

## HOMOGENEIDAD PEDOGEOMORFOLÓGICA ASOCIADA CON LAS FORMACIONES GEOLÓGICAS Y ZONAS DE VIDA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO MONAICITO, TRUJILLO, VENEZUELA

Neida Pineda<sup>1</sup>, Edgar Jaimes<sup>1</sup>, José Mendoza<sup>1</sup>, Rosalva Arellano<sup>1</sup>, Ligia Becerra<sup>1</sup> e Hilda Rodríguez<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se determinó el efecto de tres materiales originarios (formaciones Río Negro, La Quinta y Mucuchachí) y dos condiciones bioclimáticas o zonas de vida (bosque seco tropical bs-T y bosque seco premontano bs-PM) sobre la homogeneidad pedogeomorfológica de las unidades de paisaje distribuidas en la parte media y alta de la microcuenca del río Monaicito, subcuenca del río Motatán-Carache, estado Trujillo, Venezuela. A partir de una matriz original de datos, que incluyó características fisiográficas, morfofísicas y químicas, se hicieron agrupamientos para realizar el análisis de homogeneidad, seleccionando seis perfiles por cada formación geológica y 13 perfiles por cada condición bioclimática. Se determinó el Índice de Homogeneidad Múltiple (IHM) a través del Sistema de Información Automatizado de Homogeneidad de Tierras (SIAHT) para los agrupamientos considerando las características del perfil completo, epipedón y endopedón. Se determinó que la mayor homogeneidad pedogeomorfológica de las unidades del paisaje está asociada a la formación Mucuchachí, seguida de la formación Río Negro, resultando la formación La Quinta con la menor homogeneidad. Respecto a la relación entre las características pedogeomorfológicas y las condiciones bioclimáticas es notoria la vinculación ya que esta homogeneidad tiende a incrementar a medida que la zona de vida es más cálida, siendo más evidente en el epipedón por ser la capa más sometida a la acción homogeneizante asociada con el incremento de la temperatura ambiental. Se concluye que existe una relación muy estrecha de la homogeneidad pedogeomorfológica con respecto a los materiales parentales y las condiciones bioclimáticas, factores que han contribuido en la formación de los suelos en la microcuenca del río Monaicito.

**Palabras clave adicionales:** Índice de Homogeneidad Múltiple, IHM, epipedón, endopedón

### ABSTRACT

#### Relationship among pedogeomorphological homogeneity, geologic formation and life zone of Monaicito River microbasin, Trujillo, Venezuela

The effect of three native materials was determined (formations Río Negro, La Quinta and Mucuchachí) and two bioclimatic conditions or life zones (tropical dry forest bs-T and dry forest premontano bs-PM) over the pedogeomorphological homogeneity of the landscape units distributed in the medium and high part of the microbasin of Monaicito River, subbasin of the Motatán-Carache River, Trujillo State, Venezuela. Starting from an original matrix of data that included physiographic morpho-physicals and chemical characteristic, groups were made to carry out the analysis of homogeneity by selecting six profiles for each geologic formation and 13 profiles for each bioclimatic condition. The Index of Multiple Homogeneity (IMH) was determined, through the Information System Automated of Lands Homogeneity (ISALH) for the groupings, considering the characteristics of the complete profile, epipedon, and endopedon. It was determined that the largest pedogeomorphological homogeneity of the landscape units is associated to the Mucuchachí formation, followed by the Río Negro formation, being La Quinta formation with the smallest homogeneity. Regarding the relationship between the pedogeomorphological characteristic and the bioclimatic conditions, it is apparent the linking since the homogeneity spreads to increase as the life zone is warmer, being more evident in the epipedon because it is the layer more subjected to homogenizing action associated with the increment of the environmental temperature. We conclude that a very narrow relationship exists between the pedogeomorphological homogeneity and both the parenteral material and bioclimatic conditions, factors that have contributed in the formation of soils in the microbasin of Monaicito River.

**Additional key words:** Index of Multiple Homogeneity, IMH, epipedon, endopedon

### INTRODUCCIÓN

Dada la complejidad estructural, funcional y

evolutiva de los sistemas pedogeomorfológicos, Jaimes (1988) definió el Índice de Homogeneidad Múltiple (IHM) como un valor o cantidad que

---

Recibido: Junio 7, 2007

Aceptado: Febrero 25, 2008

<sup>1</sup> Núcleo Universitario Rafael Rangel, Universidad de Los Andes. Apdo. 177. Trujillo, Venezuela. e-mail: pineida@ula.ve; jaimes@ula.ve; jgmendoz@ula.ve; rosolvare@cantv.net; limabesa@cantv.net; hildarodriguez@ula.ve

representa la homogeneidad de un sistema caracterizado por un conjunto de variables o características pedogeomorfológicas (fisiográficas, morfológicas, biológicas, químicas, físicas y mineralógicas). Según Jaimes y Elizalde (1991a), tal valor permite establecer comparaciones con la finalidad de estudiar la estructura, el funcionamiento, la evolución, la estabilidad y la variabilidad espacial de dichos atributos dentro del sistema y de éste con relación a otros sistemas, incluyendo la totalidad del ambiente circundante.

La homogeneidad múltiple de un sistema natural cualquiera se refiere al grado de simplicidad estructural y posibilidad de ocurrencia espontánea de flujos de intercambio de materia, energía e información dentro y entre los sistemas y el ambiente circundante, durante el desarrollo de los mismos. Un mayor grado de homogeneidad múltiple significa una mayor correlación entre variables y un menor grado de dispersión de los valores de éstas (Elizalde, 1997). Adicionalmente, es oportuno indicar que la importancia de este estudio de homogeneidad está basada en la determinación del Índice de Homogeneidad Múltiple (IHM) como un parámetro multivariado efectivo y eficiente para determinar el grado de homogeneidad de sistemas tan complejos como el suelo, el paisaje de suelos o el ecológico, independientemente de sus escalas de expresión. En este sentido, es pertinente considerar el análisis desarrollado por Blum (2002), en relación con los desafíos que encara la ciencia del suelo en el tercer milenio, toda vez que el suelo y su entorno conforman el contexto dentro del cual debe garantizarse la sostenibilidad eco-social. Estos retos incluyen el estudio del suelo en su contexto espacial y temporal, análisis de la relación existente entre procesos y propiedades del suelo, y la interpretar adecuada de los estudios básicos de suelos para definir sus mejores usos y establecer prácticas potenciadoras del manejo sostenible de los agroecosistemas.

El IHM ha sido aplicado por diversos autores en el análisis de la homogeneidad en sistemas pedogeomorfológicos, entre los trabajos más recientes se incluyen los de Ochoa y Oballos (2002), Jaimes et al. (2005) y Rivas et al. (2005).

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de tres materiales parentales pertenecientes a tres formaciones geológicas y dos condiciones

bioclimáticas o zonas de vida sobre la homogeneidad pedogeomorfológica de unidades de paisaje, distribuidas en la parte media y alta de la microcuenca del río Monaquito, perteneciente a la subcuenca del río Motatán-Carache del estado Trujillo en Venezuela. Esta microcuenca está dedicada principalmente al cultivo de café bajo secano, con sombra de plantas aguacate, cambur, naranja, y especies forestales como guamo y bucare.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción general del área de estudio

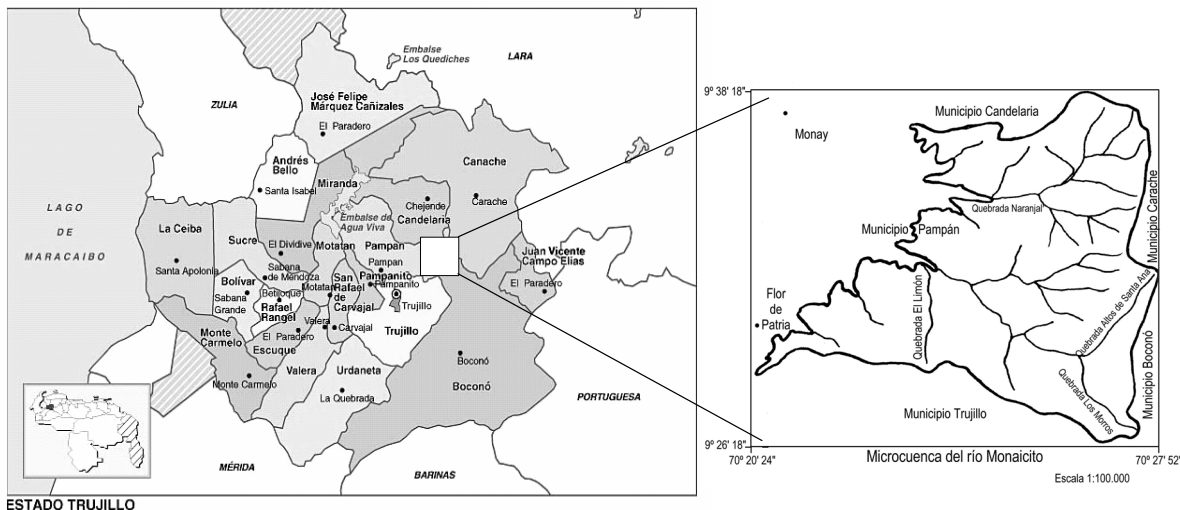
La microcuenca del río Monaquito cubre una área aproximada de 9200 ha, con una altitud variable entre los 600 y 2200 msnm. Se ubica geográficamente en la hoya hidrográfica del Lago de Maracaibo y drena sus aguas a la subcuenca del río Carache perteneciente a la cuenca del Motatán-Carache, la cual vierte sus aguas en el Lago de Maracaibo, entre los puertos de La Ceiba y Moporo del estado Trujillo. Geográficamente se encuentra ubicada entre los 9° 26' 18"- 9° 38' 18" de latitud norte y 70° 20' 24"- 70° 27' 52" de longitud oeste (Figura 1).

Según las condiciones bioclimáticas de Venezuela basadas en el sistema Holdridge, en el área de estudio se presentan dos zonas: bosque seco tropical (bs-T) con precipitaciones promedio entre 1000 y 1800 mm y temperatura media anual entre los 22 y 29 °C, y bosque seco premontano (bs-PM) con precipitaciones entre los 550 y 1100 mm y temperatura media anual entre los 18 y 24 °C (Ewel et al., 1976).

De acuerdo al mapa geológico de la región Trujillo-Boconó-Biscucuy, a escala 1: 50.000, del Ministerio de Energía y Minas las formaciones geológicas presentes en el área de estudio son Río Negro, La Quinta y Mucuchachí, cuyas edades geológicas y litología se presentan en el Cuadro 1.

### Características pedogeomorfológicas descritas

En el Cuadro 2 se muestran las características fisiográficas, morfofísicas y químicas que agrupan a las variables pedogeomorfológicas descritas en el campo y determinadas en laboratorio, indicando las unidades y métodos de obtención utilizados. La información recabada de los perfiles de suelo fue ordenada para el epipedón y el endopedón.



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio: microcuenca del río Monaico

**Cuadro 1.** Descripción de las formaciones geológicas presentes en el área de estudio

Formación geológica	Edad geológica	Litología
Río Negro	Era Mesozoica. Período Cretáceo Inferior	Areniscas blancas, generalmente de grano grueso; conglomerados heterogéneos; arcillas y lutitas variables, típicamente en tonos brillantes de amarillo, rojo y morado. De acuerdo con su fuente sedimentaria, las areniscas varían desde muy cuarzosas a muy feldespáticas
Mucuchachí	Era Paleozoica. Período Carbonífero	Pizarras laminadas y pizarras limosas; de color negro a gris verdoso, carbonosas y en parte filíticas, con buen clivaje. Con las pizarras se intercalan delgadas franjas de areniscas impuras, laminadas, duras, de color algo más claro que el de las pizarras
La Quinta	Era Mesozoica. Período Triásico-Jurásico	Parte inferior: conglomerados rojos (verdosos) oscuros, cantos de diversos tamaños, redondeados y fuertemente cementados, interestratificadas con areniscas arcillosas blandas de color rojo ladrillo. Parte media: lutitas rojas y verdosas, interestratificadas hacia el tope con areniscas conglomeráticas blancas y rojas. Parte superior: areniscas rojas blandas interestratificadas con areniscas cuarzosas de grano grueso, blancas, manchadas de rojo y moteadas

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (1970), con modificaciones propias

### Agrupamientos de perfiles de suelo

Para determinar la homogeneidad pedogeomorfológica se realizaron dos agrupamientos de los perfiles de suelos a partir de la matriz original de datos. El primer agrupamiento se conformó con 6 perfiles de suelos por cada formación geológica (Río Negro, La Quinta y Mucuchachí). El segundo agrupamiento se constituyó con 13 perfiles por

cada condición bioclimática (bosque seco tropical y bosque seco premontano).

La selección de los perfiles de suelo para conformar los agrupamientos requeridos para la determinación de la homogeneidad pedogeomorfológica se basó en los criterios que deben cumplir las matrices para ser procesadas a través del Sistema de Información Automatizado de Homogeneidad de Tierras (SIAHT, versión 2.0,

diseñado por Elizalde y Daza, 2001), según los cuales 1) la data a utilizar debe tener igual número de filas y columnas; 2) el tamaño ideal de las matrices de datos es mayor o igual a 15x15; 3) las

magnitudes a observar en cada variable deben corresponder a la escala de valores paramétricos preestablecidos; y 4) los valores de las variables deben mayores a cero.

**Cuadro 2.** Características y variables pedogeomorfológicas utilizadas para elaborar la matriz original de datos

Características	Variable pedogeomorfológica	Unidad	Método de obtención
Fisiográficas	Forma del terreno	Adimensional	Jaimes y Elizalde (1991b)
	Pendiente máxima	%	Utilizando el clisímetro
	Posición pedogeomorfológica	Adimensional	Observación directa en campo
	Erosión (Tipo, distribución y grado)	Adimensional	Observación directa en campo
	Pedregosidad externa	Adimensional	Observación directa en campo
Morfofísicas	Espesor	cm	Cinta métrica
	Arena	%	Análisis granulométrico por densimetría de Bouyoucos (FONAIAP, 1990)
	Arcilla	%	
	Textura	Adimensional	
	Color de la matriz en seco y en húmedo	Adimensional	Tabla Munsell (USDA, 1990)
	Pedregosidad interna	%	Gravimétrico (FONAIAP, 1990)
	Agua aprovechable	%	A partir de las constantes de humedad por el método de ollas de presión (Pla, 1983)
Químicas	Concentración de iones hidronio	$\text{cmol}\cdot\text{E}^{-5}\cdot\text{L}^{-1}$	Potenciométrico-Relación 1:2 (FONAIAP, 1990)
	Conductividad eléctrica	$\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$	Conductimétrico-Relación 1:2 (FONAIAP, 1990)
	Materia orgánica (M.O.)	%	A partir del carbono orgánico obtenido por Walkley-Black, en FONAIAP (1990)
	Nitrógeno	%	% M.O./ 20
	Fósforo	$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	Olsen (FONAIAP, 1990)
	Potasio	$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	Olsen (FONAIAP, 1990)
	Calcio	$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	Morgan modificado (FONAIAP, 1990)
	Magnesio	$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	Morgan modificado (FONAIAP, 1990)

### Determinación de la homogeneidad pedogeomorfológica

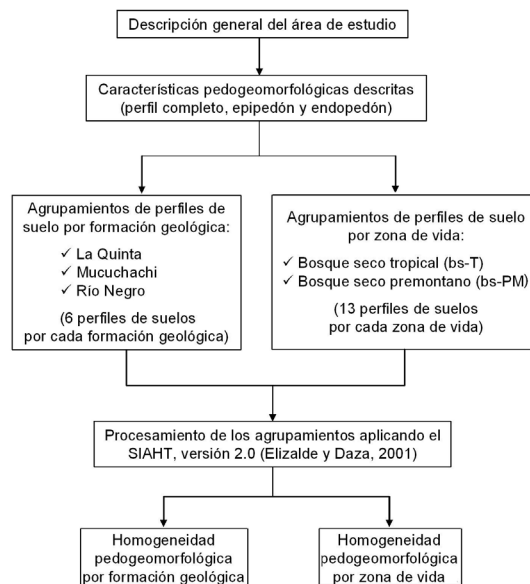
La homogeneidad pedogeomorfológica se determinó con el Índice de Homogeneidad Múltiple (IHM), propuesto por Jaimes (1988), cuya definición está basada en un análisis de componentes principales (Morrison, 2004). El IHM se define como el producto acumulado de los valores propios ( $\lambda_j \geq 1$ ). Para este cálculo se multiplicó el primer valor propio por el segundo ( $\lambda_1 \times \lambda_2$ ) y el producto obtenido se multiplicó por el tercero ( $\lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3$ ) y así sucesivamente hasta utilizar todos los valores propios mayores o

iguales a uno. El valor obtenido fue el IHM que es directamente proporcional al número de variables consideradas e inversamente proporcional al tamaño de la muestra (Jaimes y Elizalde, 1991c). El IHM expresa el grado de pureza o similitud de sus componentes menores o atributos más simples; mientras mayor sea su valor, mayor es la homogeneidad múltiple del sistema.

Se utilizó el SIAHT para determinar los IHM de los agrupamientos de datos referidos, cuyas homogeneidades pedogeomorfológicas fueron estudiadas a través de su relación con las características geológicas del paisaje (primer

agrupamiento de perfiles) y las características bioclimáticas o zonas de vida (segundo agrupamiento).

Un resumen a del procedimiento metodológico empleado durante el desarrollo de esta investigación se muestra en la Figura 2.



**Figura 2.** Diagrama de flujo del procedimiento utilizado para determinar la homogeneidad pedogeomorfológica por formación geológica y por zona de vida

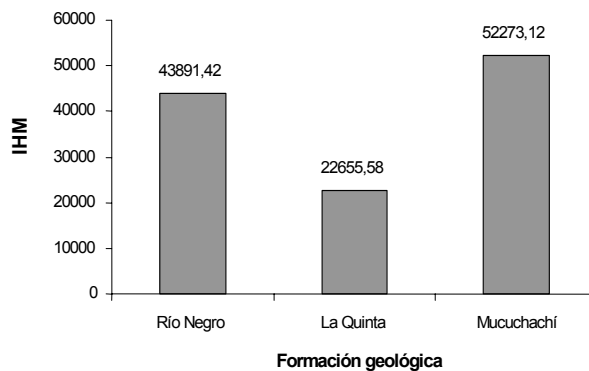
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Homogeneidad pedogeomorfológica y su relación con las características geológicas del paisaje.

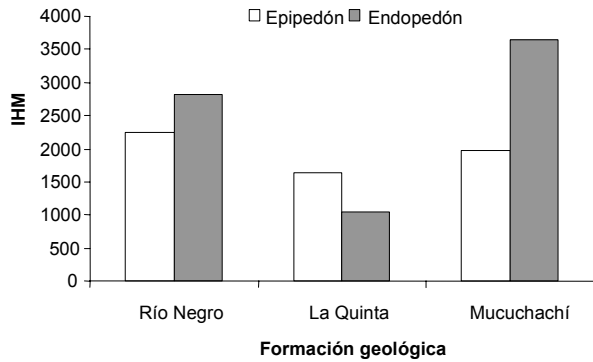
En la Figura 3 se presentan los resultados de los IHM obtenidos considerando las características fisiográficas, morfofísicas y químicas del perfil completo (epipedón + endopedón) para cada una de las formaciones geológicas presentes en el área de estudio, donde se observa que el mayor valor del IHM corresponde a las características pedogeomorfológicas de la formación Mucuchachí, seguido de la formación Río Negro y resultando la formación La Quinta la que exhibe el menor valor del IHM.

En la Figura 4 se muestran los histogramas de homogeneidad determinados a partir de las características fisiográficas, morfofísicas y químicas de los epipedones por cada formación geológica. Se aprecia que el valor del IHM correspondiente a las características de la formación Río Negro es el de mayor magnitud, seguido del valor correspondiente a la formación

Mucuchachí, quedando también con la menor magnitud del IHM la formación La Quinta. La menor homogeneidad observada en la formación La Quinta está asociada a dos variables químicas (concentración de hidronios y magnesio) y a cuatro características morfofísicas (arcilla, color value en húmedo, arena y agua aprovechable), ya que dichas variables contribuyeron muy poco a su homogeneidad pedogeomorfológica.



**Figura 3.** Homogeneidad pedogeomorfológica para el perfil completo de tres formaciones geológicas en la microcuenca del río Monacito



**Figura 4.** Homogeneidad pedogeomorfológica para los epipedones y endopedones de tres formaciones geológicas en la microcuenca del río Monacito

También en la Figura 4 se puede observar que al considerar las características de los endopedones por cada formación geológica y determinar los valores de IHM se obtuvo la misma secuencia de homogeneidad pedogeomorfológica observada en la Figura 1, esto es: IHM formación Mucuchachí > IHM formación Río Negro > IHM formación La Quinta.

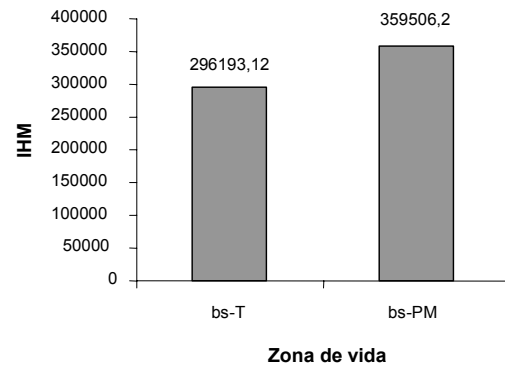
Se pudo comprobar que la homogeneidad pedogeomorfológica está relacionada con la pedogénesis de los suelos agrupados por formación geológica. Así se observó que las características pedogeomorfológicas de la formación Mucuchachí resultó con el mayor IHM tanto para los datos del perfil completo como para los provenientes del endopedón, mientras que para los agrupamientos con datos del epipedón se obtuvieron valores intermedios de IHM. Esta diferencia reafirma lo señalado por Jaimes et al. (2005) al considerar a los epipedones como los horizontes del suelo que mayor variabilidad espacial y temporal exhiben, en virtud a los cambios de intensidad y frecuencia que tienen todos los factores ambientales o externos que inciden directamente sobre su pedogénesis; es decir, variaciones de algunos elementos climáticos (temperatura, radiación, lluvia, evapotranspiración e insolación, entre otros), cambios en el uso de la tierra y diferencias asociadas con distintas prácticas o tipos de manejo de tierras; mientras que los endopedones, por ser horizontes subsuperficiales, no están sometidos a esta amplia variabilidad de los factores formadores de suelo, constituyéndose en las partes o secciones del cuerpo de suelo que son útiles para confirmar o

corroborar los análisis de homogeneidad pedogeomorfológica y el desarrollo evolutivo de los suelos contenidos en una unidad de paisaje determinada.

En la Figura 4 se observa que para la formación La Quinta hubo un comportamiento distinto de la homogeneidad pedogeomorfológica ya que el IHM del endopedón resultó menor al del epipedón lo que se atribuye nuevamente a las características morfofísicas y químicas que resultaron con un menor valor de homogeneidad para el endopedón (31,82 y 14,06; respectivamente) en comparación con el epipedón (35,15 y 7,49; respectivamente).

#### Homogeneidad pedogeomorfológica y su relación con las características bioclimáticas del paisaje

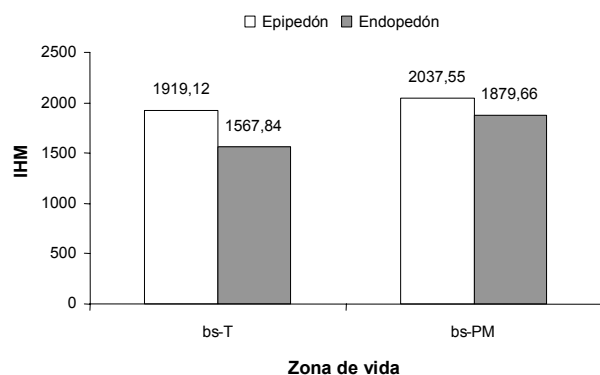
Al comparar los valores del IHM obtenidos a partir de las características fisiográficas, morfofísicas y químicas del perfil completo (epipedón + endopedón), para cada una de las zonas de vida presentes en la microcuenca, se tiene que su mayor magnitud corresponde a la zona de vida bosque seco premontano (Figura 5).



**Figura 5.** Homogeneidad pedogeomorfológica para el perfil completo por zona de vida

Los histogramas de homogeneidad correspondientes a las características del epipedón por zona de vida (Figura 6) muestran el mismo comportamiento antes señalado para el perfil completo; es decir, el mayor valor del IHM corresponde a las características fisiográficas, morfofísicas y químicas de los suelos agrupados bajo la zona de vida Bosque seco premontano. Esa tendencia también se observa al determinar los IHM considerando las características del endopedón (Figura 6). Por lo tanto, se puede

afirmar que la homogeneidad pedogeomorfológica determinada para el perfil completo, epipedón y endopedón presenta consistencia, indicando que ella tiende a incrementar a medida que la zona de vida es más cálida, siendo más evidente en el epipedón por ser la capa más externa del suelo sometida a la acción homogeneizante del ambiente. Jaimes et al. (2006), por su parte, encontraron una tendencia al incremento de la homogeneidad a medida que los mesoclimas eran más húmedos.



**Figura 6.** Homogeneidad pedogeomorfológica para el epipedón y el endopedón por zona de vida

## CONCLUSIONES

Los suelos de la formación Mucuchachí presentaron la mayor homogeneidad pedogeomorfológica de las tres formaciones geológicas estudiadas. Dicha homogeneidad se expresa mejor en la totalidad del perfil del suelo y en el horizonte subsuperficial (endopedón). Los suelos de la formación La Quinta resultaron con la menor homogeneidad pedogeomorfológica debido a la menor contribución a la homogeneidad pedogeomorfológica de las variables morfofísicas y químicas. En relación con los suelos de la formación Río Negro poseen una homogeneidad pedogeomorfológica intermedia.

La homogeneidad de los suelos ubicados en la condición bioclimática bosque seco premontano resultó mayor en comparación con la homogeneidad de los suelos localizados en el bosque seco tropical. Esta homogeneidad se expresa muy bien en la totalidad del perfil del suelo, o bien, cuando se agrupan los datos por epipedones o por endopedones, comprobándose que esta homogeneidad tiende a ser inversamente

proporcional al incremento de la temperatura ambiental.

Existe una relación muy estrecha entre la homogeneidad pedogeomorfológica y las características de los materiales parentales y las condiciones bioclimáticas, factores que han contribuido en la formación de los suelos en la microcuenca del río Monaquito.

## AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la Universidad de Los Andes (ULA), por el financiamiento otorgado bajo los códigos NURR-C-366-04-01-AA, y a Eric Brown por la traducción del resumen.

## LITERATURA CITADA

1. Blum, W. 2002. The role of soils in sustaining society and the environment: realities and challenges for the 21<sup>st</sup> century. Keynote lecture. World Congress of Soil Science. Bangkok, Tailandia. pp. 65-86.
2. Elizalde, G. 1997. El índice de homogeneidad múltiple y su utilidad para la cartografía detallada del sistema pedogeomorfológico. Rev. Fac. Agron. (UCV) 23: 187-206.
3. Elizalde, G. y M. Daza. 2001. Sistema de información automatizado de homogeneidad de tierras. (SIAHT, Versión 2.0). Instituto de Edafología. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 20 p.
4. Ewel, J., A. Madriz y J. Tosi. 1976. Zonas de Vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. 2da ed. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela. 270 p.
5. FONAIAP. 1990. Manual de métodos y procedimientos de referencia. Análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad. J. Brito, I. López y R. Pérez (Comps.). Fondo Nacional para la Investigación Agropecuaria. Maracay, Venezuela. 190 p.
6. Jaimes, E. 1988. Determinación de índices de

- homogeneidad múltiples globales en sistemas pedogeomorfológicos de la Cordillera de la Costa, Serranía del Litoral Central. Tesis. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 226 p.
7. Jaimes, E. y G. Elizalde. 1991a. Determinación de un índice de homogeneidad múltiple en sistemas pedogeomorfológicos montañosos. *Rev. Agri. And.* 6: 25-46.
8. Jaimes, E. y G. Elizalde. 1991b. Metodología para la caracterización de la forma del terreno en sistemas pedogeomorfológicos montañosos. *Rev. Agri. And.* 6: 65-84.
9. Jaimes, E. y G. Elizalde. 1991c. Procedimiento para calcular el índice de homogeneidad múltiple en sistemas pedogeomorfológicos. *Rev. Agri. And.* 6: 47-64.
10. Jaimes, E., J. Mendoza, N. Pineda y H. Rodríguez. 2005. Homogeneidad pedogeomorfológica y pedogénesis en la cuenca del río Motatán, Trujillo, Venezuela. *Interciencia* 30(2): 73-80.
11. Jaimes, E., N. Pineda y J. Mendoza. 2006. Homogeneidad mesoclimática de algunas zonas de vida de Venezuela. *Interciencia* 31(11): 772-778.
12. Ministerio de Energía y Minas. 1970. Léxico estratigráfico de Venezuela. Dirección de Geología. Boletín de Geología. Publicación Especial N° 4. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela. 756 p.
13. Morrison, D.F. 2004. *Multivariate Statistical Methods*. Brooks Cole Thompson. Belmont, Cal., EEUU. 469 p.
14. Ochoa, G. y J. Oballos. 2002. La homogeneidad múltiple y la evolución de los suelos en la región de Socopó-Barinas, Venezuela. *Agrochimica* 46(5): 220-230.
15. Pla, I. 1983. Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. *Revista de la Facultad de Agronomía (UCV) Alcance* N° 32. 93 p.
16. Rivas, S., J. Oballos, G. Ochoa y J. Santiago. 2005. Ensayo metodológico de evaluación de tierras para la captación de agua en dos microcuencas del río Santo Domingo, Mérida, Venezuela. *Interciencia* 30(6): 347-355.
17. USDA. 1990. *Munsell Soil Colors Chart. Handbook 18*. Macbeth Division. Kollmorgen Instruments. Baltimore, MD.