

ANÁLISIS DE LA VEGETACION ASOCIADA A UNA TOPOSECUENCIA EN LOS LLANOS CENTRO - ORIENTALES DE VENEZUELA

VEGETATION ANALYSIS ASSOCIATED TO A SOIL TOPOSEQUENCE IN THE CENTRAL - EASTERN LLANOS OF VENEZUELA

María E Ponce¹, Valois González¹, Juan Brandín² y Manuel Ponce²

¹*Instituto de Zoología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela,
Apartado 47058, Caracas 1041-A, Venezuela. e-mail: mponce@conicit.ve*

²*Centro de Investigación, Universidad Simón Rodríguez, Urbanización Altos Del Cují,
Edificio Simón Gómez Malaret, La Mariposa, Estado Miranda, Apartado 47925, Caracas
1041-A, Venezuela.*

RESUMEN

Estudiamos los cambios en la estructura fisionómica y composición florística de la vegetación en un sector de los Llanos Centro Orientales de Venezuela, las cuales varían desde sabanas inarboladas hasta bosques de galería, a lo largo de un gradiente topográfico. Reconocimos cinco unidades de vegetación asociadas a la planicie antigua de denudación de las cuales, cuatro presentaron un estrato herbáceo continuo, dominado por especies del género *Trachypogon*. La quinta unidad está constituida predominantemente por ciperáceas y toleran una lámina de agua durante nueve meses del año. Se identificaron dos tipos de comunidades de bosques siempreverdes asociados al paisaje de valle. Fisionómicamente, se caracterizaron dos tipos de comunidades de sabana: arboladas en ladera alta, media y baja, e inarboladas en afloramientos de corazas lateríticas en tope de colina y en depresiones coluvio aluviales. Los análisis fisicoquímicos permitieron reconocer cuatro órdenes de suelo: Oxisoles, Entisoles, Inceptisoles y Vertisoles. Las técnicas de análisis multivariado combinando los datos biológicos y edáficos, confirmaron la presencia de dos grandes grupos de vegetación: comunidades de sabana asociadas a la planicie antigua de denudación y comunidades de bosque, relacionados al paisaje de valle. Las mismas técnicas mostraron que los principales factores que controlan el gradiente de vegetación, están relacionados con cambios en el contenido de arcilla del suelo, formas de relieve y disponibilidad de agua.

PALABRAS CLAVE: Bosque, fisionomía, geomorfología, gradiente, sabana, suelo, toposecuencia.

ABSTRACT

We studied the changes on the physiognomic structure and floristic composition of the vegetation in a sector of the Central Eastern Venezuela Llanos which varied from treeless savanna up to gallery forest along a topographic gradient. Five vegetation units were recognized associated with an old denudation plain, of which four showed a continuous grass layer dominated by *Trachypogon spp.* The fifth one was mainly constituted by sedges adapted to standing water conditions during nine months of the year. Two semievergreen forest communities were recognized associated with valley landscape. From a physiognomic point of view, we identified two different kinds of savanna communities: wooded savanna associated to high, medium and low hillside, and treeless savanna on iron - stone outcrops covering hill tops and coluvio - alluvial depression. The chemical and physical soil analysis allows us to recognize four taxonomic soil orders: Oxisol, Entisol, Inceptisol, and Vertisol. The multivariate technique used combining the biological and edaphic data confirmed the presence of two main groups of vegetation: savanna communities associated to an old denudation plain, and forest communities related to valley landscape. The same techniques showed that the main environmental factors controlling the gradient of the vegetation studied was mainly related which changes of soil clay content, landforms and water availability.

KEY WORDS: Forest, geomorphology, gradient, physiognomy, savanna, soil, toposequence.

INTRODUCCION

Las sabanas de Venezuela ocupan un área aproximada de 280.000 Km², lo que representa un 30% del territorio nacional (Sarmiento 1984). En la actualidad, el término sabana es comúnmente utilizado para referirse a un ecosistema natural tropical, con un estrato herbáceo continuo, dominado por gramíneas y ciperáceas que puede o no tener un estrato arbóreo de densidad variable, dependiendo de la profundidad efectiva del suelo y de la disponibilidad hídrica (Medina y Silva 1990, Sarmiento *et al.* 1985). De acuerdo con la clasificación propuesta por Ramia (1967), la vegetación predominante de las planicies antiguas en los Llanos Centro Orientales de Venezuela, corresponde al tipo de sabanas de *Trachypogon*. Sin embargo, pese a que dicho paisaje natural abarca una extensa región, es posible detectar a nivel local, cambios abruptos o graduales en la fisionomía y composición florística de la vegetación, ocasionados por variaciones en la calidad del sustrato edáfico, formas de relieve y tipos de sedimentos subyacentes.

En la localidad de **La Iguana**, sector de los Llanos Centro Orientales, la heterogeneidad en el sustrato edáfico ocurre a lo largo de una toposecuencia que comienza en colinas de baja altura cubiertas de material grueso de la Formación Mesa, seguida por una planicie de denudación con sedimentos del Terciario y finaliza con materiales aluviales recientes y subrecientes asociados a un paisaje de valle (Holoceno). Entre ambos extremos del gradiente topográfico, se encuentran en posiciones intermedias distintas formas de relieve, con sustratos arenosos de origen eólico, sedimentos coluviales y aluviales, que han sido retomados localmente por la acción del viento y el agua (Ponce 1989). Lo antes expuesto, representó un marco ideal para dirigir el objetivo de estudio, a cuantificar y caracterizar los cambios florísticos y fisionómicos de la vegetación a lo largo del gradiente mencionado en el cual coexisten dos tipos de paisajes: la planicie antigua de denudación con una vegetación de sabana y el valle con una predominancia de comunidades boscosas.

MATERIALES Y METODOS

Descripción del área de estudio

La Estación Experimental **La Iguana** se localiza en la región sur este del Estado Guárico (Llanos Centro Orientales), Dpto. Zaraza, Municipio Sta. María de Ipire. Comprende un área aproximada de 3.000 ha y está enmarcada dentro de la cuenca del Río Chivata, entre las coordenadas 8° 23' 30" - 8° 28' 56" latitud Norte y 65° 28' 37" - 65° 22' 50" longitud Oeste (Brandín y Ponce 1985).

El clima es del tipo **Aw** (Köppen 1948) definido como marcadamente Tropical Isotérmico, con una estación seca bien definida entre los meses de diciembre a marzo. La temperatura media anual es de 27,9°C, con una máxima de 30,1°C en el mes de marzo y una mínima de 26,6°C en enero. La precipitación anual es de 1.342 mm con máximos en junio y agosto. La velocidad del viento tiene una media anual de 5,6 Km h⁻¹, con dirección SE - NO y alcanza su mayor valor (14,9 y 13,5 Km h⁻¹) en los meses de mayo y junio respectivamente, coincidiendo con el inicio del periodo de lluvias (Estación Meteorológica Las Cabañuelas U.S.R. Estación Experimental **La Iguana**).

En la región de estudio, los estratos geológicos más antiguos están conformados por materiales sedimentarios del Cretáceo y Terciario, con alternancia de areniscas y lutitas de profundidad variable (COPLANARH 1974), los cuales se depositaron sobre el lecho de rocas ígneas y metamórficas al norte del Orinoco. Su génesis es una consecuencia de las transgresiones marinas y de procesos sedimentarios de materiales provenientes del Escudo Guayanés (González de Juana *et al.* 1980). Las formaciones sedimentarias de origen más reciente que afloran en la zona son: La Formación Oficina que data del Mioceno y La Formación Mesa de origen Plio - Pleistocénico (Matheus 1986). Esta zona fue definida por COPLANARH (1974) como una superficie ondulada de denudación, con un relieve plano a suave ondulado y pendientes que varían entre 1 y 3%. La presencia simultánea de sustratos edáficos de diferentes génesis y edades, cubiertos parcial o totalmente por una gran varie-

dad de materiales superficiales, ha generado un patrón heterogéneo muy intrincado de suelos, con texturas medias franco - arcillosa a franco - arenosa (FA a Fa) de baja fertilidad, pH ácido y un porcentaje de saturación de bases inferior al 30%, en los cuales la erosión laminar ha causado truncamientos superficiales y afloramientos del horizonte B. La baja fertilidad, asociada en algunos casos al drenaje excesivo o a la presencia de «corazas ferruginosas», es una de las principales limitantes de estos suelos (Matheus 1986, Ponce 1989).

Determinación de Campo y Procesamiento de la Información

La selección del área de estudio se realizó en base al análisis e interpretación de las fotografías aéreas (Misión especial N° 035125, 1982 U.S.R) y a la información obtenida a través de los mapas de geomorfología y suelo (Matheus 1986). Esto permitió delimitar una zona aparentemente no perturbada de 180 ha, dentro de la cual se ubicó un gradiente topográfico de 900 m lineales.

Seguimos la metodología propuesta por Whittaker (1967 y 1973), para efectuar los estudios de análisis de gradiente. Los datos de vegetación fueron tomados de 5 parcelas rectangulares de 0,25 ha (2.500 m²) en las zonas de sabana, y 2 parcelas de 0,05 ha (500 m²) para las correspondientes al ecotono y el bosque. En el estrato arbóreo, se cuantificó el número de individuos por especie, el diámetro del tronco (> 2 cm DAP) y la altura (> 2 m). Así mismo se tomaron características fisionómicas resaltantes tales como: clase de tamaño, persistencia y textura de las hojas y forma de vida. Para el estrato medio se consideraron todos los individuos con alturas entre 0,7 y 2 m. El estrato herbáceo se analizó utilizando 20 subparcelas de 1 m² tomadas al azar y se consideró, al igual que en los otros estratos, el número de individuos por especie con sus respectivas alturas y diámetros a nivel del suelo. Se calculó la dominancia (área basal), densidad y frecuencia relativa de las diferentes especies por estrato, con la finalidad de obtener el Índice de Valor de Importancia IVI (Cottam y Curtis 1956), cuyos valores oscilan entre 0 y 300. En cada una de las

siete parcelas escogimos un área de 30 x 5 m, con la finalidad de ubicar a las especies arbóreas en ejes de coordenadas y se estimó la altura de los individuos y forma aproximada de las copas de los árboles, con el propósito de elaborar perfiles diagramas a escala del estrato superior (Davis y Richards 1933). Para el procesamiento final de los datos, cinco réplicas de muestreo fueron realizadas por unidad de vegetación a lo largo del gradiente, con la finalidad de obtener la abundancia relativa promedio de las especies.

En cada uno de los sitios de muestreo, abrimos calicatas que fueron descritas según el manual de levantamiento de suelos (Soil Survey Staff 1981). Tomamos muestras de los perfiles de suelo para los análisis fisicoquímicos (Allen *et al.* 1974) y caracterizamos el ambiente hídrico y geomorfológico de cada unidad. Los suelos fueron clasificados hasta la jerarquía de subgrupo usando el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Soil Taxonomy 1975).

Por intermedio de los atributos de vegetación y suelo, creamos una matriz de datos. Los resultados fueron procesados a través de análisis de agrupamiento (Clifford y Stephenson 1975, Orloci 1966 y 1973). Así mismo, utilizamos la técnica de ordenación polar de Bray y Curtis (1957) basada en la elaboración de una matriz de porcentajes de distancias, calculada a partir de datos doblemente transformados. Utilizamos el índice de similaridad de Sorensen (en Clifford y Stephenson 1975), para construir la matriz de similaridad. Para la ordenación en el gráfico final, calculamos los índices de disimilitud (ID). Los valores de los ejes de coordenadas X e Y se calcularon considerando la distancia entre los rodales ubicados en los extremos de la toposecuencia.

RESULTADOS y DISCUSION

En los últimos años se ha reconocido que la hipótesis individualista es la que presenta mayor peso en relación a la estructuración de la vegetación, siempre y cuando las variables ambientales cambien gradualmente. Sin embargo, es imprescindible

dible delimitar comunidades, particularmente en aquellos casos en los que se requiere de un mapa de vegetación (González 1982). Así mismo, resulta conveniente describir comunidades tipo, aunque se reconozca que sus límites son relativamente graduales, ya que esto mejora la comunicación de los resultados obtenidos. En base a estas consideraciones, describimos las distintas comunidades de vegetación encontradas a lo largo del gradiente topográfico.

Vegetación de sabana asociada a topes de colinas, sobre material de la Formación Mesa, con afloramiento de corazas lateríticas y alta pedregosidad (Unidad 1)

Fisionómicamente esta unidad representa una sabana inarbolada, constituida por un estrato herbáceo de aspecto graminoso y macollante (Figura 1, unidad 1). Los conglomerados lateríticos cercanos a la superficie determinan suelos de poca profundidad efectiva, limitada permeabilidad al agua y alto contenido de grava, que se desecan rápidamente al finalizar el período de lluvias (Young 1976, Medina 1977). Estas características condicionan el desarrollo de una vegetación de sabana de bajo porte y cobertura, constituida por distintas especies de gramíneas y ciperáceas, las cuales presentan un sistema radical intensivo y superficial. La altura media del componente herbáceo es de 25,4 cm con un desarrollo diamétrico poco conspicuo, que deja expuesta una proporción considerable del suelo. La composición florística de esta unidad y las abundancias relativas de las especies que la conforman, son bastante repetitivas y predecibles siempre y cuando aflore en la superficie material de La Formación Mesa. El análisis cuantitativo indica, que las especies dominantes son *Bulbostylis conifera* (Cyperaceae) y *Trachypogon plumosus* (Poaceae) con IVI de 143,2 y 83,4 respectivamente. El espectro de formas de vida según Raunkiaer (Mueller-Dombois y Elleberg 1974), señala en esta comunidad a las hemicriptofitas como las más abundantes (45,3%). En este tipo de sabanas, la ausencia de un estrato arbóreo es causado por el impedimento mecánico que las corazas ferruginosas ofrecen a la penetración de las raíces, especialmente aquellas de tipo masivo y nodular cementado (Young 1976, McFarlane 1976). La erosión diferencial y el pos-

terior transporte de los materiales finos hacia áreas más deprimidas del relieve, ha traído como consecuencia una evolución del paisaje, en el que los afloramientos de «concreciones ferruginosas» constituyen formas de relieve colinados, que dominan en altura a los otros tipos de relieve en el gradiente (Figura 1).

De acuerdo al análisis fisicoquímico del perfil de suelo, éste pertenece al subgrupo Typic Haplustox, el cual corresponde a sustratos minerales en los que el proceso de meteorización ha sido tan intenso, que genera una mezcla de cuarzo, caolinita y óxidos libres. El perfil se caracteriza por: colores que varían de rojo a pardo rojizo; buen drenaje; bajo porcentaje de saturación de bases; capacidad de intercambio catiónico inferior a 16 meq; nivel freático profundo y pH ácido (Tabla 1).

Sabanas arboladas sobre material de origen eólico, ubicadas en posición de ladera alta (Unidad 2)

Estructuralmente, se caracteriza por presentar un estrato arbóreo con una altura promedio de 6 m, en el cual el 75% de las especies son microfanerofitas, con hojas de tamaño predominantemente mesófilo, de textura coriácea y escleromórfica (Figura 1, unidad 2). El área basal registrado fue de 4,9 m², para una densidad de 340 árboles por ha. Florísticamente, las especies dominantes en orden de importancia son *Curatella americana* (Dellineaceae), *Byrsonima crassifolia*, *Byrsonima coccolobaefolia* (Malpigheaceae) y *Bowdichia virgilioides* (Papiloneaceae), con IVI de 125,6; 85,9; 53,5 y 35 respectivamente (Figura 1, unidad 2).

El estrato arbustivo está representado por juveniles del estrato arbóreo, donde las especies de mayor abundancia relativa son *C. americana* y *B. virgilioides*. El estrato herbáceo está compuesto en su mayoría por gramíneas, ciperáceas y leguminosas. Presenta una altura media de 60 cm y un desarrollo diamétrico promedio superior al observado en sabanas con afloramiento de corazas ferruginosas. Florísticamente, está dominado por *Trachypogon vestitus* (Poaceae) y *Bulbostylis junciformis* (Cyperaceae) con IVI de 120,6 y 60,6 respectivamente.

Sabanas arboladas sobre material de origen eólico, en posición de ladera media (Unidad 3)

La composición florística y estructura fisionómica del estrato arbóreo en esta comunidad son muy similares a la unidad antes descrita (Figura 1, unidad 3). Sin embargo, los valores de área basal obtenidos son tres veces mayores (12,9 m²/ha) para una densidad de 216 árboles por ha. Esto indica que, a pesar de existir un menor número de individuos arbóreos por unidad de área, el desarrollo diamétrico es mayor.

El estrato arbustivo, está representado florísticamente por las mismas especies del estrato arbóreo. El estrato herbáceo, dominado por *T. vestitus* (IVI de 219,8), presenta una cobertura similar a la unidad antes descrita y una altura promedio de 59,2 cm.

El sustrato edáfico de las unidades de vegetación 2 y 3 pertenece al subgrupo de los Typic Ustifluvents. Sin embargo, a pesar del alto conte-

nido de arena en todo el perfil (77,78%) y su origen eólico, no se clasificó como Quartzipsamments debido a la presencia de un horizonte de textura arcillosa (56%), a una profundidad de 1,38 m. Esto introduce una discontinuidad textural dentro del perfil, así como una distribución irregular en los valores de carbono orgánico. Por tales razones, la clasificación taxonómica lo ubica dentro de suborden Fluvents. El perfil de suelo de esta unidad es de textura arenosa, pH ácido y sin ningún desarrollo pedogenético, posiblemente debido a la predominancia de cuarzo, material muy resistente que se altera poco como para formar horizontes (Tabla 1).

Vegetación de sabana asociada a materiales de origen coluvial y aluvial subreciente en posición baja de ladera (Unidad 4).

Fisionómicamente esta unidad corresponde a una sabana arbolada. El estrato arbóreo presenta una altura media de 4,5 m, donde el 100% de las

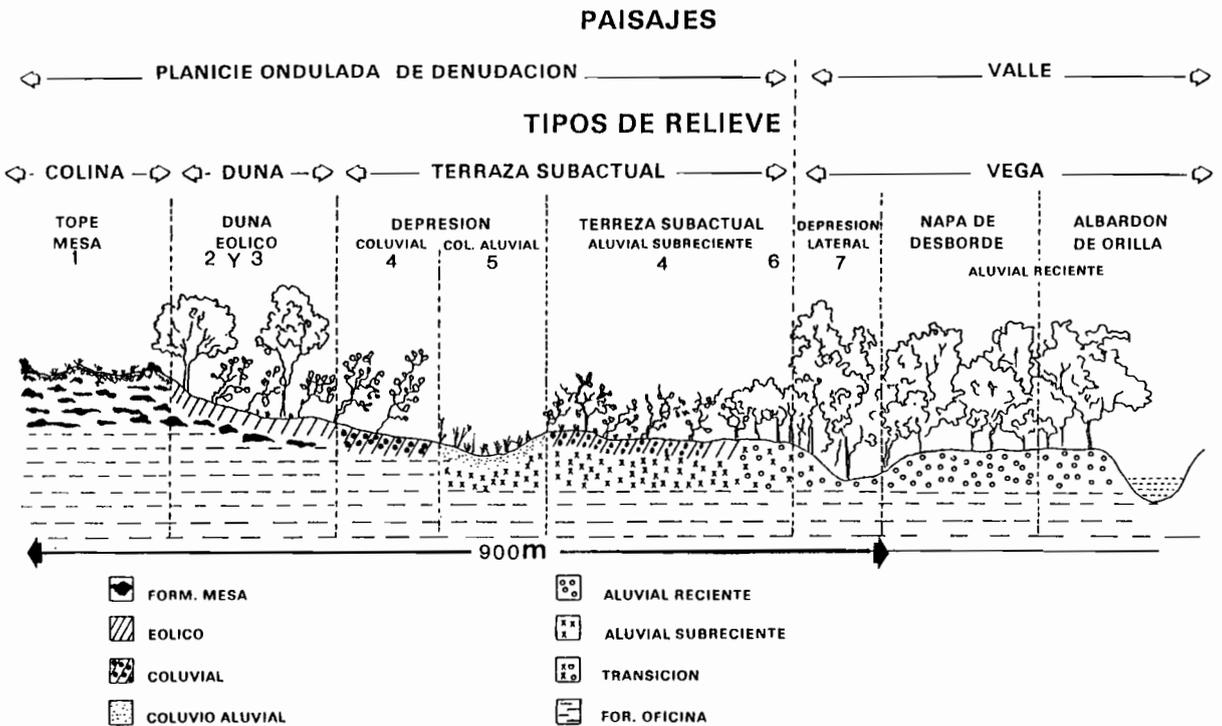


Figura 1. Las distintas unidades de vegetación (unidades 1 a 7), con sus correspondientes formas de relieve a lo largo del gradiente topográfico.

especies que lo conforman son microfanerofitas de hojas mesófilas (Figura 1, unidad 4). El área basal es de 10,7 m², para una densidad de 248 árboles por ha. Esto indica la existencia de un mayor número de individuos, con un desarrollo diamétrico menor comparado con la unidad de vegetación antes descrita. El estrato superior de esta comunidad está constituido por sólo dos especies, *C. americana* (IVI de 160,2) y *B. crassifolia* (IVI de 139,8). Esta unidad se encuentra sometida a cortos períodos de inundación (4 meses), lo que genera la exclusión de especies arbóreas comunes en las sabanas, tales como *B. virgilioides* y *B. coccolobaefolia*, las cuales parecieran no tolerar condiciones de mal drenaje temporal. El estrato arbustivo está constituido por individuos juveniles del componente arbóreo y de algunas otras especies como *Casearia sylvestris* (Flacurtiaceae) y *Annona jahnii* (Annonaceae) (Figura 1, unidad 4). El estrato inferior con una altura media de 60 cm, presenta un desarrollo diamétrico similar a los registrados en otras unidades y está representado florísticamente en orden de importancia por, *T. vestitus* y *Axonopus anceps* (Poaceae) con IVI de 159,1 y 44,2 respectivamente, esta última especie es indicadora de ambientes más húmedos. Así mismo se observó la aparición de nuevas especies tales como *Turnera ulmifolia* (Turneraceae) y *Zornia curvata* (Papilionaceae).

El suelo es de origen coluvio - aluvial y los materiales que lo constituyen han sido transportados por escurrimiento difuso o en masa, desde las posiciones más elevadas de la toposecuencia y por el desbordamiento intermitente del Río Chivata. El perfil de suelo de esta unidad fue clasificado taxonómicamente dentro del subgrupo de los Aquic Dystropepts. Son suelos desaturados, con baja capacidad de intercambio catiónico y un desarrollo pedogenético incipiente y pH moderadamente ácido (Tabla 1).

Vegetación de sabana, asociada a depresiones de origen coluvio-aluvial (Unidad 5).

Presenta un sólo estrato, constituido principalmente por ciperáceas (Figura 1, unidad 5). La altura media de las macollas es de 70 cm, con un desa-

rrollo diamétrico menor al de otras unidades. Sin embargo, el número de individuos por unidad de área es mayor. Las especies dominantes en esta comunidad son : *Rhynchospora cyperoides* y *Cyperus haspan* (Cyperaceae) con un IVI de 120,4 y 60,6 respectivamente. El análisis de espectros de formas de vida mostró que las hemicriptofitas son las más abundantes (66,7%).

La ocurrencia de un sustrato edáfico con características texturales arcillosas y la forma cóncava del terreno, determinan la presencia de una lámina de agua de aproximadamente 90 cm de profundidad en la zona más deprimida, por un período de nueve meses. Esto es ocasionado por desbordamiento estacional del Río Chivata y por el escurrimiento del agua de lluvia desde las formas de relieve más elevadas, lo cual genera condiciones de anoxia tan extremas, que impide el desarrollo de un estrato arbóreo.

El suelo de esta comunidad corresponde al subgrupo de los Aeríc Tropaquepts, en el cual observamos una mesa de agua fluctuante. Este tipo de sustrato se caracteriza por presentar poco desarrollo pedogenético, textura predominantemente arcillosa que genera mal drenaje, con un % de saturación de bases por debajo de los 15 meq, baja capacidad de intercambio catiónico y pH ácido (Tabla 1).

Vegetación de bosque asociado a materiales de origen aluvial en banco de albardón subreciente (Unidad 6)

Esta unidad corresponde a un bosque denso bajo semi-siempre verde y conforma la zona de contacto entre la sabana y el bosque (Figura 1, unidad 6). El área basal es de 245,3 m² para una densidad de 5.600 árboles/ha. Fisionómicamente, está constituido por tres estratos. El primero corresponde a las especies emergentes, con una altura media de 16 m y está representado florísticamente por *Duguetia guitarensis* (Annonaceae) y *Vochysia venezuelana* (Vochysiaceae). El segundo con un porte medio de 9 m, está conformado por la especie *D. guitarensis*. Por último, se destaca un tercer estrato cerrado con una altura media de 4 m (Figura 1, unidad 6), dominado por : *Myrcia splendens* (Myrtaceae), *D.*

Tabla 1. Promedio Ponderado de las variables Suelo para los primeros 100 cm. de profundidad

F = Franco; A = Arcilloso; a = arenoso

UNIDAD	% SATURACION BASES	CATIONES INTERCAMBIABLES (Meq/100gr)						% Al
		H+	Al ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	
1	13.3300	2.0395	4.790	0.09490	0.44500	0.048000	0.03500	5.817
2-3	9.5060	0.4020	2.677	0.11270	0.52000	0.042000	0.03665	3.008
4	26.6600	1.0190	3.140	0.17190	1.48080	0.125350	0.09060	3.140
5	4.1700	0.7550	7.068	0.02765	0.10432	0.119739	0.04810	7.821
6	13.5300	0.5660	4.026	0.04330	0.45500	0.197300	0.03720	4.592
7	27.5142	1.2188	5.400	0.68400	2.06500	0.130300	0.08544	6.481

UNIDAD	% M.O.	pH 1:2.5 H ₂ O	P (ppm)	% ARENA	% ARCILLA	% LIMO	C.I.C.	CLASE TEXTURAL
1	3.1350	5.34	7.0800	45.300	40620	14.080	5.5000	A-a
2-3	1.8500	4.92	7.4700	77.780	14.620	7.600	3.2800	Fa
4	2.0098	4.94	8.3600	48.980	22.140	28.880	4.9710	F
5	2.9102	5.25	7.8818	47.120	27.180	25.700	7.3660	FA-a
6	2.1188	5.56	7.4295	64.478	16.140	19.370	4.7569	Fa
7	2.9502	4.86	6.5674	34.620	41.724	23.660	8.3620	A

guitarensis, *A. jahonii* (Annonaceae) *Connarus venezuelensis* (Connaraceae), y *Randia aculeata* (Rubiaceae).

Las especies de mayor abundancia relativa son *M. splendens* y *D. guitarensis*, con un IVI de 50,1 y 40,1 respectivamente. El estrato arbustivo está configurado por juveniles del estrato arbóreo; sin embargo, aparecen otras especies como *Simaba cedrón* (Simarubaceae) y *Helicteres guazumaefolia* (Sterculiaceae), ausentes en los estratos superiores de esta unidad de vegetación. El análisis de espectros de formas de vida mostró una predominancia de las microfanerofitas y mesofanerofitas, cada una con 41,7% de abundancia. Así mismo, se destaca la aparición de lianas leñosas (16,6%), que le da a esta unidad un aspecto intrincado. La clase de tamaño de hoja predominante es la mesófila, representada por un 68,2% de las especies, seguida por las micrófilas, con un 31,8%. Durante la estación seca, sólo el 18,2% de las especies son deciduas. Esta unidad de vegetación transicional tiene un «ancho» de aproximadamente 5 m y corresponde a

lo que Van der Maarel (en González 1994) denomina ecotono estrecho. Este caso ocurre cuando el principal factor controlador está presente a un solo lado del ecotono y ausente en el otro, donde el fuego podría ser el principal agente que actúa diferencialmente del lado de la sabana (Frost y Robertson 1987, Polanco 1988, Swaine *et al.* 1992). Esta zona de contacto presenta un cambio abrupto en su composición florística, ya que las especies del componente leñoso y arbustivo de la sabana están ausentes.

El suelo es de origen aluvial subreciente, producto del desbordamiento del Río Chivata. Por tal razón, esta unidad de vegetación es sometida a cortos períodos de inundación (1 a 2 meses). Los análisis fisicoquímicos y descriptivos de la calicata categorizan este suelo dentro del subgrupo de los Fluventic Dystropepts, el cual es de reciente deposición y en el que la distribución irregular de la materia orgánica está acompañada de rupturas en la continuidad textural. El pH es moderadamente ácido a todo lo largo del perfil. El suelo, tiene un

porcentaje de saturación de bases bajo y una capacidad de intercambio catiónico inferior a los 6 meq (Tabla 1).

Vegetación de bosque asociado a materiales de origen aluvial reciente, en cubeta de decantación (Unidad 7)

Esta unidad se encuentra en la posición más baja de la toposecuencia y corresponde a un bosque semi-denso alto (Figura 1, unidad 7). El área basal es de 54 m², para una densidad de 1.360 árboles/ha y fisionómicamente, presenta dos estratos bien definidos. El primero con una altura media de 18 m, está representado florísticamente por *D. guitarensis*, *Licania turiuva* (Chrysobalanaceae), *Connarus venezuelensis*, *Simaba cedrón* y *Lecythis ollaria* (Lecythidaceae). El segundo estrato tiene un porte medio de 6 m y está constituido por *C. venezuelensis*, *Vitex appuni* (Verbenaceae), *A. jahnii* y *Casearia decandra* (Flacurtaceae). Las especies de mayor abundancia relativa en el estrato arbóreo son *D. guitarensis* y *C. venezuelensis* (IVI de 105,9 y 57,6 respectivamente). El estrato arbustivo está constituido por juveniles arbóreos, pero observamos un cambio en la abundancia relativa de las especies que lo configuran, donde las dominantes son: «bejuco toro» (Papilionaceae) y *C. decandra*. La altura media registrada fue de 1,8 m. Esta unidad, al igual que la anterior es sometida a inundaciones por desbordamiento del Río Chivata, pero por un período de tiempo más prolongado (4 meses). Evidencias de este proceso se observaron en los troncos de los árboles.

El análisis de espectros de formas de vida mostró, que el 53,9% de las especies son mesofanerofitas, 30,7% son microfanerofitas y el 15,4% son lianas leñosas. El 100% de las especies presenta hojas mesófilas de las cuales el 53,8% son de textura coriácea y el 46,2% son ortófilas. Así mismo se observó que durante el período de sequía, el 23% de las especies son deciduas.

El sustrato edáfico de esta unidad corresponde taxonómicamente al subgrupo de los Entic Chromusterts, el cual es de origen aluvial. El suelo cuyos horizontes son predominantemente arcillosos, presenta grietas y caras de fricción con cromas al-

tos producto del mal drenaje. El carácter ENTIC es debido a un desarrollo pedogenético incipiente, como consecuencia de depósitos aluviales recientes y periódicos. El suelo es de carácter ácido, con un porcentaje de saturación de bases bajo y una capacidad de intercambio catiónico inferior a los 10 meq (Tabla 1).

Análisis de agrupamiento y ordenación

Utilizando 37 variables edáficas (ver anexo 1) y 59 variables florísticas (ver anexo 2), el análisis de agrupamiento dio como resultado que las siete unidades estudiadas se agruparon en tres grupos (Figura 2). El primero, corresponde a sabanas inarboladas en tope de colina y depresión coluvio-aluvial (unidades 1 y 5). El segundo, representa las sabanas arboladas en ladera alta, media y pie de ladera (unidades 2, 3 y 4). Por último un tercer grupo constituido por las unidades de bosque asociados a los ejes de drenaje intermitentes del Río Chivata (unidades 6 y 7).

El método de ordenación polar mostró claramente la presencia de dos grandes grupos de vegetación (Figura 3). El primero corresponde a los rodales con vegetación de sabana y el segundo, a las unidades de bosque. Así mismo se observó claramente, que las comunidades 1, 2, 3 y 4, presentaron una distancia ecológica relativamente pequeña entre si. El mayor porcentaje de similaridad lo mostraron aquellas unidades con vegetación de sabanas arboladas (2, 3 y 4). Pese a que las unidades 1 y 5 tienen en común la ausencia de un estrato arbóreo, su grado de similitud es muy bajo debido no sólo a su diferenciación florística, sino también a que los factores que generan la falta del componente leñoso son distintos. La unidad 5, de vegetación de sabana, se localiza en una depresión de origen coluvio-aluvial, sometida a inundaciones periódicas y semipermanentes que generan condiciones de anoxia. Tales características no sólo excluyen representantes del estrato arbóreo y arbustivo típico de las sabanas sino que además, favorecen la implantación de un estrato herbáceo adaptado a este tipo de ambiente dominado principalmente por ciperáceas. En la unidad 1, la presencia de «lateritas» conglomeráticas y nodulares, ocasionan

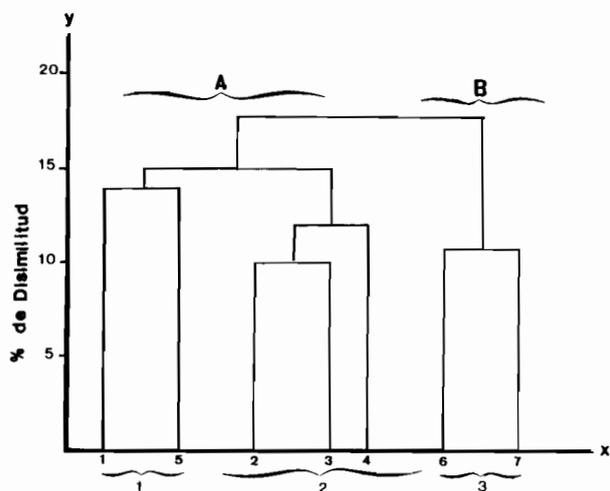


Figura 2. Análisis de agrupamiento (Dendrograma), de la vegetación a lo largo del gradiente topográfico: (A) Comunidades de sabana asociadas a la planicie antigua de denudación. (B) Comunidades de bosque relacionados al paisaje de valle. (1) Sabanas inarboladas (Unidades 1 y 5). (2) Sabanas arboladas (Unidades 2, 3 y 4). (3) Bosque semi siempreverde (Unidades 6 y 7).

un impedimento mecánico a la penetración de las raíces del componente leñoso. Las comunidades correspondientes a las unidades 6 y 7, son muy parecidas florística y fisionómicamente sin embargo, su porcentaje de similitud es muy bajo. Esto posiblemente se debe a que las especies comunes entre ambas unidades varían significativamente en relación a sus valores de importancia relativa dentro de las comunidades.

Los coeficientes de correlación obtenidos para las distintas variables ambientales mostraron que la disposición espacial de las diferentes unidades de vegetación estudiadas, está aparentemente determinado por un eje de variación de humedad edáfica a

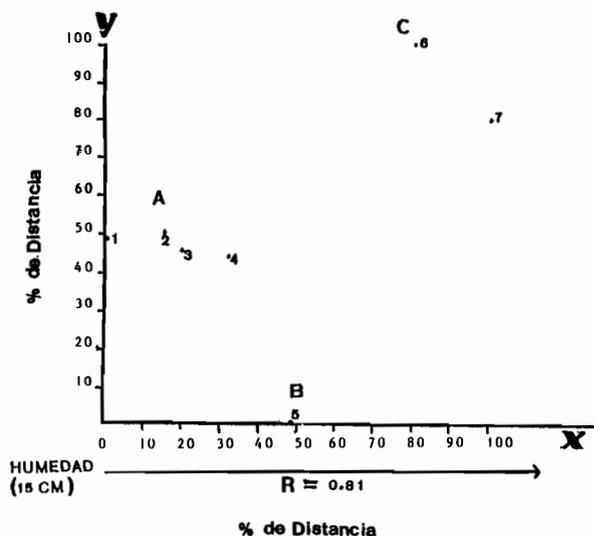


Figura 3. Ordenación Polar: (A) Comunidades de sabana, con estrato graminoide continuo del género *Trachypogon*. (B) Sabana inarbolada inundable con estrato herbáceo de Ciperáceas. (C) Comunidades de bosque semi siempreverde. (X) Primer eje de variación. (Y) Segundo eje de variación. (R) Valor de regresión del eje X con la humedad edáfica.

15 cm de profundidad ($R = 0,81$), no encontrándose ningún eje secundario de variación Y, que fuese identificado claramente (Tabla 2).

Los resultados obtenidos a través del análisis de gradiente y de las técnicas de ordenación y clasificación indican que las especies se distribuyen a lo largo de un continuo, siempre y cuando las variables ambientales cambien gradualmente. En aquellas zonas de la toposecuencia donde predominan materiales de origen eólico, los cambios intercomunales son graduales en el espacio, mientras que los afloramientos de «corazas ferruginosas» y los contactos laterales con materiales de diferente génesis y origen, introducen cambios relativamente

Tabla 2. Coeficientes de correlación para las diferentes variables ambientales, en los ejes de variación X e Y. Se incluyen solo variables con coeficientes de correlación altos.

Variables	% Humedad	Sodio	C.I.C	Sodio	H+	% Arena
Profundidad	15 cm	30 cm	30 cm	180 cm	30 cm	30 cm
Eje X	0.81	0.62	0.44	0.74	0.51	0.33
Eje Y	2	16	0.09	0.015	0.01	0.05

abruptos en la vegetación (Figura 1). Los coeficientes de correlación indican que la distribución de la vegetación a lo largo de la toposecuencia, está determinada por la variable **humedad** la cual está asociada a las condiciones texturales del sustrato edáfico y a la forma de relieve (Tabla 2).

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Omar Moreno (PALMAVEN) y al Dr José Luis Berroteran (U.C.V) por su valiosa ayuda en la descripción y clasificación de los suelos. Al personal técnico y obrero de la Estación Experimental **La Iguana**, por la colaboración prestada en el trabajo de campo.

LITERATURA CITADA

- ALLEN, S.E., A.H. MAX GRIMSHAW, J.A. PARKINSON, y C. QUARMY, 1974. Chemical analysis of ecological materials. Blackwell Sci., Oxford.
- BRANDÍN, J. y M.E. PONCE C., 1985. Caracterización de las sabanas sur - orientales del Edo. Guárico. Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez, Informe de Investigación N°4 Caracas.
- BRAY, R.J. y J.T. CURTIS, 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27 : 217 - 234.
- CLIFFORD, H.T y W. STEPHENSON, 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press., New York.
- COPLANARH 1974. Inventario nacional de tierras región centro oriental y oriental. República de Venezuela, Ministerio de Agricultura y Cría. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Publicación N° 35, Caracas.
- COTTAM, G. y J.T. CURTIS, 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37 : 451-460.
- DAVIS, T.A. y P.W. RICHARDS, 1933. The vegetation of Moraballi Creek, British Guiana; a study of a limited area of tropical rain forest. *Ecology* 21:350-384.
- FROST, P.G y F. ROBERTSON, 1987. The ecological effects of fire in savannas. En: B.H.Walker (ed). *Determinants of tropical savannas*. 93 - 140. IRL Press, Oxford.
- GONZÁLEZ DE JUANA, C., J. ITURRALDE y X. PICARD. 1980. Geología de Venezuela y sus cuencas petrolíferas. Ed. Foninves, Caracas.
- GONZÁLEZ, B.V. 1982. Zonación y dinámica de la vegetación de una sabana inundable de la región de Mantecal. Interrelaciones suelo - geomorfología - vegetación. 2do informe de avance. Provento PIMA 3. CONICIT, Caracas.
- GONZÁLEZ, B.V. 1994. El límite bosque - sabana y los factores que lo controlan. Enciclopedia de la Biosfera. Barcelona España. (en prensa).
- KÖPPEN, W. 1948. Climatología. Fondo de Cultura Económica. México.
- MATHEUS, R. 1986. Los suelos de la estación experimental La Iguana, Sur Oriente del Estado Guárico. Tesis de Maestría Fac.de Agronomía. Universidad Central de Venezuela, Maracay.
- MCFARLANE, M. 1976. Laterite and landscape. Academic Press, London.
- MEDINA, E. 1977. Introducción a la ecofisiología vegetal. Monografía N° 6. Secretaría General de los Estados Americanos Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C.
- MEDINA, E. y J.F. SILVA, 1990. Savannas of northern South America: a steady state regulated by water-fire interaction on a background of low nutrient availability. *Journal of Biogeography* 17: 403-413.
- MUELLER-DOMBOIS, D. y ELLENBERG, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley, New York.
- ORLOCI, L. 1966. Geometric models in ecology I. The theory and application of some ordination methods. *Journal of Ecology* 54 : 193-215.
- ORLOCI, L. 1973. Ordination by resemblance matrices. En: R.H Whittaker (ed) *Ordination and classification of communities*, part V, *Handbook of vegetation science*, Dr W. Junk by Pub La Haya. p: 249-286.
- PONCE, C. M. E. 1989. Análisis de gradiente de la vegetación asociada a una toposecuencia en los Llanos Sur - Orientales del estado Guárico. Trabajo especial de grado, Fac. Ciencias, Esc. de

- Biología. Universidad Central de Venezuela Caracas.
- RAMIA, M. 1967. Tipos de sabanas de los llanos de Venezuela. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales 27 (112): 264-288.
- SARMIENTO, G. 1984. The Ecology of Neotropical Savannas. Harvard University Press., Cambridge.
- SARMIENTO, G., G. GOLDSTEIN, y F. MEINZER, 1985. Adaptive strategies of woody species in Neotropical savannas. Biological Review 60:315-355. Soil Survey Staff 1981 Soil survey manual. Chapters 3-6. U.S.D.A., Washington, D.C.
- SOIL TAXONOMY 1975. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Soil Survey Staff. Soil Conservation Service U.S., Department of Agriculture. Agriculture Handbook N° 436. Washington, D.C.
- SWAINE, M.D., W.D. HAWTHORNE, y T.K. ORGLE, 1992. The effects of fire exclusion on savanna vegetation at Kpong, Ghana. Biotropica 24 (2a): 166-172.
- WHITTAKER, R.H. 1967. A gradient analysis of vegetation. Biological Review 42: 207-264.
- WHITTAKER, R.H. 1973. Direct gradient analysis techniques. Direct gradient analysis: Result. En (R.H Whittaker ed) Handbook of Vegetation Science, Part V: Ordination and classification of vegetation, pp. 9-31-,35-51.
- YOUNG, A. 1976. Tropical soil and soil survey. Cambridge University Press.

ANEXO 1

Listado de las variables edáficas utilizadas en los métodos de clasificación y ordenación Polar

- 1.- Lámina de agua.
- 2.- % de saturación de bases a 30 cm.
- 3.- % de saturación de bases en todo el perfil.
- 4.- H+ a 30 cm.
- 5.- H+ en todo el perfil.
- 6.- Aluminio a 30 cm.
- 7.- Aluminio en todo el perfil.
- 8.- Calcio a 30 cm.
- 9.- Calcio en todo el perfil.
- 10.- Magnesio a 30 cm.
- 11.- Magnesio en todo el perfil.
- 12.- Sodio a 30 cm.
- 13.- Sodio en todo el perfil.
- 14.- Potasio a 30 cm.
- 15.- Potasio en todo el perfil.
- 16.- % de acidez intercambiable a 30 cm.
- 17.- % de acidez intercambiable en todo el perfil.
- 18.- % de materia orgánica a 30 cm.
- 19.- % de materia orgánica en todo el perfil.
- 20.- % de carbono orgánico a 30 cm.
- 21.- % de carbono orgánico en todo el perfil.
- 22.- Ph a 30 cm.
- 23.- ph en todo el perfil.
- 24.- Fósforo (ppm) a 30 cm.
- 25.- Fósforo en todo el perfil.
- 26.- % de arena a 30 cm.
- 27.- % de arena en todo el perfil.
- 28.- % de arcilla a 30 cm.
- 29.- % de arcilla en todo el perfil.
- 30.- % de limo a 30 cm.
- 31.- % de limo en todo el perfil.
- 32.- Capacidad de Intercambio Catiónico a 30 cm.
- 33.- Capacidad de Intercambio Catiónico en todo el perfil.
- 34.- Humedad a 15 cm.
- 35.- Humedad a 30 cm.
- 36.- Índice de fertilidad a 30 cm.
- 37.- Índice de fertilidad en todo el perfil.

ANEXO 2

Listado de las variables florísticas utilizadas en los metodos de clasificación y ordenacion

- 1.- *Curatella americana* L.
- 2.- *Byrsonima crassifolia*(L.) Rich.
- 3.- *Bowdichia virgilioides* H.B.K.
- 4.- *Byrsonima coccolobaefolia* H.B.K.
- 5.- *Bulbostylis conifera* Kunth.
- 6.- *Galactia jussieuana* Kunth.
- 7.- *Andropogon angustatus* (Presl).Steud.
- 8.- *Cassia hispidula* Vahl.
- 9.- *Trachypogon* sp.
- 10.- *Cassia diphylla* L.
- 11.- *Dichromena ciliata* Vahl.
- 12.- *Polygala aristeguietae* Wurdack.
- 13.- *Cassia flexuosa* (L). Greene.
- 14.- *Bulbostylis paradoxa* (Spreng).Eishler.
- 15.- *Casearia sylvestris* (Camb).Eishler.
- 16.- *Annona jahnii* Safford.
- 17.- *Bulbostylis junciformis* H.B.K.
- 18.- *Bulbostylis capillaris* Kunth.
- 19.- *Cassia cultrifolia* H.B.K.
- 20.- *Cassia bauhinifolia* Kunth.
- 21.- *Phaseolus linearis* H.B.K.
- 22.- *Paspalum carinatum* (Humb y Bonp). ex Flugg
- 23.- *Roupala complicata* H.B.K.
- 24.- *Axonopus pulcher* (nees).Kuhlman.
- 25.- *Ruellia geminiflora* H.B.K.
- 26.- *Axonopus anceps* (Mez.) Hitchc.
- 27.- *Mimosa pigra* L.
- 28.- *Polygala longicaulis* H.B.K.
- 29.- *Turnera ulmifolia* L.
- 30.- *Zornia curvata* Mohlendorck.
- 31.- *Cyperus haspan* L.
- 32.- *Rhynchospora cyperoides* (Swartz).Mart.
- 33.- *Byttneria genistela* L.
- 34.- *Wedelia brasiliensis* (Swartz).Mart.
- 35.- *Myrcia splendens* L.
- 36.- *Duguetia guitarensis* R.E.Fr.
- 37.- *Connarus venezuelensis* (Baill).
- 38.- *Bauhinia benthamiana* Taub.
- 39.- Sp 1.
- 40.- *Smilax cumanensis* H y B.
- 41.- *Doliocarpus dentatus* (Abl).Standl.
- 42.- *Casearia decandra* Jacq.
- 43.- *Licania turiuva* C y S.
- 44.- *Chamissoa altissima* (Jacq).H.B.K.
- 45.- *Vochysia venezuelana* Stafleu.
- 46.- *Vitex appuni* Moldenke.
- 47.- *Hirtella paniculata* Sw.
- 48.- *Randia aculeata* L.
- 49.- *Xylosma palidifolium* Sleumer.
- 50.- *Cordia alba* I.M.Johnston.
- 51.- *Helicteres guazumaefolia* H.B.K.
- 52.- *Guapira olfersiana* (Lk y O) .Lundell.
- 53.- *Pterocarpus podocarpus* Blake.
- 54.- *Banisteriopsis cornifolia* Rob ex Small.
- 55.- *Nectandra* sp.
- 56.- *Simaba cedron* Planch.
- 57.- Sp 2.
- 58.- *Vitex* sp.
- 59.- *Lecythis ollaria* Loefl.