

## CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO CANOABO EN EL ESTADO CARABOBO, VENEZUELA. II. SUELOS Y TIERRAS

### CHARACTERIZATION OF THE RIVER BASIN CANOABO IN THE CARABOBO STATE, VENEZUELA. II. GROUNDS AND EARTH

Víctor A. Sevilla L.\* y Juan A. Comerma G.\*\*

\* Investigador. Pequiven. Gerencia Agroambiental, Pequiven. Morón, estado Carabobo. Venezuela. E-mail: victor.sevilla@pequiven.com

\*\* Investigador jubilado. INIA. E-mail: fliacomermas@cantv.net

#### RESUMEN

En un trabajo anterior se realizó una caracterización climática de la cuenca del río Canoabo, en sus suelos y la capacidad de uso de sus tierras, para dar bases a una mejor planificación agroambiental de la misma. Con ese objetivo se estudiaron los factores formadores de suelo, incluyendo la fotointerpretación de imágenes de satélite, un modelo digital de terreno, mapa de vegetación y cobertura actual y una identificación de materiales parentales. Todas esas capas digitalizadas se superpusieron en un Sistema de Información Geográfico (SIG) y se elaboró el mapa preliminar de unidades de suelo. Se chequearon 50 puntos en campo tanto del entorno geomorfológico, pendiente, cobertura, erosión, drenaje, como de sus perfiles de suelo, taxonomía y capacidad de uso. Los resultados mostraron una clara climosecuencia de suelos, con Humic Haplustults en las zonas de bosques altos más húmedos; más lavados en las zonas altas y más erosionados en las zonas inferiores con gran intervención antrópica, y finalmente Haplustepts, en los valles con materiales aluviales más recientes. La clasificación de las tierras por capacidades de uso arrojó un 12% de tierras clases I a IV, en los valles separándose por pendientes, un 60% de tierras clase V y VI, dominando esta última en laderas intermedias, principalmente por pendiente, mostrando gran intervención; y finalmente un 28% de tierras clase VII y VIII, que son las menos intervenidas y afortunadamente con gran cobertura boscosa. El principal conflicto de uso es la sobreutilización con los usos ganaderos, usualmente precedido por conucos de ocumo o ñame, y en menor medida con cítricas en laderas. Por otra parte, se tiene la subutilización en el valle principalmente con ganadería. Por ello la principal recomendación es la de intensificar el uso de la tierra en el valle e incorporar sistemas silvopastoriles y agroforestales en las laderas con prácticas de conservación de suelos y agua.

**Palabras Clave:** Evaluación de tierras; cartografía de suelos; conflicto en el uso de las tierras.

#### SUMMARY

The main land uses are citrus and bananas as well as extensive areas of grassland. In a previous paper a characterization of its climate was published. The objective of this paper is to present a soil characterization and a land capability that supports a better agroecological planning. For this purpose a characterization of the main soil forming factors was carried out; this included a photointerpretation of satellite imagery, a digital elevation model, a map of vegetation and land cover, and a map of parent materials. All these digitized layers were superimposed with a Geographical Information System (GIS) to produce a preliminary soil cartographic map. Fifty field sites were analyzed including its geomorphology, land use, erosion, drainage, soil profile, taxonomy and a land capability classification. Results showed a clear climosequence expressed by a Humic Haplustult in the more humid higher mountains, Haplustalf dominating the intermediate sideslopes, somewhat more leached in the higher slopes and shallower and eroded in the lower ones, and finally, Haplustepts in the lower valleys derived from more recent alluvial materials. Land Capability showed that in the valleys dominated the classes I to IV, while the sideslopes were mostly Class VI, and the high mountains, covered with forests, had class VII and VIII. Slope was the dominant factor to differentiate classes. The main land use conflict is overutilization of steep slopes by cattle and citrus, as well as underutilization of flat slopes in the valley. Consequently, the main recommendation is to intensify land use in the valleys and to develop more sustainable land use systems in the slopes, including soil conservation practices.

**Key Words:** Land evaluation; soil cartography; land use conflicts.

## INTRODUCCIÓN

Trabajos previos han mostrado la importancia de la cuenca del río Canoabo en cuanto a la prestación de servicios ambientales y socio productivos, en especial la producción de agua para industrias y poblaciones del estado Carabobo al norte de Venezuela (Sevilla *et al.*, 2008a). Sin embargo, en ese mismo trabajo, se destacan problemas ambientales como la deforestación, contaminación y usos inadecuados de las tierras (ganadería en laderas), que han erosionado y degradado importantes superficies.

Esta cuenca, de 14 508 ha, dominada por laderas de altas pendientes, cubiertas parcialmente por bosques siempre verde, semidecíduos y decíduos, matorrales y herbazales de moderados a fuertes grados de intervención, alberga 6 500 personas, que aprovechan las tierras a través de la agricultura de subsistencia, la siembra de cítricos, café, cacao, ocumo, ñame, la avicultura y la cría extensiva de bovinos.

Esa doble función de la cuenca, lo ambiental y lo socioproductivo, plantea en este trabajo la necesidad de conocer adecuadamente los suelos, la capacidad de uso de sus tierras y posibles conflictos presente en la

utilización de las mismas, para así evaluar su fragilidad ambiental y realizar posteriormente una planificación agroecológica que oriente las áreas a preservar, a rehabilitar, así como las zonas que podrían soportar usos socio productivos sostenibles.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Suelos

El estudio de los suelos de la cuenca del río Canoabo se fundamentó en la teoría de los factores formadores de suelo ( $S = f(\text{Material parental, Relieve, Clima, Biota, y Tiempo})$ , Dokuchaev, citado por Mogollón y Comerma (1994), es decir, que podría mencionarse que áreas enmarcadas bajo la mismas condiciones de cada uno de esos factores tendrían similares tipos de suelo. Por el contrario al cambiar alguno de ellos, se esperarían cambios en los suelos. Es por esto, que el estudio edáfico parte de un proceso de integración de los elementos que expresan esos factores de formación (ver Figura 1).

En primer lugar se desarrolló el componente geológico, para lo cual se utilizó el estudio efectuado por Palmaven (1999) y las cartas geológicas a escala 1:25 000 de la Cordillera de la Costa (Urbani y Rodríguez, 2003).

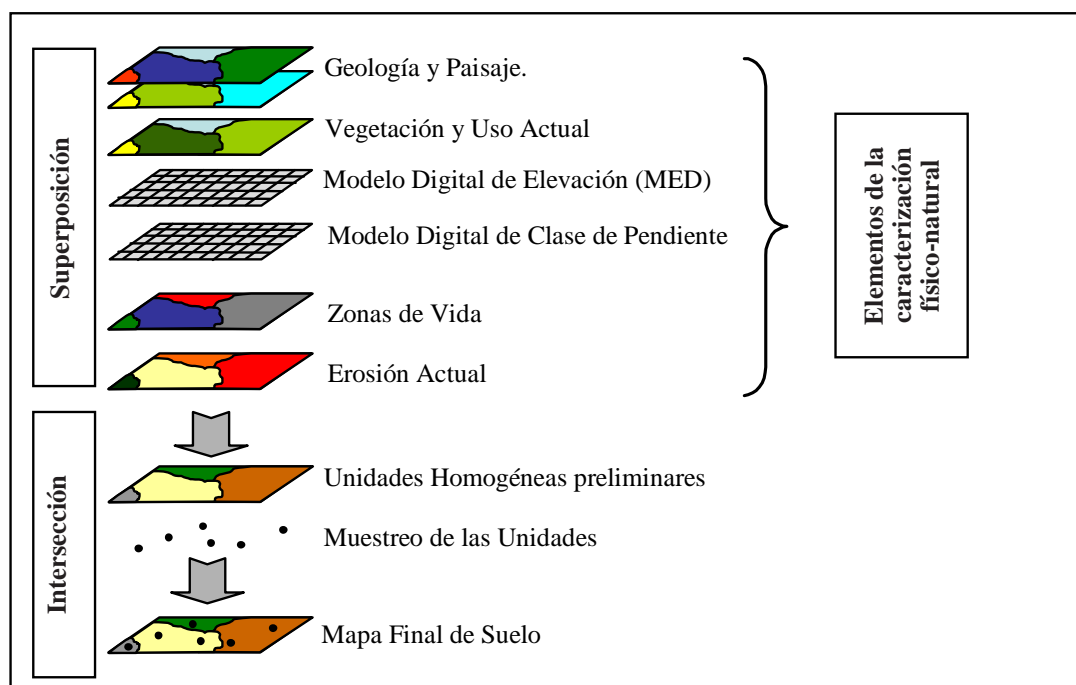


FIGURA 1. Integración de los factores formadores de suelos.

Posteriormente se realizó una caracterización de campo en más de 50 puntos (o sitios) para identificar las principales formaciones geológicas presentes, tipos de roca más frecuentes y elementos minerales que las componen, tratando de explicar así, aquellas características del paisaje y de los suelos, que se derivan de la geología superficial del área.

La caracterización geomorfológica se obtuvo de Elizalde *et al.* (2006), quienes identificaron y clasificaron las unidades de paisaje presentes en la cuenca, mediante la metodología de clasificación sistemática de paisajes de Elizalde (1983). Dada la escala de resolución cartográfica propuesta para este estudio (1:50 000), las unidades de paisaje fueron delimitadas hasta el nivel 7 de este sistema de clasificación.

Para elaborar la leyenda y delinear las unidades de paisaje, se procedió a revisar e interpretar la siguiente información:

- ◆ Cartas Geológicas a escala 1:25 000 (6547-II-NO, 6547-II-SO, 6547-III-NE, y 6547-III-SE) de la Cordillera de la Costa (Urbani y Rodríguez, 2003).
- ◆ Modelo Digital de elevación de la cuenca (MDE).
- ◆ Mapa de pendientes.
- ◆ Cartas Geográficas digitales a escala 1:25 000 y 1:100 000 (6547-II-SO, 6547-III-SE, 6547-III-NE, 6546-IV-NE y 6546-I-NO) del IGVS (1975).
- ◆ Ortofotomapas digitales a escala 1:65 000 (6547-II-SO y 6547-III-SE), (año de vuelo 1996).
- ◆ Coberturas vectoriales de hidrografía y curvas de nivel.
- ◆ Imagen de satélite LANDSAT 7 Enhanced Thematic Mapper Plus del 2001.

**CUADRO 1.** Intervalos y clases de pendiente.

Nº	Clase	Porcentaje
1	Sin limitaciones	0 - 3
2	Ligeras limitaciones	3 - 8
3	Moderadas limitaciones	8 - 20
4	Fuertes limitaciones	20 - 45
5	Severas limitaciones	45 - 60
6	Muy severas limitaciones	> 60

Fuente: Comerma y Arias (1971).

La estratificación del paisaje al nivel 7, se realizó a partir del análisis e interpretación del MDE, del mapa de pendientes obtenido del MDE con el comando Slope de ArcGIS 9, del tipo y densidad de drenaje, de la imagen de satélite y los ortofotomapas. Para las clases de pendiente se usaron los rangos del Sistema de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso (Comerma y Arias, 1971) según se expresan en el Cuadro 1.

A toda esta información se le superpuso la cobertura vectorial de vegetación y uso actual, generado por Lores (2006), y Zonas de Vida, con la finalidad de obtener las unidades homogéneas preliminares de suelo. Seguidamente, utilizando la vialidad, los centros poblados y la mayor variabilidad hipotética de los suelos, se seleccionaron 50 sitios de observaciones de campo, es decir una densidad de una muestra por cada 290 ha. Según Avery (1987), esta densidad de observaciones se corresponde con niveles de intensidad de levantamientos de suelos entre 3° y 4° orden. En aquellas zonas con mayor interés agrícola, la densidad correspondió con el 3° orden, en cambio, otras áreas, cubiertas de bosque y de poca accesibilidad por sus altas pendientes correspondieron más con la de 4° orden. De manera general estos niveles de intensidad son los frecuentemente utilizados para realizar estudios semidetallados de suelos.

Los sitios de observaciones establecidos incluyeron cortes de carretera, puntos de barrenos y calicatas. En ellos se desarrollaron tres grandes aspectos que proporcionaron valiosa información para la caracterización y clasificación de los suelos: (i) la descripción del entorno; (ii) descripción morfológica del perfil del suelo y (iii) la toma de muestra para análisis de laboratorio. En el primer punto se incluyeron características en los alrededores del punto de observación: formaciones geológicas, paisaje, pendiente general, forma de la pendiente, microrelieve, erosión, características de drenaje, ocurrencia de inundaciones, condiciones climáticas en el momento, tipo de cobertura vegetal y uso actual de las tierras. En el segundo punto se incluyó la descripción de la morfología del perfil del suelo. En este caso se describió la profundidad efectiva de los suelos, horizontes diagnósticos, textura, pedregosidad, color de los suelos, presencia de moteado o gleizado, estructura, compactación, consistencia, actividad biológica, cantidad y tamaños de raíces y porosidad.

Por último, se hizo el muestreo de suelos por horizontes para luego realizar análisis en el laboratorio de suelos del CENIAP (INIA), a través de métodos de rutina (Gilbert *et al.*, 1990a) y en casos especiales los de

distribución de tamaño de partículas, capacidad de intercambio catiónico y porcentaje de saturación de bases (Gilbert *et al.*, 1990b). Dichos análisis suministraron información sobre: pH, materia orgánica (MO), cationes disponibles, conductividad eléctrica y saturación con Al<sup>+3</sup>.

Se trató en lo posible que cada unidad preliminar tuviese un punto de chequeo, sin embargo, por razones de inaccesibilidad o simplemente por cuestiones de tiempo y presupuesto, algunas unidades carecieron del mismo. Para solventar esto se optó por un modelo de pedotransferencia simple, basado en los factores formadores de suelos y en los puntos ya levantados. A una unidad no chequeada se le asignó un punto caracterizado de la unidad más cercana que poseía similares condiciones, en cuanto a vegetación, geomorfología, pendiente, el grado de erosión y los números de meses húmedos.

Los suelos se clasificaron taxonómicamente hasta el nivel de subgrupo (USDA, 2003), considerada adecuada al nivel de la escala utilizada y densidad de muestreo empleado.

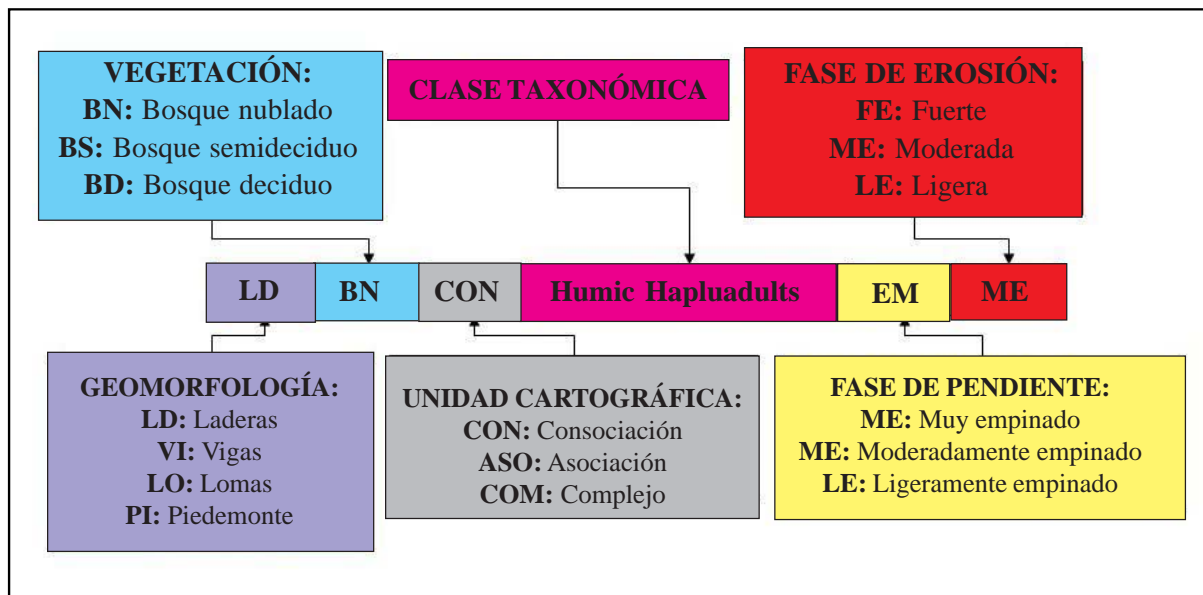
Con el objetivo de diseñar la leyenda del mapa de suelo, y facilitar su identificación en campo, se decidió que el tipo de paisaje era el primer elemento en la leyenda, luego el tipo de vegetación, dado que se pretende con estos trabajos la máxima preservación posible de la

vegetación natural, seguidamente la Taxonomía de los Suelos, con un sólo taxón en el caso de las consociaciones y dos en los casos de asociaciones o complejos y por último, se incluyeron las fases por pendiente y/o erosión (ver Figura 2).

**Capacidad de uso de las tierras**

La Clasificación de las Tierras por Capacidad de Uso, agrupa áreas de terreno con suelos y clima relativamente homogéneos, de acuerdo a sus limitaciones y potenciales para la producción sostenible agrícola vegetal, animal y forestal. Desde la clase I hasta la VIII, se van reduciendo las opciones de uso y se van aumentando los riesgos de deterioro. De la clase I a la IV se consideran tierras mecanizables. Este sistema da una calificación de la calidad de las tierras en un contexto de carácter nacional y por ello permite su comparación entre distintos territorios. Adicionalmente señala cuales son las principales limitantes generales, como Clima (C), Erosión (E), Suelo (S) y Drenaje (D), o más específicas, como pendiente (p), fertilidad (f), rocosidad (r), profundidad efectiva (h), entre otros.

La metodología utilizada fue la de Comerma y Arias (1971), con algunas actualizaciones realizadas por Comerma (2004). Se aplicó a cada observación de campo durante la realización del estudio de suelos y se llegó hasta el nivel de subclases específicas.



**FIGURA 2.** Leyenda del mapa de suelo.

**CUADRO 2.** Criterios empleados para la clasificación de las tierras según sus limitaciones por fertilidad.

Toxicidad aluminio	Fósforo	Potasio	Materia orgánica	Limitaciones por fertilidad
Media a alta	Bajo	Bajo	Media o Baja	Severa
Media a alta	Alguno bajo y otra medio		Media a alta	Fuerte
Baja	Bajo	Bajo	Media o Baja	Fuerte
Media a alta	Alguna es alto		Media a alta	Moderada
Baja	Bajo	medio o alto	Baja o media	Moderada
Baja	Si alguno es medio o alto		Media a alta	Ligera

Dentro de los factores involucrados en las subclases, el factor fertilidad, requirió ciertos cálculos para lo cual se decidió realizar análisis de laboratorio con la finalidad de medir los nutrimentos fósforo, potasio, calcio y magnesio, el porcentaje de MO y el pH de cada horizonte de los suelos. En ciertos suelos ácidos se incluyó el Aluminio y a partir de ello se derivó una relación entre pH y saturación de Aluminio, la cual se aplicó a otros suelos ácidos. Se clasificaron según las tablas de Gilabert (1990a). La calificación final de fertilidad siguió las reglas desarrolladas en el Cuadro 2.

#### Establecimiento de posibles conflictos entre los usos de las tierras

Según Lewis (1992), citado por EDELCA, (2003d), el término conflicto se relaciona a la existencia de diferencias de intereses sostenidas en el tiempo y que se encuentran frecuentemente asociados a oposición, antagonismo, desacuerdo o incompatibilidad en el uso de la tierra. Los conflictos se identificaron utilizando la información: Mapas de Vegetación y Uso actual; Capacidad de Uso; Erosión; Modelo Digital de Elevación (MDE); Imagen Satelital LANDSAT7 e Índice de Vegetación. Cada conflicto tuvo algunas diferencias en cuanto a la información y metodología utilizada, por tal razón, se mencionan por separado:

**a. Inundación actual y Riesgo de inundaciones por aguas del embalse:** Estos conflictos plantean la inundación de las zonas agrícolas y pecuarias del valle del río Canoabo por las aguas del embalse y tributarios. Para obtenerlo se empleó el MDE y las cotas de las aguas del embalse proporcionados por Hidrocentro, la más actualizada de 272 m.s.n.m., en diciembre 2005, y la de máxima superficie del espejo

de agua o de 277 m.s.n.m., es decir la cota de alivio de la represa. Utilizando el comando CONTOUR del módulo Grid de ArcGis versión 9,0 (ESRI, 2005), se extrajo del MDE las líneas de las cotas mencionadas, y a partir de ella las poligonales que expresan los límites de las zonas bajo inundación actual y potencial.

**b. Sobreutilización y subutilización de las tierras:** tiene su origen, en la incompatibilidad entre el uso actual de las tierras y la capacidad que poseen las mismas de sostener una agricultura ecológica y duradera. Este último aspecto fue estimado empleando el sistema de clasificación por capacidad de uso (Comerma y Arias, 1971). La situación de sobreutilización de las tierras se agrava si la misma ocurre en áreas que presentan fuerte erosión. De manera general la sobreutilización se da, donde el uso actual es más intenso al permitido en las tierras respectivas y, la subutilización ocurre donde los usos actuales son menos intensivos que lo que pudieran soportar esas tierras con esas limitantes naturales.

Para obtener los conflictos de uso: a) fue ubicado cada uso actual dentro de las ocho (VIII) clases del sistema de clasificación por capacidad de uso; b) luego se superpuso a los mapas de capacidad de uso y erosión actual. c) Se obtuvo la diferencia entre el uso actual y la capacidad de uso, y si el resultado era positivo ( $> 0$ ) ocurría sub utilización; si era cero el uso era conforme; si el resultado era negativo ( $< 0$ ) acontece una sobre utilización. Finalmente, utilizando el mapa de erosión actual, se identificó si la sobreutilización ocurría en áreas con moderada o fuerte erosión.

**c. Fragmentación del hábitat en el bosque nublado:**

Consiste en la deforestación del bosque nublado a partir de los 800 m.s.n.m. Se consideró sólo en este bosque ya que presenta mayor densidad y biodiversidad. Esta fragmentación genera graves consecuencias sobre la preservación de especies de fauna y flora al ocasionar la fragmentación de su hábitat, así mismo, afecta la conservación de ecosistemas que cumplen funciones como: producción de agua, drenajes naturales, trampas de sedimentos y captación de CO<sub>2</sub>. Para lograr la ubicación del conflicto se utilizó el MDE, la imagen de satélite y el índice de vegetación, donde fueron ubicadas las zonas deforestadas.

restante 582 (4,01 %) Haplustepts. Lo anterior resulta de la uniformidad del material parental, de un paisaje relativamente estable con un clima no muy variable, lo cual ha permitido un grado mediano de desarrollo pedogenético, y es expresado por el sufijo Hapl. Tanto los Alfisoles como los Ultisoles tienen en común la presencia de iluviación de arcilla, como un endopedón argílico, y una acumulación mediana a baja de MO.

La Figura 4, muestra que en la cuenca hay una clara expresión de una Climosecuencia siendo este el principal factor diferenciador de los suelos, ante una relativamente uniforme distribución de los otros factores de formación. Esta climosecuencia se expresa así en dos características fundamentales de los suelos, por una parte el mayor lavado hasta grandes profundidades en los suelos en las zonas más húmedas (Ultisoles) y por otra, la mayor acumulación de MO en la parte superior en los climas más fríos, que corresponde con los más húmedos y con mayor cobertura vegetal (Humic Hapludults).

Por otra parte se tiene que los suelos que ocurren en áreas con un período seco mayor y a menor elevación, produce suelos del tipo Alfisoles.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Suelos

En el Cuadro 3 y La Figura 3, se observa que los suelos en la cuenca son bastante uniformes, al menos a nivel de Grandes Grupos. Unas 9759 ha (67,26%) son Haplustalfs, 3933 ha (27,1%) son Hapludults y el

**CUADRO 3.** Superficie y porcentajes del mapa de suelos.

Unidad cartográfica de suelo	Superficie (ha)	%
LA-BS-ASO-Typic Haplustalfs - Ultic Haplustalfs-ME-LE	2753	19,0
LA-BN-CON-Humic Hapludults-ME-LE	2341	16,1
LA-BD-CON-Typic Haplustalfs-ME-LE	1967	13,6
LA-BN-CON-Humic Hapludults-EM-LE	1304	9,0
LA-BD-COM-Typic Haplustalfs - Inceptic Haplustalfs - Lithic Ustorthents-ME-FE	1117	7,6
LA-BS-ASO-Typic Haplustalfs - Ultic Haplustalfs-EM-LE	712	4,9
VA-BD-COM-Fluventic Haplustepts - Aquic Haplustepts - Vertic Epiaquepts-PL-LE	631	4,4
PI-BD-ASO-Typic Haplustalfs - Typic Haplustepts-PL-ME	563	3,9
LA-BD-COM-Typic Haplustalfs - Inceptic Haplustalfs - Lithic Ustorthents-ME-ME	448	3,1
PI-BD-ASO-Typic Haplustalfs - Typic Haplustepts-PL-FE	426	2,9
LA-BD-CON-Typic Haplustalfs-EM-LE	259	1,8
Embalse	234	1,6
LO-BD-CON-Typic Haplustalfs-ME-LE	219	1,5
VI-BS-CON-Typic Haplustalfs-EM-LE	206	1,4
LA-BN-CON-Humic Hapludults-LE-LE	165	1,1

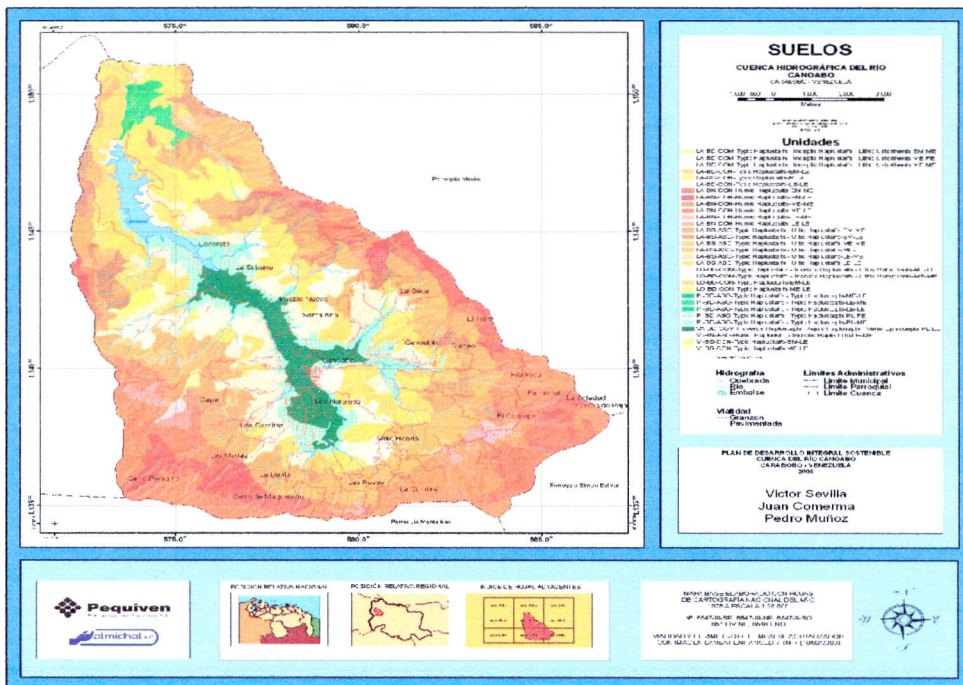


FIGURA 3. Mapa de Suelo.

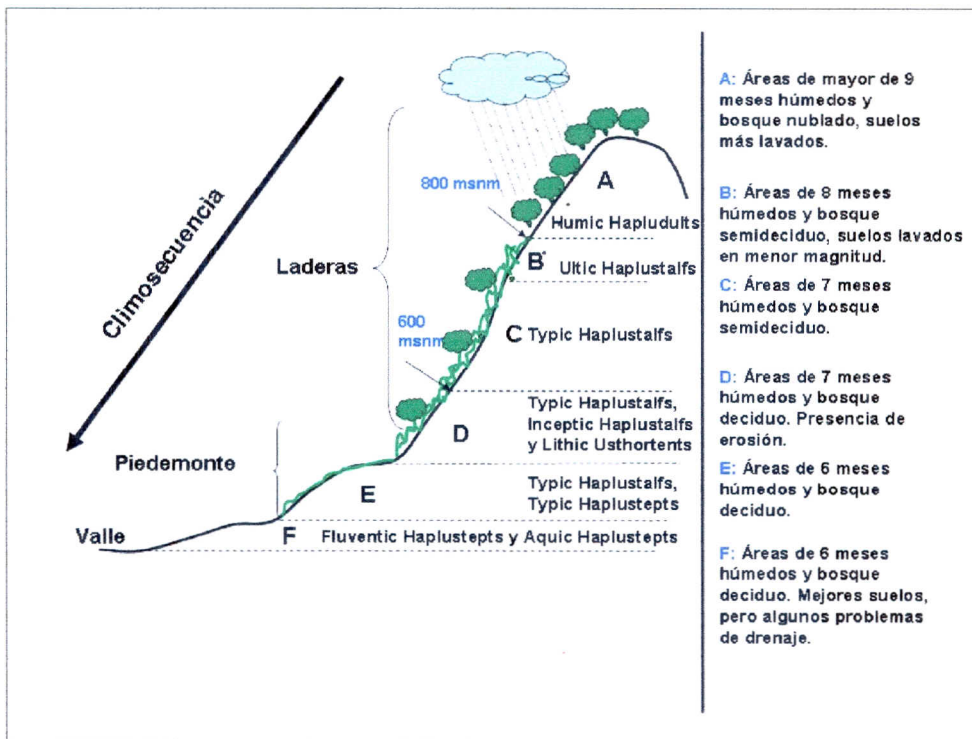


FIGURA 4. Climosecuencia de los Suelos.

Las otras diferencias de menor monto están reflejadas en los subgrupos. De la leyenda se puede ver que los subgrupos de los componentes principales son todos Typic, excepto los Humic o más ricos en MO que ocurren en los sitios más altos y boscosos de la cuenca. Pero, por otra parte, los subgrupos de los suelos secundarios son fundamentalmente de dos clases: los Inceptic y Lithic que principalmente reflejan que han sido erosionados y truncados, un poco o mucho de los perfiles, respectivamente. En la zona de transición entre Ultisoles y Alfisoles se tienen los subgrupos Ultic Haplustalfs, que reflejan un mayor grado de lavado de bases y, consecuentemente, un estado transicional hacia los Ultisoles más lavados.

Como un resumen general, los suelos de la cuenca son:

- ◆ Ácidos en superficie, reflejo del material parental y del tiempo de evolución o de lavado por la lluvia.
- ◆ Profundidad mediana a alta, reflejando que, a pesar de las pendientes fuertes que predominan, los paisajes son relativamente estables, ayudado esto por las buenas coberturas de vegetación.
- ◆ Contenidos medios de MO, reflejo de la vegetación o los usos de pastizales o plantaciones; la principal excepción son los altos valores de las zonas más altas, húmedas y de menor temperatura.
- ◆ Texturas predominantemente medias (Francas), lo cual es reflejo de la naturaleza y uniformidad del material parental; sólo en el piedemonte sujeto a erosión hay concentraciones residuales de esqueleto grueso (grava) en superficie; así mismo, los suelos del valle, más jóvenes, reflejan la sedimentación diferencial entre los diques (arenosos) y las napas o cubetas (medianas a finas).
- ◆ Suelos de colores pardos o rojizos reflejando el material parental y la buena condición de drenaje.
- ◆ Como reflejo de las características anteriores, la fertilidad de los suelos se clasificó como media a baja, por la acidez, lavado de bases y mediano a bajo contenido de nutrimentos, especialmente, en sus horizontes superiores.

### Capacidad de uso de las tierras

La Figura 5, presenta el mapa de esta variable, en el cual se puede ver que sólo alrededor de 1 747 ha

(12,04%) serían tierras arables o dentro de las primeras 4 clases. Dentro de ellas, sólo las clases I y II no presentan limitaciones de pendiente y se encuentran en el valle; las clases III y IV si tienen como factor común las pendientes, con la diferencia que la clase III, con 3 a 8% de pendiente está en los bordes del valle, mientras la clase IV, con pendientes entre 8 y 20% se encuentra en las laderas de la zona sur y alta de la cuenca, en especial en zonas que la población ya ha venido usando en agricultura.

En cuanto a las tierras de la clase V en adelante, es de señalar que las más extensas son las de la clase VI, la cual ocupa cerca de 5 097 ha (35,13%) y en todos los casos la limitante principal es la pendiente, siendo las otras limitantes la erosión actual, la reducida profundidad efectiva y, sólo en casos excepcionales, la presencia de grava en superficie. Esta clase se encuentra en las laderas medias bajo un bosque semidecídulo y matorrales de moderada intervención, y en las faldas de las montañas con pendientes entre 20 a 45%, rodeando el valle, donde se evidencia una alta actividad antrópica (ganadería y cítricos). La clase V ocupa unas 4 078 ha (28,1%) y se comporta muy similar a la VI, a diferencia que posee algunas áreas bajo bosque nublado con poca intervención, sin embargo, la mayoría está en el bosque semidecídulo con uso ganadero y cítricos.

Por último, las tierras de las clases VII y VIII, que fundamentalmente deberían ser con fines de protección, ocupan 3 350 ha (23,09%) de la cuenca.

La clase VII se distribuye en dos escenarios: uno en la zona alta de bosque nublado con baja intervención y, dos en el área de laderas bajas donde se presentan los casos más fuertes de erosión, bajo un uso ganadero sin ninguna práctica de conservación. Por último la clase VIII, se ubica en las laderas medias alrededor de la cuenca, en aquellas zonas clasificadas con moderada erosión y en parte ocupada por un bosque semidecídulo y otra por herbazales usado en ganadería.

### Conflictos entre los usos de las tierras

En la Figura 6 se muestran los principales conflictos en la cuenca.

**a. Inundación actual y Riesgo de inundación por aguas del embalse:** ciento noventa y dos hectáreas (1,32%) padecen inundación, ubicadas en los márgenes del embalse hasta la cota 272 m.s.n.m. Los riesgos de inundación se han incrementado, ya que en los últimos



años la cota del embalse ha superado los 272 m.s.n.m. (Hidrocentro, diciembre 2005), y la mayor frecuencia de ocurrencia de vaguadas, respaldan la posibilidad que, por primera vez, las aguas del embalse alcancen la cota del aliviadero (277 m.s.n.m.). Aunque es un conflicto potencial, el mismo podría adicionar unas 145 hectáreas (1%) a las zonas ya inundadas, afectando una considerable superficie del valle, las mejores tierras (Clase I, II y III), a las actividades socioeconómica, (cultivos de cítricos, musáceas, pastizales), y afectaría viviendas en La Sabana y el pueblo de Canoabo.

**b. Sobreutilización de las tierras:** unas 6 220 ha (42,87%) presentan sobre utilización de sus tierras, al ocurrir usos actuales intensivos en tierras con importantes limitantes (Clases V, VI, VII y VIII) lo que lo hace insostenible y degrada los recursos naturales.

La sobreutilización puede ser muy alta cuando los usos actuales y los conformes son diametralmente opuestos, o sólo ligera cuando el uso actual es sólo de una clase superior al conforme.

En la cuenca, la más perjudicial es la utilización de las tierras con ganadería sin prácticas de conservación, ubi-

cadadas en laderas de altas pendiente (20 a 45%) y que sufren de una fuerte erosión. Este conflicto alcanza el 23% de la cuenca. Otros usos conflictivos, son los cítricos en zonas altas de las montañas, con pendiente mayores 45% y sin cobertura del suelo. Este uso conflictivo es uno de los económicamente más atractivos, debido a su alta rentabilidad, pero si no se maneja muy selectivamente en sitios adecuados y con prácticas conservacionistas, se promovería la deforestación de bosques semidecuidos y nublados, favoreciendo la fragmentación del hábitat, los procesos erosivos y la alteración negativa del ciclo hidrológico de los ríos, con sus consecuentes efectos sobre el almacenamiento de agua y sedimentación del embalse.

**c. Subutilización de las tierras:** la zona sur del valle de río Canoabo, y en algunas áreas de piedemonte con pendientes menores de 8% y clasificadas según su capacidad de uso como clases I, II y III, están siendo utilizadas con pastizales o plantaciones de cítricos, los cuales podrían estar ubicados en suelos de clases más limitadas. Unas 880 ha (6,05%) de la cuenca están siendo subutilizadas, las cuales bien podrían ser utilizadas con cultivos más intensivos para la alimentación humana como hortalizas, cereales y leguminosas.

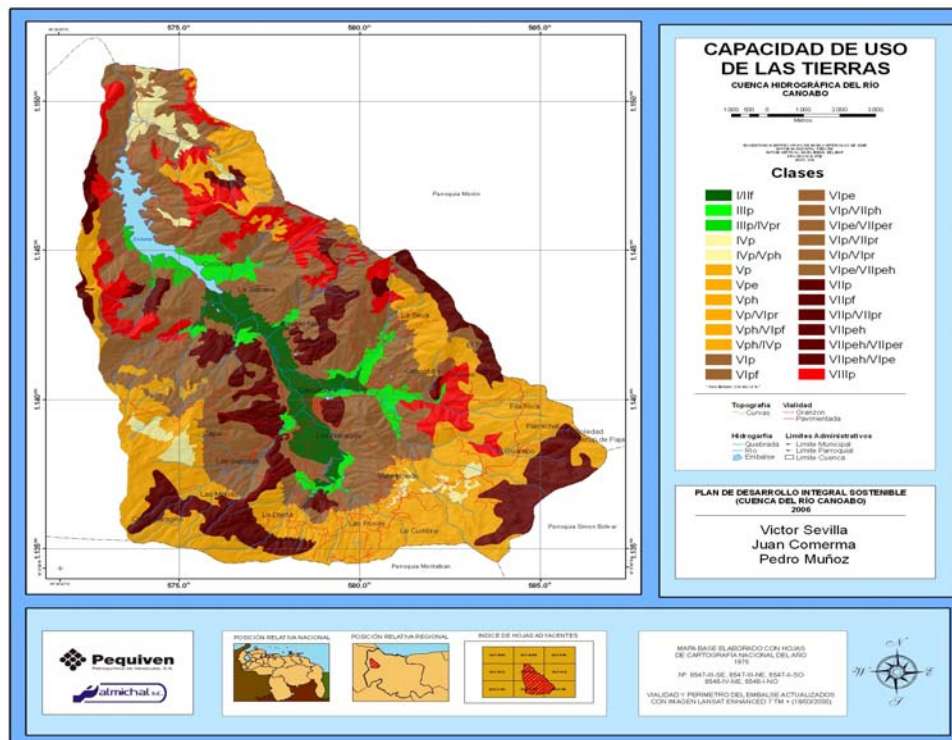


FIGURA 5. Mapa de capacidad del uso de las tierras.

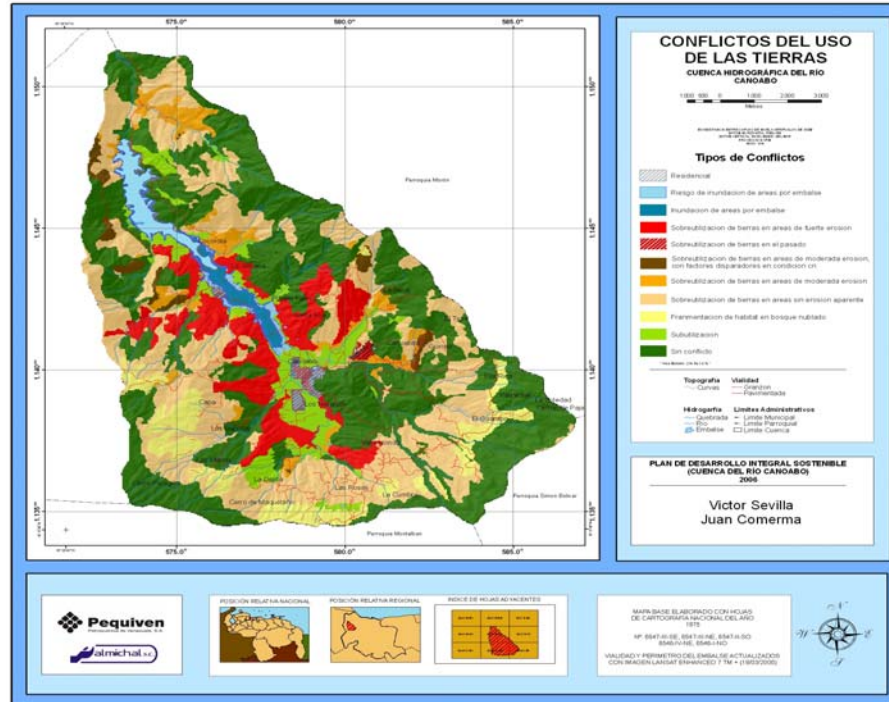


FIGURA 6. Mapa de conflictos del uso de las tierras.

**d. Fragmentación del hábitat en el bosque nublado:** unas 878 ha (22%) de las tierras sobre los 800 m.s.n.m, cubierta por bosques nublados con alta biodiversidad han sido deforestadas. Esto produjo una repoblación vegetal natural de características mono específica, en este caso dominada por helecho, tal vez debido a la acidez de los suelos y las bajas temperaturas. Esta vegetación no se caracteriza por proteger el suelo de la erosión laminar, ya que, bajo ella no crece otra vegetación. Esta fragmentación causa una interrupción del bosque nublado afectando el libre desarrollo de la flora y fauna, además de afectar los procesos de producción de agua e incrementar la erosión.

**e. Áreas sin conflicto aparente:** unas 5 958 ha (41,06%) no presentan conflictos en el uso de sus tierras. Son áreas de montaña altas con vegetación de bosque semidecídulo y nublado, donde no se aprecia erosión y actualmente no tienen uso, si no una densa cobertura natural.

## CONCLUSIONES

- Los factores formadores de los suelos en la cuenca son relativamente uniformes a través de su superficie. El material parental está dominado por gneises y
- En cuanto a las tierras, clasificadas por su Capacidad de Uso, las mejores son las del valle, dominados por clases I y II, incluyendo algunas pequeñas áreas con

esquistos de composición muy similar. El relieve lo dominan las laderas cubiertas con diferentes coberturas que la han protegido de la erosión excesiva dándoles así también una relativa buena estabilidad. Lo anterior combinado con un clima de pocas variaciones, excepto en una zonalidad vertical que produce disminuciones de la temperatura y evaporación, ha resultado en diferentes estados de lavado de los suelos, muy frecuente en las zonas altas acompañado de fuertes acumulaciones de MO. Esta combinación corresponde bastante claramente con una Climosecuencia. La expresión taxonómica de la misma queda reflejada en la existencia de Humic Hapludults en las zonas más altas, Ultic Haplustalfs un poco más abajo, Typic Haplustalfs en la cuenca media y subgrupos Inceptic Haplustalfs y Lithic Ustorthents en los piedemontes, reflejando la gran erosión por los usos inadecuados de las tierras. Ya en la zona de valle, hay otros suelos por razón de materiales parentales más jóvenes y una mayor expresión de procesos de sedimentación reciente como son los Fluventic Haplustepts.

limitantes de drenaje. Las clases III y IV principalmente con limitaciones de pendiente se ubican en los abanicos y piedemonte. Sin embargo los usos actuales predominantes son la ganadería acompañada de cultivos permanentes como cítricas y musáceas. Las tierras de clase V y VI ocupan la gran mayoría de la cuenca; en ellas la pendiente continua siendo el principal factor limitante, pero también hay zonas con problemas de erosión y de poco espesor de suelo. Su uso actual es fundamentalmente ganadería y en las zonas mas elevadas, aprovechando excelentes condiciones climáticas se desarrolla la mandarina y el café. Las clases VII por causas de muy fuertes pendientes, corresponden afortunadamente con las áreas de mejor cobertura de bosques naturales de gran protección. La Clase VIII, abarca todas aquellas áreas de fuerte erosión en las laderas y faldas de las montañas, utilizadas en la actualidad en ganadería de bajos insumos y sin prácticas de conservación.

- Los principales conflictos por el uso de la tierra son, en primer lugar la sobreutilización intensa de las tierras por usos sin prácticas de conservación, como el ganadero en áreas empinadas y, el cultivo de cítricos en zonas altas, lo que ha provocado una erosión considerable. Segundo la fragmentación de hábitat en el bosque nublado y como tercero la subutilización de las tierras en el valle del río Canoabo. Otro conflicto de importancia es la inundación de la mitad de las áreas planas del valle.
- Se debe buscar una mejor correspondencia entre las clases de Capacidad de Uso y los usos a que se dediquen las tierras para ser mas sostenibles. Por una parte las zonas mas planas, no inundables, pueden someterse a usos más intensivos como musáceas, cultivos anuales y hortalizas, mientras las laderas deben incorporar usos mas conservacionistas como los silvopastoriles y los agroforestales y en todo caso incluyendo prácticas de conservación de suelo. Deben buscarse mecanismos administrativos para darle una mayor protección a las zonas de bosques en especial los nublados.

## BIBLIOGRAFÍA

EVERY, B. 1987. Soil survey methods: a review, in Technical Monograph, Editor: Silsoe: Soil Survey & Land Resource Centre. 86 p.

COMERMA, J. y L. ARIAS. 1971. Un sistema para evaluar la capacidad de uso agropecuario de los terrenos de Venezuela. **In:** Primer seminario sobre clasificaciones interpretativas de suelos con fines agropecuarios. Maracay, Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo. p. 1-19.

COMERMA, J. 2004. Capacidad de uso agrícola de las tierras en Venezuela. Informe técnico, PEQUIVEN, Morón. 34 p.

EDELCA. 2003d. Estudio Plan Maestro de la Cuenca del río Caroní. Conflictos de Usos de las Tierras de la Cuenca del río Caroní. Caracas Venezuela. 31 p.

ELIZALDE, G. 1983. Ensayo de clasificación sistemática de categorías de paisajes. Informe técnico. Instituto de Edafología. Facultad de Agronomía, UCV, Maracay, 43 p.

ELIZALDE, G., J. VILORIA y J. OCHOA. 2006. Caracterización Geomorfológica de la Cuenca del río Canoabo, en el estado Carabobo. Informe técnico. UCV, FAGRO, Maracay.

ESRI, 2005. ArcGis 9.0. Redland, California, USA. [www.esri.com](http://www.esri.com).

GILABERT, J.; I. LÓPEZ y R. PÉREZ. 1990a. Manual de Métodos y Procedimientos de Referencia (análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad) FONAIAP-CENIAP. Maracay. 164 p. (Serie D N° 26).

GILABERT, J. y L. NIEVES. 1990b. Manual de Métodos Analíticos para Caracterizar Perfiles de Suelos. FONAIAP-CENIAP. Maracay. 164 p. (Serie D, N° 26).

LORES, C. 2006. Caracterización de la Cobertura Vegetal y el Uso Actual de la Cuenca del río Canoabo. Informe técnico. PEQUIVEN, Morón. 40 p.

MOGOLLON, L. y J. COMERMA. 1994. Suelos de Venezuela. PDVSA PALMAVEN, Editorial EXLIBRIS. 21 p.

PALMAVEN. 1999. Proyecto "Desarrollo Regional Occidente. Capítulo Carabobo (DRO-Carabobo)". Guacara. Estado Carabobo.

- SEVILLA, V., J. COMERMA y O. SILVA. 2008a. Caracterización de la cuenca del río Canoabo. I Análisis Climático y de Producción de agua. *Agronomía Trop.* 59(1):33-44.
- URBANI, F y J. A. RODRIGUEZ. 2003. Atlas geológico de la cordillera de la costa, Venezuela. Coedición FUNVISIS y UCV, iii + 146 p. (146 mapas a escala 1:25.000).
- USDA. 2003. Keys to Soil Taxonomy. Ninth Edition. [http://soils.usda.gov/technical/classification/tax\\_keys/keysweb.pdf](http://soils.usda.gov/technical/classification/tax_keys/keysweb.pdf).