

## CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS Y MINERALOGICAS DE LOS SUELOS DE LA ALTIPLANICIE DE MARACAIBO\*

WILHELMUS PETERS \*\*

IDELMO VILLALOBOS \*\*

### RESUMEN

La zona de la Altiplanicie de Maracaibo cubre una superficie aproximada de 500.000 Ha, cuyo potencial de uso agropecuario hace imprescindible completar la información básica acerca de los suelos. Para tal fin se seleccionaron dos suelos representativos de las dos zonas climáticas predominantes en esta región: la zona árida de los alrededores de Maracaibo y la zona semiárida entre el Km 36 de la carretera a Perijá y el Río Palmar.

Las muestras fueron analizadas desde los puntos de vista físico, químico y mineralógico y en cada suelo se establecieron las relaciones entre estas características.

### ABSTRACT

The Maracaibo Plain has about 500,000 hectares of soils with a very high land use capability.

To complete the basic information on the soils of the area two soils representing the arid zone near Maracaibo and the semi arid zone between kilometer 36 of the Perijá Highway and the Palmar River were selected and analysed from the physical, chemical and mineralogical point of view to establish the relations between these properties in both soils.

### INTRODUCCION

En vista de la necesidad de incorporar a la producción de alimentos a nivel nacional, aquellas tierras que ofrecen posibilidades de uso agropecuario, se hace imprescindible estudiar en forma integral las características de los suelos. Este estudio abarca el conjunto de características físicas, químicas y mineralógicas que son fundamentales para conocer el origen de los suelos, los procesos pedogenéticos involucrados en su formación y para predecir su comportamiento bajo explotación agropecuaria.

La zona de la Altiplanicie de Maracaibo abarca un total de alrededor de 500.000 Ha, subdivididas en dos zonas climáticas con regímenes de humedad de los suelos aridic y ustic respectivamente. Los mismos regímenes de humedad están limitando las posibilidades de uso en condiciones de secano. Sin embargo la experiencia de uso intensivo de los suelos bajo riego en diferentes frutales (1;2) ha sido muy buena y existe la tendencia de aumentar la superficie de suelos bajo riego en esta zona.

Con el fin de completar la información básica sobre estos suelos se realizaron análisis físicos, químicos y mineralógicos de dos suelos representativos de las dos zonas climáticas mencionadas a saber un Typic Haplargid de la zona árida y un Typic Paleustalf de la zona semiárida.\*\*\*

### MATERIALES Y METODOS

Los dos suelos utilizados para este trabajo están ubicados en los Distritos Maracaibo y Urdaneta del Estado Zulia (Fig. 1)

---

\* Recibido por su publicación, el 14-03-84.

\*\* Departamento de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Apartado Postal 526. Maracaibo - Venezuela.

\*\*\* Este trabajo ha sido subvencionado por el CONDES a través del Proyecto CONDES-LUZ 03-75, titulado: Estudio mineralógico de varios suelos de la Cuenca del Lago de Maracaibo.

El Typic Haplargid (Foto 1) está en el Jardín Botánico de Maracaibo. Las condiciones climáticas de este sector son las de una zona árida con las siguientes características: una precipitación de 450 mm anuales con la distribución bimodal común en la Cuenca del Lago de Maracaibo siendo los meses de mayor precipitación de abril a mayo y de septiembre a diciembre. La evapotranspiración potencial llega a valores de 2100 mm (11). De acuerdo a "Zonas de Vida de Venezuela" (3) la vegetación corresponde al "Bosque muy seco tropical" (Foto 2).

El suelo Typic Paleustalf (Foto 3) está ubicado en el Km 36 de la carretera a Perijá. La precipitación llega a un total anual de 600 mm y la evapotranspiración potencial a 2000 mm.

De acuerdo a "Zonas de Vida de Venezuela" (3) la vegetación corresponde al Bosque Seco Tropical (Foto 4).

Ambos suelos se originaron de materiales pertenecientes a la Formación "El Milagro". Según el Léxico Estratigráfico de Venezuela (10) estos materiales están caracterizados por presentar en la parte superior principalmente areniscas friables de color pardo amarillento de textura media a gruesa con algunas capas de limolitas pardo grisáceas y arcilita de color pardo que pueden ser duras y ferruginosas.

Por no haber sufrido movimiento tectónico violento desde el momento de su formación, los diferentes estratos se encuentran en posición horizontal lo cual ha dado origen a una topografía general plana sin fuertes desniveles formándose lo que se conoce como mesa según el tipo y la forma de relieve.

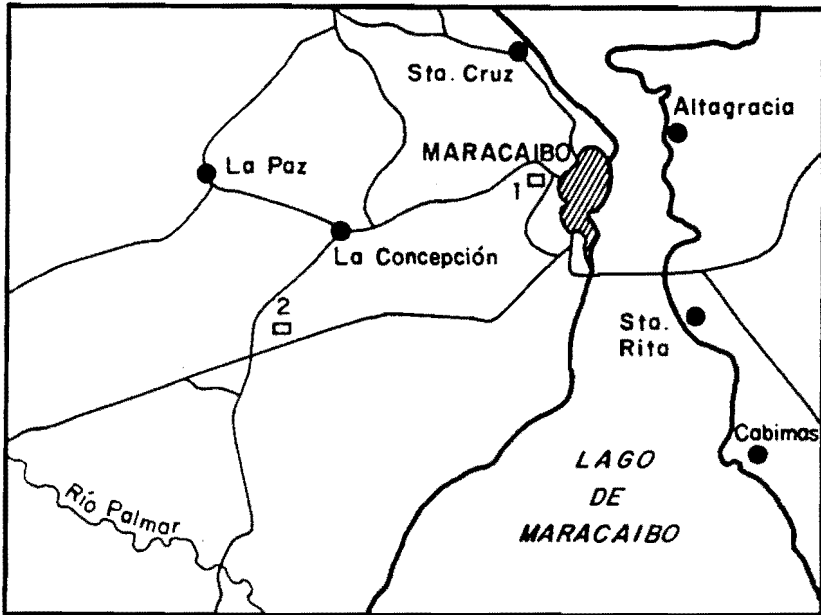


FIGURA 1. Ubicación de los suelos Typic Haplargid (1) y Typic Paleustalf (2) en la Altiplanicie de Maracaibo.

La misma topografía plana ha contribuido al desarrollo de suelos maduros por la ausencia casi total de erosión hídrica. Las características generales de los dos suelos seleccionados son muy similares.

Ambos tienen una capa superficial de textura gruesa sobre un horizonte subsuperficial de acumulación de arcilla (argílico), con colores que van de rojo amarillento a rojo, bajo contenido de materia orgánica, pH moderadamente ácido y una capacidad de intercambio catiónico bajo (6,8).

Desde el punto de vista de uso y manejo, los suelos en condiciones naturales presentan condiciones físicas excelentes pero cuando son manejados en forma inadecuada pueden causar problemas de afloramiento del horizonte argílico (1).

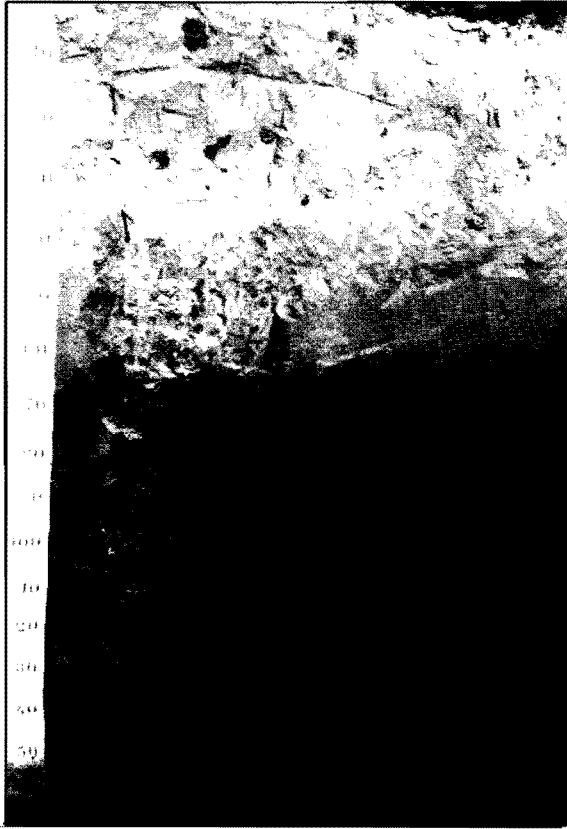


FOTO 1. TYPIC HAPLARGID



FOTO 2. BOSQUE MUY SECO TROPICAL

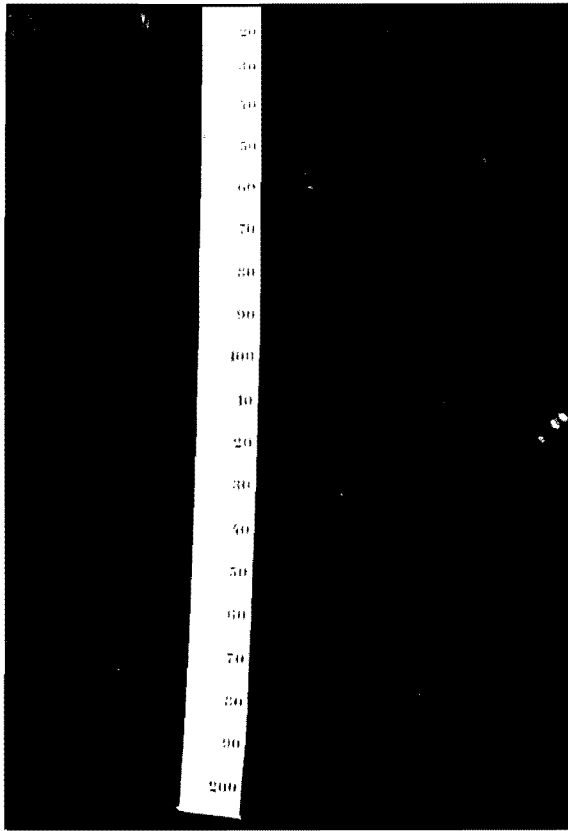


FOTO 3. TYPIC PALEUSTALF



FOTO 4. BOSQUE SECO TROPICAL

El factor limitante en ambos casos es el agua, siendo la diferencia entre el Typic Haplargid y el Typic Paleustalf el régimen de humedad aridic en el primero, que no permite cosechar en condiciones de secano ni un cultivo de ciclo corto y el régimen de humedad ustic en el segundo, que sí ofrece la posibilidad de sembrar cultivos de ciclo corto. Para cualquier uso intensivo de los suelos de la Altiplanicie de Maracaibo el riego es imprescindible.

Se tomaron muestras de tres horizontes del Typic Haplargid y cuatro del Typic Paleustalf, las mismas fueron secadas al aire y pasadas por un tamiz de 2 mm para separar la tierra fina y después preparadas para el análisis mineralógico siguiendo los procedimientos de Jackson (4), es decir; lavado de sales, destrucción de materia orgánica, dispersión con hexametáfosfato y carbonato de sodio, agitación y separación de la arena. Posteriormente por sedimentación se separó la fracción arcilla. De la arena, los minerales pesados (peso específico > 2,89) fueron separados de los livianos con bromoformo y montados en bálsamo de Canadá para luego ser analizados con el microscopio petrográfico. El microscopio usado fué un monocular Zeiss.

Los principales minerales presentes en la fracción pesada fueron clasificados según la siguiente escala.

(P) Predominante	50 por ciento
(A) Abundante	10-50 por ciento
(E) Escaso	5-10 por ciento
(T) Trazas	5 por ciento

Las arcillas fueron saturadas con Mg, Mg etilenglicol y K. La muestra de K fué calentada después de ser orientada en placa de vidrio a 550°C.

Las muestras fueron sometidas a difracción con rayos X (5). Parte de la difracción con rayos X fué realizada en el Ministerio de Minas e Hidrocarburos, en Caracas, el resto en el Centre National de la Recherche Scientifique, en Francia.

La textura fué determinada por el método de la pipeta, el carbono orgánico por el método de Walkley Black, el pH con potenciómetro y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) con NH<sub>4</sub>OAc a pH 7 (4). Para el análisis total las muestras fueron fundidas y llevadas a soluciones con ácido nítrico, en las cuales fueron determinados los componentes por espectrometría.

## RESULTADOS

El análisis granulométrico (Tabla 1) muestra características muy similares para los dos suelos estudiados.

En ambos casos se observa el incremento muy gradual con la profundidad del contenido de arcilla, que es común en todos los suelos de la Altiplanicie de Maracaibo.

Paredes y Buol (7) han comprobado la presencia de argilanes en el subsuelo por lo cual queda definida la presencia de un horizonte argílico.

Los suelos presentan las características físicas muy favorables de un suelo liviano, fácil de manejar.

TABLA 1  
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO  
DE DOS SUELOS DE LA ALTIPLANICIE DE MARACAIBO

SUB-GRUPO	PROFUNDIDAD cm	ARCILLA %	LIMO %	ARENA %	CLASE Textura
Typic Haplargid	0-20	8.4	14.8	76.8	a F
	20-30	11.5	17.2	71.3	a F
	30-50	19.8	16.3	63.9	F A
Typic Paleustalf	0-20	6.5	13.8	79.7	a F
	20-35	8.8	16.4	74.8	a F
	35-75	12.6	15.7	71.7	a F
	140-180	30.0	16.0	54.0	FA a

La Tabla 2 representa las características químicas más importantes. El pH relativamente bajo para condiciones de suelos de zonas áridas y semiáridas, puede explicarse probablemente por la ausencia de carbonatos en el material parental original (7) y condiciones de un paleoclima con precipitación mayor que la actual.

La conductividad eléctrica es muy alta en el último horizonte (140-180) del Typic Paleustalf, lo que indica una infiltración rápida y un lavado de sales cíclicas solubles presentes hacia los horizontes más profundos cuando llueve. El contenido de materia orgánica es baja en los suelos estudiados, debido al aporte muy limitado de masa verde por la vegetación natural y la rápida descomposición por la insolación directa.

TABLA 2  
PROPIEDADES QUÍMICAS DE DOS SUELOS  
DE LA ALTIPLANICIE DE MARACAIBO

Sub-Grupo	Profundidad cm	pH pasta	Conductividad Eléctrica mmho	Porcentaje Carbono	Bases intercambiables meq/100 g				Capacidad de Intercambio Catiónico meq/100 g
					Ca	Mg	Na	K	
Typic Hapl- argid	0-20	4.9	0.3	0.3	2.8	tr	0.1	0.1	3.8
	20-30	5.1	0.2	0.2	3.0	0.5	0.1	0.1	6.0
	30-50	6.0	0.2	0.2	5.0	0.5	0.1	0.3	10.5
Typic Pale- ustalf	0-20	5.5	0.2	0.5	0.5	3.0	0.1	0.1	4.5
	20-35	5.9	0.3	0.4	5.3	0.7	0.1	tr	5.6
	35-75	4.9	0.6	0.2	4.0	2.0	0.2	tr	5.9
	140-180	5.9	19.7	0.1	5.3	3.0	0.5	0.1	12.6

TABLA 3  
ANÁLISIS DE LOS MINERALES PESADOS DE LA FRACCIÓN ARENOSA  
DE DOS SUELOS DE LA ALTIPLANICIE DE MARACAIBO

SUB-GRUPO	PROFUNDIDAD cm	PRINCIPALES MINERALES	PORCENTAJE	FRECUENCIA*
Typic Haplargid	0-20	Opacos	90	A
		Turmalina	5	E
		Rutilo	3	T
		Zircon	2	T
	20-30	Opacos	87	A
		Turmalina	5	E
		Zircon	3	T
		Rutilo	2	T
		Estaurolita	2	T
	30-50	Opacos	79	A
		Turmalina	7	E
		Rutilo	4	T
Zircon		3	T	
Hornblenda		3	T	
0-20	Opacos	98	A	
	Rutilo	1	T	
	Turmalina	1	T	
Typic Paleustalf	20-35	Opacos	93	A
		Turmalina	5	E
		Rutilo	1	T
		Zircon	1	T
35-75	Opacos	84	A	
	Zircon	8	E	
	Turmalina	5	E	
	Rutilo	3	T	
140-180	Opacos	80	A	
	Zircon	7	E	
	Rutilo	7	E	
	Turmalina	5	E	
	Estaurolita	1	T	

\* A, abundante (10-50%); E, escaso (5-10%); T, trazas (< 5%).

El análisis mineralógico de la fracción pesada de la arena (Tabla 3) muestra una predominancia casi absoluta de los minerales opacos, lo que significa que los suelos ya se encuentran en una etapa muy avanzada de la pedogenesis.

En el Typic Haplargid se nota cierta cantidad muy limitada de minerales pesados meteorizables como hornblenda, estauroлита y disteno. En los mismos horizontes del Typic Paleustalf no están presentes estos minerales y solamente en el último horizonte se detectaron trazas de estauroлита. Los minerales pesados resistentes como zircón, rutilo y turmalina muestran la tendencia de aumentar en cantidad con la profundidad. La diferencia entre los dos suelos en cuanto a los minerales pesados, puede indicar una diferencia muy pequeña en cuanto al grado de evolución, siendo el más evolucionado el Typic Paleustalf.

La composición de la fracción arcillosa (Tabla 4) de los suelos estudiados es muy semejante predominando en ambos casos la caolinita. Además salen dos picos bien definidos de cuarzo e illita (Figuras 2 y 3).

También se nota la presencia del material interestratificado entre 10 y 14A reportado por Paredes y Buol (7).

TABLA 4  
COMPOSICION MINERALOGICA DE LAS FRACCIONES ARCILLA Y LIMO  
DE DOS SUELOS DE LA ALTIPLANICIE DE MARACAIBO

Typic Haplargid	Arcilla	Caolinita, cuarzo, illita, interestratificadas
0 - 20 cm	Limo	Cuarzo, micas (T), feldespatos (T)
Typic Paleustalf	Arcilla	Caolinita, cuarzo, illita, interestratificadas
0 - 20 cm	Limo	Cuarzo

La figura 4 da los difractogramas de la fracción limosa y se hace notable la predominancia de cuarzo en las dos muestras. El Typic Haplargid contiene cierta cantidad de mica y feldespatos que están ausentes en el Typic Paleustalf.

El análisis químico total (Tabla 5) comprueba lo antes mencionado por un contenido más alto de  $K_2O$  en el Typic Haplargid.

El contenido de hierro es muy similar en los dos suelos y en ambos casos se ve un decrecimiento del  $SiO_2$  y un aumento del  $Al_2O_3$  con la profundidad indicando el aumento en el mismo sentido del contenido de arcilla.

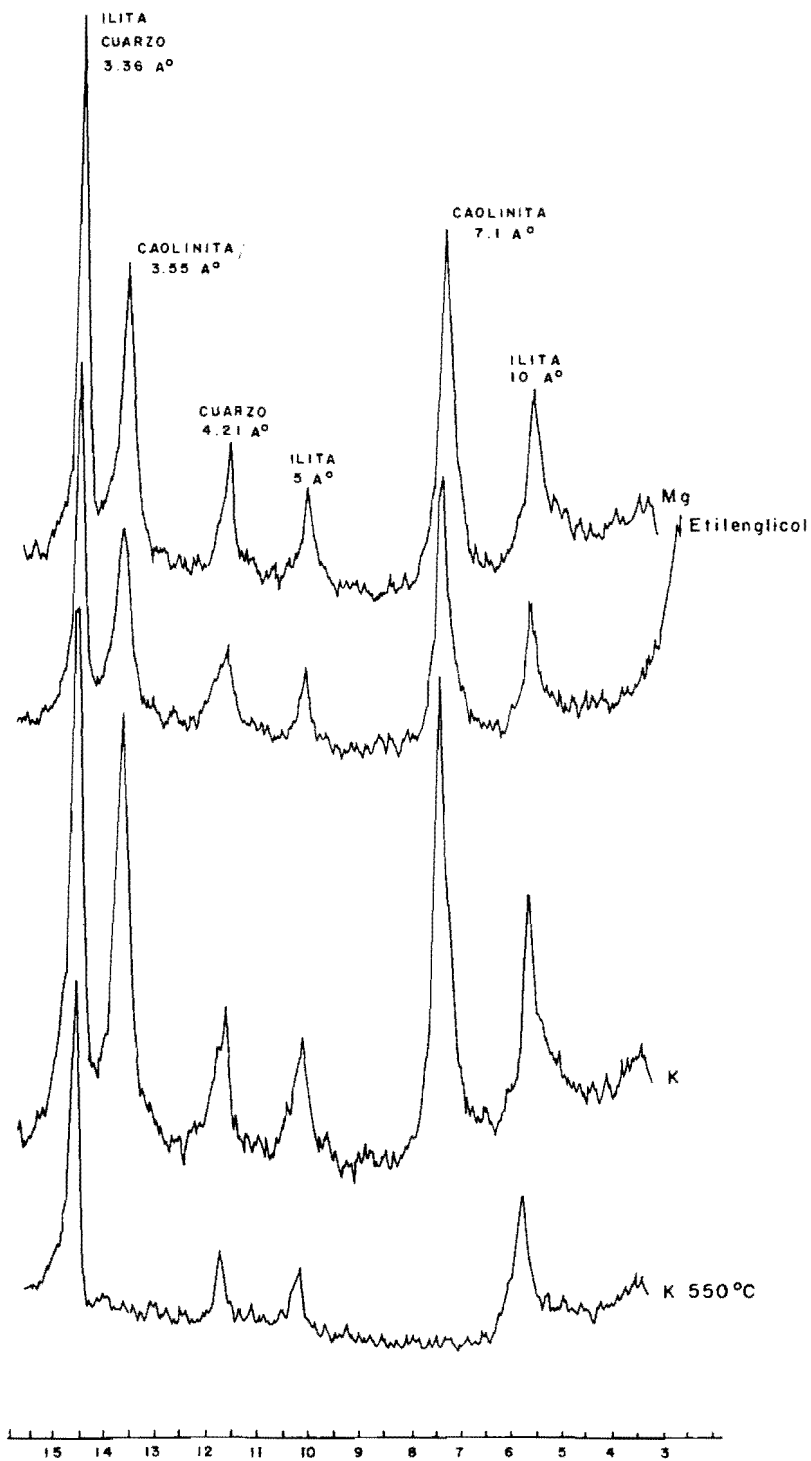


FIGURA 2: DIFRACTOGRAMAS Typic Haplargid (0 - 20 cm Arcilla)



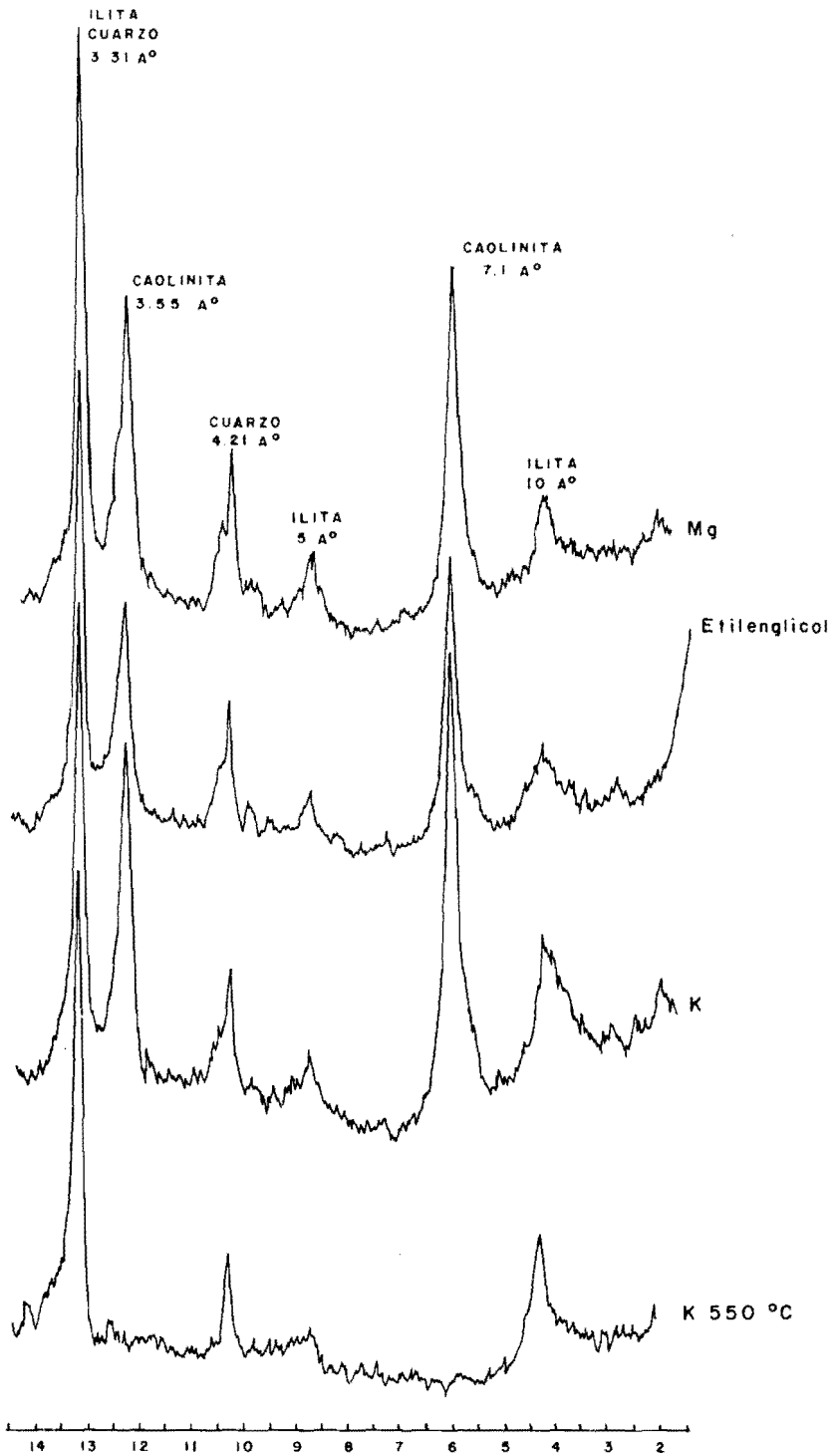


FIGURA 3: DIFRACTOGRAMAS Typic Paleustalf (0 - 20 cm Arcilla)

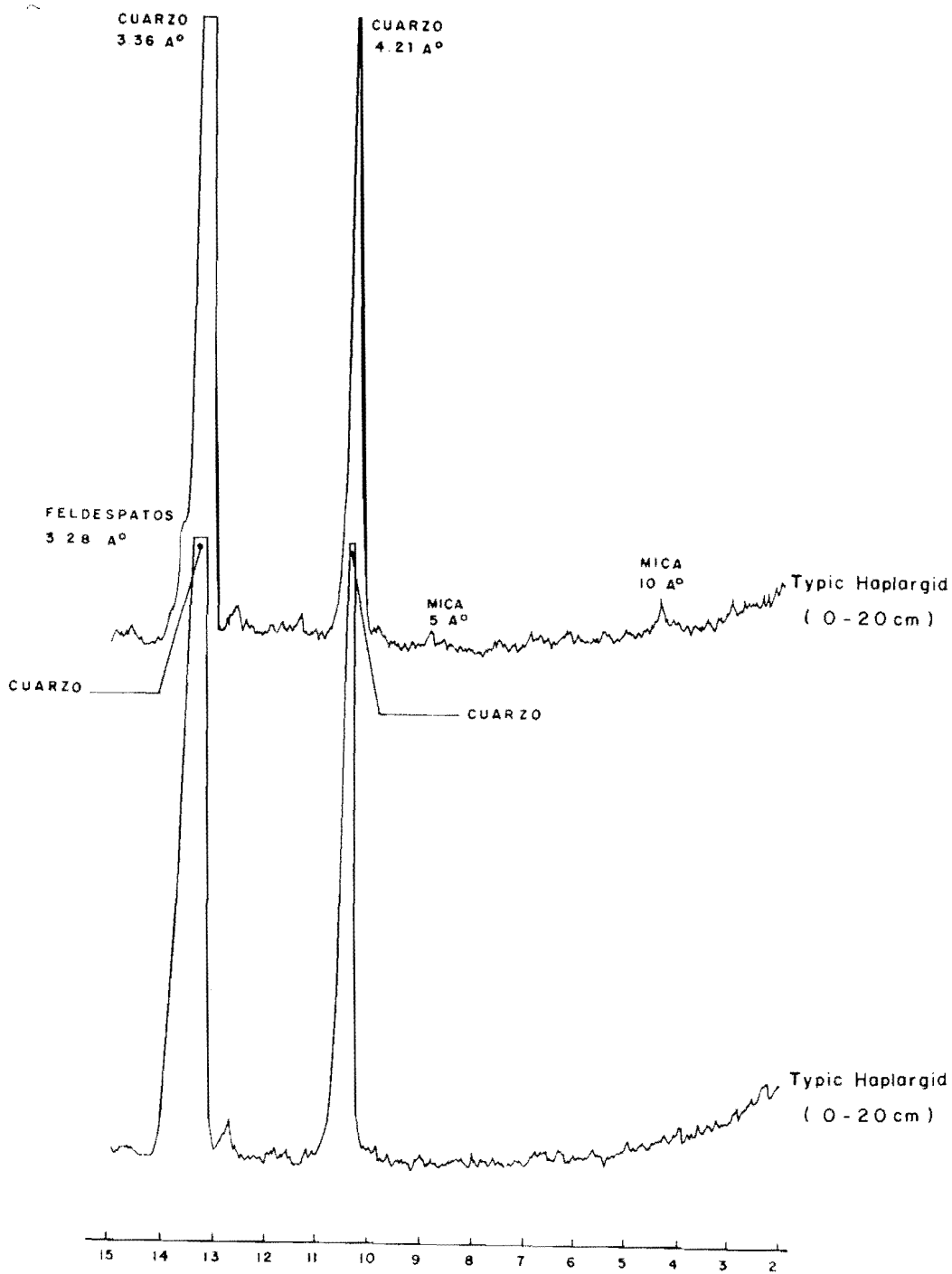


FIGURA 4: DIFRACTOGRAMAS FRACCION LIMOSA

TABLA 5  
ANÁLISIS QUÍMICO TOTAL  
DE DOS SUELOS DE LA ALTIPLANICIE DE MARACAIBO

Sub-Grupo	Profundidad cm	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO Porcentaje	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
Typic Hapl-argid	0-20	91.25	2.80	1.47	0.07	0.41	0.42	0.16	0.79	0.84
	20-30	86.26	4.78	1.96	0.22	Tr*	3.57	0.15	0.77	0.95
	30-50	82.07	6.40	2.99	0.14	Tr	3.63	0.22	0.71	1.02
Typic Paleustalf	0-20	92.96	1.82	1.37	0.14	0.44	0.40	0.16	0.73	0.24
	20-35	88.20	2.91	1.90	0.14	Tr	3.56	0.14	0.58	0.30
	35-75	87.44	3.63	2.53	0.14	Tr	3.50	0.16	0.43	0.32
	140-180	79.60	7.19	2.27	0.14	Tr	3.70	0.29	1.16	0.62

\* Tr: TRAZAS

Las razones molares de los suelos estudiados (Tabla 6) son típicas de suelos con horizonte argílico, bien evolucionado.

TABLA 6  
RAZONES MOLARES DE SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

SUB-GRUPO	PROFUNDIDAD cm	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Typic Haplargid	0-20	55.40	165.74	2.99
	20-30	30.68	117.51	3.83
	30-50	21.80	73.29	3.36
Typic Paleustalf	0-20	86.83	181.17	2.09
	20-35	51.53	123.94	2.40
	35-75	40.95	92.28	2.25
	140-180	18.82	93.63	5.04

### DISCUSION Y CONCLUSION

Los resultados de este estudio muestran una buena relación entre las características físicas, químicas y mineralógicas de los dos suelos estudiados.

Esta relación entre las diferentes características ya fue comprobada por Peters y Villalobos (9).

Ambos suelos son muy evolucionados y tienen un horizonte argílico cuya formación y espesor son muy difíciles de explicar con las condiciones climáticas actuales. Es probable que los suelos hayan estado sometidos a condiciones paleoclimáticas más húmedas. El pH relativamente bajo para climas áridos y semiáridos está indicando lo mismo.

Es posible que la diferencia en características químicas y mineralógicas entre el Typic Haplagid de los alrededores de Maracaibo y Typic Paleustalf del Km 36, indique cierta diferencia en cuanto a grado de evolución de suelos con régimen arídico y régimen ustic.

De los resultados obtenidos se puede concluir que los suelos de la Altiplanicie de Maracaibo son suelos muy estables y muy evolucionados, que presentan características físicas muy buenas, aún cuando las características químicas y mineralógicas indican la poca cantidad de nutrientes presentes. Existe cierta diferencia entre el Typic Haplagid y el Typic Paleustalf, presentando el primero mayor cantidad de minerales meteorizables.

#### LITERATURA CITADA

1. AÑEZ D., VALBUENA M. *Consecuencias del mal manejo de los suelos de los alrededores de Maracaibo. Trabajo presentado al IV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Maturín. Estado Monagas. 1976.*
2. AÑEZ D., *Manejo de suelos de los alrededores de Maracaibo. Agro información. Volumen 2 No. 8. Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. 1977.*
3. EWEI J. MADRIZ A. *Zonas de Vida de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas. 1968.*
4. JACKSON ML. *Soil Chemical Analysis Advanced Course. Department of Soil Science. University of Wisconsin. Madison. USA. 1960.*
5. MALAGON D. *Mineralogía de Suelos Instituto Geográfico "Agustin Codazzi" Vol. No. 1. Bogotá. Colombia. 1975.*
6. MATERANO G., PETERS W. *Estudio de Suelos "Jardín Botánico de Maracaibo", Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía. Maracaibo. 1973.*
7. PAREDES J., BUOL S. *Soils in an Aridic, Ustic, Udic, Climosequence in the Maracaibo Lake Basin. Venezuela. Soil Science Society of America Journal. Volume 45. No. 2. pp. 385-391. Madison. USA. 1981.*
8. PETERS W., NOGUERA N., MATERANO G. *Estudio detallado de suelos de la Granja Experimental "Ana María Campos" de la Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. 1983.*
9. PETERS W., VILLALOBOS I. *Caracterización física química y mineralógica de algunos suelos de la Guajira. Dto. Páez. Estado Zulia. Revista de la Facultad de Agronomía. Volumen 6 No. 2. p.p 641-650. Universidad de Zulia. Maracaibo. 1983.*
10. VENEZUELA. MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS. *Léxico Estratigráfico de Venezuela. Dirección de Geología Publicación Especial No. 1. Caracas. 1965.*
11. VENEZUELA. MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS. *Resumen climatológico de la Estación Maracaibo, 1951-1970. Caracas. 1972.*