químicas fueron cuantificadas y partiendo de estas se seleccionaron solo aquellas que se considero el grado de correspondencia el cual tiene mayor influencia sobre la calidad y afectación del suelo, al cual se le considera indicador.

Resultados y Discusión

En el análisis estadístico exploratorio de datos de muestras de suelos se establecieron los valores estadísticos descriptivos tales como la media, desviaciones, número total de observaciones y considerando que la distribución resulto sesgada se practico una transformación logarítmica a los datos con lo que se logro que la distribución se aproximara a la normalidad. Los cálculos subsecuentes fueron efectuados sobre los valores ajustados. Tras la correlación múltiple (de las propiedades químicas y disolución selectiva se muestra una correlación positiva ($R=0.78^*$) para un factor principalmente, esto es, la relación entre % de retención de fosforo y % de Fe extraído con Ditionito. Así mismo el hierro como goethita (óxido de hierro cristalino), evidencia una buena aireación, una temperatura y humedad adecuada, además de un alto potencial reductor-oxidante en el suelo (Acevedo *et al.* 2004, Smith, 1994). La fijación de P, se encuentra más estrechamente vinculada con la superficie de reactividad de los óxidos de Hierro libres que propiamente a su contenido de hierro total, siendo que el Fe es un indicativo de estos. Los valores de Fe y Al lábil, sugieren que los procesos de intemperismo en los procesos de formación de los suelos estuvieron sujetos a intemperización agresiva dada por las características de color y óxidos presentes. de acuerdo a la geología de rocas basálticas de la Formación Atotonilco El Grande y condiciones climáticas, propiciando el lavado de bases intercambiables ausentes en las muestras analizadas.

Se observa tendencia clara de aumentar la capacidad de la adsorción de P ligada a la meteorización. Esta asociación entre los cambios en capacidad de la adsorción de P y los cambios en fracciones P del suelo sugieren una variación

durante el desarrollo del ecosistema.

Tabla 1. Propiedades químicas de suelos de la porción suroeste del estado de Hidalgo.

MUESTRA	H ₂ O 1:2.5	KCl 1:2.5	M. O.		**CIC	Na	K	Ca	Mg	Saturación de bases %
			C org. (%)							
M ₁ A	5.27	4.15	2.07	1.20	20.24	0.49	0.94	0.60	2.81	23.93
M ₂ A	5.12	4.14	2.26	1.31	25.40	0.46	1.73	0.75	4.49	29.25
M ₃ A	5.48	4.47	10.81	6.28	36.24	0.42	1.53	1.17	5.52	23.87
M ₄ F	5.18	4.24	5.00	2.90	26.56	0.43	0.88	0.82	0.38	9.44
M ₅ F	5.25	4.34	10.01	5.80	14.72	0.27	0.50	0.54	2.94	28.89
M ₆ F	5.40	4.44	15.99	9.27	25.36	0.39	0.50	0.63	2.96	17.67
M ₇ A	5.89	5.15	14.09	8.18	22.80	0.32	0.56	1.26	6.32	37.11
M ₈ F	5.16	4.30	20.24	11.74	26.32	0.30	0.14	0.43	0.43	4.97
M ₉ F	5.82	5.00	6.38	3.70	15.92	0.28	0.46	0.92	3.71	33.73
M ₁₀ A	5.67	4.80	5.00	2.90	17.04	0.26	0.27	0.49	2.04	17.94
M ₁₁ A	5.51	4.39	2.65	1.53	15.28	0.26	0.44	0.69	1.85	21.18
M ₁₂ A	6.47	5.71	0.57	0.33	21.12	0.39	2.03	1.08	4.19	36.40
M ₁₃ F	5.89	4.84	13.11	7.60	30.16	0.32	1.07	1.14	5.30	25.93
M ₁₄ F	5.31	4.53	7.76	4.50	20.00	0.26	0.28	0.85	1.43	14.06

** Capacidad de Intercambio Cationico

Tabla 2. Extracción selectiva de óxidos de hierro, aluminio y sílice.

MUESTRA	Fed	Ald	Sid	& Fep	Alp	Sip	# Feo	Alo	Sio
M1 A	65.71	15.34	13.62	42.66	218.02	435.56	16.68	17.79	65.23
M2 A	88.45	22.19	18.68	83.42	391.17	776.18	14.77	23.21	67.17
M3 A	184.07	83.05	21.48	22.42	83.05	83.79	34.7	94.09	69.783
M4 F	169.84	67.11	17.13	35.14	161.01	224.07	25.44	87.72	77.24
M5 F	169.66	99.55	14.47	44.45	183.44	198.91	21.55	80.38	68.79
M6 F	122.21	236	76.43	29.63	155.45	61.35	36.7	206.15	104.63
M7 A	128.92	187.8	35.01	11.76	91.95	24.8	44.28	228.77	121.67
M8 F	108.51	346.123	129.36	39.48	224.97	66.58	52.77	304.41	128.03
M9 F	223.65	145.53	20.95	54.7	253.52	204.37	21.12	78.68	70.45
M10 A	134.43	116.79	39.49	27.71	101.59	77.3	44.05	103.89	82.98
M11 A	113.43	37.61	41.25	31.33	168.61	271.18	23.65	34.18	65.13
M12 A	104.21	60.99	53.21	54.34	265.48	472.12	13.07	19.35	68.26
M13 F	91.14	132.55	68.16	11.63	90.93	43.31	18.17	173.15	124.9
M14 F	152.29	132.74	52.55	17.23	127.91	103.48	28.07	170.55	110.42

Feo, Alo, y Sio = Hierro, aluminio, y silicio extraídos por oxalato ácido de amonio (Smith, 1994).

*Fed, Ald y Sid = Aluminio, hierro y silicio extraídos por ditionito citrato bicarbonato (Mehra y Jackson, 1960)

& Fep, Ald y Sip = Hierro, aluminio y silicio extraídos por pirofosfato de sodio (Smith, 1994).

Se presentan datos de propiedades químicas de 14 muestras seleccionadas y porcentajes de extracción selectiva para Fe, Al y Si. (Tabla 1 y Tabla 2). Tras la correlación múltiple de las propiedades químicas y disolución selectiva se muestra una correlación positiva para un factor principalmente.

Conclusiones

- 1.- A través del análisis estadístico se pudo constatar la correlación entre el % de Retención de Fósforo y los Óxidos de Hierro lábiles, los cuales bajo los antecedentes bibliográficos se describe su comportamiento, lo cual justifica su utilización como índice de calidad en suelos ácidos con material parental de rocas basálticas.
- 2.- Conforme a lo esperado, las variables químicas de los suelos aportaron información complementaria en los puntos donde las bases intercambiables son bajas debido al lavado de las mismas.
3. Se aporta un índice de calidad para suelos ácidos dada la matriz con minerales de tipo goethita y hematita.

Agradecimientos

Al CONACyT por la beca otorgada, así como a las autoridades del Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería de la UAEH por su apoyo en la liberación de carga académica para la conclusión de estudios de posgrado.

Referencias Bibliográficas

- Acevedo Sandoval, Otilio, A., (2001). Suelos ácidos., XIX Curso Internacional de Edafología.
- Arteta, R. L., (1991). Nueva edafología Regiones tropicales y áreas templadas de México. Segunda edición. Distribuciones Fontamara, S. A.
- Cepeda, D. J. M. (1991). Química de suelos, Trillas 2ª edición. Ed. México. 167 p.
- Bouma, J. (1997). Soil environmental quality: a european perspective. *J. Environ. Qual.* 26:26-31.
- Blakemore, J.G., (1978). Exchange complex dominated by amorphous material (ECDAM). In: *Tha andisol proposal*. G.D. Smith (ed.) Nueva Zelanda.
- Fassbender, H. W. y Bornemisz, E., (1987). Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina. IICA. San José, Costa Rica.
- Harris, R. F., and Bezdicek, D. F. (1994). Descriptive aspects of soil quality. In: J. W. Doran, D. C. Coleman, D. F. Bezdicek, and B. A. Stewart. (eds.), *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. SSSA Spec. Pub. No. 35. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
- Li, Y., and M. J. Lindstrom. (2001). Evaluating soil quality-soil redistribution relationship on terraces and sep hillslope. *Soil Sci. Am. J.* 65:1500-1508
- Molina F. C. y Domínguez G.R., (1992), Respuesta del maíz al encalado en suelos ácidos (alfisoles y andisoles) en el estado de México., Universidad Autónoma Chapingo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Mehra, O.P., and Jackson, M.L. (1960). Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Clay and Clay Minerals* 74:421-429.
- Ortiz S., C. A. (1999). Los levantamientos etnoedafológicos. Tesis Doctoral. C. P., Montecillo, México.
- Ortega, G.F., L.M. Mitre S., J. Roldan Q., J. Aranda G., D.J. Morán Z., S. Alanís A, y A. Nieto S. (1992). Carta

ra
ie

Geológica de la República Mexicana. Esc. 1: 2 000 000, con texto explicativo. 5ª Ed. Consejo de Recursos Minerales Instituto de Geología, U.N.A.M., México, D.F.

Seybold, C. A., M. J. Mausbach, D. L. Karlen, and H. H. Rogers. 1997. Quantification of soil quality. In: The soil quality concept. 1998. Bull. Edited by The Soil Quality Institute, USDA, NRCS, USA.

Smith, B.F.L. (1994). Characterization of poorly ordered minerals by selective chemical methods. In: M.J. Wilson, (ed) Clay mineralogy spectroscopic and chemical determinative methods. Chapman and Hall, London. 333-357.

Soil Survey Staff, (2006). Keys of Soil Taxonomy. United States Department of Agriculture and Natural Resources Conservation Service. Tenth Edition. USA.

Van Zuidam, R.A. (1979). Terrain analysis and classification using aerial photographs a geomorphological approach. Enschede, Netherlands, International Training Center, 186 p.

Ciencias Ambientales
Temáticas para el Desarrollo
Volumen IV
Jesús Ruíz Careaga
Rosalía Castelán Vega
Victor Angel Hernández E.

Impreso en:
Código Gráfico
Año 2010

J. Mauro García Barraeta
Calle Acatita de Bajan No. 5727-3
Col. Los Angeles Mayorazgo
C.P. 72440 Puebla, Pue. México
Tel.: (222) 2-66-72-07
Fax (222) 2-37-30-63

La edición consta de 100 ejemplares