

# CARACTERIZACIÓN EDAFOLÓGICA AL SURESTE DE LA CUENCA DE COINTZIO, MICHOACÁN

<sup>(1)</sup>María Alcalá De Jesús, <sup>(2)</sup>Christian Prat, <sup>(1)</sup>Adriana Ramos Ramírez, <sup>(3)</sup>Claudia Hidalgo Moreno, <sup>(1)</sup>Arcelia Cabrera González, <sup>(1)</sup>Victor H. Garduño Monroy.

<sup>(1)</sup>Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo ([maalcala@terra.com](mailto:maalcala@terra.com)). <sup>(2)</sup>IRD-LTHE, Francia/UNAM-CIECO México. <sup>(3)</sup>Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. México.

**INTRODUCCIÓN.** Al sur de la Cuenca de Cointzio, los recursos naturales presentan un deterioro avanzado; en gran parte, la deforestación y el sobrepastoreo de esta zona ha provocado una reducción en la infiltración de agua de lluvia y un incremento en el arrastre de suelo que contribuye en el azolve de la presa de Cointzio, la cual es de especial importancia, debido a que abastece de agua a la ciudad de Morelia. Por ello, actualmente un grupo interdisciplinario de investigadores realizan estudios e implementan acciones de trabajo para manejar adecuadamente a estos recursos (Proyecto SEMARNAT Degradación y Restauración del suelo con enfoques participativos en la Cuenca de Cointzio, Michoacán): Degradación y rehabilitación del suelo y agua (1); Gully-banks rehabilitation usin vegetal covers (2); Soil losses in experimental plots in Andosols and Acrisols (3); Uso de Suelo y agua en comunidades de la Cuenca (4); Pérdidas de suelo, agua y nutrimentos en parcelas experimentales con sistemas agrícolas de año y vez y alternativos en un Acrisol (5); Primeros resultados relacionados con las propiedades ándicas de los suelos (6); Dinámica de la erosión de una cárcava de la microcuenca Atécuaro (7).

Un requisito previo que debe considerarse en todo proyecto relacionado con el uso y manejo del suelo, es contar con información sobre las propiedades de éste, sin embargo, sólo se cuenta con la carta edafológica publicada por DETENAL (8), la cual proporciona pocos datos y no está vigente. El objetivo del presente trabajo es realizar una caracterización de la morfología y, las propiedades físicas y químicas de los suelos al sureste de la Cuenca de Cointzio para contar con una base de datos confiable y actualizada como referencia para su posterior clasificación taxonómica y para la toma de decisiones encaminadas a un uso y manejo sustentable.

**MATERIALES Y MÉTODOS.** La zona de estudio se localiza al Sureste de la Cuenca de Cointzio, Mpio. de Morelia, Michoacán. Se encuentra en la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico Transmexicano dentro de la subprovincia de Mil cumbres. Entre los paralelos

19° 35' y 19° 27' N, y los meridianos 101°19' y 101°18' W (Figura 1). El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano; la temperatura media anual es 13.8°C y la precipitación anual de 1002 mm. En orden de abundancia, el material geológico es Basalto y Andesita con lavas fechadas en 13 Ma. También existen coignimbritas (brechas) muy fracturadas y alteradas del Mioceno (9). Se seleccionaron once sitios de muestreo con base en un empalme cartográfico (suelo, geología, uso del suelo, pendiente, hidrología) y un gradiente altitudinal (2200 m a 2420 m). Se describió el sitio de trabajo; se cavaron perfiles de 2 m de profundidad para describir la morfología de los suelos (10) y se realizaron análisis físicos y químicos de éstos (11).



Figura 1. Área de trabajo, al Sureste de la Cuenca de Cointzio, Michoacán.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

**Características ambientales.** De acuerdo con el gradiente altitudinal existen tres grupos de suelos (Figura 2).

Grupo 1. En general, estos suelos se localizan en zonas de depósito de ceniza volcánica, en altitudes mayores a los 2250 m y en laderas de loma de vocación forestal de pino y encino, sin embargo, a varios de ellos se les destina al cultivo de maíz, lo que influye en la pérdida de suelo y en la modificación de sus propiedades físicas. La pendiente es variable y oscila de 10% a 25%.

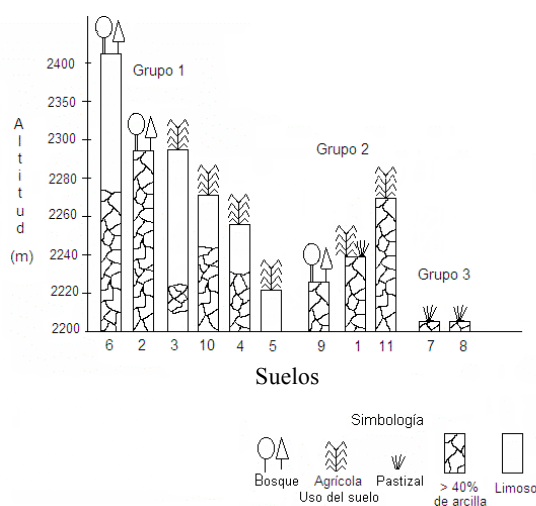


Figura 2. Posición de los suelos de acuerdo con la Altitud.

**Grupo 2.** Se presentan entre los 2230 m y 2270 m de altitud en laderas de loma y en meseta, con uso agrícola (maíz) y forestal (pino). La pendiente varía de 5% a 15%.

**Grupo 3.** Se encuentran a 2205 m y en las zonas de valle destinadas al pastoreo y con pendientes menores de 5%. Estas zonas son de riego y con frecuencia se inundan.

**Morfología. Color.** Todos los suelos son pardo oscuros en los horizontes superficiales, debido a la mezcla que tienen con la materia orgánica humificada. En el Grupo 1, además existen pardo amarillento oscuro y pardo rojizo oscuro. En los demás grupos, el color es pardo rojizo oscuro en la mayor parte de su espesor. En el Grupo 3 se hacen notar colores rojizos y verdosos, debido a condiciones de hidromorfismo.

**Estructura.** En el Grupo 1, la estructura es granular con desarrollo débil a fuerte en algunos horizontes superficiales de suelos de bosque. En zonas agrícolas ésta propiedad aún se conserva a pesar del cambio de uso de bosque a agrícola. (12) proponen que el origen de esta estructura se debe a la acumulación y descomposición de la materia orgánica, exudado de raíces y mesofauna. En la profundidad del Grupo 1 y en los demás grupos, la estructura es poliédrica subangular de débil a fuertemente desarrolla.

**Consistencia.** En la mayoría de los horizontes del Grupo 1, la consistencia es de blanda a ligeramente dura; en húmedo es untuosa y no se adhiere a los dedos. La untosidad se debe a los materiales amorfos como el alofano (13), característico de propiedades ándicas. En los

demás Grupos, la consistencia es de ligeramente dura a dura.

**Características físicas. Textura.** La textura franco limosa domina en los suelos del Grupo 1, característica de propiedades ándicas, excepto el P2. En los demás grupos existe una combinación de texturas, franco arcillo limosa, arcillosa y arcillo limosa. La arcilla oscila de 40% a 80%. Los suelos del Grupo 2 son similares a los suelos profundos del Grupo 1, lo cual sugiere que en este último grupo existen suelos enterrados.

En todos los suelos, la distribución de la arcilla con la profundidad es irregular, debido a una discontinuidad de materiales por tratarse de depósitos de ceniza volcánica (Grupo 1) y por encontrarse en las zonas más bajas de la cuenca en donde se deposita material que proviene de las áreas más altas.

**Densidad aparente (Dap).** En los primeros 40 cm de espesor del Grupo 1, la Dap de la mayoría de horizontes es menor de  $0.9 \text{ g cm}^{-3}$ , característico de propiedades ándicas. Estas se confirman con la prueba de pH en NaF que oscila entre 9.4 y 10.1, indicador de la presencia de alofano, producto del intemperismo de la ceniza volcánica (14). (15) hace notar que la densidad aparente baja se atribuye a los microagregados estables con alta porosidad y de manera parcial, al alto contenido de humus. En los demás grupos, y en la profundidad del Grupo 1, la Dap es mayor de  $1.0 \text{ g cm}^{-3}$ , asociado a materiales arcilloso de diferente naturaleza.

**Características químicas.** En los Cuadros 1 al 3 se presentan las propiedades físicas y químicas de los suelos.

**Carbono Orgánico.** El C. O. de todos los grupos de suelo es de 2.0% a 5.8% en los primeros 30 cm de espesor, excepto el P5 (7.5% promedio). En la mayoría, disminuye regularmente hasta los 75 cm (0.25%) de profundidad para aumentar cuando existe discontinuidad litológica. En el P4 incrementa a los 33 cm característico de propiedades flúvicas.

**Reacción del suelo.** En la superficie de algunos suelos, los porcentajes de C. O. son más altos e influye en un pH más ácido. Valores menores de 6% se observan en los Grupos 2 y 3, sin embargo no se relaciona con el C. O.

Entre los perfiles no se aprecia que los horizontes con más C. O. tengan los pH más ácidos, debido a

## GRUPO 1

Cuadro 1. Propiedades físicas y químicas de los suelos

Prof	Text			Clase	Dap	pH		C O	
	A	L	R			Tex	1:2.5		1:2.5
							H2O		NaF
Cm	-	%	-		g cm <sup>-3</sup>		%		
<b>P3</b>									
0-20	14.85	70.37	14.78	FL	Nd	5.96	10.0	5.22	
20-45	19.85	64.16	15.99	FL	0.82	6.17	9.9	4.69	
45-85	10.07	59.43	30.50	FRL	0.76	6.25	9.8	3.48	
85-130	8.05	68.67	23.28	FL	1.11	5.72	9.7	1.93	
<b>P5</b>									
0-20	10.75	73.26	15.99	FL	0.80	6.5	10.2	7.76	
20-40	10.35	76.09	13.56	FL	0.78	6.57	10.0	6.88	
40-60	13.90	74.97	11.13	FL	0.75	6.7	10.3	6.60	
60-90	10.00	81.30	8.70	L	0.77	6.8	10.1	5.62	
90-115	9.45	83.46	7.09	L	0.66	6.68	10.0	4.27	
135-200	13.15	78.55	8.30	FL	0.59	6.93	10.0	5.58	
<b>P10</b>									
0-10	20.60	62.19	17.21	FL	0.94	Nd	9.6	5.80	
10-30	20.95	65.49	13.56	FL	0.98	6.0	9.7	4.87	
30-50	18.25	63.33	18.42	FL	0.94	6.25	9.4	2.71	
50-80	11.72	65.56	22.72	FL	0.98	6.55	7.9	0.90	
> 80	16.11	37.78	46.11	R	1.20	6.55	7.7	0.31	

Horiz = símbolo del horizonte; A = arena; L = limo; R = arcilla; Dap = densidad aparente; CO = carbono orgánico; MO = materia orgánica; CIC = capacidad

la abundancia de cationes intercambiables, principalmente Ca y Mg que influyen en el aumento del pH.

**Cationes intercambiables.** En todos los grupos el Ca y Mg son dominantes y más altos en la superficie, éstos disminuyen regularmente con la profundidad. En los Grupo 2 y 3 los valores varían irregularmente desde la superficie del suelo y tiene relación con la discontinuidad de materiales como en el caso del Grupo 3 localizados en las partes más bajas de la cuenca

**Aluminio y hierro (oxalato ácido de amonio), y Retención de fosfatos (RF).** Los porcentajes de Al + ½Fe en el Grupo 1 son mayores de 2.0% (P2 y P3) en donde la RF es mayor de 85%. Estas propiedades se relaciona con pH en NaF mayores de 9.5 y densidades aparentes bajas (< 0.9 g cm<sup>-3</sup>) que indican la formación de propiedades ándicas.

Los demás suelos del grupo aunque presentan estas propiedades contienen menos de 2% de Al + ½Fe, lo cual sugiere la presencia de propiedades vítricas. Un menor contenido de Al y Fe puede deberse a un proceso de intemperismo poco avanzado del material original.

**CONCLUSIONES.** Los suelos del Grupo 1 son pardos oscuros en la superficie, limosos y de estructuras granulares; presentan propiedades

## GRUPO 1

Bases		Intercam			Alo +		
Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	CIC	SB	½ Feo	RF
		cmol(+) kg <sup>-1</sup>					
					%		
<b>P3</b>							
7.81	1.42	1.36	0.05	34.4	30.90	2.50	98
7.39	1.28	1.87	0.08	33.9	31.35	2.39	96
6.45	1.33	0.89	0.11	30.4	28.89	0.77	95
3.78	2.75	0.36	0.21	27.2	26.10	1.15	98
<b>P5</b>							
12.11	1.75	1.82	0.13	36.7	43.04	1.53	99
11.26	1.47	1.04	0.00	32.6	42.32	1.38	99
12.96	1.63	0.83	0.08	35.7	43.45	1.51	99
10.47	1.72	0.64	0.03	30.0	42.90	1.38	99
6.51	1.66	0.77	0.06	27.1	33.26	1.42	99
5.71	1.25	0.79	0.83	26.2	32.83	1.16	99
<b>P10</b>							
2.15	0.42	0.09	0.00	14.7	18.06	1.18	97
2.28	0.42	0.06	0.05	14.6	19.24	1.33	98
3.22	0.66	0.05	0.12	14.2	28.45	1.31	96
3.25	0.70	0.03	0.02	13.4	29.69	0.69	82
3.69	1.01	0.10	0.08	6.8	71.48	0.36	63

de intercambio catiónico; SB = saturación de bases; RF = retención de fosfato; Alo, Feo y Sio = aluminio, hierro y sílice extraídos con oxalato ácido.

ándicas y vítricas en los primeros 60 cm de espesor. A mayor profundidad, los suelos son pardo rojizos con alto contenido de arcilla. Éstos últimos son similares a los suelos encontrados en la superficie de los del Grupo 2 y 3. En el Grupo 3, además se presentan condiciones de hidromorfismo. En todos los suelos se presenta discontinuidad de materiales ocasionado por los constantes depósitos.

**LITERATURA CITADA.** 1. Bravo E. M., C. Prat. L. Medina, F. García. 2006. Degradación y rehabilitación en la Cuenca de Cointzio, p. 27. 2. Serrato B., B. E., M Bravo E. L. Medina O. and L. E. Fregoso T. 2006. Gully-banks rehabilitation using vegetal covers, p. 48. 3. Medina O., L. E., M. Bravo E., C. Prat, and B. Serrato B.. 2006. Soil losses in experimental plots in Andosols and Acrisols in the Cointzio basin. p 62. 4. Bustos, P., M. Núñez y G. Barrera. 2006. Uso de suelo y agua en comunidades de la cuenca de Cointzio: ¿Hacia un futuro sustentable o de conflicto?. Todas Publicadas en el IVth International Sympos on deteriorated volcanic soils. Mich.-Tlaxcala. 5. Medina O., L. E. 2006. Pérdidas de suelo, agua y nutrientes en parcelas experimentales con sistemas agrícolas de año y vez y alternativos en un Acrisol Mich. Tesis de Maestría. Colegio de Postg. 77 pp. 6. Alcalá de J. M., C. Prat., A. Cabrera, A. Ramos, C. Hidalgo. 2006. Primeros resultados relacionados con las propiedades ándicas de suelos de la cuenca de Cointzio, Mich.

## GRUPO 2

Cuadro 2. Propiedades físicas y químicas de los suelos

Prof	Textura			Clase	Dap	pH 1:2.5 H2O
	A	L	R			
Cm	-	%	-	Tex	g cm <sup>-3</sup>	
<b>P1</b>						
0-11	5.20	55.73	39.07	FRL	1.48	5.84
11-30	2.80	21.69	75.51	R	1.54	5.69
30-45	2.75	22.96	74.29	R	1.37	5.48
45-70	2.55	19.11	78.34	R	1.52	5.44
70-102	2.70	22.20	75.10	R	1.56	5.51
102-122	7.80	13.05	79.15	R	1.67	5.47
122-146	3.30	23.22	73.48	R	1.56	5.17
146-180	2.10	26.85	71.05	R	1.60	5.33
180-205	3.95	22.57	73.48	R	1.42	5.43
<b>P7</b>						
0-25	0.50	37.96	61.54	R	1.32	4.74
25-40	0.55	33.05	66.40	R	1.46	4.88
40-60	9.70	35.64	54.66	R	1.17	5.41
60-80	12.40	29.30	58.30	R	1.14	5.40
80-85	1.30	43.23	55.47	RL	1.33	5.37
> 85	1.50	36.96	61.54	R	1.15	5.43

## GRUPO 3

Cuadro 3. Propiedades físicas y químicas de los suelos

Prof	Textura			Clase	Dap	pH 1:2.5 H2O
	A	L	R			
Cm	-	%	-	Tex	g cm <sup>-3</sup>	
<b>P9</b>						
0-19	8.10	51.82	40.08	RL	1.14	5.15
19-36	2.60	22.50	74.90	R	1.48	5.75
36-76	3.95	30.87	65.18	R	1.57	Nd
76-99	3.50	29.50	67.00	R	1.58	6.6
99-146	5.40	35.29	59.31	R	1.59	6.55
<b>P11</b>						
0-10	3.33	39.76	56.91	R	1.30	5.55
10-30	6.28	30.07	63.65	R	1.39	5.80
30-60	4.06	26.89	69.05	R	1.56	6.45
> 60	3.33	69.90	26.77	FL	1.48	6.00

XXXIII Congreso Nal. Ciencia Suelo. Cd. Victoria, Tamaulipas. **7.** Bedolla, O. C. 2007. Dinámica de la erosión de una cárcava de la Microcuenca de Atécuaro, Mich. Tesis Maestría. Facultad Biología. U. M. S. N. H. 87 pp. **8.** DETENAL. 1979. Carta edafológica E14A23-E14A33.1:50 000. Morelia. **9.** Garduño M. V.H. 1999. El vulcanismo del Mioceno-Pliocuaternario de Mich. *In*: Carta Geológica de Michoacán esc: 1:250 000. **10.** Cuanalo C. H. 1990. Manual/descripción de suelos. 3ª ed. **11.** ISRIC 1995. Proced. para análisis de suelos *In* van Reeuwijk (Ed). Procedures for Soils Analysis. México.

## GRUPO 2

C O	Bases		Intercambiab			
	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	CIC	SB
%	-	-	cmol(+) kg <sup>-1</sup>	-	-	%
<b>P1</b>						
3.24	7.66	2.82	1.40	0.03	26.3	45.23
1.04	3.28	2.82	0.34	0.02	20.7	31.15
0.60	2.39	2.53	0.17	0.06	18.3	28.16
0.47	1.75	2.59	0.15	0.30	17.7	27.13
0.25	1.13	1.80	0.10	0.07	18.4	16.87
0.19	1.19	1.61	0.12	0.02	18.7	15.68
0.21	1.06	1.55	0.11	0.00	17.1	15.93
0.35	1.12	0.91	0.12	0.17	18.0	12.85
0.40	1.38	1.64	0.06	0.00	17.7	17.41
<b>P7</b>						
3.40	3.44	1.54	0.06	0.13	25.3	20.40
2.47	4.92	2.53	0.03	0.17	26.2	29.24
1.37	6.32	2.94	0.04	0.22	22.4	42.64
0.55	5.40	2.75	0.04	0.15	19.5	42.69
0.68	4.72	2.43	0.07	0.31	19.8	37.96
0.82	5.08	2.45	0.03	0.12	21.7	35.36

## GRUPO 3

C O	Bases		Intercam			
	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	CIC	SB
%	-	-	cmol(+) kg <sup>-1</sup>	-	-	%
<b>P9</b>						
3.67	15.58	2.67	1.26	0.20	33.7	58.48
1.22	6.21	2.26	0.45	0.12	24.0	37.74
0.35	5.60	2.07	0.31	0.06	17.2	46.84
0.41	5.74	2.87	0.49	0.25	18.6	50.22
0.33	5.06	1.99	0.59	0.33	18.9	42.18
<b>P11</b>						
2.04	4.01	1.60	0.20	0.03	17.4	33.56
2.04	4.70	2.00	0.34	0.07	16.1	44.25
0.44	5.17	3.08	0.18	0.07	16.5	51.60
0.12	2.39	1.72	0.25	0.10	17.1	26.05

**12.** Ping C.L., Shoji, T., T. Takahashi. 1989. Characteristics and classification of volcanic ash derived soils in Alaska, Soil Sci. 148: 8-28. **13.** Ping, C.L., S. Shoji 1988. Properties and classification of three volcanics ash derived pedons from Allutian Islands. Soil Sci.Soc. Am. J. 52: classification of three volcanics ash derived pedons classification of three volcanics ash derived pedons from 455.462. **14.** Soil Survey Staff. 2006. Keys to Soil Taxonomy. 10<sup>th</sup> Ed. USDA. **15.** S., M. Nanzio, Shoji R. Dahlgren y P. Quantin. 1996. Evaluation and proproposed revisions of criteria for Andosols in the World referente base for soil resources. Soil Sci. 161:605-615. Dahlgren y P. Quantin. 1996. Evaluation and proproposed revisions of criteria for Andosols in the World referente base for soil resources. Soil Sci. 161:605-615.

Alcala de Jesus M., Prat Christian, Ramos Ramirez A., Hidalgo C., Cabrera Gonzalez A., Garduno Monroy V.H.

Caracterizacion edafologica al sureste de la cuenca de Cointzio Michoacan.

In : Congreso latinoamericano de la ciencia del suelo. Leon : SLCS, 2007, 4 p. Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, 17., Leon (MEX), 2007/09/17-21.