

SUELOS DE LA CUENCA DEL SANTO DOMINGO. SECTOR LAS MESAS. (CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA). MÉRIDA-VENEZUELA

Dolores Gutiérrez, Guido Ochoa, Jajaira Oballos y Juan Carlos Velásquez

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

RESUMEN

Los suelos del área de Las Mesas, cuenca del río Santo Domingo, estado Mérida, están condicionados en lo fundamental por fuertes pendientes. La acción bioquímica es la que permite la construcción de los suelos a pesar de las condiciones de altas precipitaciones y de temperaturas moderadas. Los suelos de acuerdo con Soil Taxonomy (1994) pertenecen a los ordenes Entisoles e Inceptisoles y en menor cuantía Molisoles, y reflejan la escasa evolución de los mismos. Algunas de las propiedades que presentan los suelos están condicionadas por el hombre.

Palabras clave: Posición geomorfológica, acción bioquímica, Entisoles, Inceptisoles.

ABSTRACT

The soils of the area of Las Mesas, basin Santo Domingo, Mérida state, are conditioned in the fundamental for the position geomorphologic of strong slopes. The action biochemical is the one which permits the construction of the soils in spite of the conditions of discharges precipitation and of moderate temperatures. The soils in accordance with Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1994), are Entisols, Inceptisols and Mollisols orders, and they reflect the scarce evolution of the same. Some of the properties that the soils present are conditioned by the man.

Key Words: Geomorphologic Position, biochemical action, Entisols, Inceptisols.

INTRODUCCIÓN

El sector Las Mesas está localizado en la cuenca media del río Santo Domingo (1500 msnm), entre las coordenadas 8° 49' 15" - 8° 51' 22" de Latitud Norte y los 70° 36' 00" - 70° 63' 11" Longitud Oeste, es el límite político - administrativo entre los estados Mérida y Barinas, municipios Cardenal Quintero y Bolívar, respectivamente (Figura 1). El área presenta un relieve propio de zonas montañosas, con fuertes pendientes (> 45 %), así mismo, se observa un valle profundo entre paredes que presentan una majestuosa verticalidad. Las condiciones climáticas de la zona están dadas por una temperatura media de 21 °C, y precipitación de 2419 mm anual, por lo que la mayor parte del año, la precipitación excede a la evapotranspiración potencial. La litología está conformada por materiales del Complejo Iglesias, cerca del contacto entre la formación Cerro Azul (Gneis, cuarcitas y esquistos) y el Gneis granítico de la Raya. (Schubert, 1968).

A partir de una caracterización físico-química, se pretende entender el comportamiento evolutivo de los suelos.

METODOLOGÍA

De acuerdo con las condiciones de relieve, vegetación y geología se seleccionó una parcela de 4 ha (200 m x 200 m), en la cual se aplicó un muestreo anidado con cuatro (4) niveles jerárquicos de distancia (50, 25, 12.5 y 6.25 m). En cada punto de muestreo se realizó una perforación con barreno, para un total de 32. Las muestras fueron procesadas en el laboratorio con los siguientes métodos: *Textura*, método de Bouyoucos (IGAC, 1973); *Retención de humedad*, método gravimétrico en ollas de presión; *pH*, proporción 1:2, método potenciométrico (IGAC, 1973); *carbono orgánico*, método de Walkley - Black (Soil Conservation Service, 1976); *nitrógeno*, método Micro - Kjeldahl modificado por Winkler; *Bases cambiables*, método de extracción en acetato de

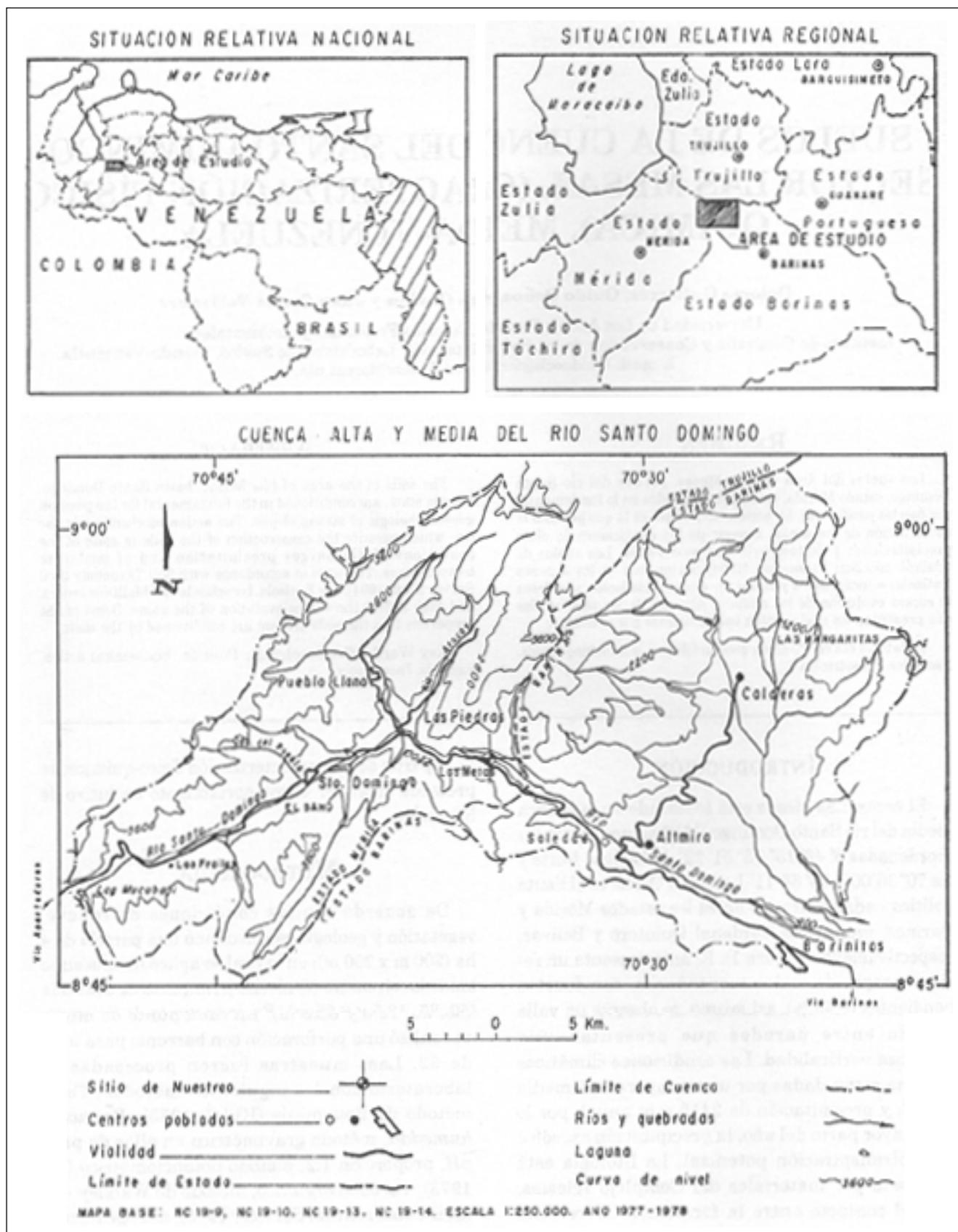


FIGURA 1. Localización del sector Las Mesas. Cuenca del río Santo Domingo.

amonio 1N, pH 7 (IGAC, 1973) y *capacidad de intercambio catiónico*, método de acetato de amonio (IGAC, 1973).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades físico-químicas de los suelos

Espesor: El espesor de los suelos varía en función del número de horizontes que presente el perfil, así los suelos con perfil de tipo A/Roca presentan un espesor promedio de 36,82 cm (14 suelos), los de perfil A/C, 90 cm de espesor, 12 perfiles con horizontes Ah/C (80,2 cm de espesor) y los perfiles a horizontes Ah/Bw/C, 112,3 cm de espesor (3 suelos). Estos valores sugieren suelos con un bajo a moderado grado de desarrollo (Cairo y Quintero, 1.980). Por otra parte, por posición topográfica se observa que el espesor de los suelos es mayor en las posiciones cóncavas (89,6 cm) que en las convexas (60,7 cm), este comportamiento se debe a que en las posiciones cóncavas existe una mayor acumulación de sedimentos que provienen de las posiciones convexas.

Granulometría: Los suelos estudiados presentan en general texturas areno francosas y franco arenosas. Los contenidos de arena varían entre 40 y 89 %, los de arcilla entre 2 y 44 % y los de limo entre 5 y 36 %. En los perfiles del tipo A/Bw/C se observan aumentos significativos de arcilla en los horizontes Bw, pero no hay formación de películas de arcilla. La fracción fina (arcilla + limo), en promedio, alcanza un 33,2 %, ello es un indicio de la alteración físico-química que han sufrido las arenas debido a las condiciones del medio.

En las posiciones cóncavas existe un mayor desarrollo de los suelos, los contenidos de la fracción fina (arcilla y limo) son mayores que en las posiciones convexas (Cuadro 1). La mayor proporción de la fracción fina en las posiciones cóncavas se debe al desplazamiento de los sedimentos desde las posiciones convexas y a una mayor transformación de los materiales como resultado de la acción del agua efectiva.

Retención de Humedad: Para la totalidad de los suelos los contenidos de retención de humedad son medianos a bajos. Los valores varían, para un 1/3 atm, entre 16 y 36 % y para 15 atm entre 2 y 29 %. Los contenidos de humedad son superiores en los horizontes superficiales. La correlación múltiple

entre la retención de humedad a 1/3 atm y los contenidos de arena, arcilla, limo y carbono orgánico, se expresa mediante la siguiente ecuación matemática: $RH(1/3 \text{ atm}) = -448,78 + 4,83 \text{arcilla} + 1,18 \text{carbono orgánico} + 4,76 \text{limo} + 4,66 \text{arena}$ ($n = 67$, $R = 0.74$, $F = 18,395$). La variable explicativa más importante, de acuerdo con el coeficiente estandarizado, es la arena ($112,14 \times 10^{-1}$), la arcilla, el limo y el carbono orgánico se ubican después de acuerdo con su coeficiente ($91,99 \times 10^{-1}$, $61,21 \times 10^{-1}$ y $6,34 \times 10^{-1}$, respectivamente). Estas cuatro variables explican el 54,5% de la retención de humedad, valor que es relativamente bajo, si se considera, que estas son las variables que de acuerdo con la mayoría de los autores explican la retención de humedad en el suelo. Los valores de retención de humedad a las dos tensiones (1/3 y 15 atm) son mayores en las posiciones cóncavas (Cuadro 1).

Color: Los colores, para la mayoría de los suelos, son oscuros en los horizontes A, debido a la acumulación del carbono orgánico. En los horizontes B y C los colores son más claros. No se observan diferencias significativas entre los colores de los suelos de las posiciones cóncavas y convexas. En algunos perfiles con horizontes A/Bw se observa en el horizonte inmediatamente debajo del A, colores claros y más abajo colores oscuros, que podrían ser indicios de un proceso de migración de materia orgánica.

Carbono orgánico: Los contenidos de carbono orgánico, para la totalidad de los suelos, son medianos a altos, con valores que oscilan entre 0,28 y 5,8 %. La textura arenosa favorece la incorporación del carbono orgánico en los horizontes más profundos, por lo que sus contenidos tienden a ser más o menos iguales en todo el perfil. Aún cuando, en algunos casos, se encuentran en profundidad (horizontes B y C) contenidos de carbono que son superiores a los de los horizontes de superficie (A), ello puede deberse a varias causas: laboreo, horizontes enterrados o a la existencia de migración de materia orgánica. Los contenidos de carbono orgánico son similares en las posiciones cóncavas y convexas.

Relación Carbono / Nitrógeno: La relación C/N es un indicativo de la dinámica de descomposición de la materia orgánica, en la medida que ella presenta valores bajos (orden de 10) la descomposición de la

CUADRO 1. Características físicas y químicas por tipos de suelos y posición topográfica.

Posición	Taxonomía	Horiz.	Esp. (cm)	Granulometría (%)			Ret. Humedad (%)		pH		Materia Orgánica (%)			Complejo absorbente (cmol kg ⁻¹)							
				a	A	L	1/3 atm	15 atm	Agua	KCl	C.O.	N	C/N	CIC	Al	Ca	Mg	Na	K	% SB	
Convexa	Humitropepts	A	35.0	72.4	4.5	23.1	28.1	16.4	5.5	4.2	3.0	0.2	18.7	12.0	0.1	4.1	1.2	0.1	0.3	44.7	
		Bw	35.9	69.3	8.0	25.7	26.0	14.8	5.6	4.2	2.2	0.1	15.6	9.2	0.0	2.3	0.0	0.0	0.1	32.8	
		C	53.0	81.0	2.0	17.0	16.5	4.0	5.8	4.2	0.8	0.1	15.1	4.8	0.1	1.2	0.2	0.1	0.1	25.0	
	Hapludols	A	26.0	74.0	2.2	23.8	28.3	15.2	5.6	4.6	3.7	0.3	13.4	13.7	0.1	7.3	1.9	0.1	0.6	64.6	
		Bw	54.5	72.5	4.5	22.5	21.8	5.7	6.3	4.4	2.3	0.1	17.9	9.4	0.0	5.1	0.7	0.1	0.3	70.0	
	Troporthents	A	60.0	62.0	0.8	30.0	27.1	13.1	5.5	4.1	2.7	0.1	20.5	10.5	0.0	1.7	0.4	0.1	0.5	25.7	
		C	60.0	74.0	0.4	20.0	18.8	6.8	5.9	4.1	0.6	0.1	6.4	5.5	0.0	2.6	0.2	0.1	0.1	54.6	
	Dystropepts	A	19.0	74.0	6.0	30.0	27.5	14.6	5.3	4.1	4.4	0.3	16.2	14.3	0.5	3.9	1.1	0.0	0.2	37.3	
		C	13.0	74.0	6.0	20.0	21.9	10.0	5.4	4.1	2.3	0.1	17.8	8.7	0.2	2.0	0.5	0.1	0.3	33.2	
	Cóncava	Humitropepts	A	30.0	57.0	12.0	31.0	29.6	19.4	5.2	4.1	4.4	0.2	17.9	14.3	0.7	4.1	1.1	0.0	0.3	41.6
			Bw	29.8	48.6	23.2	28.2	27.3	19.6	5.2	4.5	1.8	0.2	12.1	15.3	1.0	2.9	1.1	0.1	0.3	27.5
			C	46.5	54.0	21.0	25.0	25.7	17.3	5.4	4.1	1.5	0.1	11.0	11.1	1.2	2.2	0.3	0.0	0.2	23.4
Hapludols		A	26.0	62.0	4.0	34.0	25.8	18.8	5.3	4.3	4.5	0.3	15.1	9.6	0.7	5.4	1.3	0.0	0.3	72.6	
		B	18.0	60.0	10.0	30.0	26.7	16.4	5.2	4.2	2.7	0.2	13.6	8.7	0.5	4.6	0.8	0.0	0.3	65.3	
Dystropepts		A	20.0	54.0	18.0	28.0	28.7	18.7	5.4	4.1	3.2	0.2	18.8	3.2	71.0	4.0	0.9	0.0	0.3	39.5	
		C	93.0	63.0	12.0	25.0	25.5	12.1	5.8	4.1	0.6	0.0	13.6	7.1	0.0	1.9	0.4	0.1	0.2	29.6	

materia orgánica es más importante. Los valores de la relación C/N de los suelos estudiados varía entre 8 y 22, la mayor parte de los horizontes A presentan valores cercanos a 15, ello sugiere que existe una moderada dinámica de transformación de la materia orgánica que es incorporada al suelo. Los suelos de las posiciones cóncavas tienden a presentar valores más bajos de la relación C/N que los de las posiciones convexas (Cuadro 1). En las posiciones cóncavas, donde teóricamente existe una mayor acumulación de materia orgánica y de agua, debería presentarse una relación C/N mayor, dado que el agua frena la transformación de la misma, sin embargo, los contenidos de carbono son ligeramente superiores en las posiciones convexas, razón por la cual la relación C/N es superior en estas posiciones.

Reacción del suelo: Los suelos del área van desde fuertemente hasta moderadamente ácidos, con valores con varían entre 4,92 y 6,17. Los valores de pH en KCl oscilan entre 3,89 y 5,09. Los suelos desarrollados en las posiciones cóncavas son más ácidos que los de las posiciones convexas, ello podría asociarse a un mayor lavado en estas posiciones. El pH en agua y pH en KCl presentan correlaciones altamente significativas con el aluminio intercambiable, la arcilla y la arena (pH en agua, $r = -0,53; -0,39; 0,43$ y pH KCl, $r = -0,35; -0,36; 0,32-0,41$, respectivamente, $n=67$). Ello sugiere que la acidez de los suelos está asociada, en lo fundamental, al aluminio. Los valores de pH moderadamente ácidos se relacionan con la fertilización.

Aluminio intercambiable: El aluminio intercambiable varía entre 0 y 2 cmol kg⁻¹, con un promedio de 0.31 cmol kg⁻¹, valores considerados bajos. Los contenidos de aluminio son similares para todos los horizontes. Según los coeficientes de correlación simple, se observa que el aluminio intercambiable presenta correlaciones altamente significativas, además del pH, con la arcilla, la arena y el % de saturación de bases ($r = 0,62; -0,59; -0,37$, respectivamente). Este resultado es lógico por las relaciones existentes entre los diferentes componentes del complejo absorbente del suelo. Los contenidos de aluminio se asocian en lo fundamental con el tipo de arcilla, vermiculita aluminosa, para las condiciones de formación de los suelos. Los contenidos de aluminio son más importantes en las posiciones cóncavas al ser comparados con los de las posiciones convexas.

Capacidad de intercambio catiónico (CIC): Los valores de la capacidad de intercambio catiónico oscilan entre 3,17 y 27.5 cmol kg⁻¹, con un promedio de 12 cmol kg⁻¹. La capacidad de intercambio catiónico de estos se asocia, fundamentalmente, con la materia orgánica, la correlación entre estas variables es altamente significativa. La correlación entre la arcilla y la CIC no es significativa. La correlación múltiple entre la CIC con el carbono orgánico y la arcilla, se expresa mediante la siguiente ecuación matemática: $CIC = 6,55 + 0,144 \text{ arcilla} + 0,857 \text{ carbono orgánico}$ ($n = 67, R^2 = 0,21; F = 8,635$). Estas dos variables explican el 21% de la variación de la CIC. La variable explicativa más importante es el carbono orgánico de acuerdo con el

coeficiente tipificado $4,6 \times 10^{-1}$. Los valores de la CIC son similares para los suelos de las diferentes posiciones debido a que los contenidos de carbono orgánico son más o menos similares en ambos casos.

Bases cambiables: Los contenidos de calcio varían entre 0,80 y 11,10 cmol kg^{-1} (4,03 cmol kg^{-1} en promedio), los de magnesio entre 0,10 y 6 cmol kg^{-1} (1,01 cmol kg^{-1} en promedio), los de potasio entre 0,00 y 1,20 cmol kg^{-1} (0,32 cmol kg^{-1} en promedio) y los de sodio entre 0,00 y 0,40 cmol kg^{-1} (0,07 cmol kg^{-1} en promedio). Los contenidos de cationes cambiables son ligeramente superiores en los suelos de las posiciones convexas con respecto a los de las posiciones cóncavas.

El porcentaje de saturación de bases presenta valores que van entre 8.77% y 78.57 % (44.5 %, en promedio). El función de las posiciones topográficas el % de saturación de bases sigue el mismo comportamiento que los cationes básicos cambiables. Los altos porcentajes de saturación de bases que presentan los suelos son el producto de las fertilizaciones aplicadas a los mismos.

Clasificación de suelos

Los suelos del área fueron clasificados de acuerdo con Soil Taxonomy (Soil Survey Staf, 1994) como: Entisoles, Inceptisoles y Mollisoles. Estos a nivel de Grandes Grupos pertenecen a los Troprothent, Dystropept, Humitropept y Hapludolls. En los Subgrupos, el carácter Lithic responde a la presencia de piedras en las posiciones plano inclinadas y los Typic a suelos con profundidades superiores a los 50 cm (Cuadro 1). La presencia de Mollisoles se asocia a la intervención antrópica.

Análisis estadístico multivariado

Se procedió a estudiar el comportamiento de las variables a través de un análisis de componentes principales, se tomó en consideración las observaciones correspondientes a los horizontes superficiales (32) de las variables analizadas anteriormente (19). Los componentes 1 y 2 absorben el 49,8 % de la varianza acumulada (Cuadro 2). El componente 1 es definido por el pH KCl, el calcio, el magnesio, el % de saturación de bases. El carbono orgánico, la retención de humedad a 1/3 atm, la arena y la retención de humedad a 15 atm definen el componente 2 (Figura 2). El pH agua, pH KCl, el

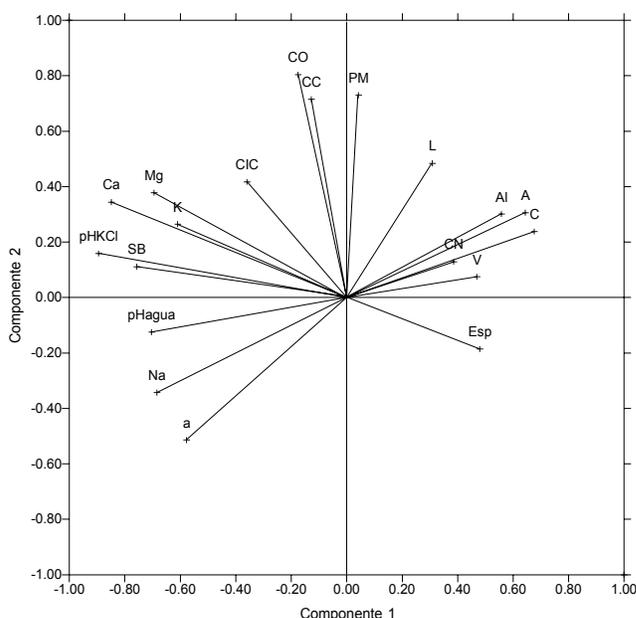


FIGURA 2. Representación en el plano XY de la contribución de las variables con los componentes 1 y 2.

CUADRO 2. Contribución del primero hasta el decimo componente principal

Ejes	Eigenvalue	Varianza extraida (%)	Varianza acumulada (%)
1	6.30	33.15	33.15
2	3.16	16.65	49.80
3	1.98	10.42	60.22
4	1.60	8.42	68.64
5	1.28	6.75	75.39
6	1.06	5.58	80.97
7	0.74	3.92	84.89
8	0.71	3.75	88.64
9	0.56	2.97	91.61
10	0.45	2.39	93.99

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAIRO, P. y G. QUINTERO. 1980. Suelos. Edición Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.
- SCHUBERT, C. 1968. Geología de la región de Barinitas-Santo Domingo, Andes venezolanos surorientales. Bol. Geol., Caracas, 9(19): 182-261.
- SOIL SURVEY STTAF. 1994. Keys Soil Taxonomy. U.S.D.A Service Conservation Soil, Sixth edition. Washington. D.C. 306 p.
- VELASQUEZ, J. 1997. Génesis y distribución de los suelos en la cuenca media-baja del río Santo Domingo, Sector La Soledad. estado Barinas. Trabajo Especial de Grado. Escuela de Geografía. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. ULA. Mérida. 119 p.