

## **DETERMINACION DE LA HOMOGENEIDAD MULTIPLE UTILIZANDO DIFERENTES NIVELES DE TAXONES EN PERFILES DE SUELOS DE LA CUENCA MEDIA Y ALTA DEL RIO MOTATAN. ESTADOS MERIDA Y TRUJILLO. VENEZUELA**

J. Jaimes\*, J. Oballos\*\* y G. Ochoa\*\*\*

\* *Universidad de los Andes. Núcleo Universitario Rafael Rangel. Trujillo. Venezuela.*

\*\* *Universidad de los Andes. Núcleo Universitario del Táchira. San Cristóbal. Táchira. Venezuela.*

\*\*\* *Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Instituto de Geografía. Mérida. Venezuela.*

### **RESUMEN**

Se realizó un ensayo de validación del índice de homogeneidad múltiple (IHM) definido por Jaimes (1988), utilizando la información agrológica obtenida por Ochoa y Malagón (1981). Se aplicó el procedimiento de cálculo propuesto por Jaimes y Elizalde (1988), incluido en el programa de computación, en lenguaje Turbo-Basic, elaborado por Daza y Elizalde (1988). Los resultados obtenidos permitieron comprobar la potencialidad analítico-interpretativa de este índice en relación con el comportamiento de la homogeneidad múltiple en perfiles, epipedones y endopedones de suelos clasificados a niveles de orden, suborden y gran grupo según Soil Taxonomy (1975), así como la vinculación de dicha homogeneidad con los regímenes de humedad reconocidos en el área de estudio (ústico y údico).

Palabras clave: Homogeneidad múltiple. Taxones. Homogeneidad edafológica. Endopedones. Epipedones.

### **SUMMARY**

#### **MULTIPLES HOMOGENEITY DETERMINATION USING DIFFERENTS LEVELS OF TAXONS IN PROFILS OF SOILS OBSERVED ON MEDIUM AND HIGH BASIN OF THE MOTATAN RIVER. STATES OF MERIDA AND TRUJILLO. VENEZUELA**

This work refers to an attempt to prove the multiple homogeneity index defined by Jaimes (1988), using the pedologic information obtained by Ochoa and Malagón (1981). The calculation procedures as by Jaimes and Elizalde (1988) has been applied. These calculations have been made using a programme in Turbo-Basic, prepared by Daza and Elizalde (1988). These results prove the analytic interpretative strenght of index, applied to profiles, epipedons, endopedons of soils grouped by order, suborder, and great groups, in accordance with the Soil Taxonomy (1975). This work has also shown the relation existing between the multiple homogeneity index and the regime reconized in the area of study (ustic - udic).

Key words: Multiple homogeneity. Taxon. Pedology homogeneity. Epipedon. Endopedon.

## INTRODUCCION

El crecimiento de la población plantea un reto importante, como es el producir sin alterar irreversiblemente el ecosistema. Esta preocupación ha conducido al hombre a inventariar los recursos naturales renovables (suelo, agua, flora y fauna) a la hora de planificar su uso. Las técnicas de trabajo o los métodos que se utilizan han variado en el tiempo. Hoy en día, se intenta analizar de manera global los diferentes elementos que integran el ecosistema terrestre de forma tal que su interrelación debe ser clara.

El desarrollo de la informática ha facilitado profundizar en los estudios de algunas interrelaciones entre los componentes abióticos del sistema ecológico. En tal sentido, Jaimes (1988), aplicó un índice de homogeneidad múltiple en sistemas edafomorfológicos en la Serranía del

Litoral Central de la Cordillera de la Costa.

El índice permite reconocer entre las unidades cartográficas delineadas a la misma escala, cuales son más homogéneas. La importancia del mismo radica en que se puede estimar la variabilidad que presenta un área cartografiada, considerando numerosos atributos; Gómez (1989), utilizó dicho índice para determinar la variabilidad espacial de algunos suelos de la Estación Experimental de la Uva, en el estado Lara.

El objetivo del presente trabajo, es el de determinar a través del índice de homogeneidad múltiple el agrupamiento que presentan los subgrupos de suelos. El de observar, si ellos se agrupan de acuerdo con su rango, y si los atributos tomados responden a un ordenamiento lógico.

## MATERIALES Y METODOS

Los datos provienen de un levantamiento de suelos semidetallado publicado a escala 1:50000 del sector de la cuenca media-alta del río Motatán, de los estados Mérida y Trujillo, Venezuela (Ochoa y Malagón, 1981). Se seleccionaron veinte y un perfiles distribuidos en los diferentes pisos altitudinales, comprendidos entre las cotas de 890 y 3900 metros sobre el nivel del mar. Los horizontes de suelos escogidos sumaron cincuenta y dos y corresponden a la totalidad de cada uno de los perfiles seleccionados.

Los atributos seleccionados fueron los siguientes: Altitud; Color del sue-

lo (valor y croma); Espesor de Epi-pedón y endopedón; Pendiente del terreno; Humedad retenida a capacidad de campo, coeficiente de marchitez permanente y humedad disponible; Arena, limo y arcilla; Calcio, magnesio, sodio y potasio; Capacidad de intercambio catiónico; Saturación de bases; Reacción del suelo en agua y cloruro de potasio (estos valores fueron transformados a valores de concentración de hidronios); Carbono orgánico; Nitrógeno total y relación Carbono:Nitrógeno. Las unidades en las cuales se expresan las variables corresponden con las aceptadas internacionalmente.

En la Tabla 1 se presenta la matriz de datos originales que fue utilizada en este trabajo. Los perfiles de suelos seleccionados están clasificados hasta el nivel de familias de acuerdo con Soil Taxonomy (1975).

### *Determinación de la homogeneidad Múltiple*

Para la determinación del índice de homogeneidad múltiple, se tomó en cuenta el procedimiento de Jaimes (1988). Este consiste en realizar un análisis multivariante de componentes principales (ACP), el cual permite formar una matriz de datos de una población, cuya distribución probabilística no necesita ser conocida. Así mismo, el ACP genera nuevas variables denominadas componentes principales, los cuales, a diferencia de las variables originales, no están relacionadas entre sí (Pla, 1986, en Gómez Toro, 1990).

Para la determinación del índice de homogeneidad múltiple, se utilizó el programa con lenguaje Turbo-Ba-

sic, elaborado por Daza y Elizalde (1988). Este, permite generar matrices de valores propios. Las matrices de valores propios permiten, a su vez, determinar el índice, ya que dichos valores sintetizan la máxima variabilidad residual contenida en los valores originales (Pla, 1986). Según Jaimes (1988) y Elizalde (1990), el IHM se define como el producto acumulado de los valores propios mayores o iguales a uno:

$$\text{IHM} = \prod_{j=1}^m \lambda_j$$

IHM = Índice de Homogeneidad Múltiple.

$\Pi$  = "... Producto Acumulado de..."

$\lambda_j$  = Valor Propio del j-ésimo Componente Principal que es  $\geq 1$ .

m = Número de Componentes Principales cuyos valores propios son mayores o iguales a 1.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Con base en la metodología de estudio aplicada, se determinó la homogeneidad múltiple de los perfiles de suelo que caracterizan a diversas unidades de paisaje reconocidas por Ochoa y Malagón (1981). Para interpretar y discutir los resultados obtenidos, se adoptaron tres criterios de análisis:

1.—El comportamiento de la homogeneidad múltiple por perfiles completos, por epipedones y por endopedones (se tomaron todos los horizontes que estructuran la po-

blación de suelos) y los órdenes y combinaciones taxonómicas en que fueron clasificados los mismos.

2.—La relación existente entre la cuantía de la homogeneidad múltiple y el nivel taxonómico de los grandes grupos de los Entisoles, Inceptisoles y Ultisoles (se consideran los perfiles completos y los epipedones de cada uno de ellos).

3.—La vinculación existente entre la homogeneidad múltiple y el régimen de humedad de los suelos.

TABLA 1

*Matriz de datos utilizados para la determinación de los índices de homogeneidad.*

N.º	Horz. por gran grupo	Alt. (m) 1	Value 2	Croma 3	% pend. 4	% C.C. 5	% P.M.P. 6	% A.U. 7	% a 8	% L 9	% A 10
1	THU-11	1920.00	3	2	45	43.4	28.8	14.6	14	28	58
2	THU-12	1919.84	6	8	44	32.0	24.4	7.6	12	22	68
3	THU-13	1918.66	6	6	43	32.1	16.7	15.4	30	22	48
4	THU-21	1470.00	4	6	55	22.0	16.1	5.3	32	20	48
5	THU-22	1469.65	4	8	54	21.5	16.8	47.1	28	16	56
6	THU-23	1469.05	6	8	53	18.9	12.6	6.2	42	40	18
7	THU-31	1000.00	4	6	15	48.0	34.7	13.3	12	12	76
8	THU-32	999.86	4	8	14	47.5	35.9	11.6	10	6	84
9	THU-33	999.54	5	2	13	37.8	28.1	9.7	20	8	62
10	HUM-11	3890.00	2	1	24	44.5	25.5	19.0	50	28	22
11	HUM-12	3889.66	5	4	25	15.9	4.6	11.3	66	24	10
12	HUM-13	3889.40	5	4	23	14.9	4.6	10.3	70	20	10
13	HUM-21	1880.00	2	2	52	45.0	33.2	11.8	16	28	56
14	HUM-22	1879.78	5	6	53	40.8	26.8	14.0	16	26	58
15	HUM-23	1879.50	5	8	50	42.2	23.6	18.6	18	28	54
16	HUM-31	2350.00	2	1	50	30.6	25.0	5.6	49	25	22
17	HUM-32	2349.67	4	4	49	37.8	27.8	10.0	42	26	32
18	HUM-33	2349.15	5	4	48	21.0	14.0	7.0	66	17	17
19	UST-11	2050.00	3	2	60	22.1	6.1	16.0	62	26	12
20	UST-12	2049.70	5	4	62	17.5	5.2	12.3	60	30	10
21	UST-13	2049.50	7	2	63	7.5	1.9	5.9	64	30	6
22	UST-21	1470.00	3	4	11	15.3	9.6	5.7	58	20	22
23	UST-22	1469.65	3	3	9	15.9	10.7	5.2	62	14	24
24	UST-23	1469.10	4	4	13	18.2	8.6	9.6	70	12	18
25	UST-31	2442.00	2	2	20	24.2	16.2	8.0	56	24	20
26	UST-32	2439.50	6	2	18	18.1	10.6	7.5	66	14	16

C.C. = Humedad a Capacidad de Campo; P.M.P. = Humedad Punto de Marchitez Permanente; A.U. = Agua Util; a = arena; L = Limo; A = Arcilla.

TABLA 1 (Continuación)

*Matriz de datos utilizados para la determinación de los índices de homogeneidad.*

N.º	Horz. por gran grupo	Alt. (m) 1	Value 2	Croma 3	% pend. 4	% C.C. 5	% P.M.P. 6	% A.U. 7	% a 8	% L 9	% A 10
27	DST-11	1010.00	3	1	30	19.9	12.3	7.6	56	18	26
28	DST-12	1009.80	4	6	32	19.9	10.1	9.8	64	14	22
29	DST-21	1680.00	4	6	35	29.2	14.4	14.8	28	34	38
30	DST-22	1679.83	4	8	37	27.4	14.4	13.0	18	38	46
31	DST-23	1679.32	5	8	34	28.6	14.2	14.4	18	34	48
32	DST-31	4150.00	5	2	15	39.2	16.9	22.3	40	30	30
33	DST-32	4149.72	3	3	12	42.5	13.4	29.1	30	32	38
34	DST-33	4149.55	4	1	16	16.2	4.3	11.9	66	18	16
35	TOT-11	1500.00	4	3	60	10.6	5.1	5.5	78	18	4
36	TOT-12	1499.68	5	6	63	6.2	3.1	3.1	92	6	2
37	TOT-21	2510.00	2	2	45	20.3	8.2	12.1	64	20	16
38	TOT-22	2509.89	5	3	48	13.0	13.0	0.0	74	18	8
39	TOT-31	2960.00	2	3	50	34.7	24.4	10.3	44	24	32
40	TOT-32	2959.83	5	6	47	21.9	11.0	10.9	68	18	14
41	TOT-33	2959.50	7	2	52	10.0	5.7	4.3	80	14	6
42	UOT-11	890.00	3	2	60	10.8	6.6	4.2	72	14	14
43	UOT-12	889.85	5	3	63	3.6	2.4	1.2	88	6	6
44	UOT-13	889.40	6	3	58	3.9	2.5	1.5	86	8	6
45	UOT-21	1490.00	3	2	5	22.0	11.7	10.3	53	26	21
46	UOT-22	1489.82	3	2	3	13.2	8.0	5.2	72	19	9
47	UOT-31	1560.00	2	3	60	14.2	8.5	5.7	58	22	20
48	UOT-32	1559.85	7	6	56	16.5	5.2	11.3	64	28	8
49	TFT-11	940.00	3	3	10	20.6	8.9	11.7	58	26	16
50	TFT-21	2400.00	3	3	8	19.3	13.2	6.1	72	20	8
51	TFT-22	2399.82	3	2	7	9.1	5.8	3.3	75	17	8
52	TFT-31	3280.00	3	2	5	15.3	14.0	1.4	84	10	6

C.C. = Humedad a Capacidad de Campo; P.M.P. = Humedad Punto de Marchitez Permanente; A.U. = Agua Util; a = arena; L = Limo; A = Arcilla.

TABLA 1 (Continuación)

*Matriz de datos utilizados para la determinación de los índices de homogeneidad.*

N.º	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>				H + Al 15	C.I.C. 16	% S.B. 17	[H] <sup>o</sup>	[H]*	% C.O. 20	% N 21	C/N 22
	Ca 11	Mg 12	Na 13	K 14				18	19			
1	0.20	0.07	0.04	0.06	9.0	13.70	2.30	10.0	100.0	5.6	0.30	20.0
2	0.05	0.46	0.03	0.02	6.3	7.60	7.40	6.3	63.1	1.6	0.10	3.0
3	0.05	0.03	0.02	0.02	4.1	5.60	2.10	6.3	79.4	0.7	0.10	3.5
4	0.60	0.32	1.10	0.22	6.3	5.35	23.20	19.9	199.5	1.6	0.10	18.0
5	0.35	0.34	1.10	0.15	6.3	4.65	20.10	63.1	138.5	0.5	0.05	9.6
6	0.35	0.34	1.15	0.11	4.1	4.15	22.90	31.6	158.5	0.2	0.06	4.0
7	6.50	1.50	0.07	0.60	9.0	22.32	38.80	31.6	316.2	2.3	0.22	9.9
8	2.01	1.11	0.05	0.30	15.0	20.55	17.10	15.8	316.2	1.0	0.14	6.5
9	7.50	0.94	0.06	0.21	6.3	16.90	51.50	5.0	79.4	1.2	0.11	11.0
10	0.20	0.13	0.06	0.15	15.0	7.55	7.15	25.1	79.4	9.4	0.66	14.2
11	0.20	0.05	0.03	0.06	3.0	1.60	21.25	2.0	31.6	0.8	0.04	20.5
12	0.02	0.04	0.03	0.06	2.0	1.25	26.24	39.8	31.6	0.8	0.04	20.5
13	0.25	0.12	0.02	0.08	11.0	12.45	3.69	19.9	125.9	8.0	0.40	19.9
14	0.20	0.04	0.01	0.04	6.3	9.00	3.22	12.6	50.2	3.1	0.21	14.7
15	0.10	0.03	0.01	0.02	6.3	6.90	2.31	15.8	50.2	2.3	0.17	13.4
16	4.30	1.91	0.80	0.56	4.0	9.75	71.28	6.3	100.0	4.0	0.31	12.8
17	0.35	0.14	0.16	0.11	3.3	4.50	16.88	2.5	79.4	2.2	0.22	9.8
18	0.80	0.04	0.16	0.05	1.3	2.50	42.00	1.0	39.8	1.5	0.10	15.1
19	3.00	0.59	0.02	0.19	0.3	6.75	56.29	40.0	50.0	1.4	0.13	10.4
20	3.15	0.58	0.08	0.06	0.4	5.00	77.40	1.0	158.5	0.4	0.02	17.5
21	1.35	0.20	0.05	0.04	0.3	2.25	73.21	0.4	63.1	0.3	0.01	25.0
22	4.70	2.10	0.05	0.14	2.0	7.50	93.60	0.3	3.9	1.3	0.13	10.4
23	3.20	0.94	0.12	0.12	4.0	5.00	87.60	2.5	63.1	1.0	0.11	8.8
24	1.65	0.75	0.12	0.07	4.1	3.80	68.15	2.0	50.1	0.4	0.07	13.1
25	3.70	1.08	0.07	0.55	5.3	10.00	54.27	5.0	79.4	4.0	0.31	12.8
26	2.05	0.91	0.11	0.17	4.1	4.50	72.44	1.0	50.1	0.6	0.06	10.5

[H]<sup>o</sup> = Concentración de iones hidronio en agua; [H]\* = Concentración de iones hidronio en KCl.

TABLA 1 (Continuación)

*Matriz de datos utilizados para la determinación de los índices de homogeneidad.*

N.º	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>				H + Al	C.I.C.	% S.B.	[H] <sup>o</sup>	[H]*	% C.O.	% N	C/N
	Ca	Mg	Na	K				18	19			
	11	12	13	14	15	16	17					
27	1.80	0.50	0.01	0.11	1.0	7.25	53.40	0.5	10.0	2.1	0.13	15.9
28	1.75	0.17	0.05	0.43	2.1	5.90	53.90	2.5	15.8	0.5	0.04	12.5
29	0.40	1.11	0.04	1.11	4.1	7.45	35.70	6.3	79.4	2.3	0.14	16.2
30	0.15	0.29	0.03	0.29	6.3	6.50	11.70	12.6	158.5	1.1	0.11	10.1
31	0.05	0.07	0.03	0.07	4.1	5.55	4.00	7.9	125.9	0.5	0.09	5.0
32	0.30	0.60	0.05	0.01	0.2	9.00	4.66	31.6	100.0	5.1	0.38	13.4
33	0.20	0.01	0.01	0.00	0.8	8.50	2.58	19.9	63.1	3.5	0.30	11.8
34	0.10	0.01	0.01	0.10	0.2	3.25	6.46	6.3	25.1	0.4	0.10	4.0
35	4.55	0.81	0.09	0.22	0.1	4.25	99.90	0.3	5.0	1.7	0.11	15.5
36	5.00	0.63	0.42	0.80	0.3	3.50	99.90	0.1	100.0	0.1	0.02	6.2
37	1.50	0.35	0.11	0.22	0.2	2.85	76.40	4.0	79.4	3.4	0.22	20.3
38	0.40	0.11	0.10	0.10	0.0	1.80	88.80	1.6	39.8	0.7	0.06	12.6
39	0.20	0.07	0.01	0.07	5.0	11.20	3.10	7.9	63.1	5.5	0.31	17.7
40	0.05	0.02	0.02	0.04	4.1	3.30	2.40	2.5	31.6	1.1	0.06	18.5
41	0.02	0.01	0.01	0.00	4.5	1.10	2.70	1.6	25.1	0.4	0.02	17.5
42	3.80	1.04	0.12	1.64	0.1	6.80	97.10	0.0	0.3	1.2	0.08	15.1
43	1.20	0.55	0.04	0.42	0.0	2.25	98.20	0.0	0.1	0.5	0.03	17.7
44	1.55	0.71	0.10	0.18	0.0	2.60	97.70	0.0	0.2	0.5	0.03	16.0
45	11.80	1.60	0.05	0.75	0.0	15.00	94.20	0.1	0.5	3.6	0.30	12.1
46	8.75	0.61	0.03	0.17	0.0	14.25	67.10	0.6	0.4	1.7	0.18	9.4
47	1.35	1.43	0.03	0.03	0.0	7.70	37.10	0.3	10.0	1.6	0.11	22.3
48	1.60	1.27	0.07	0.02	0.0	5.10	18.40	0.1	25.1	0.3	0.01	16.5
49	4.95	1.01	0.04	0.34	0.0	6.50	97.50	0.1	0.5	1.9	0.15	12.5
50	4.65	0.99	0.02	0.56	4.1	8.80	71.10	0.3	1.6	3.6	0.25	14.3
51	3.00	0.26	0.02	0.23	4.1	5.00	70.20	0.1	1.0	1.7	0.12	14.2
52	8.25	0.76	0.03	0.22	6.3	10.50	88.20	0.4	3.2	3.7	0.21	17.7

[H]<sup>o</sup> = Concentración de iones hidronio en agua; [H]\* = Concentración de iones hidronio en KCl.

*La Homogeneidad Múltiple y la Taxonomía de Suelos a nivel de Orden.*

En general los criterios de homogeneidad o heterogeneidad edafológica se han referido más a investigaciones sobre los grados de variabilidad espacial y vertical de los suelos, con fines cartográficos, considerando los atributos más frecuentes en los estudios de suelos (Contenido de arcilla, Color, Profundidad del Suelo, Saturación de Bases, Capacidad de Intercambio Catiónico, pH y Carbono Orgánico), Wilding y Drees (1983).

La mayoría de los edafólogos aceptan que el nivel categórico de ORDEN de la taxonomía de suelos americana, Soil Taxonomy (1975), constituye la unidad de mayor abstracción y por ende la que resume la máxima variabilidad edáfica contenida para una unidad determinada de paisaje. Malagón y Cortés (1982), consideran que los niveles de Orden y de Suborden de dicha taxonomía, constituyen las categorías que per-

miten comprobar hipótesis o elaborar teorías en relación con la génesis y desarrollo de los suelos. En tal sentido, se consideró pertinente desarrollar una discusión de los resultados para observar el comportamiento de la homogeneidad múltiple en perfiles clasificados a nivel de Orden, Suborden y Gran grupo. También se tomaron igualmente en cuenta otros atributos distintos a los considerados por la taxonomía de suelos.

En la Tabla 2, se observa que los Entisoles son los suelos más homogéneos al considerar los perfiles completos. Los Inceptisoles exhiben mayor heterogeneidad múltiple, mientras que los Ultisoles presentan un valor intermedio pero que también alto. Cuando se determina la homogeneidad múltiple para todas las combinaciones posibles de los órdenes de suelos estudiados, el menor valor está asociado con perfiles completos de suelos que son vecinos taxonómico, esto es con es-

TABLA 2

*La Homogeneidad Múltiple y la Taxonomía de Suelos a nivel de Ordenes y sus Combinaciones.*

ORDENES Y SUS COMBINACIONES	HOMOGENEIDAD MULTIPLE		
	Perfil Completo	Epipedón	Endopedón
GLOBAL . . . . .	159	243	411
ENTISOLES . . . . .	316	451	—
INCEPTISOLES . . . . .	205	376	307
ULTISOLES . . . . .	289	118	281
ENTISOLES+INCEPTISOLES . . .	154	222	—
ENTISOLES+ULTISOLES . . . . .	198	356	—
INCEPTISOLES+ULTISOLES . . .	189	478	411



caso o poco desarrollo evolutivo (Entisoles-Inceptisoles). Por su parte, la combinación Entisoles-Ultisoles, que son órdenes de suelos alejados taxonómicamente, muestran los valores mayores. Esto pudiera interpretarse bajo dos puntos de vista. Por un lado, que entre los Entisoles y los Ultisoles existe una vinculación genética que tiende a emparentarlos, es decir, que los materiales a partir del cual se han estado formando los Entisoles provienen de aquellos sobre los cuales se han desarrollado los Ultisoles. La otra po-

sibilidad, es que no exista entre ellos nexos hereditarios y se correspondan más con puntos extremos de evolución. En este último caso, pudiera pensarse que la alta homogeneidad de los Ultisoles estaría siendo originada por la de un umbral de desarrollo, próximo a un "salto" en la escala edafológica de dichos suelos, es decir que los mismos estarían en una condición de "Estado Estable" muy cercano al inicio de una nueva secuencia edafoevolutiva. Es obvio que para dilucidar en su totalidad estas interrogantes, sería necesario

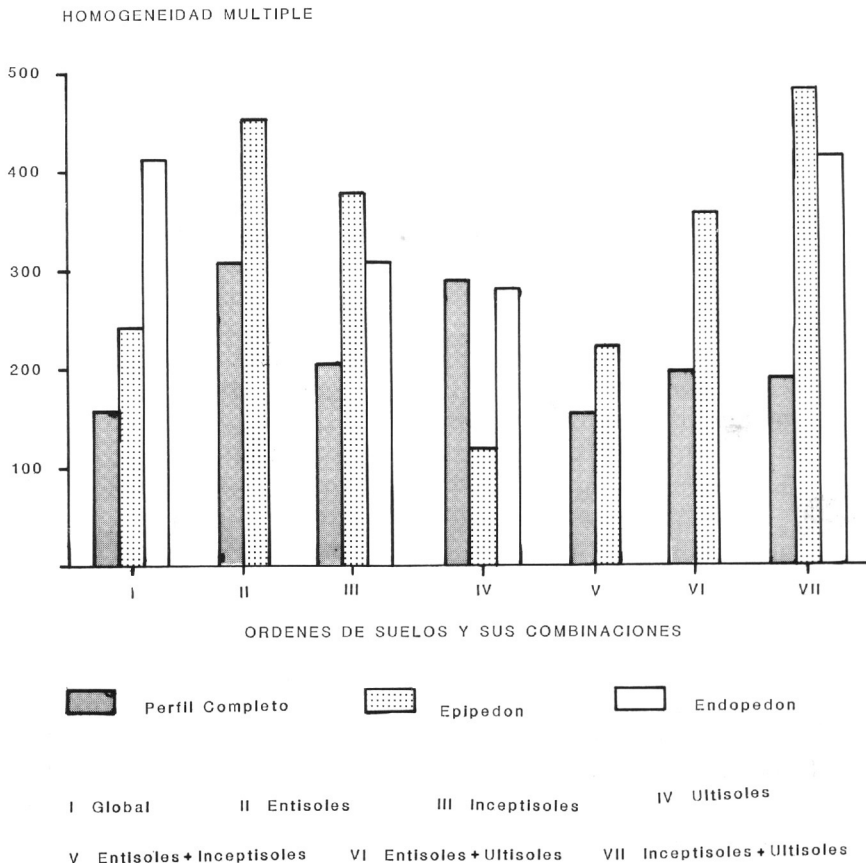


FIG. 1.—Comportamiento de la H. M. en epipedones, endopedones y perfiles completos de suelos, clasificados a nivel de orden y sus combinaciones.

establecer el conjunto de características edafológicas que estarían determinando, en cada caso el valor de la homogeneidad múltiple. Dicho estudio está fuera de alcance de este trabajo.

Comparando la Tabla 2 y la figura 1, se infiere que la mayor homogeneidad de los perfiles de suelos clasificados a nivel de orden, con la excepción de los Ultisoles, está asociada con los epipedones, siendo mayor en los Entisoles. Luego le siguen los Inceptisoles y por último los Ultisoles, en los cuales la mayor homogeneidad del perfil está más relacionada con el endopedón, lo que viene a reforzar la idea del "extremo evolutivo" antes indicado.

Cuando se analizan las combinaciones de los órdenes de suelos bajo estudio, el comportamiento de la homogeneidad se invierte (Fig. 1), es decir las combinaciones más homogéneas resultan ser aquellas que incluyen a los Ultisoles. Por el contrario, la mezcla de epipedones pertenecientes a órdenes de suelos recientes y subrecientes (Entisoles-Inceptisoles) exhiben valores de homogeneidad múltiple más bajos.

Como sabemos, el epipedón es el estrato de suelo que está expuesto directamente a la acción de los factores y procesos formadores del suelo, que actuando en diversos niveles de intensidad y cantidad determinan en gran cuantía la homogeneidad edafológica de una unidad de paisaje dado. Para obviar esta dificultad aparente, se realizó el cálculo del índice de homogeneidad, considerando perfiles completos ( $N = 52$ ), dentro de los cuales 21 eran epipedones y 11 endopedones (Fig. 1). Los resultados obtenidos permiten

establecer que globalmente los horizontes subsuperficiales reconocidos para los órdenes Inceptisoles y Ultisoles, sintetizan mayor homogeneidad que los epipedones descritos para los tres órdenes en conjunto. Sin embargo, cuando se analizan epipedones y endopedones tanto de Inceptisoles como de Ultisoles, se logran los máximos valores de homogeneidad múltiple.

Del análisis detallado de los resultados presentados en la Tabla 2 y en la figura 1, es imposible definir para estos suelos una vinculación clara entre la homogeneidad múltiple y la taxonomía de los suelos en sus niveles categóricos altos (órdenes).

#### *La Homogeneidad Múltiple y la Taxonomía de Suelos a Nivel de los Grandes Grupos*

En la clasificación de suelos americana, el nivel de los Grandes Grupos es considerado una categoría intermedia del sistema, que sintetiza mayor homogeneidad edafológica que las categorías más altas (Ordenes y Subórdenes). En la Tabla 3 y la figura 2, se presentan los valores de la homogeneidad múltiple, para los perfiles completos y epipedones de cada gran grupo descrito. No se presentan los valores correspondientes a los endopedones de Inceptisoles y Ultisoles por ser insuficientes en número.

Analizando estos resultados se puede precisar que los epipedones de cada uno de los grandes grupos estudiados presentan valores de homogeneidad de menor magnitud en relación con los mismos, analizando a nivel de los respectivos órdenes (Tabla 2, Fig. 1). Esto indicaría que para el caso de estos niveles de la jerarquización taxonómica, tendrían

TABLA 3

*Relación entre la Homogeneidad Múltiple en epipedones y perfiles completos de suelos clasificados a nivel de Gran grupo.*

ORDEN	GRAN GRUPO	HOMOGENEIDAD MULTIPLE	
		Perfiles Completos	Epipedones
Entisoles	Troportents (TOT) . . . . .	163	88
	Tropofluents (TFT) . . . . .	270	98
	Ustorthents (UOT) . . . . .	353	117
Inceptisoles	Humutropepts (HUM) . . . . .	253	117
	Dystropepts (DYS) . . . . .	361	109
	Ustropepts (UST) . . . . .	447	98
Ultisoles	Tropohumults (THU) . . . . .	289	118

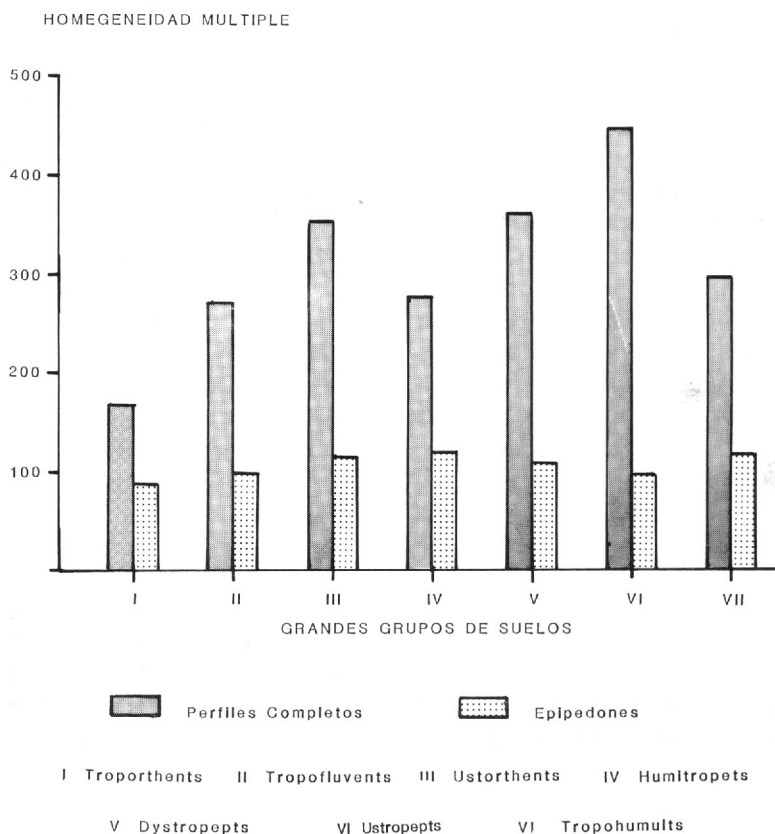


FIG. 2.—*Comportamiento de la H. M. en epipedones y perfiles completos en suelos clasificados a nivel de grandes grupos.*

que tomarse en cuenta los atributos para todo el perfil, toda vez que no muestran una tendencia bien definida, tal como ocurre con los perfiles completos. Por el contrario, se exhibe un comportamiento inverso entre los Entisoles e Inceptisoles. Es de notar que estos comentarios se refieren a los suelos de la cuenca analizada, por lo que para hacer una generalización de los mismos sería necesario ensayar el índice en otras regiones.

Cuando se consideran los perfiles completos en cada uno de los grandes grupos, la homogeneidad es siempre mayor en la totalidad de los mismos. Esto viene a reforzar el criterio de que para el estudio de la homogeneidad múltiple a niveles intermedios de la taxonomía de suelos, es importante considerar todos los atributos determinados para los perfiles completos, más que el de los epipedones, toda vez que permite obtener valores que facilitan las comparaciones e interpretaciones a dichos valores de homogeneidad múltiple. En síntesis, pudiera adelantarse que el análisis de la homogeneidad múltiple, para el presen-

te trabajo, toma más en cuenta las características de los epipedones cuando se toma a nivel de los órdenes y subórdenes de suelos y los atributos que tipifican al perfil completo (incluyendo epipedones y endopedones) para los niveles intermedios y probablemente las categorías más bajas.

#### *Vinculación entre la Homogeneidad Múltiple y el Régimen de Humedad de los suelos*

En el análisis de la figura 2, se observó un aspecto interesante relacionado con la tendencia notoria en el incremento de los valores de la homogeneidad en los grandes grupos que tienen vinculación con el régimen de humedad ústico (Ustropept y Ustorthent). Considerando lo anterior, se determinó el análisis de la homogeneidad en relación con los regímenes de humedad reconocidos en el área de estudio (Udico y Ustico). Los resultados están expuestos en la Tabla 4 y en la figura 3.

En efecto, se puede apreciar que existe una vinculación entre la homogeneidad múltiple de los epipe-

TABLA 4

#### *La Homogeneidad Múltiple y su relación con los Regímenes de Humedad Udico y Ustico.*

ORDEN	GRAN GRUPO	HOMOGENEIDAD MULTIPLE	
		Perfiles Completos	Epipedones
USTICO	Ustorthents (UOT) + . . . . .		
	Ustropepts (UST) . . . . .	283	867
UDICO	Troporthents (TOT) + . . . . .		
	Tropofluvents (TFT) . . . . .	327	300
	Humitropepts (HUM) + . . . . .		
	Dystropepts (DYS) . . . . .	275	208

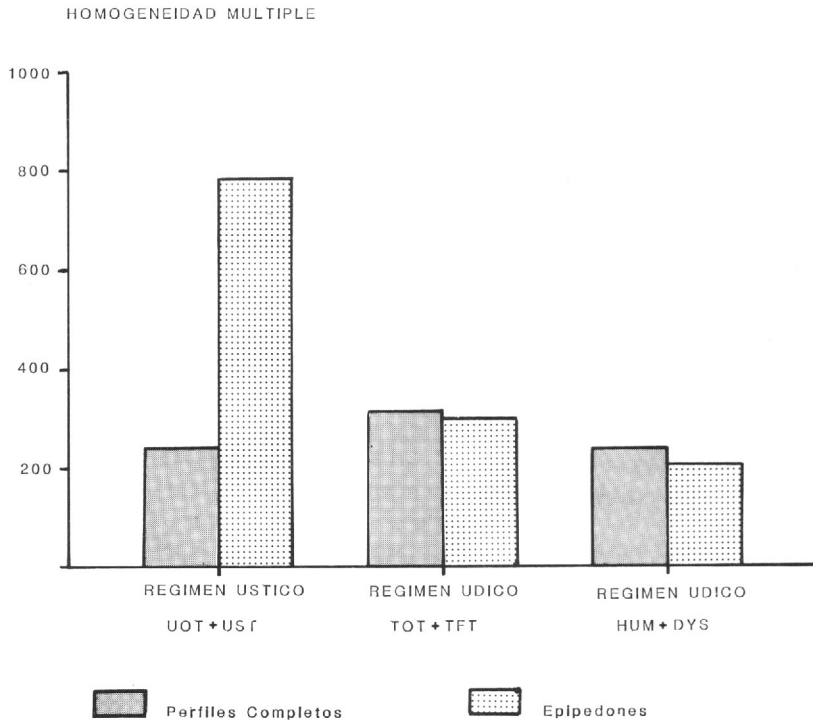


FIG. 3.—Comportamiento de la H. M. en epipedones y perfiles completos de suelos clasificados a nivel de gran grupo con regímenes de humedad ústico y údico.

dones y el régimen de humedad ústico, que es mucho mayor que en el caso de los údicos, independientemente del orden en que los cuales sean clasificados. Intentar una explicación a esta vinculación no es fácil y en todo caso respondería al caso concreto de análisis que nos ocupa. En todo caso, en los régime-

nes ústicos analizados, el epipedón está en pleno proceso de transformación, mientras que en los horizontes C, el grado de transformación es muy bajo o inexistente, mientras que en los regímenes údicos los agentes formadores actúan mucho más acentuadamente sobre el conjunto del suelo.

## CONCLUSIONES

Como se trata de un índice utilizado por primera vez en función de la génesis del suelo, las conclusiones que se esbozarán tienen un carácter restringido, por los cuales se hace necesario trabajarlo en otros ambientes.

Para el análisis de la homogeneidad múltiple de los suelos clasificados a nivel de orden, es suficiente considerar los atributos que caracterizan al epipedón o al endopedón. No es recomendable utilizar los

datos de los perfiles completos.

Si el estudio de la homogeneidad múltiple se detalla hasta el nivel de gran grupo, si es importante tomar en cuenta los atributos que caracterizan a los perfiles más que el de los epipedones. Con respecto a los endopedones no se puede concluir de igual forma, porque la población de ellos fue insuficiente.

La determinación de la homogeneidad múltiple a nivel de gran grupo, puede ser útil para estudiar la relación existente entre aquella y el régimen de humedad de los suelos. En efecto, los epipedones de suelos

ubicados en áreas con régimen de humedad ústico se comportaron más homogéneos que aquellos donde se reconoció el régimen de humedad údico.

En una primera aproximación, la metodología del índice de homogeneidad múltiple sugiere revisar y ampliar los criterios taxonómicos bajo los cuales se agrupan y clasifican los suelos en un determinado nivel categórico. Este aspecto es muy importante, toda vez que puede orientar mejor el trabajo del agrólogo con fines de clasificación taxonómica y cartografía de suelos.

## BIBLIOGRAFIA

- JAIMES, E. y ELIZALDE, G., 1990. Procedimiento de cálculo del índice de homogeneidad múltiple en sistemas pedogeomorfológicos. Agricultura - Andina. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. ULA., 6 (En prensa). Mérida, Venezuela.
- JAIMES, E., 1988. Determinación de índices de homogeneidad múltiple globales en sistemas pedogeomorfológicos de la Cordillera de la Costa, Serranía del Litoral Central. Tesis PHD. Posgrado en Ciencias del Suelo. Fac. de Agronomía. UCV. Maracay, Venezuela.
- DAZA, M. y ELIZALDE, G., 1988. Programa I. H. para la determinación del índice de homogeneidad mediante microcomputadores. Instituto de Edafología. Fac. de Agronomía. UCV. Maracay, Venezuela.
- GOMEZ, T., 1990. Variabilidad espacial de los suelos de la Estación Experimental del Instituto de la UVA, UCLA. El Tocuyo. Estado Lara. Tesis de Maestría.
- PLA, L., 1986. Análisis multivariado: método de componentes principales. Sec. Gen. Prog. Reg. de desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D. C.
- OCHOA, G. y MALAGON, D., 1981. Caracterización de los suelos de la cuenca media y alta del Río Motatán. Estados Mérida y Trujillo. CIDIAT. Mérida, Venezuela.
- WILDING, L. and DREES, L., 1983. Spatial variability and pedology. Pedogenesis and Soil Taxonomy. I. Concepts and Interactions. Elsevier. Amsterdam.

*Recibido: 10-5-91.*

*Aceptado: 8-6-92.*