

Hernández, A. J.; Vizcaino, C.; Alexis, S.; Pastor, J. 2006. Procesos antropo-edáficos frecuentes en la Reserva de la Biosfera Jaragua-Bahoruco-Enriquillo (República Dominicana). En: J. F. Gallardo (Ed). *Medioambiente en Iberoamérica. Visión desde la Física y la Química en los albores del Siglo XXI*. Ed. Diputación de Badajoz: 223-229. I.S.B:N. 978-84-611-0352-2.

## PROCESOS ANTROPO-EDÁFICOS FRECUENTES EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA JARAGUA-BAHORUCO-ENRIQUILLO (REP. DOMINICANA)

Hernández, A. J.<sup>(1)</sup>; Vizcaino, C.<sup>(2)</sup>; Alexis, S.<sup>(1)</sup>; y Pastor, J.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Dpto. Ecología Universidad de Alcalá. E-mail: [anaj.hernandez@uah.es](mailto:anaj.hernandez@uah.es)

<sup>(2)</sup> Centro Ciencias Medioambientales CSIC, Madrid. E.mail: [jpastor@ccma.csic.es](mailto:jpastor@ccma.csic.es)

### SOIL-ANTROPIC FREQUENT PROCESSES IN THE JARAGUA-BAHORUCO-ENRIQUILLO BIOSPHERE RESERVE (DOMINICAN REP.)

#### Abstract

The relationships between the fertility (N, P, K) and the different types of forest and use forms in the superficial layer of 40 samples have been studied. Also, Al and heavy metals contamination in relation with the lithology have been investigated. Cutting down and burning forest for agricultural uses, and industrial exploitation of bauxite and limestone produced alterations in the soil processes.

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

#### Introducción y objetivos

La tala y quema en los bosques tropicales húmedos para usos agrícolas o de pasto, vienen siendo las prácticas más habituales de la población humana ubicada en el territorio de la única Reserva de la Biosfera existente en la República Dominicana. Estas actividades, unidas a la explotación de la bauxita y de la caliza, conllevan alteraciones en los suelos de los ecosistemas. Por otra parte, la agricultura intensiva, generalmente con regadío, y la deposición de basuras en las áreas ocupadas por el bosque tropical seco, alteran también los suelos. Esta realidad nos ha llevado a plantear el estudio de los principales procesos implicados en la capa superficial de los suelos de los ecosistemas más frecuentes de esta reserva por la acción antrópica.

#### Material y métodos

Área de estudio y muestreo. Podríamos resumir el perfil geológico diciendo que en la zona baja del territorio de estudio predominan las margas. Sin embargo, a partir de los 14 m sobre el nivel del mar, se inician las terrazas kársticas 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. 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 conformantes de los actuales ecosistemas, sobre todo en las zonas costeras y en el sistema de lagunas costeras.

La selección de los puntos de muestreo se ha realizado de acuerdo a las unidades paisajísticas del territorio (Tolentino y Peña, 1998), englobando además los usos del suelo. Se ha recogido un total de

40 muestras de la capa superficial edáfica, (0-20 cm.) 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. Todas las muestras se localizan en los dos grandes Parques Nacionales de esta Reserva de la Biosfera: Sierra de Bahoruco y Jaragua.

La ubicación de las muestras de suelo corresponden a los ecosistemas mencionados a continuación: “*Bosque tropical de coníferas*” y “*Bosque latifoliado*”, categoría que abarca al “*Bosque latifoliado nublado*”; 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. La OEA (1967), se refiere a esta zona como al “bosque muy húmedo montano” y al “bosque húmedo subtropical”. El bosque seco, con suelos que corresponden a la unidad geomorfológica “Karst de Jaragua”, presenta una vegetación sometida a 3-5 meses de paralización vegetativa. Corresponden al denominado por la OEA (1967) “bosque seco subtropical” y “bosque espinoso subtropical”. Por último, “*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.

Análisis físico-químicos de los suelos. 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 Al, Fe, Mn, y totales de 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<sub>3</sub> y HClO<sub>4</sub> en proporción 4:1. Los datos de fertilidad se analizaron comparando valores medios entre los grupos mediante el test no-paramétrico de la U de Mann Whitney.

La fracción arcilla (< 2µm) se obtuvo a partir de suspensiones acuosas al 1% en agua desionizada MilliRo-4 de Millipore, de muestras previamente tamizadas a 2 mm, mediante sedimentación. Los líquidos se succionaron a través de bujías Chamberlain de porosidad L-3 con el objeto de no modificar las propiedades de las arcillas. La identificación mineralógica de las muestras se realizó mediante difracción de rayos X (DRX) utilizando un difractómetro Philips X’Pert con radiación CuKα<sub>1,2</sub>. Las condiciones de excitación fueron de 40 KV y 50 mA. Se utilizó un mocromador secundario de grafito, un contador miniproportional y los diagramas se registraron con una velocidad de barrido de 0.02° 2θ/s. Dada la existencia de mezclas de minerales de la arcilla y como consecuencia de ciertas similitudes cristalográficas fue necesario la obtención de los siguientes difractogramas de cada una de las muestras: a) polvo desorientado, b) agregado orientado seco al aire (AO); c) agregado orientado solvatado con etilenglicol y d) agregados orientados sometidos a temperaturas de 300 y 500 ° C durante 3 horas. La estimación semicuantitativa de los distintos minerales presentes en las muestras, se ha calculado utilizando los difractogramas de polvo desorientado y agregado orientado y los factores de intensidad propuestos por Schultz (1964) y Ortega (1979).

## Resultados

En este trabajo se presentan los resultados relacionados con los procesos antropodéficos ligados a las dos principales actividades de uso en los bosques tropicales de los dos Parques Nacionales: la agricultura y la explotación de la bauxita. En la tabla 1 se muestran los parámetros relacionados con la fertilidad de los suelos analizados. Por lo general, se presentan contenidos más bajos en los suelos con usos agrícolas, excepto para el P, debido a la aplicación de fertilizantes como hemos comprobado con los agricultores. Así como la M.O. y el N se sitúan en niveles altos de fertilidad, no ocurre lo mismo para los fosfatos, especialmente para los suelos ácidos y con Al. En la figura 1, se pueden observar los contenidos asimilables de Al, Fe y Mn dado que son absorbidos por los cultivos herbáceos ocasionando toxicidad al ser elevados; ese sería el caso del Al, ya que por encima de 50 mg/kg, como ocurre en los suelos de los bosques tropicales húmedos, se considera que este elemento puede ser contaminante.

Los metales pesados que presentan los suelos analizados en cada ecosistema y usos frecuentes, se muestran así mismo en las figuras 2 y 3. El Cu y el Zn son oligoelementos indispensables para la vida,

pero el exceso de los mismos, como ocurre en los suelos del bosque húmedo latifoliado puede ocasionar toxicidad para los cultivos. Cr, Cd y Ni son los metales que, en casi todos los suelos utilizados en la agricultura, están por encima de los niveles de referencia considerados con posibilidad de contaminación de los mismos.

El análisis mineralógico de la fracción arcilla, (tabla 2), nos indica que, según disminuye la altitud el contenido en calcita aumenta. En el Bosque tropical húmedo de coníferas, la explotación de la cantera de bauxitas, ésta produce una alteración dando lugar a una transformación del hidróxido  $Al(OH)_3$  (gibbsita) a oxihidróxido  $AlOOH$  (boehmita). En el bosque tropical nublado, el suelo utilizado para uso agrícola contiene cuarzo; sin embargo en el húmedo latifoliado el suelo empleado para uso agrícola no tiene cuarzo y los minerales con mayor grado de alteración son más abundantes.

Tabla 1. Niveles medios (mg/100g suelo para el P, K y Ca) y desviaciones típicas de parámetros edáficos de fertilidad en los bosques tropicales húmedos y seco de la Reserva de la Biosfera en la R.D. (VRSU = vertedero de residuos sólidos urbanos; N = natural; A = antropizado. Letras diferentes en los mismos grupos y columnas indican que las diferencias entre casos son, al menos, significativamente fiables al 90%).

Ecosistema	Usos	pH	N total %	M. O. %	P ( $P_2O_5$ )	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>
Tr-coníferas	N	5,5±0,3 a	0,683±0,391 a	16,1±5,4 a	2,2±1,6 a	13,5±9,3 a	172,3±134,4 a
	A	4,9±0,4 b	0,352±0,372 a	7,7±7,9 a	3,8±4,6 a	17,5±20,5a	57,0±14,1 a
Tr-hum.Nubl	N	7,7±0,1 a	0,800±0,243 a	13,0±3,8 a	12,8±17,3 a	17,0±2,8 a	805,0±113,1 a
	A	7,4±0,7 a	0,628±0,376 a	11,1±6,0 a	19,5±8,8 a	18,2±5,2 a	608,3±79,1 b
Tr- hum latif.	N	7,3±0,4 a	0,875±0,168 a	15,7±3,3 a	9,0±5,6 a	28,5±20,5a	562,5±222,7 a
	A	7,4±0,4 a	0,500±0,082 b	9,8±0,7 b	15,7±13,3 a	15,8±2,3 a	520,0±172,5 a
Tr-seco	N	7,9±0,2 a	0,484±0,393 a	10,9±7,9 a	4,2±5,9 a	41,5±49,4 a	606,7±95,4 a
	A	8,0±0,2 a	0,355±0,077 a	6,0±0,4 a	16,5±0,7 b	35,0±43,8 a	552,5±3,5 a
Manglar	VRSU	8,2±0,1	1,00±0,210	5,7±0,5	32,8±45,6	111,5±2,1	462,5±3,5
	N	8,0	0,360	3,8	22,5	31,0	465,0
	A	7,8	0,096	1,9	8,0	7,0	430,0

Figura 1. Niveles de Al, Fe y Mn asimilables (mg/K) en suelos representativos de los sistemas estudiados (comparación entre el ecosistema y dos situaciones antrópicas)

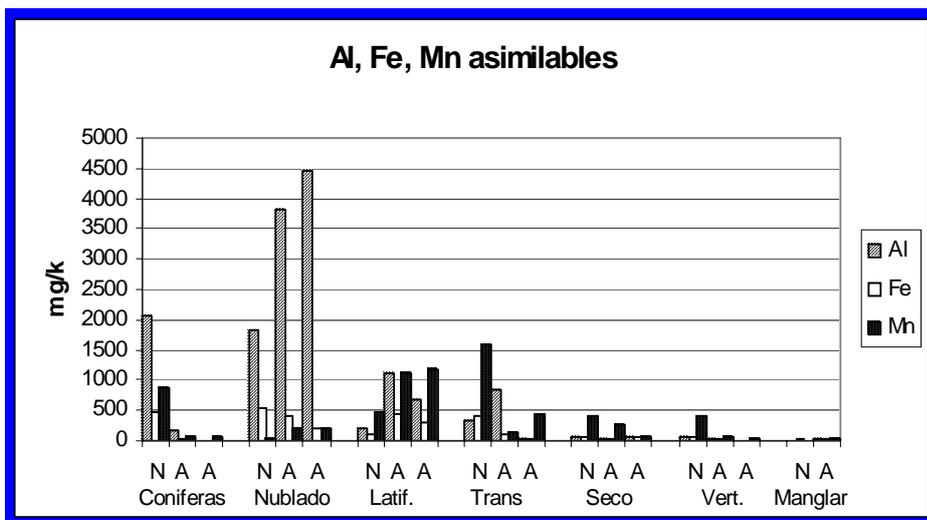


Figura 2. Niveles de Cu, Zn y Ni (elementos totales) en los mismos sistemas que se muestran en la figura anterior.

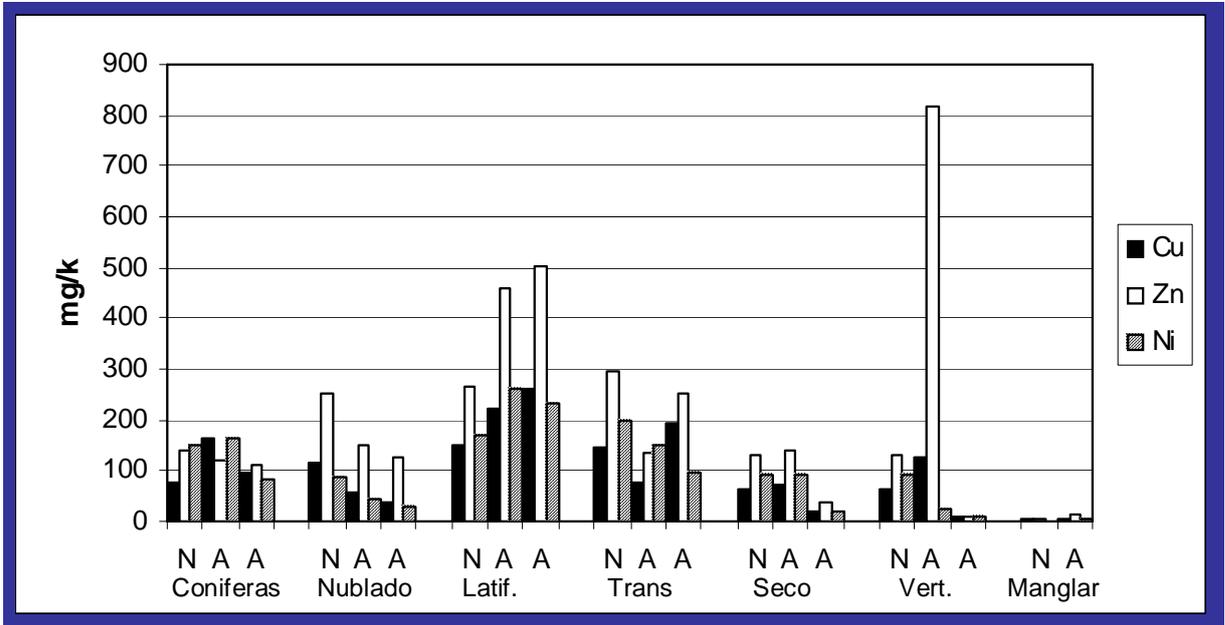


Figura 3. Otros metales pesados (Cd, Cr y Pb) que presentan los suelos analizados.

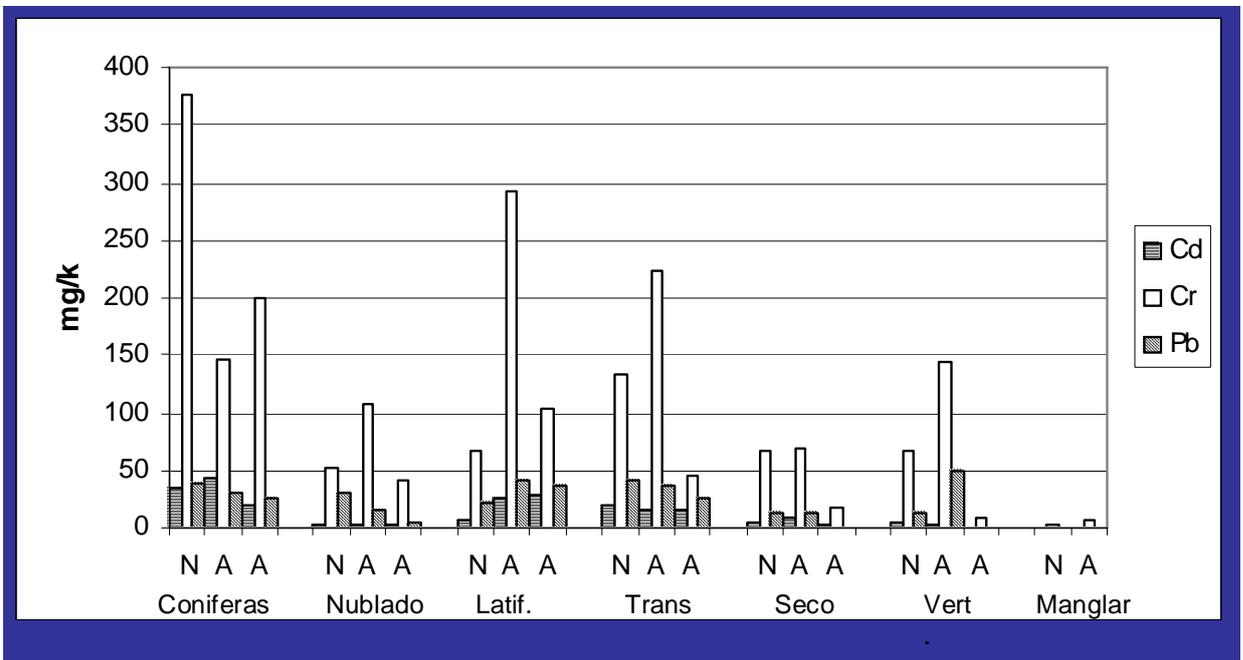


Tabla 2. Mineralogía de la fracción arcilla (%) de la capa superficial de suelos de ecosistemas representativos del Parque Nacional de Bahuco y del Parque Nacional Jaragua, así como de sus usos más frecuentes (N = natural o sin uso; A = uso antrópico, en este caso correspondiente a la agricultura de cultivos herbáceos, excepto a la explotación de la bauxita para el caso del bosque de coníferas)

<b>Ecosistema</b>	<b>Usos</b>	<b>Cuarzo</b>	<b>Calcita</b>	<b>Dolomita</b>	<b>Clorita</b>	<b>Caolin</b>	<b>Hematita</b>	<b>Gibbsita</b>	<b>Boehmita</b>
<b>Tr-conifera</b>	N	--	--	--	2	2	33	55	8
	A	--	--	--	--	20	42	14	24
<b>Tr-nublado</b>	N	--	18	--	13	10	33	13	13
	A	59	--	--	5	4	12	9	5
<b>Tr-latifolia</b>	N	58	--	--	--	18	20	4	--
	A	--	--	--	--	14	40	16	30
<b>Tr-seco</b>	N	--	65	--	--	5	15	--	15
	A	--	94	--	2	--	1	1	1
<b>Manglar</b>	N	--	97	3	--	--	--	--	--

### Discusión

Independientemente de la erosión y movimientos de tierras por la acción de los huracanes en la zona (*disturbances*), pensamos que los dos procesos antrópicos (*perturbation*) que más influyen en los procesos edáficos de los suelos de estos sistemas tropicales (agricultura y explotación de bauxita y caliza esencialmente) se implican entre sí. Por un lado, la deforestación a través de la tala y quema para fines agrícolas en el bosque tropical húmedo latifoliado 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. Aunque la M.O. puede jugar un importante papel en la retención de los metales en la capa superficial edáfica de estos ecosistemas (Hernández et al., 2005), un uso no adecuado de los mismos, puede convertirlos en contaminantes.

La fuerte precipitación en las épocas de lluvia caída sobre suelos de laderas deforestadas y usadas para cultivos herbáceos en esas épocas en los pisos correspondientes al bosque tropical húmedo latifoliado, o el regadío a base de explotación de pozos subterráneos en las épocas secas para alimentar una agricultura intensiva en el piso del bosque seco, implican mayores absorciones de elementos que son transferidos a los cultivos alimenticios. Estos elementos acaban por encontrarse en los suelos de los basureros ubicados en el bosque tropical seco, especialmente el Zn (ver figura 2). Este último oligoelemento es también el principal contaminante inorgánico de los VRSU sellados en el centro de la Península Ibérica (Pastor et al., 1993-a). La deposición de basuras, por otra parte, conlleva también un incremento de salinidad en la capa superficial del suelo (Pastor et al., 1993-b).

**Agradecimientos:** Proyectos REN2002-02501/TECNO del M<sup>o</sup>CyT y 1.2-046/2005/3-B del M<sup>o</sup>MA.

### Bibliografía

Hernández, A. J.; Alexis, S.; Pastor, J. 2005. "Contribución al estudio de la degradación de los suelos de los bosques tropicales de la provincia de Pedernales (República Dominicana)". En: Jimenez-Ballesta, R.; Alvarez-Gonzalez, A. M. (eds). *Control de la Degradación de Suelos*: 173-178. Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, CAM, Madrid.

- 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, USA.
- Ortega, M. 1979. *Mineralogía de la Block Formation. Depresión de Granada*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, España.
- Pastor, J.; Urcelay, A.; Oliver, S.; Hernández, A. J. 1993-a. Impact of Municipal Waste on Mediterranean Dry Environments. *Geomicrobiology J.* 11: 247-260.
- Pastor, J.; Urcelay, A.; Adarve, M<sup>a</sup> J.; Hernández, A. J.; Sánchez, A. 1993-b. Aspects on contamination produced by domestic waste landfills on receiving waters in Madrid province. *Environmental Pollution ICEP* 2:254-261
- Schultz, L.G. 1964. Quantitative interpretation of mineralogical composition from X-ray and chemical data for the Pierre Shale. *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper, 391-C, C1-C31*. United States Government Printing Office, Washington, DC.
- Tolentino, L.; Peña, M. 1998.- Inventario de la vegetación y uso de la tierra en República Dominicana. *Moscosa* 10: 179-203.