



Revista Cubana de Ciencia Agrícola

ISSN: 0034-7485

rcca@ica.co.cu

Instituto de Ciencia Animal

Cuba

Febles, J. M.; Vega, M. B.; Febles Pérez, G.; Tolón, A.; Jerez, L.
Indicadores agroambientales de sostenibilidad para caracterizar la erosión de los suelos en regiones
cársicas de uso ganadero
Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 42, núm. 4, 2008, pp. 423-429
Instituto de Ciencia Animal
La Habana, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193015490014>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Indicadores agroambientales de sostenibilidad para caracterizar la erosión de los suelos en regiones cársicas de uso ganadero

J. M. Febles¹, M. B. Vega², G. Febles Pérez³, A. Tolón⁴ y L. Jerez¹

¹Universidad Agraria de La Habana «Fructuoso Rodríguez Pérez», Autopista Nacional y Carretera de Tapaste, San José de Las Lajas, La Habana

Correo electrónico: jmfebles@reduniv.edu.cu

²Instituto Superior Politécnico «José Antonio Echeverría», Ave. 114, No. 11901, Marianao, Ciudad de La Habana

³Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, La Habana

⁴Universidad de Almería, Carretera Sacramento s/n, La Cañada, 04120, España

Hasta el presente, en la literatura especializada no se informa el grado de complejidad que muestra la cobertura de los suelos en las regiones ganaderas de la provincia La Habana, donde se distribuyen los suelos Ferralíticos Rojos y subtipos asociados. Tampoco se encuentran referidos los indicadores de sostenibilidad que expresen objetivamente la dinámica de los procesos morfogénéticos actuantes, que propician la degradación secuencial de los suelos más productivos de Cuba. En este estudio se propone un conjunto de indicadores de Presión-Estado-Respuesta, mediante los que se precisó el umbral de sostenibilidad de estos suelos, en cinco establecimientos ganaderos de referencia de la provincia La Habana. El trabajo parte de investigaciones realizadas por más de dos décadas, que revelan la situación actual y la perspectiva de estos espacios rurales y posibilitan valorar los cambios de la cobertura edáfica, con el propósito de lograr sistemas de desarrollo sostenible.

Palabras clave: *indicadores, sostenibilidad, dolinas, regiones cársicas*

Interpretar y predecir los efectos del manejo ecológico del suelo, mediante indicadores confiables y sensibles, es una de las finalidades de la Ciencia del Suelo (Altieri y Nicholls 2002). Es necesario contar con indicadores que permitan interpretar los diferentes datos de calidad del suelo, como paso fundamental para definir sistemas de producción sustentables.

En los últimos años, se le ha prestado gran atención al conocimiento local de los suelos y a su manejo, debido a las percepciones y experiencias que tienen los ganaderos acerca del manejo sostenible de los suelos tropicales. No obstante, resulta difícil definir un indicador apropiado, que cubra adecuadamente las disímiles situaciones, por lo que se hace necesario conjugar armónicamente el clima, el manejo animal y los sistemas culturales.

Durante los últimos 20 años, en la Llanura Cársica Meridional Habana-Matanzas, se han desarrollado diversas investigaciones, basadas en la aplicación de diferentes tecnologías en áreas destinadas a la producción ganadera (pastos para forraje y pastoreo extensivo). Los resultados obtenidos han revelado las modalidades específicas de la erosión en los suelos Ferralíticos Rojos y subtipos asociados, que propician la degradación secuencial de los suelos más productivos de Cuba (Febles 1988, Orellana 1996, Gonou y Febles 1997, Febles 2001, Ponce de León 2004, Vega y Febles 2005, Vega 2006 y Febles 2007).

A partir de estos antecedentes, este trabajo tuvo como objetivo proponer una lista de los indicadores de Presión-Estado-Respuesta (PER). Una vez establecida, se realizó una selección que permitió

Cuba, a partir del análisis e interpretación de los indicadores de Presión-Estado.

Materiales y Métodos

La propuesta de los indicadores agroambientales de Presión-Estado-Respuesta (figura 1) se desarrolló en varias regiones ganaderas de la porción central de la provincia La Habana y se sustentó en la aplicación del Sistema Integrador de Métodos Cualitativos y Cuantitativos para Evaluar la Erosión de los Suelos en las Regiones Cársicas de Cuba (Febles 2006). Se combinaron los métodos geográfico-comparativo, geofísico, morfoedafológico y genético, con la incorporación de un nuevo método para la Evaluación de la Erosión en las Regiones Cársicas (EVERC), en el ambiente de un Sistema de Información Geográfica. Este permitió evaluar, a mayor escala geográfica, la erosión potencial y actual de los suelos Ferralítico Rojos y subtipos asociados, así como la influencia de la erosión en la modificación de algunas de sus propiedades (Vega 2006 y Febles 2007).

De modo complementario, se caracterizaron 27 perfiles principales mediante la toma de muestras de suelos, por profundidades de cada 10 cm, en la parte superior, media e inferior de las flexuras del microrelieve, para examinar mediante el análisis descriptivo-comparativo, las profundidades de 0 - 10 cm y de 0 - 20 cm, el nivel de los horizontes de diagnóstico erosivo A + B_{0-50cm}, la dinámica y la manifestación e intensidad de la erosión.

Para los fines de esta investigación, se seleccionaron, según la información disponible, algunos indicadores de Presión-Estado, vinculados con los factores climáticos,

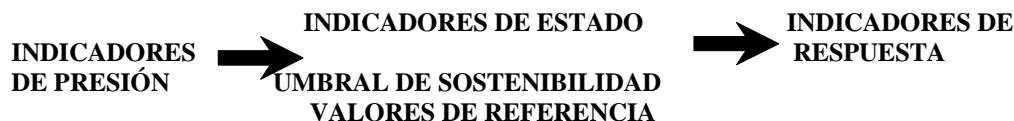


Figura 1. Estructura del sistema de indicadores

relativos, en una escala de 1 a 10, en función de los valores de referencia. En estos, como valor, 10 implica condiciones con menores riesgos de degradación, mientras que 1 expresa las condiciones más desfavorables (adaptado de Wang 1997 y SINDI 2004).

Estos agroecosistemas se han clasificado como los más húmedos de las llanuras de Cuba (tabla 1). Reciben aproximadamente del 76 a 80 % de las precipitaciones que ocurren en la provincia La Habana (Herrera 1996), donde el índice de concentración de las mismas oscila entre 13 y 14 % (Vega 2006). En esta región, la lámina anual muestra valores comprendidos entre 1 400-1 600 mm (Izquierdo *et al.* 1990). Los suelos más difundidos son predominantemente del Agrupamiento Ferralítico. Más del 70 % corresponden al tipo Rojo y subtipos asociados (Paneque *et al.* 1991).

como expresión de su génesis y evolución (tabla 2). Asimismo, se hizo indispensable considerar la intensidad de la carsificación, como índice de diagnóstico principal para la evaluación de la erosión de los suelos Ferralíticos Rojos y subtipos asociados. La intensidad de la carsificación es la que modula casi todos los procesos que actúan en estos geoeosistemas.

La evolución espacio-temporal de los indicadores propuestos en estos territorios tiene dos orígenes: el natural, que rebasa las posibilidades de intervención y planeación de los establecimientos ganaderos, y el antropogénico, generado por las características de uso y manejo de los suelos que modifican la dinámica del medio e interfirieren con dichas interdependencias.

Tabla 1. Características morfoedafológicas de las regiones ganaderas investigadas

Nombre	Datos morfométricos	Condiciones naturales y de uso	Prognosis de la morfogénesis cársica
Centro de Inseminación Artificial "Rosafé Signet"	Altimetría (m) 111.10 - 124,00 Declive (%) 5 - 8	Destinado a la producción de pastos para forrajes. Municipio San José de las Lajas con una extensión de 240 ha. Categoría 1 en el índice de protección del suelo	Dolinas de absorción en pleno desarrollo. Fase paroxismal del proceso. Tipos: cársico - sufosivas; disolutivo - sufosivas y corrosivas de hundimiento.
Boshmenier - Zenea	Altimetría 128.10 - 139,50 Declive (%) 8 - 10	Así denominada por las poblaciones que ocupan sus extremos en dirección longitudinal al Municipio de San José de las Lajas, presenta una amplitud territorial de 320 ha y destinadas a pastoreo. Categoría 2 en el índice de protección del suelo	Fase incipiente en avanzado estado de desarrollo. Tipos: cársico - sufosivas y valles cársicos.
Distrito Pecuario Nazareno	Altimetría (m) 210.00 - 220.00 Declive (%) 5 - 8	Situado al centro de la provincia La Habana, en áreas próximas al pueblo Nazareno; abarcando una extensión 325 ha dedicadas a pastoreo. Categoría 2 en el índice de protección del suelo .	Fase incipiente en estado de desarrollo. Tipo: cársico - disolutiva, asociada a procesos erosivo - gravitacionales
Distrito Pecuario Guayabal	Altimetría (m) 111.10 - 124.00 Declive (%) 15 - 20	Con más de 250 hectáreas empleadas para pastoreo y forrajes. Ubicado a 3 km. al noroeste de San José de las Lajas. Categoría 1 en el índice de protección del suelo	Fase incipiente en estado de desarrollo. Tipo: Tipos: cársico - sufosivas y lacuno - palustre.

Resultados y Discusión

Clasificación y presentación de los indicadores propuestos

La propuesta de una lista de los indicadores agroambientales de Presión-Estado- Respuesta, se condicionó según la disponibilidad y calidad de los datos.

Análisis de los Indicadores de Presión – Estado

A partir del listado y al considerar la dinámica del balance pedogénesis-morfogénesis, que caracteriza al medio biofísico, se seleccionaron los indicadores de presión, interrelacionados con los factores climáticos y con el potencial de erosión, así como los indicadores de estado, asociados a la cubierta vegetal, a las

Tabla 2. Lista profusa de indicadores agroambientales para caracterizar la erosión de los suelos en las regiones cársicas de uso ganadero

Indicadores de presión		
Factores	Subindicadores	Fuente de valores umbrales
Climáticos	(1) Lámina anual promedio (mm)	(1) Índice modificado Fournier (Arnoldus 1978)
	(2) Índice de Erosividad Total (IMF e ICP mm)	(2) Clases establecidas por Oliver (1980).
Potencial erosión	(3) Índice de Erosión. Potencial (IEP)	(3) Método EVERC (Vega y Febles 2006)
	(4) Índice de Carsificación (IC)	(4) Método EVERC (Vega y Febles 2006).
Uso del suelo	(5) Cambios en la condición de los suelos	(5) No existen ni se aplican objetivos internacionales
Indicadores de estado		
Cubierta vegetal	(1) Índice de Protección del Suelo (IPS)	(1) Método EVERC (Vega y Febles 2006).
Características del suelo	(2) Capacidad del uso del suelo (CUS)	(2) En general, no existen objetivos internacionales respecto a este indicador.
	(3) Compactación de suelos (mg/m ³) (CS)	(3) Clases establecidas por Hernández <i>et al.</i> (1999)
	(4) Índice de Erodabilidad (IE)	(4) Clases establecidas por CORINE (1992).
	(5) Materia Orgánica (M.O %)	(5) Clases establecidas por Orellana <i>et al.</i> (2007)
	(6) Magnitud de pérdida de suelo (t/ha/año)	(6) Modelo MMF (Morgan <i>et al.</i> 1984 y Morgan 2001)
Pérdida de suelos	(7) Índice de Erosión Actual (IEA)	
	(8) Degradación de suelos por actividades agrícolas	
Indicadores de respuesta		
Rehabilitación de espacios	(1) Espacios rurales recuperados	(1) En general, no existen objetivos internacionales respecto a este indicador.
	(2) Rehabilitación de áreas	(2) No hay. Se considera positivo el crecimiento
	(3) Cambio en el uso del suelo	(3) En general, no existen objetivos internacionales respecto a este indicador.
Gasto público	(4) Inversión en lucha contra la erosión.	(4) No hay. Se considera positiva tendencias crecientes

degradación secuencial de sus propiedades, en cada uno de los establecimientos (tabla 3) enclavados en la faja bioclimática que posee los índices más elevados de concentración de precipitaciones y modificado de Fournier (15 – 17 % y 175 – 200 respectivamente). Estos valores hacen que esta región sea una de las más vulnerables de la provincia La Habana ante la acción de los procesos erosivos del suelo.

La generalidad de los subindicadores muestra una evolución hacia la degradación de las propiedades de los

suelos, especialmente en la década del ochenta. Esto se debe, fundamentalmente, al uso indiscriminado de la maquinaria agrícola sobre pastoreo y a las prácticas de agricultura intensiva, que provocaron valores elevados de compactación, con umbrales de densidad aparente superiores a 1.34 mg/m³, a niveles de 0 - 30 cm, en suelos Ferralíticos Rojos Hidratados (tabla 4). Este fenómeno ha recibido diferentes denominaciones: erosuelos (Shisov *et al.* 2000), degradación irreversible (Orellana y Moreno 2001) y formación agrogénica de

Tabla 3. Selección de indicadores y valores asignados a los Indicadores de Estado, relacionados con la cobertura edáfica en los establecimientos ganaderos investigados

Indicadores de presión				
Factores	Subindicadores	Clases		
		1986	1996	2006
Climáticos	(1) Lámina anual promedio (mm)	5	5	5
	(2) Índice de Erosividad Total (IMF e ICP)	4	4	4
Potencial erosión	(4) Índice de Carsificación (IC)	5	4	3
Indicadores de estado				
Cubierta vegetal	(1) Índice de Protección del Suelo (IPS)	7	5	4
Caraterísticas del suelo	(2) Capacidad del uso del suelo (CUS)	9	8	7
	(3) Compactación de suelos (mg/m ³) (CS)	5	5	3
	(4) Erodabilidad del Suelo (IE)	7	7	7
	(5) Materia Orgánica (MO, %)	7	5	3
	Pérdida de suelos	(6) Magnitud de pérdida de suelo (t/ha/año)	6	5

Tabla 4. Comportamiento de las principales propiedades físicas de los suelos en los establecimientos ganaderos investigados

Prof. (cm.)	Porcentaje de las fracciones en mm				Mg/m ³		%
	A. Gruesa 2 - 0.2	A. Fina 0.2 - 0.02	Limo 0.02 - 0.002	Arcilla < 0.002	Densidad del Suelo	Densidad fase sólida	
Perfil C1 (Levemente erosionado) (Febles 1986) Centro de Inseminación Artificial "Rosafé Signet"							
Ferralítico rojo hidratado.							
0-10	18.52	17.20	13.20	51.08	1.35	2.68	54.00
10-20	20.03	15.52	12.40	52.05	1.37	2.70	54.00
20-30	19.20	14.50	12.00	54.30	1.40	2.79	54.30
30-40	14.95	11.50	12.10	61.45	1.38	2.78	52.20
40-50	14.50	8.50	10.40	60.60	1.37	2.78	51.10
Perfil C1 (Gonou y Febles 1997) Centro de Inseminación Artificial "Rosafé Signet"							
Ferralítico rojo hidratado.							
0-10	20.72	17.44	12.97	48.87	1.34	2.72	55.61
10-20	20.08	15.96	11.99	51.97	1.36	2.77	56.25
20-30	20.66	13.97	11.65	53.72	1.25	2.82	55.19
30-40	14.97	11.72	11.97	61.34	1.35	2.84	53.58
Perfil C1 (Febles 2007) Centro de Inseminación Artificial "Rosafé Signet"							
Ferralítico rojo hidratado.							
0-10	21.63	18.12	12.40	47.85	1.35	2.70	50.00
10-20	22.33	15.96	11.76	49.95	1.36	2.71	50.18
20-30	21.02	14.47	11.90	52.61	-	-	-
30-40	14.91	11.59	11.88	61.62	-	-	-
40-50	13.60	10.73	10.86	64.81	-	-	-
Perfil C3 (Erosión moderada) Distrito Pecuario Alturas de Nazareno (Febles 2007)							
Rendzina roja típica							
0-10	9.51	4.09	7.84	78.56	1.01	2.62	62.30
10-20	9.21	1.42	7.07	82.30	1.04	2.65	62.01
Perfil C4 (Erosión moderada) Distrito Pecuario Alturas de Nazareno (Febles 2007)							
Rendzina roja típica							
0-10	15.0	6.68	6.90	71.42	0.89	2.60	64.20
10-20	9.00	8.00	7.45	75.65	0.99	2.62	64.20
Perfil 4 - D (Sin erosión aparente) Zona de pastoreo extensivo Boshmenier - Zenea Ñ (Febles 2007)							
Ferralítico amarillento lixiviado gléyico							
0-10	11.80	21.46	18.89	50.79	1.03	2.56	59.00
10-20	10.02	20.7	17.20	64.45	1.15	2.60	56.00
20-30	5.90	14.72	8.45	71.19	1.23	2.70	54.00
30-40	4.63	16.06	6.80	72.49	1.26	2.55	50.00
40-50	6.20	13.8	9.47	68.93	1.27	2.53	50.00

los suelos (Shishov *et al.* 2004 y Tonkonogov *et al.* 2005), entre otras.

Asimismo, la aplicación del modelo de erosión empírico-conceptual MMF (Morgan *et al.* 1984 y Morgan 2001) permitió evaluar por primera vez, la magnitud de las pérdidas de suelos Ferralíticos Rojos y subtipos asociados. Se obtuvieron valores que sobrepasan los límites permisibles en términos de erosión, durante la secuencia histórica realizada en el Centro de Inseminación Artificial

No obstante, en este contexto se revelan dos subindicadores de aparente sostenibilidad: la erodabilidad y la capacidad de uso (figura 2). El primero se debe a la resistencia antierosiva, que es intrínseca de los suelos Ferralíticos Rojos y subtipos asociados, en virtud de sus propiedades (cuando esta propiedad se aísla de los ambientes geológicos de formación, en el contexto actual y en el histórico) (tabla 5). Este resultado coincide con los informes de Orellana y Moreno (2001) y de Astier

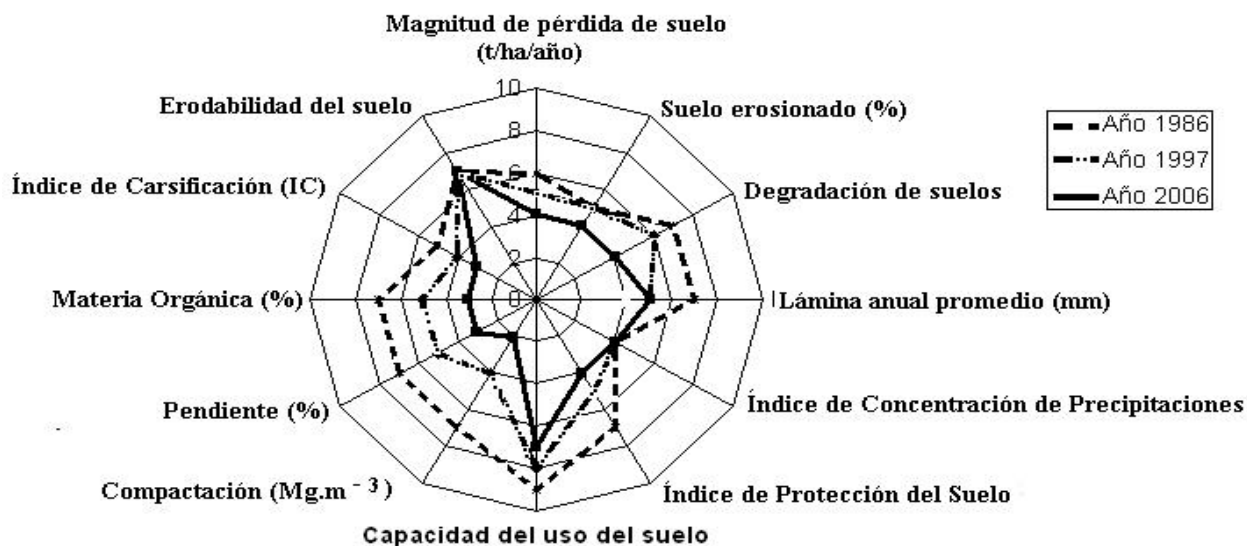


Figura 2. Indicadores de Estado relacionados con las características de los suelos en el centro de Inseminación Artificial «Rosafé Signet»

Tabla 5. Comportamiento de las principales propiedades físico-químicas de los suelos en los establecimientos ganaderos investigados

Perfil C1 (Levemente erosionado) (Febles 1986) Centro de Inseminación Artificial "Rosafé Signet"										
Ferralítico rojo hidratado.										
PROF.	pH		Cmol (+).kg ⁻¹				%			
(cm)	H ₂ O	KCL	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K +	Na +	S	T	V	M.O.
0-10	6.2	5.2	11.62	1.65	0.70	0.26	15.20	20.01	75.96	1.73
10-20	6.1	5.3	11.57	1.62	0.73	0.19	15.04	19.90	75.57	0.81
20-30	6.2	5.5	10.45	1.45	0.73	0.19	13.45	19.10	70.41	-
30-40	6.4	5.4	9.20	1.10	0.70	0.45	12.01	18.60	64.57	-
40-50	6.5	5.5	7.33	0.96	0.54	0.12	9.54	16.00	59.62	-
Perfil C1 (Gonou y Febles 1997) Centro de Inseminación Artificial "Rosafé Signet"										
Ferralítico rojo hidratado.										
0-10	6.41	5.82	13.56	1.62	0.15	0.12	15.45	20.49	75.40	1.71
10-20	6.43	5.80	11.08	1.55	0.15	0.14	12.92	16.38	78.87	0.79
20-30	6.12	5.50	11.08	1.53	0.20	0.15	12.96	20.15	64.31	-
30-40	6.01	5.36	9.26	1.76	0.20	0.15	11.37	22.30	50.98	-
Perfil C1 (Febles 2007) Centro de Inseminación Artificial "Rosafé Signet"										
Ferralítico rojo hidratado.										
0-10	5.9	5.2	12.18	6.22	0.22	0.20	18.82	26.40	71.28	1.25
10-20	5.9	5.2	12.03	5.94	0.20	0.20	18.37	26.36	69.69	0.77
20-30	6.1	5.1	10.92	1.56	0.08	0.05	12.61	20.00	63.05	-
30-40	6.1	5.1	10.75	1.60	0.07	0.05	12.47	20.50	60.82	-
40-50	6.2	5.4	13.44	1.76	0.07	0.12	15.39	21.60	71.25	-
Perfil C3 (Erosión moderada) Distrito Pecuario Alturas de Nazareno (Febles 2007)										
Rendzina roja típica										
0-10	6.8	5.8	8.06	3.21	1.00	0.05	12.67	17.20	71.62	3.97
10-20	7.0	6.0	8.32	3.15	0.15	0.05	11.67	16.16	72.21	1.79
Perfil C4 (Erosión moderada) Distrito Pecuario Alturas de Nazareno (Febles 2007)										
Rendzina roja típica										
0-10	7.1	6.1	22.5	1.57	0.06	0.25	24.38	30.00	81.26	6.25
10-20	7.3	6.4	23.65	1.71	0.06	0.15	25.77	29.45	86.25	4.33
Perfil 4 - D (Sin erosión aparente) Zona de pastoreo extensivo Boshmenier - Zenea Ñ(Febles 2007)										
Ferralítico amarillento lixiviado gléyico										
0-10	5.7	5.0	19.1	3.00	9.13	0.23	22.46	-	-	2.89
10-20	5.7	5.0	18.03	2.37	0.07	0.26	20.73	-	-	1.43
20-30	6.2	5.4	11.02	2.21	0.06	0.24	13.53	-	-	0.58

han tenido los suelos, en cada uno de estos sistemas ganaderos. Este enfoque hace que los indicadores de calidad del suelo puedan considerarse dinámicos en el tiempo. Por tanto, para cada momento histórico o situación particular, habría que buscar un equilibrio entre los tres objetivos del desarrollo sostenible.

Resulta difícil definir una propuesta de Indicadores de Presión-Estado que cubra adecuadamente el problema de la degradación de los suelos en las regiones ganaderas. Sin embargo, existen al menos dos que se revelan con regularidad: los bajos porcentajes de materia orgánica y la creciente compactación, condicionada directamente por la densidad del suelo. En esta influye la erosión, que afecta sensiblemente la biomasa de las raíces de los pastos, en el dominio de 0-10 y 0- 20 cm, pues a esos niveles se concentra el total de rizomas, una gran proporción de raíces y también la mayor proporción de detritus. Estas condiciones ratifican los criterios de Berezin y Gudima (1994), Orellana y Moreno (2001), Orellana *et al.* (2006) y Crespo *et al.* (2006).

Se concluye que la calidad y disponibilidad de los datos procedentes de las investigaciones, realizadas a partir de la integración de métodos con enfoque genético, permitieron proponer por primera vez, un conjunto de indicadores que constituyen una herramienta útil para la evaluación de la sostenibilidad de la cobertura edáfica en regiones ganaderas de la provincia La Habana.

La erodabilidad y capacidad de uso se revelan como subindicadores de aparente sostenibilidad, mientras que el porcentaje de materia orgánica y la compactación indican la tendencia no sostenible de los suelos Ferralíticos Rojos y subtipos asociados, en los establecimientos de uso agropecuario de la provincia La Habana. No obstante, se requieren análisis sucesivos y un trabajo metodológico, para generalizarlos a otras zonas del país.

Referencias

- Altieri, M. & Nicholls, C. I. 2002. Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos en el agroecosistema de café. Universidad de California, Berkeley
- Arnoldus, H. M. 1978. An approximation of the rainfall factor in the Universal Soil Loss Equation. En: Assessments of erosion. Eds. M. De Boodst y D. Gabriels. John Wiley & Sons, Inc. New Cork. p. 127
- Astier-Calderón, M., Maass-Moreno, M. & Etchevers-Barra, J. 2002. Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia* 36:605
- Berezin, P.N. & Gudima, I.I. 1994. Physical soil degradation: Parameters states. *Pochvovedenie* 11:67
- CORINE 1992. Soil erosion risk and important land resources - in the southern regions of the European Community. Disponible en: http://reports.eea.eu.int/COR0-soil/en/soil_erosion.pdf.
- Crespo G., Otero L., Calero B. & Morales, A. 2006. Efectos de labores mecánicas en la rehabilitación de un pastizal de guinea (*Panicum maximum*, Jacq) y en las propiedades
- Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 42, Número 4, 2008.
- VI Congreso Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo. Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo. CD-ROM.
- Febles, J.M. 1988. La erosión de los suelos en las regiones cársicas de la provincia de La Habana». Tesis Dr. Agrícolas. Facultad de Agronomía. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana «Fructuoso Rodríguez Pérez»
- Febles, J. M. 2001. Transformando el Campo Cubano. Avances de la Agricultura Sostenible. ACTAF. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. p. 165
- Febles, J. M. 2007. Integración de Métodos para Evaluar la Erosión de los Suelos en las Regiones Cársicas de Cuba. Tesis Dr. Cs. Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de La Habana «Fructuoso Rodríguez Pérez»
- Gounou, E. & Febles, J. M. 1997. Aplicación del enfoque morfoedafológico al estudio de la variabilidad de algunos suelos en un geosistema cársico (La Habana, Cuba). Tesis Dr. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana «Fructuoso Rodríguez Pérez»
- Hernández, A., Cabrera, M., Ascanio, M., Morales, L. & Rivero. 1999. Claves para la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba
- Herrera, S. M. 1996. Estudio agroclimático de las áreas cañeras del CAI «Héctor Molina Riaño» al Sur de la Provincia de la Habana». Tesis de Maestría en Agroecología y Desarrollo Sostenible. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana «Fructuoso Rodríguez Pérez»
- Izquierdo, R., Chirino, E., Obregón, A., Frómata, E. & Díaz, A. 1990. El complejo de absorción en una secuencia de suelos Ferralíticos Rojos de las alturas de Cacahual, Cuba. *Cultivos Tropicales*. 12:9
- Morgan, R. P. C. 2001. A simple approach to soil loss prediction. a revised Morgan–Morgan–Finney model. *Catena* 44:305
- Morgan, R. P. C., Morgan, D. D. V. & Finney, H. J. 1984. A predictive model for the assessment for soil erosion risk. *J. Agric. Eng. Res.* 30:245
- Orellana, R.G. 1996. Estado físico del suelo, base fundamental de los rendimientos agrícolas. VIII Jornada Científica INIFAT. La Habana, Cuba
- Orellana, R. & Moreno, J. 2001. Susceptibilidad de los suelos cubanos a la degradación. XV Congreso Cubano de las Ciencias del Suelo. La Habana, Cuba
- Paneque, J., Fuentes, E., Mesa, A. & Echemendía, A. 1991. El Mapa Nacional de Suelos Escala 1:25 000. XI Congreso Latinoamericano y II Congreso Cubano de la Ciencia del Suelo. Eds. D. R. Villegas y D. Ponce de León. p. 1345
- Ponce de León, D. 2004. Las reservas de carbono orgánico de los suelos minerales de Cuba. Aporte metodológico al cálculo y generalización espacial. Tesis Dr. Universidad Agraria de La Habana «Fructuoso Rodríguez Pérez»
- Shishov, L.L., Tokonogov, V. D., Lebedeva, II. & Guerasimova, M.I. 2004. Diagnóstico y Clasificación de Suelos de Rusia. Instituto de Suelos. Ed. Oikumena. Moscú. 341pp
- SINDI 2004. Environmental indicators for agriculture. Methods and Results. Organization for Economic Co-Operation and Development. Paris, Francia
- Tokonogov, V., Guerasimova, D. I. & Iagrgenic, M. 2005. Pedogenesis and soil evolution International Conference on Soil Science and Geomorphology. IAGLR

- EVERC. Tesis Dr. Instituto Superior Politécnico «José A. Echeverría», La Habana
- Vega, M. & Febles, J. M. 2005. Investigación de suelos erosionados: métodos e índices diagnósticos. *Minería y Geología*, XXI(1-2)

- Wang, C.W. 1997. En *Humanity Development Library. Use of RAISON for Rural Drinking Water Sources Management. GIS for health and the environment. Proc. CD-ROM.*

Recibido: 6 de junio de 2008