

SUELOS DE LA CUENCA DEL SANTO DOMINGO, SECTOR LAS MARGARITAS (CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA). BARINAS -VENEZUELA

Betty Alarcón, José M. Meza, Jajaira Oballos y Guido Ochoa

Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Instituto de Geografía y de los Recursos Naturales Renovables, Laboratorio de Suelos, Mérida-Venezuela. E-mail: oballos@forest.ula.ve/guidoochoa@forest.ula.ve

RESUMEN

A partir de los análisis realizados a un conjunto de observaciones tomadas mediante un muestreo anidado, en un área de 4 ha ubicada en el Sector Las Margaritas del Municipio Autónomo Bolívar, Estado Barinas, se realizó un estudio del comportamiento genético que presentan sus suelos en función de sus condiciones físico-naturales. Los suelos presentan texturas arcillosas a franco arcillosas, son altamente desaturados y muestran una alta acidez. Ellos fueron clasificados (Soil Survey Staff, 1994) como Typic Troorthent, Typic Humitropept, Typic Hapludult y Typic Haplohumult. Se observa una evidente correspondencia entre el grado de evolución de los suelos y las posiciones topográficas, representada por una mayor proporción de Ultisoles (Typic Haplohumult) en las posiciones cóncavas.

Palabras clave: Pedogénesis, Suelos Arcillosos, Suelos Ácidos, Muestreo Anidado.

ABSTRACT

From the particular analysis realized to one conjunct of observations taken on function one nested sampling, to area of 4 ha situate Margarita's sector of the Municipality Autonomous Bolívar, Barinas State, it have settled down a first approach of the genetic behavior that presents their soils in function of their physics natural conditions.

The soils present loam textures to loam clay, they are highly disaturated and show a high acidity. They were classified (Soil Survey Staff, 1994) like Typic Troorthent, Typic Humitropept, Typic Hapludult and Typic Haplohumult. It are observed an evident correspondence between the grade of evolution of the soils and topography position, represented by a greater proportion of Ultisols (Typic Haplohumult) in the concave position.

Key Words: Pedogenesis, loam soils, acids soils, nested sampling.

INTRODUCCIÓN

El Grupo de Investigación Medio y Pedología de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, desarrolla un proyecto de estudio pedológico para la cuenca del río Santo Domingo, entre los estados Mérida y Barinas, de manera tal de contribuir al conocimiento de la génesis de sus suelos en función de toposecuencias, fundamentadas en las variaciones físico-naturales (relieve, geología, clima, vegetación, etc) que presenta la misma.

Dentro de este contexto, el área objeto de estudio se localiza en el Estado Barinas (Sector Las Margaritas), a una altitud de 1000 m.s.n.m (Figura 1), sobre materiales de la Formación Paguey. Esta formación aflora en gran parte de la cuenca baja del Santo Domingo. Ella está constituida por una sección inferior lutítica y una superior más arenosa, la cual es caracterizada por una alternancia de arenisca y

filitas bien segmentada (Léxico Estratigráfico de Venezuela, 1970). Geomorfológicamente, se encuentra integrada por colinas disectadas e individualizadas, altas o bajas, frecuentemente redondeadas o alargadas, de vertientes cortas convexas o cóncavo-convexas y con pendientes entre el 10 % y 40%. Se corresponde con un piso térmico de zona Suptropical o templada. La temperatura promedio anual para el área de estudio es de 23,8 °C, con una máxima de 25,01 °C y una mínima de 22,13 °C. La precipitación promedio es de 2447,7 mm, de los cuales, el 93,2 % se distribuye entre los meses de Marzo a Noviembre, la mayor concentración de lluvias se presentan en el periodo comprendido entre abril y octubre (81,2%), con totales mensuales que superan los 239,3 mm. El número de días en los cuales el suelo permanece húmedo varía entre 240 - 300, la precipitación total (2447,7 mm) supera la evapotranspiración potencial total (112,36 mm), ello permite establecer para la

zona de estudio, un régimen de humedad údico para los suelos. La zona de vida ha sido definida según Holdrige (1979), como: Bosque húmedo tropical. Actualmente el uso está representado por gramíneas para pastos y pequeñas parcelas agrícolas cuyos rubros principales son café, cambur y maíz.

Este trabajo tiene como objetivo fundamental caracterizar los suelos del Sector Las Margaritas, Estado Barinas, desde el punto de vista físico-químico a fin de hacer interpretaciones sobre la génesis de los mismos.

METODOLOGÍA

El área de muestreo fue seleccionada en la parte baja de la cuenca del Santo Domingo (1000 msnm) sobre materiales de la formación Paguey por ser esta la formación de mayor grado de representatividad en este sector de la cuenca. La delimitación de la misma fue hecha en función de las irregularidades topográficas presentes en la zona, con una orientación Norte y Este sobre una superficie de 4 ha (200x200 m). La selección de los puntos a muestrear se hizo mediante un muestreo jerárquico (anidado), fundamentado teóricamente en el modelo estadístico de los componentes de varianza. Se utilizaron 4 niveles jerárquicos (Nivel 1 = 100 m; nivel 2 = 50 m; nivel 3 = 25 m; nivel 4 = 12.5 m), con (4) puntos de muestreo en el primer nivel y dos replicaciones en cada uno de los niveles siguientes. En cada punto de muestreo se realizó una perforación con barreno, para un total de 32 barrenos equivalente a 68 observaciones en función de la profundidad del suelo.

A las muestras (observaciones) se le realizaron los siguientes análisis: *Textura*: Método de Hidrómetro de Bouyoucos. (IGAC, 1973); *Retención de humedad* (1/3 atm y 15 atm): en ollas de presión; *pH en agua y KCl*: Método Potenciométrico, relación 2:1 (IGAC, 1973); *Carbono Orgánico*: Método de Walkley y Black (Soil Conservation Service, 1967); *Nitrógeno*: Método Micro-Kjeldahl con modificación de Winkler; *Capacidad de intercambio catiónico*: Método Acetato de Amonio 1N, pH 7 (Jackson, 1964); *Bases Cambiables*: Método de extracción por acetato de amonio 1N pH 7 y lectura en espectrofotometro de absorción atómica y *Aluminio Intercambiable*, método Yuan.(1969).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización físico-química de los suelos

Color de los suelos: El color del suelo está en función de la proporción en que se presenta algunas propiedades tales como: la materia orgánica, la retención de humedad y la naturaleza de los minerales.

Los códigos de color asignados a los suelos según la tabla Munsell en húmedo se encuentran entre 10YR 3/3 y 5YR 5/8. La mayor parte de los colores oscuros se presenta en los horizontes Ah (10YR 3/3 y 10YR 6/3), los cuales se hacen más claros en profundidad como consecuencia de la disminución de la materia orgánica, 7.5YR 5/4 y 5YR 5/6 para los horizontes Bw; 10YR 5/6 y 5YR 5/6 para los horizontes Bt; y 7.5YR 4/6 y 7.5YR 5/8 para los horizonte C (Cuadro 1).

Al correlacionar el contenido de carbono orgánico con los parámetros que evalúan el color (value y croma) para todos los suelos, se observa correlaciones negativas y altamente significativas ($n=66$; $r=-0.703$ y $r=-0.700$, respectivamente). Las cuales indican que en la medida que los índices son más pequeños los contenidos de carbono orgánico son más importantes y consecuentemente las coloraciones se hacen más oscuras.

Para los horizontes A se observa una correlación altamente significativa entre el carbono orgánico y el croma ($n=32$; $r=-0.565$), mientras que para los horizontes B y C, la correlación se presenta solo con el value ($n=22$; $r=-0.561$ y $n=8$, $r=-0.727$, respectivamente).

En función de la posición en la cual se encuentran los suelos, se observan correlaciones negativas y altamente significativas entre el value, croma y carbono orgánico, las cuales presentan un coeficiente de correlación más elevado en las posiciones cóncavas ($n=32$, value = -0,857; croma = -0,886 Vs $n=32$, value = -0,594; croma = -0,564). Ello muestra que en las zonas donde hay más carbono orgánico los colores son más oscuros.

Granulometría: Los suelos de la zona se caracterizan por presentar texturas FA y A (salvo 2 perfiles que presentan textura FAa). Los contenidos de arcilla varían entre 30% y 62%, los de limo entre 14% y 40% y los de arena entre 16% y 52% (Cuadro 1).

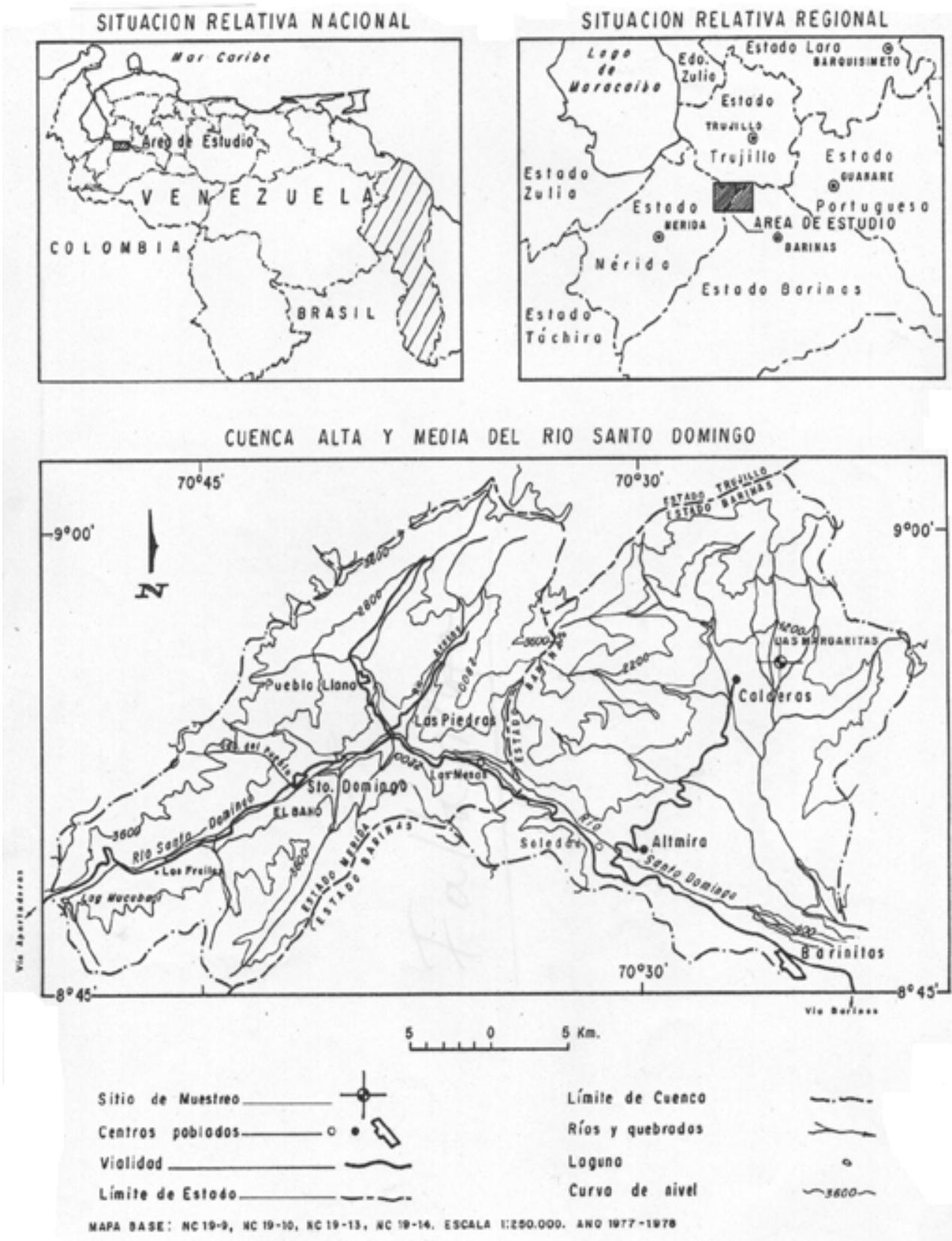


FIGURA 1. Localización del área de estudio.

CUADRO 1. Características físicas de los suelos del Sector Las Margaritas. Valores promedios por subgrupos y posiciones topográficas.

SUBGRUPOS	POSICIÓN	OBSV HORIZ	HORIZ	% a	% A	% L	CLASE TEXTURAL	R.H 1/3atm	R.H 15 atm	COLOR
Typic Troprothents	Cóncono	3	A	29	42	29	FA-A	44,59	26,97	10YR4/3
		3	C	44	37	19	Faa-FA-A	37,00	24,68	7.5YR5/6-.5YR5/8
	Cónvexo	6	A	24	51	25	A	51,19	31,80	10YR4/4-10YR4/3
		7	C	40	41	19	FA-A	36,67	24,93	7,5YR4/6-7,5YR5/6
Typic.Humitropepts	Cóncono	3	A	26	49	25	A	52,77	33,38	10YR3/4-7,5YR4/4
		3	Bw	29	53	18	A	46,31	29,60	5YR5/6-5YR5/8
	Cónvexo	8	A	32	40	28	FA-A-Faa	45,74	29,72	10YR4/3-10YR6/3
		7	Bw	34	45	21	FA-A-FAa	41,86	27,10	7,5YR5/8-7,5YR5/4
Typic.Hapludults	Cónvexo	2	A	35	41	24	FA-A	45,74	29,48	10YR4/6
		2	Bt	28	50	22	A	49,37	29,62	7,5YR5/4-7,5YR5/8
Typic.Haplohumults	Cóncono	11	A	31	43	26	FA-A	48,38	31,74	10YR3/3-10YR4/4
		11	Bt	27	54	19	A	46,29	30,11	7,5YR5/6-5YR5/6
	Cónvexo	1	A	22	48	30	A	51,79	36,26	10YR4/3
		1	Bt	18	62	20	A	57,93	26,32	10YR5/6

La proporción elevada de la fracción fina (Limo+Arcilla), en promedio al 69%, está estrechamente vinculada con el tipo de material parental presente en el área, lutitas y filitas de la Formación Pagüey.

En función de la profundidad se observa un incremento de arcilla, que permite diferenciar dos tipos de horizontes: Bw (cámbico) y Bt (acumulación de arcilla). La presencia de horizontes argílicos esta mejor representada en las posiciones cóncavas, en las cuales los contenidos de arcilla son más importantes (47.2%), en relación con las posiciones convexas (44.6%). Los mayores contenidos de arcilla pueden estar influenciados por una parte, por un mayor contenido de humedad en las zonas cóncavas que favorece la alteración y por la otra, por la acumulación de materiales finos provenientes de las zonas altas por erosión y posterior arrastre de sedimentos superficiales y subsuperficiales.

Retención de humedad: Los valores de retención de humedad de los suelos a 1/3 atm oscilan entre 30,6% y 59,33%, mientras que para 15 atm varían entre 20,87% y 39,88% (Cuadro 1).

La retención de humedad se relaciona de manera directa con la textura y la materia orgánica presentes en un espacio dado. La correlación simple entre la retención de humedad 1/3 atm, en función de estos

parámetros, muestra correlaciones altamente significativas ($p = 99\%$, $n=66$), con el porcentaje de arena ($r = -0.697$); el porcentaje de arcilla ($r = 0.551$) y el porcentaje de carbono orgánico ($r = 0.443$). El signo negativo del coeficiente de correlación sugiere que en la medida que los contenidos de arena aumentan, los porcentajes de retención de humedad disminuyen. Lo contrario ocurre con el porcentaje de arcilla y carbono orgánico, la retención de humedad aumenta o disminuye proporcionalmente. Para la retención de humedad a 15 atm, se establecen correlaciones altamente significativas con el carbono orgánico, la arena y arcilla ($r = 0.538$; -0.507 y 0.373 , respectivamente).

En función de los tipos de horizontes (A, B, y C) se observa que las correlaciones, altamente significativas, se mantienen entre la retención de humedad a 1/3 atm con la arena y la arcilla, solamente, para los horizontes A y B (horizonte A ($n=32$), $r = -0.539$ para arena y $r = 0.528$ para arcilla; horizonte B ($n=22$) $r = -0.794$ para arena, $r = 0.757$ arcilla). Para la retención de humedad a 15 atm se obtienen, correlaciones altamente significativas con la arena y la arcilla en los horizontes B ($r = -0.598$ y $r = 0.594$, respectivamente), y significativas con el carbono orgánico en los horizontes A ($r = 0.416$).

Se observan ligeras diferencias en cuanto a retención de humedad entre los suelos localizados en

las posiciones cóncavas y las convexas (promedios respectivos para 1/3 atm 46.57% y 45.40%; y para 15 atm 30.13% y 28.64%).

El pH del suelo: El pH en H₂O de los suelos estudiados se encuentra entre 4.30 y 4.97, valores considerados como fuerte a extremadamente ácidos. Los valores del pH en KCl varían entre 3.42 y 3.73 (Cuadro 2a). Las diferencias establecidas entre el pH H₂O y pH KCl varían de 0.73 a 1.31 unidades. La morfología del terreno influye de manera moderada en la distribución de la acidez. El pH H₂O para posiciones cóncavas se encuentra entre 4.41 y 4.97, mientras que, en posiciones convexas oscila entre 4.30 y 4.97. Para pH KCl, los valores varían entre 3.54 y 3.73 en posiciones cóncavas y convexas entre 3.42 y 3.71.

El contenido de materia orgánica es el elemento que junto a la humedad y material parental produce reacciones químicas traducidas en diferencias de la acidez. Así se observa que en los horizontes superficiales los valores de pH son más bajos que en los horizontes de profundidad, lo cual es el producto de la acción acidificante de la materia orgánica, para los suelos estudiados. El pH muestra correlaciones altamente significativas (n=66) con el carbono orgánico (r= -0.457), el nitrógeno (r= -0.321), relación C/N (r= -0.414) y el potasio (r= -0.334).

Materia orgánica, nitrógeno y relación C/N: Los suelos del área de estudio presentan de manera general contenidos de carbono orgánico que van de muy alto en los horizontes superficiales a muy bajo en los subsuperficiales, los valores varían entre 5.45 y 0.32% (Cuadro 2a). En función de las diferentes posiciones topográficas los mayores contenidos se observan en las posiciones cóncavas en relación con las convexas (2,16% Vs 1,94%).

Los contenidos de nitrógeno son bajos a altos, ellos varían entre 0,11 y 0,50%, tienden a seguir el mismo patrón que el carbono orgánico, disminuyendo con la profundidad y son más altos en las posiciones cóncavas (0,25% Vs 0,24%).

Los valores de relación C/N son de altos a muy bajos, varían para los horizontes superficiales entre 18 y 9. Estos valores conjuntamente con los de pH y del % de saturación de bases permiten clasificar el tipo de humus como Mull Acido Oligotrofo (Duchaufour, 1988), lo cual indica que existe una buena descomposición de materia orgánica debido a una alta actividad biológica en el suelo.

Complejo absorbente.

Cationes básicos (Ca, Mg, Na, K) y porcentaje de saturación de bases: Los valores de calcio y magnesio son muy bajos, varían entre 0 y 1,44 cmol.Kg⁻¹ y 0,02 a 0,96 cmol.Kg⁻¹ respectivamente (Cuadro 2b). Los valores de potasio presentan una amplia variación, desde muy bajos hasta altos (0,08 a 0,79 cmol.Kg⁻¹). Los valores de sodio son bajos a muy bajos (0,24 a 0,07 cmol.Kg⁻¹). En los horizontes superficiales se presentan los mayores contenidos de cationes básicos, producto de la acción de los ciclos biogeoquímicos. Los valores bajos de la mayor parte de los cationes básicos están relacionados por una parte, con los materiales parentales sedimentarios (lutitas y filitas silíceas), y por la otra, por el balance positivo existente entre la precipitación y la evapotranspiración potencial (ETP), lo cual favorece la lixiviación de los mismos. Para el caso del potasio, los valores altos se asocian en lo fundamental a aportes por fertilización.

Se observa una buena correspondencia de los contenidos en cationes básicos en función de las posiciones topográficas, los mayores valores se presentan en las posiciones cóncavas (Ca = 0,32 Vs 0,12 cmol.Kg⁻¹; Mg = 0,27 Vs 0,23 cmol.Kg⁻¹; Na = 0,17 Vs 0,16 cmol.Kg⁻¹), como producto de una mayor acumulación en estas zonas. El potasio no sigue esta tendencia, la mayor parte de los cultivos se encuentra en las posiciones convexas, donde hay aporte por fertilización (abono tipo NPK).

Los suelos estudiados son muy fuertemente lixiviados, con un porcentaje de saturación de bases inferiores al 15%.

Aluminio intercambiable, porcentaje de saturación de aluminio y porcentaje de acidez total: Los valores de aluminio intercambiable son altos, varían entre 7,75 y 17,5 cmol.Kg⁻¹ (Cuadro 2b). Los menores valores se observan en los horizontes superficiales debido a la acción de la materia orgánica, que forma asociaciones con el aluminio y no le permite estar en forma intercambiable.

Los contenidos de aluminio muestran, en función de las posiciones topográficas un comportamiento inverso al de los cationes básicos.

Los porcentajes de saturación de aluminio son muy altos, varían entre 61,5 y 95,2%. Valores superiores al 60% de saturación de aluminio son considerados tóxicos para la mayoría de los

CUADRO 2a. Características químicas de los suelos. Valores promedios por subgrupos y posiciones topográficas

SUBGRUPOS	POSICION	OBSV H.	HORIZ.	pH H ₂ O	pH KCl	% C.O	% N	C/N	H ¹⁺ cmol.Kg ⁻¹	Al ³⁺ cmol.Kg ⁻¹
Typic.Troorthents	Cóncavo	3	A	4,72	3,60	3,01	0,29	12,00	0,83	11,33
		3	C	4,81	3,70	0,79	0,21	4,33	1,58	14,20
	Convexo	6	A	4,52	3,55	3,22	0,30	10,67	1,00	13,54
		7	C	4,76	3,59	1,08	0,18	5,86	1,25	16,75
Typic.Humitropepts	Cóncavo	3	A	4,54	3,61	2,89	0,29	10,00	1,33	12,08
		3	Bw	4,74	3,63	0,93	0,19	5,00	2,50	13,08
	Convexo	8	A	4,57	3,55	2,38	0,25	10,00	1,97	13,16
		7	Bw	4,70	3,62	1,03	0,20	5,00	2,03	14,17
Typic.Hapludults	Convexo	2	A	4,76	3,71	2,38	0,25	11,00	1,88	8,60
		2	Bt	4,58	3,59	0,66	0,21	5,00	1,75	13,30
Typic.Haplohumults	Cóncavo	11	A	4,59	3,59	3,01	0,30	11,00	1,52	11,75
		11	Bt	4,69	3,61	1,59	0,22	7,64	1,32	12,20
	Convexo	1	A	4,71	3,71	5,45	0,43	13,00	2,00	7,75
		1	Bt	4,66	3,59	1,54	0,21	5,00	0,25	14,25

CUADRO 2b. Características químicas de los suelos. Valores promedios por subgrupos y posiciones topográficas

SUBGRUPOS	POSICION	OBSV H.	HORIZ.	%Acidez Total	Ca cmol.Kg ⁻¹	Mg cmol.Kg ⁻¹	Na cmol.Kg ⁻¹	K cmol.Kg ⁻¹	C.I.C. cmol.Kg ⁻¹	% S.B.
Typic.Troorthents	Cóncavo	3	A	88,10	0,67	0,47	0,17	0,26	24,13	6,41
		3	C	96,10	0,10	0,21	0,19	0,13	21,99	2,84
	Convexo	6	A	92,00	0,24	0,43	0,14	0,42	22,99	5,36
		7	C	98,00	0,01	0,08	0,13	0,15	21,96	1,72
Typic.Humitropepts	Cóncavo	3	A	89,00	0,60	0,47	0,13	0,31	23,63	6,67
		3	Bw	97,50	0,03	0,07	0,12	0,18	22,15	1,82
	Convexo	8	A	94,90	0,08	0,31	0,18	0,25	22,38	3,68
		7	Bw	97,40	0	0,10	0,19	0,14	20,55	2,14
Typic.Hapludults	Convexo	2	A	87,90	0,69	0,28	0,17	0,33	19,24	7,80
		2	Bt	95,60	0	0,36	0,10	0,19	20,80	3,35
Typic.Haplohumults	Cóncavo	11	A	89,70	0,55	0,41	0,17	0,30	21,99	6,22
		11	Bt	96,20	0,05	0,11	0,18	0,16	21,92	2,35
	Convexo	1	A	86,00	0,58	0,14	0,11	0,76	25,30	6,28
		1	Bt	95,70	0,04	0,29	0,14	0,18	21,39	3,04

vegetales, particularmente las leguminosas, son sensibles a valores superiores al 30% (Dabin, 1984-1985). Se señala que los suelos con estas características presentan caolinitas, como arcilla dominante. Existen igualmente suelos ricos en aluminio intercambiable y arcillosos que presentan tipos de arcillas diferentes a la caolinita,

particularmente minerales intermedios entre las smectitas aluminosas y caolinitas mal cristalizadas (Dabin, 1984-1985). Los porcentajes de acidez total son altos, varían entre 78,9 y 98,3%, ellos aumentan en profundidad. Estos valores señalan que gran parte de los sitios intercambiables del complejo absorbente están ocupados por el Al³⁺ y el H⁺, lo cual coincide con

los bajos valores de pH presentados por estos suelos. En función de las posiciones topográficas, los mayores porcentajes de acidez total son más importantes en las posiciones convexas (94,9% Vs 92,9%), lo cual coincide con una mayor pérdida de cationes básicos por escorrentia hacia las posiciones cóncavas.

Capacidad de intercambio catiónico (CIC): La CIC de los suelos va de media a alta, con valores que varían entre 16,8 a 27,6 cmol.Kg⁻¹. Esta capacidad de intercambio catiónico está fundamentalmente determinada por el H⁺ y el Al³⁺. En función de las posiciones topográficas, siguen la misma tendencia del aluminio y del porcentaje de acidez, presenta valores más importantes en las posiciones convexas (34,9 cmol.Kg⁻¹ Vs 32,1 cmol.Kg⁻¹). La caracterización del complejo absorbente de los suelos estudiados representada por: alta acidez, niveles tóxicos de Al, bajos porcentaje de saturación de bases y pH ácidos, coinciden con las características de los suelos ácidos tropicales presentadas por Dabin (1984-1985).

Tipos de suelos y su distribución

En la zona estudiada se presentan según Soil Survey Staff (1994), tres (3) Ordenes de suelos: Entisoles, Inceptisoles y Ultisoles.

Los Entisoles e Inceptisoles, se presentan con mayor frecuencia en las posiciones convexas (Cuadros 1 y 2). A nivel de Grandes Grupos, los suelos se clasifican como Typic Troporthents, Typic Humitropets, Typic Hapludults y Typic Haplohumults.

Los Typic Haplohumults se encuentran en su mayoría (menos un perfil) en posiciones cóncavas.

De acuerdo a lo mencionado existe una evidente correspondencia entre el grado de evolución de los suelos y la posición topográfica sobre la cual se desarrollan.

CONCLUSIONES

Los suelos estudiados se caracterizan por presentan texturas finas (FA a A), el medio es biológicamente activo, representado por un tipo de humus MULL ácido tropical, el complejo absorbente es caracterizado por una alta acidez, niveles tóxicos de aluminio, bajos porcentajes de saturación de bases y pH ácidos. Estas características están fundamentalmente relacionadas con el tipo de material parental (lutitas y filitas silíceas de la formación Pagüey) y con las condiciones climáticas que favorecen la alteración y la lixiviación de los productos de la misma. Los suelos pueden ser

caracterizados como suelos ácidos tropicales. Los cuales de acuerdo con Soil Taxonomy (1994) son clasificados como Typic Troporthents; Typic Humitropets; Typic Hapludults y Typic Haplohumults. Las características evaluadas muestran una clara correspondencia con las posiciones topográficas que ocupan los suelos, así por ejemplo: los contenidos de arcilla, pH, porcentaje de carbono orgánico, porcentaje de saturación de bases, presentan valores más importantes en las posiciones cóncavas, como resultado de la acumulación de los materiales provenientes de las zonas convexas. Así mismo, se observa un mayor grado de evolución de los suelos en las posiciones cóncavas, representado por un mayor predominio de Ultisoles en estas zonas (11 de un total de 14 suelos).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DABIN, B. 1984-1985. Les sols tropicaux acides. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., XXI,1:7-19
- DUCHAFOUR, Ph. 1988. Pedología. 2da Edición. Masson. París. 224pp.
- FLORES, V y P. SANCHEZ (1995). Métodos de rutina utilizados en el Laboratorio para pruebas de fertilidad. ULA. Mérida. Venezuela. 1995. 3-47pp.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES. 1983. Sistemas Ambientales Venezolanos. Proyecto Ven/79/001. Región 8. Llanos Altos Occidentales Húmedos. Dirección General Sectorial de Planificación y Ordenación del Ambiente. Caracas. 213-228 pp.
- MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS. 1970. Léxico Estratigráfico de Venezuela. Dirección de Geología. Publicación Especial N° 4 Caracas. Editorial Sucre. 1970. Segunda Edición. 454-455pp.
- SCHUBERT, C. y L. VIVAS. 1993. El Cuaternario de la Cordillera de Mérida. Andes Venezolanos. Universidad de Los Andes. Fundación Polar. Mérida. Venezuela. 187pp.
- SOCIEDAD VENEZOLANA EN LA CIENCIA EN LOS ANDES VENEZOLANOS. 1977. Manejo de Suelo en Los Andes Venezolanos. Boletín Técnico N° 26. Junio, 51pp.
- SOIL SURVEY STAFF. 1994. Soil Taxonomy. United States Department of Agriculture. Soil Conservation Service. Sixth Edition.
- THOMPSON. L. 1962. El Suelo y su fertilidad: propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo en relación con su formación.