

LOS SUELOS DEL PARQUE NACIONAL VIÑALES, PINAR DEL RÍO, CUBA. CONDICIONES GENÉTICAS Y AMBIENTALES

EFRÉN JAIMEZ SALGADO*, MARTÍN H. LUÍS LÓPEZ**,
JORGE OLIVERA ACOSTA*

Recibido: 15-9-05. Aceptado: 14-7-06. BIBLID [0210-5462 (2006-1); 38: 195-205].

PALABRAS CLAVE: diagnóstico de suelos, evolución edáfica, procesos degradantes.

KEY WORDS: soils diagnostic, edaphic evolution, degrading processes.

MOTS-CLEFS: diagnostic des sols, évolutions édaphique, processus de degradation.

RESUMEN

Se realiza la cartografía digital y actualización de la clasificación y diagnóstico de suelos del área del «Parque Nacional Viñales», a partir de la implementación de un *Sistema de Información de Suelos* (sobre plataforma SIG), para el manejo y consulta oportuna de las correspondientes bases de datos por parte de las autoridades del Parque. Los suelos predominantes por excelencia corresponden al grupo *Leptosoles* (90%). Están seguidos en segundo lugar por el grupo *Acrisoles* (4,5%), los que se encuentran en asociación genética con el grupo *Alisoles*, (4,4%) tratándose en ambos casos de suelos con muy alto grado de evolución edáfica, cuyo origen y evolución se deriva de la combinación de materiales parentales ricos en cuarzo y silicatos de aluminio, así como la existencia de períodos climáticos antiguos muy húmedos en esta zona montañosa del occidente de Cuba. Se describen los principales procesos degradantes encontrados en los suelos del Parque y algunas de las medidas más importantes a tomar para atenuarlos.

ABSTRACT

It's made the digital cartography of 'The Viñales National Park' as well as the soils diagnostic and classification upgrade for the area from the implementation of a *Soils Information System* (on GIS platform) in order to handling and opportune data consultation for the Park's authorities. The predominant soils here correspond to the *Leptosols* group (90%), in second place *Acrisols* group (4,5%) in genetic association with soils belong to *Alisols* group (4,4%), both one with very high edaphic evolution grade, derived from genetic materials rich in quartz and aluminium silicates and also, the existence of very humid paleoclimatic periods in this mountain on western Cuba. The main degrading processes in soils of the Park are described, as well as some of the most important measures to attenuate them.

* Instituto de Geofísica y Astronomía, Agencia de Medio Ambiente, CITMA.

** Parque Nacional Viñales. Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales (Ecovida). Delegación Territorial CITMA, Pinar del Río, Cuba. ejaimez@iga.cu

RÉSUMÉ

On réalise la cartographie digitale et l'actualisation de la classification et le diagnostic de sols de l'aire du "Parc National Viñales", à partir de l'implémentation d'un Système d'Information de Sols (sur une plateforme SIG), pour le maniement et la consultation opportune des bases correspondantes de données de la part des autorités du Parc. Les sols prédominants communiquent par excellence au groupe Leptosoles (90 %). Ils sont suivis en deuxième lieu par le groupe Acrisoles (4,5 %), ceux qui se trouvent dans une association génétique avec le groupe Alisoles, (4,4 %) en se fréquentant dans les deux cas de sols avec un très haut degré d'évolution édaphique, dont l'origine et l'évolution dérive de la combinaison de matériels parentales riches en quartz et des silicates en aluminium, ainsi que l'existence de périodes climatiques antiques très humides dans cette zone montagneuse de l'occident de la Cuba. On décrit les processus principaux dégradants trouvés dans les sols du Parc et certains des mesures les plus importantes à prendre pour les atténuer.

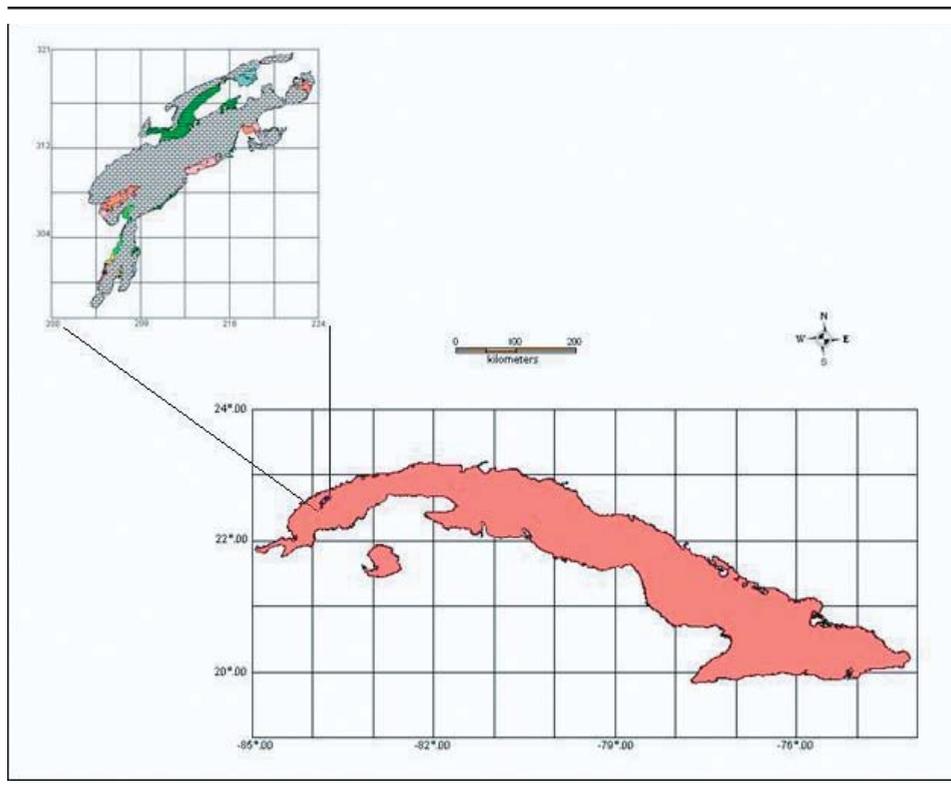
1. INTRODUCCIÓN

Los suelos son la epidermis del planeta. Su propiedad excepcional que lo distingue de todos los otros componentes ambientales es la propiedad de rendir cosechas agrícolas. Ellos se han formado como consecuencia de factores naturales (clima y paleoclima, materiales genéticos o parentales, materia orgánica, factores del relieve, y tiempo de formación), así como consecuencia también de factores antrópicos (actividad humana sobre el suelo). La acción combinada de estos factores da lugar a la formación y/o a la transformación profunda del suelo y el paisaje físico-geográfico que el mismo sostiene. En consecuencia, los suelos constituyen en alguna medida, una especie de archivo de la historia de los territorios donde se han formado y evolucionado.

El área de estudio correspondiente al «Parque Nacional Viñales» (Fig. 1), con una superficie aproximada de 115,2 Km², está formada por los macizos rocosos fuertemente carsificados denominados sierras de Viñales, del Infierno, de Celadas, Sierra Derrumbada, Sierras de Galeras y Ancón, y el mogote solitario de Pan de Azúcar, predominando diferentes formaciones geológicas dentro de las cuales resultan dominantes las unidades *Guasasa* (*Oxfordiano-Turoniano* (J₃ OX-K₂ t): formada por calizas masivas, calcarenitas, calciruditas micríticas, a veces dolomitizadas, y calizas estratificadas (*biomicritas*) con intercalaciones de silicitas), *Jagua* (*Oxfordiano* (J₃ OX): formada por calizas, lutitas, argilitas, y concreciones calcáreas fosilíferas en la parte media), *San Cayetano* (Jurásico Inferior al Superior (J₁, J₃ OX): formada por areniscas, lutitas, esquistos filitizados, etc) y ocasionalmente por *Ensenada Grande* (Plio-Pleistoceno Superior (N₂²-Q_{III}): formada básicamente por depósitos aluviales y depósitos lacuno-palustres (ACEVEDO y GUTIÉRREZ, 1974).

En la presente contribución, ofrecemos una actualización del diagnóstico y caracterización general de los suelos del Parque Nacional Viñales (Fig. 1), en base a los estudios más recientes realizados sobre este componente ambiental en Cuba, de gran importancia para el manejo adecuado y sostenimiento de los principales ecosistemas terrestres del área.

Fig. 1. Mapa de Localización del Parque Nacional Viñales, Pinar del Río, Cuba



FUENTE: Los autores.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración de este trabajo, se tomó como base el Mapa de Suelos de la provincia de Pinar del Río a escala 1:25 000, elaborado por el Ministerio de la Agricultura de Cuba (DIRECCIÓN NACIONAL DE SUELOS Y FERTILIZANTES, 1984).

Para ello, se contó en el área agrícola y forestal del Parque Viñales (22,5 km²), con la información edafológica de un total de 90 perfiles de suelos (de ellos 10 perfiles de caracterización y 80 de comprobaciones de campo), en tanto se realizaron sólo algunos perfiles muy aislados (de comprobación), en el área de protección ecológica del Parque (área cársica), debido por un lado a la escasez y carácter muy fragmentario de los *Leptosoles líticos* presentes en esta área y del otro, a la poca accesibilidad de los mogotes.

Se realizó la cartografía digital con la actualización de la clasificación y diagnóstico ambiental de los suelos del área del Parque Nacional Viñales a partir de la

experiencia del autor principal, como miembro del *Grupo Nacional de Clasificación de Suelos* (INSTITUTO DE SUELOS, 1999) así como la implementación de un *Sistema de Información de Suelos* (SIG) para el manejo y consulta oportuna por parte de las autoridades y decisores del Parque de sus bases de datos, georreferenciadas según la *Proyección Cónica Conforme de Lambert*.

Se confeccionaron varios mapas temáticos sobre el componente suelo en el área, haciéndose particular énfasis en los mapas de Suelos según FAO-UNESCO (1990; 2003) y de Erosión Actual, a partir de patrones de pérdida de suelos por horizontes de diagnóstico, los cuales se muestran en las Fig. 2 y 4, correspondientes en ambos casos a un «Sector Llave» del Parque Nacional Viñales, debido al mayor interés que representa este sector, en comparación con la gran extensión superficial que ocupa todo el Parque.

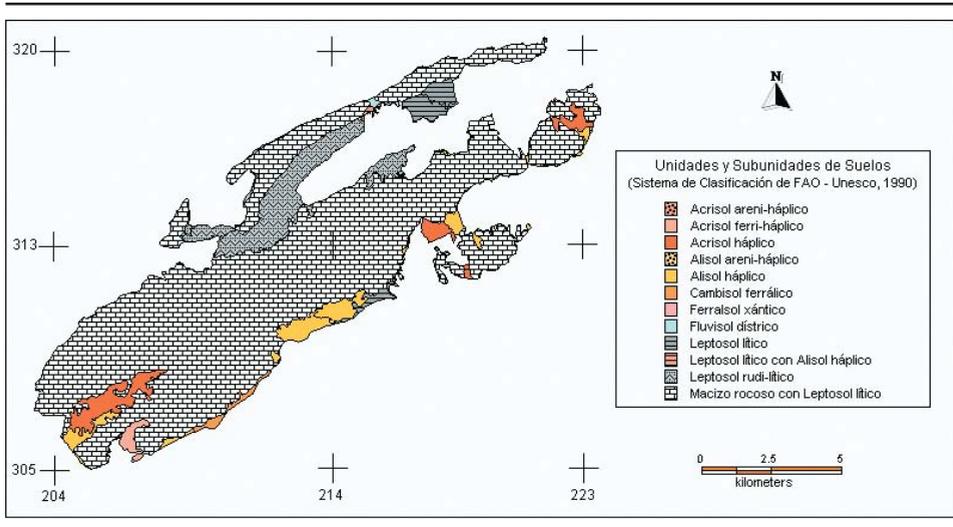
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al mapa de la Fig. 2, los suelos predominantes por excelencia dentro del área del «Parque Nacional Viñales», se corresponden con el grupo de los *Leptosoles*, los que en términos generales son suelos improductivos desde el punto de vista agrícola y sólo ofrecen interés ecológico en la mayor parte de los casos, así como forestal y silvicultural en otros. Con más del 90% de la superficie del Parque (Tabla I.), pueden ser agrupados o regionalizados en dos categorías: los *Leptosoles líticos* sobre calizas duras, que aparecen formando especies de pequeños parches entre las oquedades del lapiez calcáreo, en faldeos y cimas de las cadenas de mogotes cársicos (80,4%) y otros *Leptosoles líticos* y *rudi-líticos* asociados a las áreas de alturas de esquistos y pizarras cuarcíticas, que marginan por el norte y el sur a los macizos rocosos (cársicos) antes citados.

El primero de los casos, que se representa en la Fig. 2 con un tramado de ladrillos en negro, indicando la presencia de un agreste macizo rocoso con sólo dispersos parches de *Leptosol lítico*, se trata de un suelo improductivo desde el punto de vista agrícola y aún desde el punto de vista forestal (*Clase Agrológica VIII* de acuerdo con datos de CAIRO y QUINTERO, 1980), y que como dijimos antes, se ha formado en las cavidades y oquedades cársicas del lapiez o «diente de perro» debido al poco residuo insoluble que queda en estas oquedades, tras la disolución de la roca caliza mesozoica y al aporte combinado de materia orgánica procedente de las numerosas plantas petrófilas que logran crecer en los paredones verticales y subverticales de las sierras calcáreas del Parque (mogotes), lo que da lugar a un pequeño mantillo de humus y hojarasca, el cual sirve a su vez de soporte o sustrato para el desarrollo posterior de estas plantas.

Es necesario acotar, que debido al escarpado muy fuerte de estas cadenas de sierras calcáreas, los pequeños parches de *Leptosol lítico* que forman su epidermis y sirven de sustrato ecológico al denominado «Complejo de Vegetación de Mogotes» (CAPOTE y BERAZAÍN, 1984), han sido poco o muy poco estudiados en Cuba hasta hoy, y por esta razón, en los mapas de suelos de la región (INSTITUTO DE SUELOS,

Fig. 2. Mapa de Suelos de un «Sector Llave» del Parque Nacional Viñales, Cuba



FUENTE: Mapa de Suelos, escala 1:25 000 del MINAG, Cuba (modificado por los autores).

1971; DIRECCIÓN NACIONAL DE SUELOS Y FERTILIZANTES, 1984), dichas áreas aparecen clasificadas con el ambiguo término de «Mogotes» lo cual y como ha podido ser comprobado por los autores de esta contribución, a través de múltiples expediciones de campo, se aparta totalmente de la realidad. Por ello, consideramos que estos «parches de suelos», aunque pobres desde el punto de vista agrícola y forestal, deberían ser objeto de estudios más detallados en el futuro, dada su extraordinaria importancia ecológica como soporte de estos frágiles ecosistemas cársicos.

Otros *Leptosoles* del Parque Nacional Viñales, son los que aparecen en grandes extensiones al norte del área (Fig. 2), que se corresponden con las subunidades identificadas en el mapa como *Leptosoles rudi-líticos* y otros *Leptosoles líticos* formados sobre rocas ácidas. Se trata de suelos muy poco profundos (con profundidad efectiva menor de 15 cm), de textura franco arenosa y alto grado de gravas de cuarzo, o fragmentos de esquistos y pizarras cuarcíticas, todos ellos derivados de rocas de la *Formación San Cayetano* (Jurásico Inferior al Superior (J_1 , J_3 OX).

Estas subunidades de suelos, improductivos desde el punto de vista agrícola (*Clase VII* según CAIRO y QUINTERO, *op. cit.*), ocupan algo más del 9% del total del área del Parque, y a diferencia de los primeros, poseen un alto valor desde el punto de vista forestal y silvicultural y con ese propósito han sido empleados aquí durante décadas.

El segundo lugar por su distribución geográfica en el área del Parque, lo ocupan los suelos del grupo *Acrisoles* (4,5%), estando distribuidos en las áreas más estables de las denominadas poljas marginales (o poljas de contacto), como es el caso del propio valle de referencia, que da nombre al Parque (Valle de Viñales).

Se trata de suelos muy evolucionados, de pH ácido, (de ahí su nombre), caracterizados por la presencia de un horizonte B árgico (lixiviado), con una saturación en NH_4OAc menor del 50% y una *Capacidad de Intercambio Catiónica* (T) menor de 24 cmol (+). Kg^{-1} determinada en arcilla.

Estos suelos ocupan la mayor parte de las poljas de contacto y de las terrazas altas de los valles fluvio-cársicos de la zona de estudio y están en asociación genética con otros suelos del grupo *Alisoles*, los que ocupan en este caso alrededor del 4,4% del total del área del Parque Nacional Viñales. Como los *Acrisoles*, estos se caracterizan también por su pH ácido, y la presencia de un horizonte B árgico con una saturación en NH_4OAc menor del 50%, pero poseen en cambio una $T > 24 \text{ cmol (+). Kg}^{-1}$ (determinada en arcilla), debido al contenido elevado de Al^{+++} el cual satura en más del 60% el Complejo de Intercambio Catiónico del suelo (T).

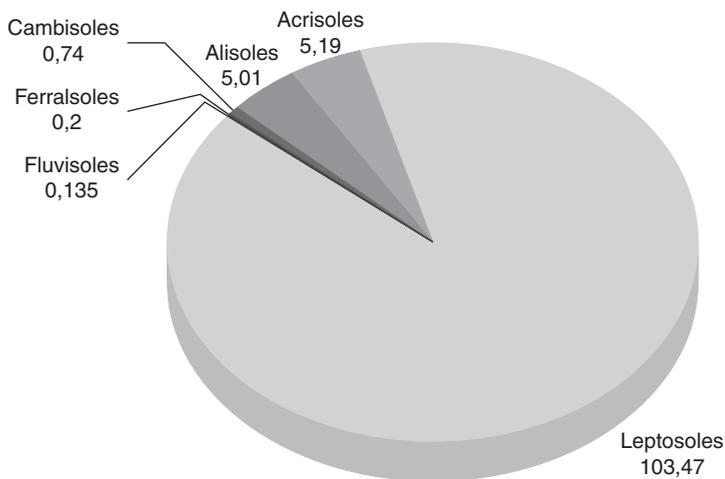
De conjunto con los *Acrisoles*, los suelos del agrupamiento Alíticos (*Alisoles* de acuerdo con FAO-UNESCO, *op. cit.*) constituyen unidades edafológicas de elevado grado de evolución (INSTITUTO DE SUELOS, 1999). Su origen y evolución se deriva de la combinación de un lado de materiales parentales ricos en cuarzo y silicatos de aluminio, y del otro, de la existencia de períodos climáticos muy húmedos durante parte del Pleistoceno, en esta zona montañosa del occidente del país (JAIMEZ *et al.*, 2000; 2005). Asimismo, la presencia de abundantes concreciones de hierro a lo largo del perfil en estos dos grupos de suelos altamente evolucionados, puede ser interpretada en nuestra opinión, como una evidencia de que la alta evolución pedológica asociada a períodos muy lluviosas ocurridos en el pasado geológico de esta región, estuvo interrumpida de forma reiterada por períodos más secos, lo que está plenamente de conformidad con la hipótesis de la existencia de oscilaciones paleoclimáticas durante el Cuaternario de Cuba (ORTEGA, 1984). Lo reafirma además, la presencia aquí de áreas con otros grupos de suelos evolucionados (de perfil ABC), que presentando altos tenores de *Fe* libre en los horizontes subsuperficiales (como el caso particular del *Cambisol ferrálico* con más de 60% de *Fe* libre en relación al *Fe* total dentro del horizonte B cámbico), muestran en contraposición altos valores de capacidad de intercambio de cationes ($T > 24 \text{ cmol (+). Kg}^{-1}$ en arcilla), lo que se interpreta como una evidencia de la recuperación de parte de las bases cambiables, durante las fases áridas del período Pleistoceno (Ortega, *op. cit.*).

Los suelos del grupo *Cambisoles* ocupan aproximadamente el 0,6% del total del área del Parque, con predominio del *Cambisol ferrálico* (0,47%) seguido por *Cambisol crómico* (0,17%). El gráfico de la Fig. 3 ofrece una idea general de la distribución de los principales grupos de suelos de acuerdo con FAO (*op. cit.*), dentro del área del Parque Nacional Viñales.

Como se aprecia en la Fig. 3, los *Leptosoles* ocupan el grueso por excelencia del Parque, siendo estos los suelos de menor interés agrícola en el área pero al mismo tiempo, los que sirven de soporte o sustrato de los mayores atractivos y riquezas en cuanto a ecosistemas y diversidad biológica presentes en el territorio.

Otros suelos de menor importancia dentro del Parque (atendiendo a su área de distribución), son los *Ferralsoles* (0,2%), así como los *Fluvisoles* (sólo 0,1%), los que no obedecen en este último caso a ninguna ley de distribución zonal, por tratarse de

Fig. 3. Área (km²) que ocupan los principales grupos de suelos agrícolas y forestales (de acuerdo con FAO-Unesco, op. cit.) dentro del Parque



FUENTE: los autores.

Tabla I. Distribución de las Principales Unidades de Suelos en el Área del Parque Nacional Viñales, Pinar del Río, Cuba (FAO-UNESCO, 1990; 2003)

Grupos de Suelos	%	Unidades y Subunidades Principales de Suelos	%
Leptosoles	90,2	Macizo calcáreo con parches de Leptosol lítico	80,4
		Leptosol rudi-lítico/ sobre rocas ácidas	7,3
		Leptosol lítico/ sobre rocas ácidas	2,4
Acrisoles	4,5	Acrisol háplico	3,4
		Acrisol ferri-háplico	1,08
		Acrisol areni-háplico	0,01
Alisoles	4,4	Alisol háplico	3,7
		Alisol ferri-háplico	0,56
		Alisol areni-háplico	0,1
Cambisoles	0,6	Cambisol ferrálico	0,47
		Cambisol crómico	0,17
Ferralsoles	0,2	Ferralsol ródico	0,13
		Ferralsol xántico	0,004
Fluvisoles	0,1	Fluvisol dístrico	0,12

suelos de origen aluvial. La tabla siguiente resume la distribución en por cientos de las principales unidades y subunidades de suelos cartografiadas en el área de estudio.

3.1. Principales procesos degradativos en los suelos del parque nacional Viñales

Los suelos del Parque están muy afectados por un proceso natural de intensa erosión que los hace improductivos en más del 90% desde el punto de vista agrícola, pero que realza sin embargo en la misma medida, los altos valores que poseen los mismos como soporte natural de las principales formaciones vegetales y ecosistemas de montaña aquí presentes.

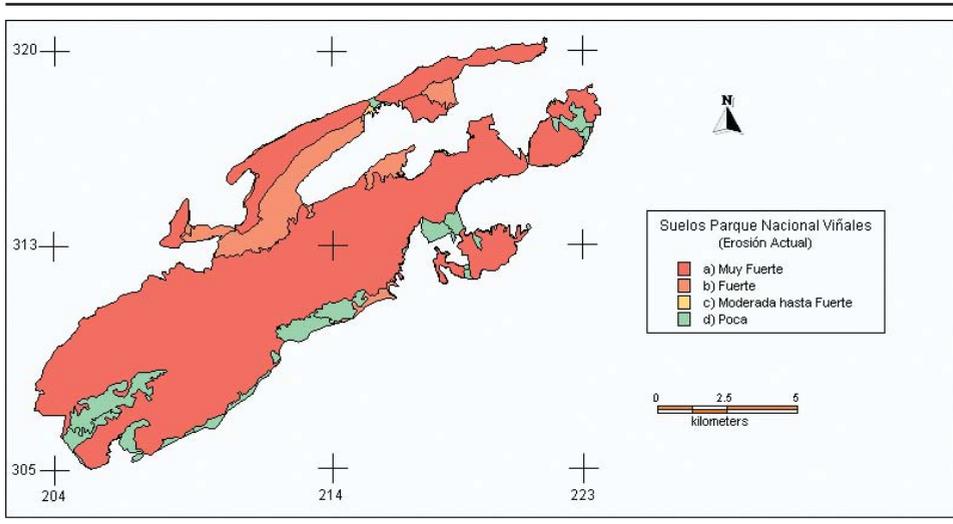
La erosión intensa natural del suelo en el Parque Viñales puede interpretarse desde dos dimensiones: la erosión muy fuerte de los *Leptosoles* del área de montaña combinada con la intensa denudación cársica de las calizas microcristalinas de edad Mesozoica de estos macizos rocosos, y la erosión natural de categoría fuerte en el área de las alturas de esquistos y pizarras cuarcíticas (rocas ácidas), acelerada en ocasiones hasta categorías muy fuerte, por la actividad irracional del hombre (Fig. 4).

En el primer caso y como muestra la figura, tenemos un gran macizo rocoso con presencia de conos y torres cársicas de pendientes muy fuertes, cuya cota máxima se alza en el *Sitio Sierra del Infierno* (617 m, snm) y donde los procesos de pedogénesis (formación de suelo), se ven frenados por la actividad intensa del carso y el efecto de arranque y succión hacia los conductos de alimentación del carso hipogeo. El suelo está formado aquí por pequeños bolsones o parches dentro de las oquedades del lapiez calcáreo, donde es retenido gracias al sistema radical de árboles y arbustos del denominado «Complejo de Vegetación de Mogotes», lo que permite a su vez la existencia de un estado de equilibrio entre la pérdida de suelo por erosión hacia el interior de los conductos cársicos y el proceso de pedogénesis o formación de suelo, derivado de la acumulación de residuos insolubles de la carsificación y del aporte de materia orgánica de la actividad biológica de las plantas que se desarrollan en este ecosistema de montaña.

En el segundo caso, este equilibrio dinámico se ha visto alterado en no pocos casos por la tala o desmonte del bosque (pinares y encinares), lo que ha sido un factor de incremento de la erosión del suelo forestal (originalmente natural en estas áreas), hasta niveles actualmente insostenibles. Como consecuencia, la erosión actual y potencial de los suelos de las Alturas de Pizarras del Norte y del Sur allende al Parque, alcanza en ocasiones niveles alarmantes, al quedar la roca madre completamente desnuda, una vez que se desmonta el pinar y el poco suelo se pierde de forma inmediata. Las medidas contra-erosivas más importantes por tanto, deberán estar encaminadas a evitar al máximo la tala, y a no mantener los suelos desnudos por períodos prolongados (con arroje del suelo, resiembra forestal inmediata, etc), realizándose la tala selectiva en las áreas de bosques productivos.

Otros procesos degradativos del suelo en el Parque (en este caso del suelo agrícola), están relacionados con la acidificación que se aprecia a través de los ensayos químicos y la combinación en algunos casos de la acidificación y la erosión a escalas locales.

Fig. 4. Mapa de Erosión Actual de los Suelos en un «Sector Llave» del Parque Nacional Viñales, Pinar del Río, Cuba



FUENTE: Los autores.

Como ya vimos, la acidificación de los suelos del Parque Viñales y en general de la región en la que este se ubica, es un proceso de base natural vinculado al carácter de los materiales de partida (materiales parentales), así como el alto grado de evolución edáfica presente en algunas unidades (en particular, *Acrisoles* y *Alisoles*).

La reacción ácida de los suelos derivados de esquistos y pizarras cuarcíticas, puede decirse que es una tendencia general en gran parte de los suelos de variedades franco arenosas o más gruesas, como consecuencia de un elevado aporte de SiO_2 proveniente de estas litologías. Sin embargo, la acidificación del suelo en ciertas áreas de explotación agrícola, pudiera estar siendo acelerada (pudiéndose incrementar aún más en el futuro), como consecuencia del uso prolongado de fertilizantes minerales y pesticidas, especialmente en algunas áreas madereras y cafetaleras.

Las principales medidas encaminadas a mejorar la producción de los suelos agrícolas, especialmente en fincas de autoconsumo de los sectores estatal y privado, deberán estar encaminadas a minimizar en lo posible el uso de estos insumos y a la aplicación de enmiendas calcáreas (encalado de suelos), con excepción de las áreas destinadas a la producción de café y tabaco.

La tabla siguiente ofrece un resumen de la distribución de los procesos degradativos (generales), en los suelos del Parque Nacional Viñales.

Como se aprecia, solamente el 1,2% del área total del Parque está libre de afectación por algún tipo de proceso degradativo (por lo menos de manera apreciable), aspecto que está relacionado con la menor importancia agrícola del Parque, en contraste con un mayor interés silvícola y de atractivo ecológico que el mismo ostenta.

Tabla II. *Procesos degradativos de base natural (pero acelerados hoy por la actividad del hombre) en algunos suelos del Parque Nacional Viñales*

<i>Procesos degradantes en suelos del Parque Nacional Viñales</i>		<i>Área (km²)</i>	<i>%</i>
Erosión Actual	Muy Fuerte	92,30	80,1
	Fuerte	11,2	9,7
	Moderada hasta Fuerte	0,47	0,4
	Poca	11,1	9,7
Acidificación de suelos de valor agrícola		10,2	8,9
Erosión y acidificación (combinada)		0,12	0,1
Sin procesos degradativos apreciables		1,4	1,2

4. CONCLUSIONES

- Los suelos predominantes dentro del «*Parque Nacional Viñales*» corresponden al grupo de los *Leptosoles* (90%), los que en términos generales son suelos improductivos desde el punto de vista agrícola y sólo ofrecen interés ecológico en el caso de aquellos formados sobre las sierras calizas (áreas cársicas), e interés forestal y silvicultural en el caso de los derivados de esquistos y pizarras cuarcíticas.
- En segundo lugar por su distribución geográfica en el área, aparecen los suelos del grupo *Acrisoles* (4,5%), estando distribuidos fundamentalmente en las zonas más estables de las llamadas poljas marginales o de contacto, como el propio valle de referencia que da nombre al Parque (Valle de Viñales).
- Estos suelos ocupan la mayor parte de las poljas de contacto y de las terrazas altas de los valles fluvio-cársicos de la zona y están en asociación genética con los del grupo *Alisoles*, los que ocupan alrededor del 4,4% del total del área del Parque. En ambos casos se trata de suelos de muy alto grado de evolución, derivado de la combinación de materiales parentales ricos en cuarzo y silicatos de aluminio, así como de la existencia de períodos climáticos antiguos muy húmedos en esta zona montañosa del occidente de Cuba.
- La erosión es el principal proceso degradativo presente en los suelos del Parque Nacional Viñales. Por tal razón, las principales medidas deberán estar encaminadas a evitar la tala y a no mantener los suelos desnudos por períodos prolongados (arroje del suelo, resiembra forestal inmediata, etc), realizándose sólo tala selectiva en las áreas de bosques productivos.
- Otros procesos degradativos del suelo están relacionados con la acidificación observada en los ensayos químicos y la combinación en ciertos casos de acidificación y erosión a escalas locales.

- La acidificación del suelo en algunas áreas de explotación agrícola pudiera estar siendo acelerada (pudiéndose incrementar en el futuro), como consecuencia del uso de fertilizantes minerales y pesticidas, especialmente en algunas áreas madereras y cafetaleras. Las principales medidas deberán estar encaminadas a minimizar el uso de estos insumos, así como el mejoramiento de los suelos agrícolas (especialmente en áreas de autoconsumo del sector estatal y privado), mediante aplicación de enmiendas calcáreas (encalado de suelos), con excepción de las áreas destinadas a la producción de café y tabaco.

5. BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO, M. y GUTIÉRREZ, R. (1974): «Contribución al estudio de la estratigrafía del Cuaternario del occidente de Cuba». *Revista Voluntad Hidráulica* (11) (29): 59-66.
- CAIRO, P. y QUINTERO, G. (1980): *Suelos*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana: 353-358.
- CAPOTE, R. P. y BERAZAÍN, R. (1984): «Clasificación de las Formaciones Vegetales de Cuba». *Revista Jardín Botánico Nacional* (2): 27-75.
- DIRECCIÓN NACIONAL DE SUELOS Y FERTILIZANTES (1984): «Mapa de Suelos de Pinar del Río, escala 1: 25 000». Editado por Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía.
- FAO-UNESCO (1990): «*Mapa Mundial de Suelos, escala 1: 5000 000*». *Informe sobre Recursos Mundiales de Suelos*. Versión en español por Caballas y col. Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. Santiago de Compostela: 59 págs.
- , (2003): «Mapa Mundial de Suelos a escala 1: 30 000000». World Reference Base, World Soil Resources. FAO, EC, ISRIC, 1998.
- INSTITUTO DE SUELOS (1971): «Mapa Genético de los Suelos de Cuba, escala 1:250 000» (reducción del 1:100 000). Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía: 19 hojas.
- , (1999): *Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba*. Editorial AGRINFOR. La Habana: 64 págs.
- JAIMEZ, E. *et al.* (2000): «Aplicación de la tecnología digital a la cartografía de suelos en los alrededores de la Sierra de San Carlos, Pinar del Río, Cuba». *Memorias de GEOINFO' 2000*. La Habana: 11 págs.
- , (2005): «Condiciones paleoclimáticas de formación de los suelos durante el Pleistoceno Superior en Cuba Occidental y su contraste con otras áreas del país y El Caribe». *Implicaciones Ambientales. Mapping*, Revista Internacional de Ciencias de la Tierra (103): 72-80.
- ORTEGA, F. (1984): «Las hipótesis paleoclimáticas y la edad de los suelos de Cuba». *Revista Ciencias de la Agricultura* (21): 45-59.