

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE LA DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS DE LOS BOSQUES TROPICALES DE LA PROVINCIA DE PEDERNALES (REPÚBLICA DOMINICANA)

Hernández, A. J.¹; Alexis, S.¹ y Pastor, J.²

1. Dpto. Interuniversitario de Ecología, sección Universidad de Alcalá. Edificio Ciencias, Campus, Alcalá de Henares (Madrid). E-mail: anaj.hernandez@uah.es.
2. Centro Ciencias Medioambientales, CSIC, Serrano 115, Madrid. E-mail: jpastor@ccma.csic.es

Resumen

La provincia de Pedernales (República Dominicana) alberga la mayor parte de la única Reserva de la Biosfera en la isla caribeña, con la ubicación de los Parques Nacionales Bahoruco y Jaragua. En ellos se encuentran representados la casi totalidad de los ecosistemas de bosques tropicales (de coníferas, latifoliados, bosque seco y manglares en tierra firme), así como los usos del suelo más comunes en el país dominicano. La bibliografía consultada en lo referente a los suelos es muy escasa y no aporta ningún dato en relación a este recurso natural que es básico para la gestión de un desarrollo sostenible en este territorio. Ello constituye el objeto de este trabajo.

Un total de 41 muestras de la capa superficial de los suelos correspondientes a los diferentes bosques y usos han sido analizadas en lo relativo a la fertilidad (N, P, K) y contaminación por metales pesados (Zn, Cu, Cr, Pb, Cd) por su relación con la litología de los diferentes sustratos. La tala y quema de los bosques para una agricultura trashumante, así como una agricultura y ganadería intensivas, implica que los suelos deban ser manejados atendiendo a la dinámica de los metales pesados atrapados en la materia orgánica.

Palabras clave: Reserva de la Biosfera, fertilidad del suelo, contaminación del suelo, metales pesados

Abstract

The Pedernales province (Dominican Republic) has the main part of the only Biosphere Reserve in that Caribbean Island, including the Bahoruco and Jaragua National Parks. In these Parks is possible to find almost the totality of tropical forest ecosystems (evergreen rain forest, latifoliated forest, dry forest and mangrove forest on mainland), as well as the most frequent soil uses in the Dominican country. The consulted bibliography about the soils is very scarce and it does not give any information relating to this natural resource, which is basic for a sustainable development management in this territory. This subject is the target of this work. An amount of 41 samples of the superficial layer of the soils corresponding to the different forests and soil uses have been analyzed with respect to the fertility (N, P, K) and to the heavy metals contamination (Zn, Cu, Cr, Pb, Cd) because it is related to the lithology of the different substrates. Cutting down and burning forests for an itinerant agriculture, as well as an intensive agriculture and livestock implies that the soils should be managed considering the heavy metals dynamic bounded in the organic matter.

Key words: Biosphere Reserve, soil fertility, soil pollution, heavy metals.

Introducción

Por la importancia que la provincia de Pedernales (República Dominicana) está teniendo en la actualidad para estudios que conduzcan al desarrollo humano y sostenible de esta zona, (ONOPLAN, 1991 y 1997; ARAUCARIA, 2003), se hace necesario diagnosticar la capa superficial edáfica, como referente del estado actual de los suelos en los principales ecosistemas que forman parte de la única Reserva de la Biosfera que se encuentra en la isla La Española. En las recientes publicaciones relativas a planes de ordenación de los recursos naturales en esta zona, no se encuentran estudios de edafología apoyados en análisis de los suelos (Cámara, 1997; ARAUCARIA, 2003), ni tampoco figuran en los

trabajos desarrollados anteriormente por la OEA (1967). Sin embargo, hemos percibido que el suelo es el recurso natural que se ve sometido a una degradación constante en los últimos años. Pensamos que ello es debido a dos causas que tienen lugar a la vez. Por un lado, la deforestación a través de la tala y quema para el desarrollo de una agricultura trashumante (Alexis et al., 2004) y, por otro, la dinámica de transformación de los distintos sustratos de la zona, especialmente en lo que se refiere a la contaminación por metales pesados, debida a los metales litogénicos que se asocian con minerales primarios y pueden estar disponibles en el sistema suelo-planta (Kabata-Pendias, 1993). Estas formas de metales, al igual que los de origen antropogénico, se pueden transformar mediante procesos edafogénicos y se convierten en metales edáficos controlados por las propiedades del suelo. Este trabajo se propone por tanto, mostrar una primera aproximación al estudio de la degradación de los suelos en este territorio, así como contribuir a dar referentes cuantitativos relacionados con la misma.

Material y Métodos

a) **Características naturales del área de estudio.** Podríamos resumir el perfil geológico diciendo que en la zona baja de la provincia predominan las margas. Sin embargo, a partir de los 14 m. sobre el nivel del mar, se inician las terrazas cársticas hasta alcanzar una elevación entre los 50-60 m. Se encuentran yacimientos de bauxita sobre los 365 m. y también a partir de 1.200 hasta los 1.645 m. (Cámara, 1997). Es, además, la zona más meridional de República Dominicana, siendo por ello la más afectada por los huracanes y tormentas tropicales del área, al estar situada más dentro de su trayectoria ordinaria, que el resto del país. Los huracanes han sido factores con-formantes de los actuales ecosistemas, sobre todo en las zonas costeras y en el sistema de lagunas costeras.

El clima, en sentido general, puede clasificarse como semiárido, con oscilación anual y marcada variación de un año a otro en régimen de precipitación (T° media de 27° C y 720 mm. de precipitación media). Dos estaciones secas ocurren en la cuenca de Pedernales: una de noviembre a abril y otra en junio-julio, siendo el período comprendido entre agosto y octubre el de mayor precipitación. La sequía avanza en dos direcciones: de Este a Oeste y de Norte a Sur, cuestión ésta que afecta fuertemente a todo el área de estudio.

El río Pedernales, nace en la sierra de Bahoruco y tiene 30 Km. de longitud, siendo todo él frontera natural entre los dos países de la Isla de La Española. Su cuenca presenta las zonas que están sometidas a mayores presiones de la tala y quema de los bosques en este territorio; así mismo, la canalización del río, en igual proporción para Haití que para República Dominicana, es utilizada casi esencialmente en la actualidad para el regadío de los cultivos establecidos en las dos márgenes (cultivos intensivos). Este hecho, unido al que en este territorio dominicano se ubique la mayor parte de la única Reserva de la Biosfera de la isla, declarada por la UNESCO en 2002 (Santana, 2004), y en la que se sitúan los Parques Nacionales de Bahoruco y Jaragua, ha contribuido al diseño de un gestión en relación a los usos más frecuentes en la explotación del territorio caribeño: explotación de minerales, agricultura -excepto arroz- y ganadería intensivas, además de la agricultura itinerante, producto de tala y quema de los bosques.

Las características más relevantes en relación a los suelos las hemos constatado a través de la información cartográfica: mapas con la litología, unidades geomorfológicas y capacidad productiva de la tierra (OEA, 1967; Cámara, 1997), así como el mapa de vegetación (Tolentino y Peña, 1998).

b) **Muestreo y análisis de suelos.** La selección de los puntos de muestreo se ha realizado de acuerdo a las unidades paisajísticas del territorio, englobando además los usos del suelo. Se ha recogido un total de 41 muestras de la capa superficial edáfica, (0-20 cm.) mediante azada en cinco puntos al azar en cada sistema a lo largo de un transecto que va desde los 1.300 m. hasta los 5 m. sobre el nivel del mar, combinando pues el gradiente altitudinal que condiciona los diferentes bosques tropicales de la zona, así como las áreas de agricultura intensiva. La ubicación de las muestras está referida a las unidades de vegetación que configuran el paisaje. Las terminologías usuales para la designación de las mismas no son homogéneas en el país dominicano, lo que todavía provoca conflicto entre los investigadores dependiendo de las diferentes escuelas. Para este trabajo seguimos la nomenclatura y terminología seguida en el "Inventario de la

Vegetación y Uso de la Tierra en la República Dominicana", (Tolentino y Peña, 1998), ya que ha sido realizada mediante la utilización de sensores remotos y el uso de los SIG que proporcionan un medio adecuado de cuantificación y delimitación geográfica de las diferentes tipos de vegetación natural que existen en la República Dominicana.

Se ha determinado el pH en agua, el contenido de materia orgánica y de elementos vinculados a la fertilidad (N, P, K) así como los niveles total y asimilable del Cu, Cd, Zn, Pb y Cr. Estos últimos se han determinado por espectroscopia de emisión de plasma, tras moler los suelos con mortero de ágata y someterlos a ataque ácido con HNO_3 y HClO_4 en proporción 4:1. Los datos edáficos se analizaron comparando valores medios con la U de Mann Whitney. En todas las tablas, letras diferentes en los mismos grupos y columnas indica que la diferencia entre usos de las variables edáficas es significativa al menos al 90%.

Resultados y Discusión

Para el estudio de los suelos hemos agrupado las muestras teniendo en cuenta, las categorías utilizadas en el citado Plan de Ordenación para los dos Parques Nacionales ubicados en la provincia de Pedernales, que ha sido también asumidas por Araucaria (2003) y que están acordes con la sectorización que se hace para una Reserva de la Biosfera. Pero las hemos relacionado también con las distintas unidades paisajísticas y los usos actuales de gran parte de estos bosques. Por todo lo cual la ubicación de las 41 muestras de suelo corresponden a los ecosistemas mencionados a continuación:

1. "*Bosque tropical de coníferas*" y "*Bosque latifoliado*", categoría que abarca al "*Bosque latifoliado nublado*". En ellos se ubican los suelos de las denominadas "Zonas Núcleo" y de bastantes muestras de las "Áreas de Amortiguamiento" del Parque Nacional Bahoruco; se sitúan entre los 3.085 y 800 m los primeros y entre 800-400 m los segundos, con una precipitación anual media de 900 a 2.000 mm. Los primeros se encuadran en la unidad geomorfológica "Sierra de Bahoruco", correspondiendo a sistemas no cultivables o sólo para explotación forestal, según los autores consultados. En estos bosques no hay paralización vegetativa. Aunque los suelos de la "zona de amortiguamiento" de este Parque se sitúan en la unidad geomorfológica "Escalera de las Mercedes", tampoco son considerados aptos para el cultivo. Una buena parte de este territorio está afectado por la explotación de bauxita. La OEA (1967) se refiere a esta zona como al "bosque muy húmedo montano" y al "bosque húmedo subtropical", así como Cámara (1997), habla de los pisos de vegetación "supraantillano y mesoantillano". Nosotros hemos agrupado las muestras ubicadas en esta zona en los GRUPOS I y II: "Zona Núcleo" y de "Amortiguamiento" del Parque Nacional Bahoruco, respectivamente, por su ubicación geográfica y los usos de suelos que encontramos actualmente.
2. "*Bosque tropical Seco*". Es el más representativo del Parque Nacional Jaragua. Está compuesto por especies de árboles semidecíduos, que crecen en zonas de menos de 500 m., con temperaturas entre 26 a 28° C y precipitaciones de 500 a 800 mm por año. La evapotranspiración potencial en el mismo excede los niveles de precipitación entre 8 y 10 meses cada año. Los suelos corresponden a la unidad geomorfológica "Karst de Jaragua", con una vegetación sometida a 3-5 meses de paralización vegetativa. Corresponden al denominado por la OEA (1967) "bosque seco subtropical" y "bosque espinoso subtropical", y por Cámara (1997) "bosque tropófilo espinoso". Aquí hemos situado los Grupos III y IV: "Zona de Conectividad" de los dos Parques y "Zona Núcleo" del Parque Nacional Jaragua, respectivamente.
3. "*Bosque de Humedales*" y "*Matorrales de Humedales Salobres*". Los primeros están inundados solo en las épocas lluviosas (Manglares de Tierra Firme), con sales disueltas en los suelos; una altura entre 5 y 20 metros y una densidad entre 70 y 85 % de cobertura y se localizan en Cabo Rojo, en la costa Suroeste del Parque Nacional Jaragua y al Noreste de la Laguna de Oviedo. Los Matorrales se presenta en suelos rojizos, pobremente drenados y de baja altitud, alcanzando una altura máxima de 5 m. y se pueden encontrar en diversos ambientes (secos, húmedos, o en los manglares). Se encuentra al Noreste de la Laguna de Oviedo, en el tramo costero Cabo Rojo-Pedernales. Las tres muestras de suelo correspondientes a estas unidades paisajísticas no se contemplan en el estudio de los grupos realizados.

Según la bibliografía consultada (FAO, Informe 21/90 CP-HAI; Cámara, 1997), se dice que en todo el territorio hay un marcado predominio de suelos que van de superficiales a poco profundos, pedregosos, con escaso desarrollo edafogénico y baja fertilidad natural, principalmente en las tierras altas, con excepción de los pequeños valles intramontanos, donde la profundidad efectiva es mayor, la rocosidad y pedregosidad es menor y la fertilidad natural es más elevada. En la parte baja de la cuenca, los suelos son poco profundos, gravosos, con drenaje algo excesivo, características que mejoran con los sedimentos, depositados por el Río Pedernales, generando mayor potencialidad de desarrollo agrícola. Sin embargo, se comenta que las calizas están muy presentes en esta zona y su descomposición produce un suelo generalmente profundo (0,6 m.), cubierto de una capa de materia orgánica negra y fértil, de buena estructura, con un pH alrededor de 7; debajo hay una capa de arcilla o de limo rojo, ligeramente ácido (pH 5,6 y 6,5) al contacto de la roca madre. La mayoría de los suelos han sido clasificados como *entisoles* para los correspondientes a la parte montañosa y colinas (clases VI y VII que podrían ser los correspondientes a los grupos I y II de nuestro estudio) y en el valle aluvial del Río (clases III y IV, correspondientes a los situados en el grupo III, con agricultura intensiva y de regadío); mientras que para los valles intramontanos presentan algunos *mollisoles* e *inceptisoles*, (clase III y IV, no quedando claramente ubicados en este territorio).

Los análisis efectuados por nosotros (tablas 1,2 y 3) muestran por vez primera los valores de aquellos parámetros que van ligados a la fertilidad de los suelos, *versus* "calidad", así como a los metales pesados relacionados con la litología y que pueden causar contaminación. Las diferencias son poco significativas entre los pH de los diferentes usos del suelo, excepto para el grupo I de suelos ácidos. Aunque la M. O. y el contenido de N tienen valores medios apreciablemente diferentes en bastantes casos según los usos, solamente llegan a ser significativas entre usos en el grupo III. Todos los valores medios para estos dos parámetros son más elevados en los suelos naturales de los distintos bosques y menores cuando estos se refieren a cultivos herbáceos en una agricultura itinerante. Contrariamente parece ocurrir para el caso del P asimilable y con una tendencia similar para el K.

Tabla 1.- Valores medios de pH, N total, M.O., P₂O₅ y K asimilable.

Grupo	Usos del suelo	pH	N total (%)	M. O. (%)	P ₂ O ₅ (mg/100g.)	K (mg/100g.)
I	Natural	5,5 a	0,683 a	16,1 a	2,2 a	13,5 a
	Agricultura trashumante	4,9 b	0,352 a	7,7 a	3,8 a	17,5 a
II	Natural	7,7 a	0,800 a	13,0 a	12,8 a	17,0 a
	Pastos	7,1 b	0,372 a	15,2 a	32,3 a	22,0 a
	Agricultura trashumante	7,4 ab	0,628 a	11,1 a	19,5 a	18,2 a
III	Natural	7,3 a	0,875 a	15,7 a	9,0 a	28,5 a
	Pastos	7,7 a	0,562 b	10,0 b	8,8 a	114,3 c
	Agricultura trashumante	7,4 a	0,500 b	9,8 b	15,7 a	15,8 ab
	Agricultura intensiva y/o con regadío	7,8 a	0,284 c	4,5 c	17,3 a	35,6 abc
IV	Natural	7,9 a	0,484 a	10,9 a	4,2 a	41,5 a
	Agricultura trashumante	8,0 a	0,355 a	6,0 a	16,5 b	35,0 a
	Vertedero	8,2	1,00	5,7	32,8	111,5

Tabla 2.- Valores medios de metales totales (ppm) y niveles de referencia en Holanda por encima de los cuales hay contaminación demostrable.

Grupo	Usos del suelo	Cd	Cr	Cu	Zn	Ni	Pb
I	Natural	27,3 a	186,8 a	114,7 a	249,7 a	133,6 a	24,3 a
	Agricultura trashumante	1,6 b	79,1 a	86,5 a	200,0 a	63,8 a	22,8 a
II	Natural	12,0 a	54,4 a	141,0 a	259,0 a	136,3 a	17,0 a
	Pastos	9,7 a	145,4 a	50,0 b	244,0 a	53,6 b	20,0 a
	Agricultura trashumante	6,6 a	22,3 b	46,3 b	134,7 b	32,4 b	5,2 b
III	Natural	33,9 a	154,5 a	203,5 ab	441,5 a	232,3 a	40,3 a
	Pastos	6,8 b	64,3 bc	124,0 b	185,5 bc	125,9 bc	25,3 b
	Agricultura trashumante	23,0 a	147,4 ab	225,3 a	405,7 ab	197,7 ab	33,8 ab
	Agricultura intensiva y/o de regadío	7,9 b	37,6 c	55,7 c	90,0 c	46,8 c	6,3 c

IV	Natural	1,8 a	34,6 a	32,3 a	54,0 a	44,6 a	7,3 a
	Agricultura trashumante	0,1 a	6,2 a	12,0 a	18,0 a	9,6 a	1,8 a
	Vertedero	3,0	148,8	135,5	843,5	43,5	182,3
	Nivel de Referencia	1,0	100	50	200	50	50

Los datos concernientes a los metales pesados asimilables muestran un mayor número de diferencias significativas entre los diferentes usos en las distintas áreas estudiadas. Sus niveles son más altos en los suelos naturales que en los de los cultivos herbáceos. Este hecho induce a pensar en la existencia de una exportación de los metales por parte de las plantas cultivadas. Además, la presencia destacada de Zn, Cu, Pb y, en menor grado, Cr, en la zona de descarga del vertedero de Pedernales, donde se depositan fundamentalmente restos orgánicos, parece corroborar la existencia de esta exportación a las plantas del consumo de la población. Por otra parte el pastoreo, generalmente itinerante en el bosque seco e intensivo en el bosque latifoliado, parece producir menores pérdidas de M.O., pero este hecho, unido al aporte de heces y restos vegetales, parece influir en la retención de un mayor contenido de metales pesados que en los sistemas de cultivo. La reducción de la M.O. y la acumulación de elementos tóxicos en la capa superficial edáfica son consideradas como dos cuestiones de la degradación de la tierra, (Stocking & Mumaghan, 2003).

Tabla 3.- Valores medios de metales asimilables (ppm)

GRUPO	Usos del Suelo	Cd	Cr	Cu	Zn	Ni	Pb
I	Natural	15,9 a	1,1 a	17,2 a	18,6 a	5,9 a	4,5 a
	Agríc.trashumante	0,5 b	3,1 a	9,5 a	6,6 a	0,9 b	0,0 a
II	Natural	7,2 a	0,2 a	16,9 a	15,3 a	5,5 a	0,7 a
	Pastos	7,2 a	0,8 b	12,4 a	30,7 a	12,6 a	5,7 b
	Agríc. trashumante	4,1 a	0,2 a	10,2 a	14,4 a	2,0 b	0,9 a
III	Natural	27,5 a	0,8 a	34,5 a	32,5 a	35,2 a	4,9 a
	Pastos	5,9 bc	0,5 bc	29,5 ab	10,3 cd	20,4 b	4,9 a
	Agríc. trashumante	15,6 ab	0,5 b	22,7 b	16,3 bc	11,7 c	2,2 b
	Agricult. Intensiva y/o con regadío	6,2 c	0,3 c	7,0 c	12,6 d	1,6 d	1,0 b
IV	Natural	1,0 a	0,1 a	4,8 a	6,4 a	3,6 a	1,0 a
	Agríc. trashumante	0,1 a	0,1 a	3,1 a	2,5 a	1,6 a	0,0 a
	Vertedero	1,2	0,7	23,4	269,0	0,7	22,6

Conclusiones

La M. O. de los suelos juega un importante papel en la retención de los metales en la capa superficial, por lo que en este territorio es muy importante un manejo adecuado de los mismos especialmente en las zonas de amortiguamiento de los dos Parques Naturales, así como en las denominadas zonas de agricultura intensiva de esta Reserva de la Biosfera.

Agradecimientos

Al profesor Roquero por la información facilitada y al Proyecto REN2002-02501/TECNO del MCyT.

Bibliografía

- Alexis, S.; Hernández, A. J. & Pastor, J. (2004). Soil Degradation in Haiti: Causative Factors and Consequences. In: Human Impact on Land Degradation. Proc. Fourth International Conference on Land Degradation. A. Faz, R. Ortiz & G. Garcia (eds.): 317-318. Quaderna Editorial, Alicante. ISBN: 84-95781-42-5.
- ARAUCHARIA-Proyecto Batoruco, ONOPLAN, AECI. (2003). Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de la Provincia de Pedernales.
- Cámara, R. (1997). *Geografía Física de la República Dominicana*. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla.
- Kabata-Pendias, A. (1993). Behavioural properties of trace metals in soils. *Applied Geochemistry, Suppl. Issue. 2*: 3-9.
- OEA (1967). *Reconocimiento y Evaluación de los recursos naturales de la República Dominicana*, Washington.
- ONOPLAN (1991) *Plan de Desarrollo de la Zona Fronteriza. Fase III. Informe Resumen Final*. R. D.
- ONOPLAN (1997). *Informe Población: Focalización de la Pobreza en la República Dominicana*.
- Santana, G. (2004). *Una Reserva de la Biosfera en la República Dominicana*. Secretaría de Áreas Protegidas y Biodiversidad de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, R. D.
- Stocking, M. & Mumaghan, N. (2003). *Manual para la Evaluación de Campo de la Degradación de la Tierra*. Mundi-Prensa.

CONTROL DE LA DEGRADACIÓN DE SUELOS

Libro de Actas

II SIMPOSIO NACIONAL SOBRE CONTROL DE LA DEGRADACIÓN DE SUELOS

Madrid, 6-8 julio 2005



R. Jiménez Ballesta y A. M. Álvarez González (eds.)
Compilado por A. de la Torre Haro