

**LA EROSIÓN Y MANEJO DE LOS SUELOS
EN EL CARSO LLANO DE CUBA :
ESTUDIO DE DIFERENTES CASOS**

**L'ÉROSION ET L'UTILISATION DES SOLS
DANS LA PLAINE KARSTIQUE DE CUBA :
ÉTUDE DE PLUSIEURS CAS**

J.M. FEBLES GONZALEZ, N.J. MARTIN ALONSO, S. HERNANDEZ

RESUMEN

Los resultados de esta investigación, la primera de su tipo realizada en Cuba, permitieron demostrar ante todo, que los suelos del tipo Ferralíticos Rojos, sí están sujetos a fenómenos erosivos y la magnitud de tales pérdidas, a través de las depresiones cársticas (dolinas), mediante las modalidades específicas que adquiere la erosión de los suelos en el carso llano de Cuba.

En el transcurso de los últimos 10 años, en un área de apenas 1 km² destinada a cultivos de plantas forrajeras donde existen 14 dolinas que ocupan aproximadamente las 2/3 partes de esta superficie, la magnitud de las pérdidas se estima que han sido de 24 734m³ lo cual afecta significativamente tanto el fondo de tierras y uso agrícola (por el déficit neto de la capa vegetal removida), como la calidad de los acuíferos, los cuales resultan en definitiva el destino final donde arribará secuencialmente todo este material, contaminando los mismos.

Este trabajo, realizado a escala 1: 2 000, fueron aplicados de manera conjunta y simultánea una serie de métodos, entre los que se destacó el método geofísico, tanto por el grado de precisión científica que aportó a los resultados obtenidos, como el valor práctico que el mismo posee en los estudios relacionados con la Ciencia del Suelo. En esta primera experiencia de su aplicación con fines agrícolas, permitió

advertir que el proceso cársico-erosivo se mantiene aún activo hasta los 15-20 m de profundidad como promedio para toda la región, por lo que las medidas especiales de conservación y mejoramiento aquí recomendadas valoraron el grado de paroxismo del fenómeno, a través del diagnóstico geofísico.

Este proyecto, al mismo tiempo cobra especial significación e importancia nacional, al coincidir los fenómenos aquí relacionados con las zonas de mayor producción agrícola, densidad de población y con las cuencas más importantes de abastecimiento de agua de varias provincias; todo lo cual determinará una revalorización del uso agrícola de tales regiones, so pena de convertir amplios complejos territoriales naturales (más de las 2/3 partes de la superficie emergida del país), en verdaderos "desiertos rocosos" con el tiempo (a escala humana).

RÉSUMÉ

Les résultats de cette recherche, la première du genre effectuée à Cuba, ont permis de montrer avant tout que les sols de type ferrallitique rouge sont soumis à l'érosion et l'importance de telles pertes à travers les dépressions karstiques (dolines) est donnée grâce aux modalités spécifiques acquises par l'érosion des sols dans la plaine karstique de Cuba.

Au cours des 10 dernières années, dans une zone d'à peine 1 km² destinée aux cultures de plantes fourragères où se trouvent 14 dolines occupant environ les 2/3 de cette surface, on a évalué l'importance des pertes à 24 734 m³, ce qui affecte de façon significative tant le fond des terres et l'utilisation agricole (en raison du déficit net de la couche végétale déplacée) que la qualité des nappes aquifères contaminées par ces matériaux d'apport.

Pour ce travail, réalisé à l'échelle 1/2000, on a utilisé de manière conjointe et simultanée une série de méthodes parmi lesquelles on a distingué la méthode géophysique, tant par le degré de précision scientifique qu'elle a apporté aux résultats obtenus que par sa valeur pratique dans les études liées à la Science du Sol. Cette première expérience à finalité agronomique a permis de s'apercevoir que le processus karstique érosif reste actif jusqu'à une profondeur de 15-20 m en moyenne pour toute la région, c'est pourquoi les mesures spéciales de conservation et d'amélioration qui sont recommandées ici ont évalué le degré de paroxysme du phénomène au moyen du diagnostic géophysique.

Ce projet prend en même temps une signification particulière et une importance nationale en faisant coïncider les phénomènes rapportés ici avec les zones de forte production agricole, de forte

densité de population et les plus importants bassins d'approvisionnement en eau des diverses provinces. La mise en oeuvre de ce projet vise à revaloriser l'utilisation agricole de ces régions, qui, avec le temps, verraient se transformer de vastes complexes territoriaux naturels (plus des 2/3 de la surface émergée du pays) en véritables "déserts rocheux" (à l'échelle humaine).

INTRODUCCION

Los estudios relacionados con la erosión de los suelos en las regiones cársicas son limitados en el mundo, adoleciendo de métodos de investigación lo suficientemente confiables que permitan conocer en toda su magnitud, las modalidades específicas que adquieren los procesos erosivos en el complejo territorial cársico. La República de Cuba, con más de las 2/3 partes de su territorio constituido por rocas carbonatadas susceptibles a experimentar tales fenómenos, expresan de hecho la importancia de profundizar en estas investigaciones.

Este trabajo, realizado a escala 1:2 000, fueron aplicados de manera conjunta y simultánea una serie de métodos, entre los que se destacó el método geofísico, tanto por el grado de precisión científica que aportó a los resultados obtenidos como el valor práctico que el mismo posee en los estudios relacionados con la Ciencia del Suelo. En esta primera experiencia de su aplicación con fines agrícolas, permitió advertir que el proceso cársico-erosivo se mantiene aún activo hasta los 15-20 m. de profundidad como promedio para toda la región, por lo que las medidas especiales de conservación y mejoramiento aquí recomendadas valoraron el grado de paroxismo del fenómeno, a través del diagnóstico geofísico.

Este proyecto, al mismo tiempo cobra especial significación e importancia nacional, al coincidir los fenómenos aquí relacionados con las zonas de mayor producción agrícola, densidad de población y con las cuencas más importantes de abastecimiento de agua de varias provincias; todo lo cual determinará una revalorización del uso agrícola de tales regiones, so pena de convertir amplios complejos territoriales naturales en verdaderos "desiertos rocosos" con el tiempo.

CONDICIONES EXPERIMENTALES

Características naturales de la región.

Situación geográfica.

El área investigada se localiza en la porción central de la

provincia de La Habana, a 1 Km. aproximadamente al suroeste de la ciudad de San José de Las Lajas, sobre una llanura prácticamente sin desnivel, entre las cotas 100-120 m.s.n.m. separando en dos secciones los anticlinales Bejucal-Madruga-Limonar y San Rafael-Casiguas, Albear, (1969) y Busto y col., (1976).

Condiciones climáticas.

En la provincia de La Habana la cantidad de precipitaciones oscila desde 1200-1600 mm., observándose el máximo de precipitaciones en Junio y Septiembre y un mínimo en Diciembre, en la zona de San José de Las Lajas se produce de un 76-80 % de las precipitaciones anuales que ocurren en la provincia, Davitaya y Trusov, (1965).

El Instituto de Hidroeconomía, (1980), reporta los siguientes datos de precipitaciones ocurridas en un período de seis años en esta región, Tabla No.1.

Tabla No.1.

Cantidad de lluvias caídas en mm/año. Tomado de Instituto Hidroeconomía, (1980).

Año	72	73	74	75	76	77	Promedio
mm.	1909	1250	939	1365	1757	1652	1478

Suelos.

En el territorio existen dos tipos de suelos, los cuales atendiendo a la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba Instituto de Suelos, (1979), pueden clasificarse como Ferralítico Rojo hidratado y Ferralítico Amarillento lixiviado y gleyzoso, ocupando estos últimos las partes más deprimidas del relieve (ladera y fondo de las dolinas respectivamente).

Geología.

Las áreas se encuentran ubicadas en la porción comprendida por la Formación Cojímar, caracterizada por dos tipos de litología, margas calcáreas a marga arcillosa que transcisan hasta gredas (arcillas) de color gris que alteran de

amarillo crema oscuro hasta amarillo blanco, Bermúdez, (1963)

Geomorfología

Albear, (1969), considera que el relieve actual de San José de Las Lajas refleja las características litológicas y morfoestructurales predominantes, debido a la acción incesante de factores internos y externos, producidos por periodos cíclicos de acumulación sedimentaria y por los movimientos tectónicos terciarios y cuaternarios y los subsiguientes procesos selectivos, de variable ocurrencia e intensidad, erosionales y de meteorización, denudación y cárnicos de disgregación, descompensación, disolución y/o alteración química.

Vegetación

La vegetación natural del área es similar a la existente en las llanuras rojas de la Isla, la cual se ha extinguido siendo sustituida por pastos, entre los cuales se encuentran: estrella (*Cinodon influensis*), bermuda (*Cinodon dactylon*) y pangola (*Digitaria decumbens*).

METODOLOGIA DE INVESTIGACION

La realización de este trabajo, fue desarrollada a partir de la confección de una base cartográfica a escala 1:2 000, en la que se aplicaron un conjunto de métodos: geográfico-geomorfológico, morfométrico, histórico-evolutivo, descriptivo-comparativo, inspección visual, análisis físicos y químicos de las aguas (residuales y del acuífero) y geofísicos (sondeos eléctricos verticales: SEV) entre otros, que conforman precisamente la metodología que se recomienda para la investigación de la erosión de los suelos Ferralíticos Rojos, así como la diferenciación espacial (zonal-geomorfológica) de éstos en las extensas áreas de carso llano del territorio de Cuba.

RESULTADOS Y DISCUSION

El desconocimiento que históricamente se ha mantenido sobre la dinámica de la erosión de los suelos en las regiones cár

sicas así como la subestimación de las formas que se expresan débilmente en el relieve durante la fase incipiente de su evolución, ha generado daños considerables a la economía nacional, los cuales no se limitan tan sólo al sector agropecuario sino también al de la construcción de obras civiles, industriales e hidrotécnicas entre otras.

A continuación y de manera sucinta será considerada la influencia ejercida por cada factor en la génesis y evolución secuencial del proceso cársico-erosivo en el área investigada.

Influencia de las condiciones climáticas

Las condiciones climáticas son un factor vital en la génesis y ulterior desarrollo del proceso cársico, pudiéndose considerar que un territorio relativamente pequeño y casi homogéneo, desde el punto de vista climático pueden surgir toda una serie de formas cársicas, Tricart, (1965).

Lo anterior queda plenamente confirmado en la región del municipio de San José de Las Lajas y en específico para el territorio que fuera objeto de este estudio, donde en tan solo en 1 Km² y bajo un mismo régimen climático, se ha generado una diversidad de procesos y formas cársicas diferentes.

Influencia de las condiciones edáficas

Los suelos cultivados permanentemente de pastos de forraje, en una explotación muy intensa y totalmente mecanizada, ha provocado una compactación manifiesta que en ocasiones llega hasta los 30-50 cm. de profundidad, lo cual facilita el escurrimiento superficial de las aguas pluviales y de riego, contribuyendo a la acción severa de la erosión laminar, con el consecuente traslado del material hacia las partes bajas del relieve (fondo de las depresiones).

Por otra parte, la aplicación de fertilizantes nitrogenados a los pastos, transmiten un carácter ácido a ligeramente ácido a los suelos, que produce un efecto residual que estimula la flora microbiana provocando un aumento del contenido de CO₂, elemento este que al asociarse con el agua resulta una fuente adicional ácida al bicarbonato (H₂CO₃), que acelera aún más

los procesos de carbonación-disolución que afectan a las calizas.

Influencia de las condiciones geólogo-geomorfológicas

La función principal que el relieve desempeña de acuerdo a la configuración espacial de sus elementos de pendientes (predominantemente convexos), es dirigir el escurrimiento en "manto" hacia cada una de las dolinas, provocando un descenso rápido "casi vertical" en ellas, que se traduce en una acción disolutivo-erosiva extraordinaria (sobre todo en los primeros minutos de ocurrencia de las precipitaciones), pues las aguas arriban al material pétreo subyacente aún muy enriquecidas de sustancias agresivas (CO_2 y ácidos orgánicos), lo cual coadyuva a una comunicación más efectiva entre dos niveles de acción: superficie interior del macizo y por tanto a la pérdida irremediable de cantidades crecientes de suelos. Simultáneamente las dolinas y sus elementos componentes, ganan secuencialmente en magnitud, ejerciendo cada vez más un mayor control de escurrimiento superficial. Sin embargo, la cobertura de suelos Ferralíticos por su potencia, puede modelar la morfología de las depresiones (por acúmulo) enmascarando de cierto modo este mecanismo de acción, lo cual ha provocado en gran medida la subvaloración de este complejo proceso erosivo.

Influencia de la actividad antrópica

Se manifiesta a través de dos actividades socioeconómicas principales: la actividad agropecuaria y la industrial. La actividad pecuaria de la región está constituida por varias instalaciones para la cría de ganado avícola, cunícola y bovino, representando este último el más extenso y el de mayor interés debido a que sus residuales son vertidos directamente en las formas cársicas superficiales, las cuales se comunican con el acuífero, contribuyendo a su gradual contaminación.

La influencia de la actividad industrial, se considera intensa debido a que desde el poblado de San José de las Lajas

hasta 1 Km después de la localidad investigada se ubican 6 grandes fábricas, las cuales vierten también sus desechos directamente en lagunas formadas artificialmente en las de presiones cársicas, por el volumen de aguas contaminadas que diariamente desaguan en ellas.

Otra actividad no menos importante ha resultado la extracción de las aguas freáticas para el riego artificial, tanto para irrigar las áreas del complejo natural, zonas agropecuarias vecinas, como para el consumo de las industrias. Esto provoca la fluctuación constante de las aguas, incrementando los procesos corrosivo-erosivos, propiciando la aparición de las dolinas de disolución y hundimientos con desplomes o de rrumbes sobre todo en "el techo" del macizo.

Procesos erosivos

El trabajo del campo en las áreas carsificadas, permitió diagnosticar la existencia de un intenso proceso erosivo cuya tendencia general ha sido transportar cantidades crecientes de suelos hacia cada una de las cavidades cársicas presentes a través de mecanismos o modalidades específicas de la erosión en estas regiones. En primer lugar se trata de la actividad mecánica, es decir, la erosión en manto o elutriación, la que sucede principalmente en las partes suavemente inclinadas y de peniplanación casi horizontales del relieve, dado por el grado de humedecimiento de las partículas, las cuales al quedar saturadas quedan en un evidente estado de inestabilidad, provocando que sean susceptibles al movimiento espontáneo hacia las partes bajas: reptación.

El segundo tipo de erosión se manifiesta mediante el lavado de las partículas más finas, coloidales que son de máxima importancia para la calidad de los suelos.

En la superficie que comprenden depresiones cársicas(dolinas), con independencia de estar en su generalidad cubierta de suelos y vegetación, existe durante cada lluvia torrencial un arrastre de partículas hacia los ponores a través de los cuales tiene lugar el traslado definitivo y por tanto una pérdida neta de suelos de carácter irreversible, al

ser trasladadas hacia las cavidades más profundas del lecho, coincidiendo estas observaciones con los resultados obtenidos por Fanos y Stelcl, (1965).

En la Tabla No.2 se expresan los volúmenes teóricos de suelos removidos hacia cada una de las cavidades cársicas. Los valores obtenidos oscilan entre 107 y 5769 m³ en dependencia del tamaño de las dolinas, considerándose que gran magnitud de este volumen se ha efectuado a través de los ponores a las cavidades subterráneas.

Tabla No.2

Volúmenes de suelos removidos en cada depresión cársica estudiada.

Dolinas	1	2	3	4	5	6	7	8
V(m ³)	2962	933	1130	934	2135	5764	2084	4140
cont.	9	10	11	12	13	14	Total	
	2208	512	107	412	1102	306	24 734	

CONCLUSIONES

El complejo territorial natural investigado, experimenta un proceso cársico-erosivo en pleno desarrollo, tanto desde el punto de vista areal como vertical, con un volumen de 24 734 m³ de suelos, perdidos en el transcurso de los últimos 10 años, por lo que puede clasificarse al estado del proceso como PARCIMAL.

Las dolinas(14 depresiones) presentes están activas y en fase de hundimiento, afectando más de las 2/3 partes del área destinada a pastos, con un ritmo de pérdidas anual de 2473 m³.

Las investigaciones geofísicas reportan que el proceso cársico se mantiene activo hasta una profundidad de 15 a 20 m. como promedio, para todo el territorio.

Los factores de mayor influencia son: grado de agrietamiento del macizo, altas precipitaciones, actividad socioeconómica.

Los procesos cársico-erosivos al expresarse en los complejos territoriales naturales como una "miniaturización" de éstos, resultan generalizados en las representaciones cartográficas a pequeña y media escala, lo cual ha inducido a subestimar los e ignorarlos en los estudios que sobre erosión de los suelos se realizan en Cuba.

RECOMENDACIONES

Realizar un control hidrológico de las aguas de esorrentía

Efectuar labores de subsoleo.

No laborar en el fondo de las depresiones.

No continuar vertiendo residuales a las dolinas.

Hacer una explotación más racional de los acuíferos.

Realizar las investigaciones de la erosión de los suelos en las regiones cársicas a escalas detalladas, 1:10000, 1:5000 ó 1: 2000; las cuales contribuirán a obtener diagnósticos cada vez más exactos de las manifestaciones de la erosión.

REFERENCIA

- ALBEAR, F. (1969). Informe Geológico sobre los alrededores del poblado de San José de Las Lajas, en la provincia de La Habana. Instituto de Geología de la Academia de Ciencias de Cuba.
- BUSTO, R; IÑIGUEZ, L; MATEO, J. (1976). Sobre la tipología del carso de La Habana. Serie Geografía No. 12 U.H.
- DAVITAYA, F; TRUSOV, I. (1965). Los recursos climáticos de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba.
- INSTITUTO DE HIDROECONOMIA (1980). Lluvias. Datos básicos. Boletín. MICONS.
- INSTITUTO DE SUELOS (1979). Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba. Habana.
- BERMUDEZ, P. (1963). Las formaciones geológicas de Cuba. ICRM.
- TRICART, J. (1965). Tratado de Geomorfología. SEDES. París.
- PANOS, V; STELCL, O. (1965). Conferencia sobre el carso llano en la parte occidental de Cuba. ACC.