

PAISAJES ECOLOGICOS DE SABANAS EN LLANOS ALTOS CENTRALES DE VENEZUELA

ECOLOGICAL LANDSCAPES OF SAVANNAS IN THE VENEZUELAN HIGHER CENTRAL PLAINS

José Luis Berroterán

*Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. Instituto de Zoología Tropical. Apartado
Postal 47058 - Caracas 1041-A*

RESUMEN

Los suelos de los paisajes estudiados tienen bajos niveles de nutrientes. El área de estudio está ubicada entre los 8° 8' - 9° 45' N y 66° 45' - 68° 36' O, con una extensión de 857.760 Ha que ocupa parte de los Estados Guárico y Cojedes. Se conformó un sistema ecológico jerárquico, multicategorico y subdivisivo con cuatro niveles categoricos. El macroecológico usa en su representación paisajes y subpaisajes ecológicos, para la definición de ellos se identifican mesoclimas según Sánchez (1981), los suelos a nivel de Gran grupo según el Soil Survey Staff (1975), Subpaisajes Geomorfológicos según Zinck (1981) y Berroterán (1985). La vegetación se estudia a nivel de asociaciones típicas de especies dominantes del componente graminoide que predomina en cada Unidad Ecológica.

Se han definido 13 Paisajes Ecológicos, los cuales contienen 3 mesoclimas y dominancia de Altiplanicies del Q₄-Q₃. Los Ultisoles son los suelos dominantes, seguido de los Oxisoles. El Gran grupo predominante es el Paleustult.

Con las medias ponderadas de las características de 0-50 cm de profundidad y todo el perfil se realizó un análisis de agrupamiento. Las características seleccionadas fueron: C.O., % arcilla, pH, PSB, CIC, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺ y Na⁺ intercambiables, P disponible y pedregosidad.

Los suelos más parecidos son los Typic Haplustox, franca fina y los Oxíc Haplustult, arcillosa fina. De las 33 especies de gramíneas reportadas, las más dominantes son *Trachypogon plumosus*, *T. vestitus*, *Axonopus purpusii* y *Paspalum plicatulum*.

Palabras Claves: Sabana, Llanos Altos, Venezuela, Ecología

ABSTRACT

Soils of the landscapes studied present low nutrient levels. The study area is located between 8° 8' - 9° 45' N y 66° 45' - 68° 36' W, with an extension of 857.760 Ha covering part of the Guárico and Cojedes states.

A hierarchical ecological system is derived. The system has multiple categories and is subdivided in four categorical levels. The Macroecological level utilizes Ecological landscapes and sublandscapes in its cartographic representation. Mesoclimates are defined according to Sánchez (1981), soils at the Great group level according to the Soil Survey Staff (1975), Geomorphological sublandscapes according to Zinck (1981) and Berroterán (1985). Vegetation is studied as typical associations of dominant species of the grassy component prevailing in each ecological unit.

Thirteen ecological landscapes are defined, which include three mesoclimates and dominance of Q₄-Q₃ high plains. Ultisols are the dominant soils, followed by Oxisols. Paleustult is the main dominant great group.

A cluster analysis was done with the weighted means of several soil variables at 0 - 50 cm depth and the whole profile. The variables chosen were: C.O., clay, pH, % B.S., CEC, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺ y Na⁺ interchangeable, available P and stoniness. Typic Haplustox, fine-loamy and Oxidic Haplustult, fine are the most similar. Among the 33 reported grass species, the most dominant are: *Trachypogon plumosus*, *T. vestitus*, *Axonopus purpusii* y *Paspalum plicatulum*.

INTRODUCCION

El estudio tiene como objetivo identificar y caracterizar los elementos: clima, relieve, material parental, tiempo, vegetación y suelo. Esto permitirá diagnosticar los Paisajes y Subpaisajes ecológicos con la posibilidad de señalar su potencialidad y limitaciones para la producción agropecuaria así como también, definir la jerarquización en orden de importancia de los ecosistemas de sabanas.

El trabajo está basado en un planteamiento metodológico que conlleva a un sistema ecológico jerárquico, subdivisivo y con los niveles categóricos Megaecológico, Macroecológico, Mesoecológico y Microecológico. El nivel utilizado es el Macroecológico, el cual usa en su representación Paisajes y Subpaisajes ecológicos. Para su definición se identifican mesoclimas según Sánchez (1981), los suelos a nivel de gran grupo según el Soil Survey Staff (1975) y la vegetación a nivel de asociaciones florísticas conformadas por las especies dominantes del componente graminoide.

El área de estudio está ubicada entre los 8° 8' - 9° 45' N y 66° 45' - 68° 36' O, entre los ríos San Carlos y Manapire. Políticamente abarca parte de los estados Guárico y Cojedes. Conforman los paisajes de Llanos Altos Centrales, constituidos por Altiplanicies Cuaternarias y Terciarias, Paisajes Colinosos del Macizo de El Baúl y las Galeras del Pao. Los suelos de estos Paisajes son considerados poco fértiles, porque tienen bajos niveles de nutrientes, son ácidos y no llenan los requerimientos de nutrientes fijados por Souza et al (1978), para el establecimiento de pastos. En el presente trabajo se establecen los Paisajes Ecológicos con sus diferentes componentes, estableciéndose 13 Paisajes que ocupan una extensión de 857.760 Ha. La información generada permitirá tomar decisiones sobre el uso de los sistemas evaluados.

METODOS

Análisis Climático

Se seleccionaron estaciones climatológicas con registros de precipitación y evaporación por un período mayor de

veinte años. De manera complementaria se escogieron estaciones con datos de precipitación y evaporación con menos de veinte años.

Se realizaron balances hídricos según el método de Thornthwaite (1955). La evapotranspiración se obtiene al multiplicar la evaporación en tina tipo "A" por 0.75 (Mendez y Rojas 1973). El balance hídrico permite definir los mesoclimas del área, según los índices de humedad propuestos por Sanchez (1981). Mediante la clasificación agroclimática de Franquin (1968), se determinó el período de crecimiento para cada estación.

Análisis de Imágenes de Satélite (LANDSAT) y Radar (SLAR)

Por medio del método visual de interpretación, fueron analizadas las bandas 4,5 y 7 de las imágenes de satélite de Abril 1975 y Febrero 1979 a escala 1:250.000 y resolución espacial de 80 m. Se utilizaron imágenes "SLAR" de Diciembre 1977, a escala 1:25.000 y resolución espacial de 10 m, del vuelo Norte-Sur de la Goodyear Aerospace Corp.

Con la interpretación de las imágenes de radar y de satélite se obtuvieron líneas tentativas de separación de Llanos Altos, Llanos Intermedios y Cordillera de la Costa. También se delimitan los posibles Paisajes de sabanas bien drenadas en los Llanos Altos. Con recorridos de campo se comprobaron las delimitaciones resultantes de la interpretación de imágenes LANDSAT y SLAR con la finalidad de ajustar la interpretación inicial, establecer una leyenda preliminar y

el programa de muestreo de los Paisajes de sabana.

Muestreo de Campo

El muestreo establecido es estratificado, ya que se considera cada Paisaje de sabana como un estrato. En este se establecen transecciones representativas, que permiten estudiar los suelos, la vegetación y la geomorfología. En cada transección se fijan estaciones para cada forma de terreno, en ellas se hacen las siguientes observaciones: Identificación de suelo, se describe la pendiente, configuración, extensión de la forma de la tierra, presencia de cantos rodados, rocosidad e inundación. Descripción de vegetación: en la forma de tierra se analiza el componente herbáceo con cuadrados de 1 m², distanciados 15 m uno de otro en la dirección de la transección.

Levantamiento Geomorfológico y de Suelos

En cada estación se realiza una observación con barreno en la cual se determinan características morfológicas del pedón y características posicionales como: presencia de pedregosidad superficial, erosión e inundación. Los suelos se describen morfológicamente según el manual de la FAO (1968), considerándose la modificación propuesta por la SVCS (1974) y el Soil Survey Staff (1980).

En situaciones en las cuales es imposible la penetración del barreno, se realizaron observaciones especiales en hue-

cos de 0.8 m de profundidad por 0.5 m² de superficie. En base a las observaciones de identificación se seleccionan los suelos más representativos de las formas de tierra.

Los suelos seleccionados se caracterizan en calicatas representativas, en ellas se describen propiedades morfológicas, posicionales y análisis físico-químicos. Fueron identificados según el Soil Taxonomy (SSS, 1975), adoptándose el nivel de fases de Grandes grupos para su representación cartográfica.

Para cada perfil de suelo se determinó la media ponderada de cada característica entre 0-50 cm y para toda la profundidad del perfil. Los perfiles fueron clasificados numéricamente mediante un análisis de agrupamiento de las medias de las características de 0-50 cm y para todo el perfil, mediante el uso del paquete estadístico BMDP (Dixon y Brown 1979), usando el método del grupo a promedio, el índice de semejanza es el de distancia Euclidiana.

El análisis geomorfológico se realizó en base al sistema propuesto por Zinck (1980), modificado por Berroterán (1985). Se señala como nivel categórico central el subpaisaje. Un Subpaisaje tiene una expresión de relieve producto de un mismo proceso sedimentológico general, material parental y tiempo. La unión de Subpaisajes con diferentes formas de terreno conforman Paisajes Geomorfológicos que van a relacionarse con un tipo de vegetación y suelo dado, para constituir un Paisaje ecológico en un mesoclima específico.

Estudio de Vegetación

El estudio de vegetación permitió establecer un modelo previo de la distribución de las comunidades vegetales, basado tanto en características fisionómicas como florísticas, las cuales se evaluaron en forma cualitativa.

Las diferentes comunidades vegetales se definen por especies dominantes y codominantes del componente graminoide, el cual es ecológicamente el más importante en ecosistemas de sabanas; también se considera su estructura vertical y cobertura total. La vegetación es clasificada por el sistema propuesto por Richards et al (1939) y usado en el Neotrópico por Beard (1944), el cual es un sistema fisionómico-florístico, donde las Asociaciones están definidas por las especies dominantes y las Formaciones por Asociaciones con igual fisonomía del componente gramíneo y leñoso.

Para cada forma de tierra de los Subpaisajes se define la asociación y formación vegetal central o modal, ya que de esta forma se pueden establecer las relaciones vegetación-factores ambientales. El componente graminoide se muestra en cada estación en áreas de 1 m², separadas por 10-15 m en forma sistemática en la dirección de la transección prefijada. En éstas áreas se estima la cobertura total, se identifican las especies presentes, dominantes y codominantes en orden de importancia y se mide la altura de los diferentes estratos.

Definición del Sistema Ecológico a Utilizar

Se conformó un sistema jerárquico, multicategorico y subdivisivo el cual representa una combinación de los niveles categoricos del MEXE inglés (Mitchell 1973), el SCIRO australiano (Christian y Stewart 1968), y de las modificaciones introducidas por Sarmiento y Monasterio (1971) y Sarmiento et al (1971).

En la Tabla 1, se muestra el sistema ecológico con los tipos de estudio. El tipo de estudio ecológico realizado es el Macroecológico, el cual utiliza los niveles categoricos de mesoclima según Sánchez (1981), los suelos a nivel de gran grupo según el Soil Survey Staff (1975); Subpaisajes geomorfológicos según Berroterán (1985) y asociaciones tipo de especies dominantes del componente graminoide que predominan en cada unidad ecológica de los Subpaisajes ecológicos.

Las unidades ecológicas presentan vegetación, suelo, clima y forma de relieve similar; al variar uno de ellos cambia la unidad ecológica. La unión de varias unidades conforman un subpaisaje y si éstos se repiten en forma recurrente o se asocian con otros subpaisajes en forma intrincada y difícil de separar en estudios macroecológicos, pasan a formar parte del Paisaje ecológico.

En el estudio de campo se detectan las unidades ecológicas y la forma como se relacionan para conformar un Subpaisaje. Los Subpaisajes se separan entre sí, por ser subpaisajes geomorfológicamente

diferentes, por asociaciones de suelo contrastantes a nivel de Gran grupo, por presentar mesoclimas disímiles o asociaciones diferentes.

RESULTADOS Y DISCUSION

La región de Llanos Altos se caracteriza por presentar ríos entallados que conforman valles y tienen pocos problemas de inundación (Berroterán 1985). En la subregión de Llanos Altos Centrales se presentan paisajes geomorfológicos Colinosos, de Altiplanicie y Valles. Los paisajes ecológicos de sabana con suelo poco fértiles se corresponden con las sabanas de *Trachypogon* señaladas por Ramia (1967) y las sabanas estacionales discutidas por Sarmiento y Monasterio (1971), ocupan las posiciones más altas de Llanos Altos, dominan a los paisajes de valles que presentan bosques semi-siempreverdes, deciduos o Morichales y también a los paisajes colinosos Terciarios que presentan bosques.

Clima

Los balances hidráticos de las 12 estaciones climatológicas consideradas, permitieron definir tres mesoclimas. Se observa un gradiente de humedad en sentido Este-Oeste y en dirección Noreste-Suroeste, que va desde los mesoclimas semiáridos hasta los sub-húmedos húmedos (Fig. 1). Las estaciones de mesoclima semiárido con índice de humedad entre -20 y -40, tienen precipitaciones inferiores a 1.100 mm anuales. Los mesoclimas sub-húmedos secos con índices de humedad entre 0 y -20 tienen precipitaciones entre 1.100 - 1.250 mm

TABLA 1. Modelo ecológico

TIPO DE ESTUDIO	NIVELES CATEGORICOS DE ELEMENTOS DEL SISTEMA				NIVELES CATEGORICOS DEL SISTEMA ECOLOGICO.	ESCALA DE PUBLICACION
	AMBIENTE GEOMORFOLOGICO	CLIMA	SUELO	VEGETACION		
MEGAECOLOGICO	Paisaje (1,2)	Macroclima (3,4)	Orden (7) Suborden (7)	-Serie de formación (8) -Formación (8) -Clase de formación (9)	Paisaje Ecologico	Mayer de 1:500.000-
MACROECOLOGICO	Subpaisaje (2)	Mesoclima (5,6)	Suborden (7) Grangrupo (7)	-Formación (8) -Asociación florística de especies dominante a nivel de subpaisaje geo- morfologico.Cualitativo (8,9)	Paisaje Ecologico Subpaisaje Ecologico	1:500.000- 1:250.000-
MESOECOLOGICO	Subpaisaje (2) Forma de terreno (1)	Mesoclima (5,6)	Grangrupo Subgrupo Familia (7)	-Subformación (9) -Asociación florística de especies dominantes a nivel de forma de terreno. Cualitativo o Semicuan- titativo. (8,10)	Unidad Ecologica	1:100.000- 1:25.000-
MICROECOLOGICO	Forma de terreno (1) Sitio (2)	Mesoclima Microclima (5,6)	Familia (7)	Asociación florística de especies dominantes. Cuantificación por for- ma de terreno. (8,10)	Unidad Ecologica Sitio Ecologico	Menor de 1:25.000-

(1) Zinck (1980); (2) Berroterán (1985); (3) Holdridge (1981); (4) Koeppen (Zambrano, 1974);
 (5) Thornthwite (1955); (6) Sánchez (1981); (7) Soil Survey Staff (1975); (8) Beard (1944);
 (9) Fosberg (1968); (10) Richards et al. (1939).

anuales y, los mesoclimas sub-húmedos húmedos con índices de humedad entre 20 y 0 tienen 1.300 mm de precipitación anual. En este último tipo de clima la evapotranspiración potencial es menor de 1.600 mm anuales, mientras que en los otros es mayor de 1.600 mm anuales.

El período de crecimiento de las plantas aumenta de 6 meses (Mayo 10 a Noviembre 10) en el mesoclima semiárido, a 7 meses (Abril 20 al 10-20 Noviembre) en el mesoclima subhúmedo-seco y a 7 meses o más (10-20 Abril hasta 10 Diciembre) en el mesoclima subhúmedo-húmedo. Los compartimientos diferentes de los parámetros de humedad de los tres mesoclimas, pueden influir en aspectos del suelo y la vegetación nativa, así como en la adaptación de cultivos y en prácticas de manejo, por lo tanto, mesoclimas contrastantes separan paisajes ecológicos.

Geomorfología

El paisaje colinoso es una extensión ondulada en posición relativamente alta, la pendiente local es mayor de 3-5 %. Son superficies compuestas por una secuencia de colinas y/o lomas que pueden estar separadas por planos inclinados o glacis. Las lomas del paisaje colinoso sedimentario están constituidos por areniscas de las estribaciones del miembro Galera de la Formación Quebradón del Terciario (Ministerio de Minas e Hidrocarburos 1970). Las colinas del paisaje colinoso metamórfico-ígneo, están constituidos por un complejo de granito-gneiss-rocas volcánicas, vinculados al arca El Baúl, de comportamiento geológico parecido al Escudo Guayanés (Martin 1961).

La Altiplanicie es el paisaje predominante en los ecosistemas estudiados. Son superficies planas o ligeramente onduladas, caracterizadas por el entalle de valles (Zinck 1980). Ocupan una posición alta por efecto tectónico, o por cambio del nivel de base que provocó entallamiento de los cursos de agua y puesta en posición alta de la antigua planicie que pasó a formar la altiplanicie actual.

Los subpaisajes predominantes en las altiplanicies son los Planos de mesa, Glacis y Colinas bajas. En el área se presenta coraza o laterita, el tipo más común es la conglomerática, en ésta los cantos rodados de cuarzo, areniscas y Egtanitas están cementados por óxidos de hierro. La presencia de coraza está vinculada a la parte basal de las deposiciones Cuaternarias que suprayacen a formaciones Terciarias constituidas por limonitas y arcilitas lo cual provocó una mesa de agua colgante. Actualmente ocupan los topes de colinas bajas y restos de ejes de explayamientos en Planos de mesa.

Los paisajes de altiplanicie de origen aluvial de las sabanas con suelos poco fértiles están conformados por las deposiciones más antiguas del Cuaternario (Q_3-Q_4), o por sedimentos provenientes de estas deposiciones; suprayacen a los sedimentos Terciarios y están constituidos en el sector Este del río Guárico, por sedimentos con cantos rodados poco seleccionados separados por una matriz fina. Al Oeste del río Guárico hay predominancia de la fracción fina y se observan ejes y napas de explayamiento, los cuales según el MARN (1979), están relacionados con deposiciones del Q_3 .

La altiplanicie Terciaria presenta rocas de tipo arenisca y materiales aluviales y coluvio-aluviales que conforman los Glacis.

Se detectó el paisaje de planicie Aluvial y subpaisaje de explayamiento terminal de deposiciones aluviales del Cuaternario superior. Se caracteriza por tener límite gradual con la planicie aluvial inferior de Llanos Intermedios, estar sometido a inundación en algunos sectores, pendientes menor de 3 % y formas de terreno como: ejes pedregosos, Napas de explayamiento y Cubetas de Q₄.

Suelos

El orden Ultisol es el más frecuente y extenso, el gran grupo Paleustult es el dominante de los Grandes grupos. El segundo orden en importancia es el Oxisol. Los Ultisoles y Oxisoles del área ocupan posiciones antiguas del Q₃ y Q₄, que generalmente no llegan a ser quebradas. Los Entisoles dominan en los paisajes Colinosos sedimentarios de Galeras del Pao y Colinoso ígneo-metamórfico de las Galeras El Baúl, con pendientes mayores de 8 %. Son suelos con horizonte A/C en donde la morfogénesis predomina sobre la pedogénesis y/o los materiales parentales son inertes, compuestos generalmente por cuarzo. Los Inceptisoles del Suborden Tropept están asociados a los Haplustox, Haplustult y Paleustult, ocupan un porcentaje bajo de superficie y conjuntamente con los Alfisoles son los suelos menos extensos.

En la Fig. 2, se muestran los diagramas polinomiales de 12 perfiles de un total de 22 calicatas. Se observa que los

valores promedio de P, C.O., CIC, cationes intercambiables y PSB de la mayoría de los perfiles, son considerados bajos, inclusive para el establecimiento de praderas cultivadas, tomando como referencia a los niveles críticos señalados por Souza et al (1978). El pH se considera fuertemente ácido para profundidades de 0 - 50 cm de profundidad. Esto es debido a la incorporación de materia orgánica en los horizontes superficiales del suelo. También existe un menor porcentaje de arcilla a la profundidad de 0 - 50 cm, lo cual se debe al aumento de ésta con la profundidad, por la presencia del horizonte argílico de los Ultisoles y Alfisoles.

En el análisis de agrupamiento para todo el perfil (Fig. 3), se evidencia que no existe alta similitud entre los suelos a nivel de Gran grupo. Sin embargo, se observa que la distancia euclidiana cercana a 3 se forma un conglomerado compuesto por Typic Haplustox e integrados Oxicos de Paleustult y Haplustult, ello confirma que el análisis de agrupamiento tiene mayor valor a niveles categóricos bajos. Arkley (1976) afirma que su efecto es marcado en la ordenación de integrados. Mayorca (1981), consigue la formación de conglomerados homogéneos a distancia euclidiana cercana a 3.

El Typic Haplustox, franca fina del paisaje Aguaro-Guariquito (6) y el Oxíc Haplustult, arcillosa fina del paisaje El Rastro (4), son los suelos más parecidos. En la Fig. 2 se presentan los valores de características que conforman su similitud. Ellos forman un grupo con el Petroferric-Oxíc Paleustult, esquelético, franca gruesa del paisaje (6), el Typic Haplus-

PAISAJES ECOLOGICOS DE SABANAS

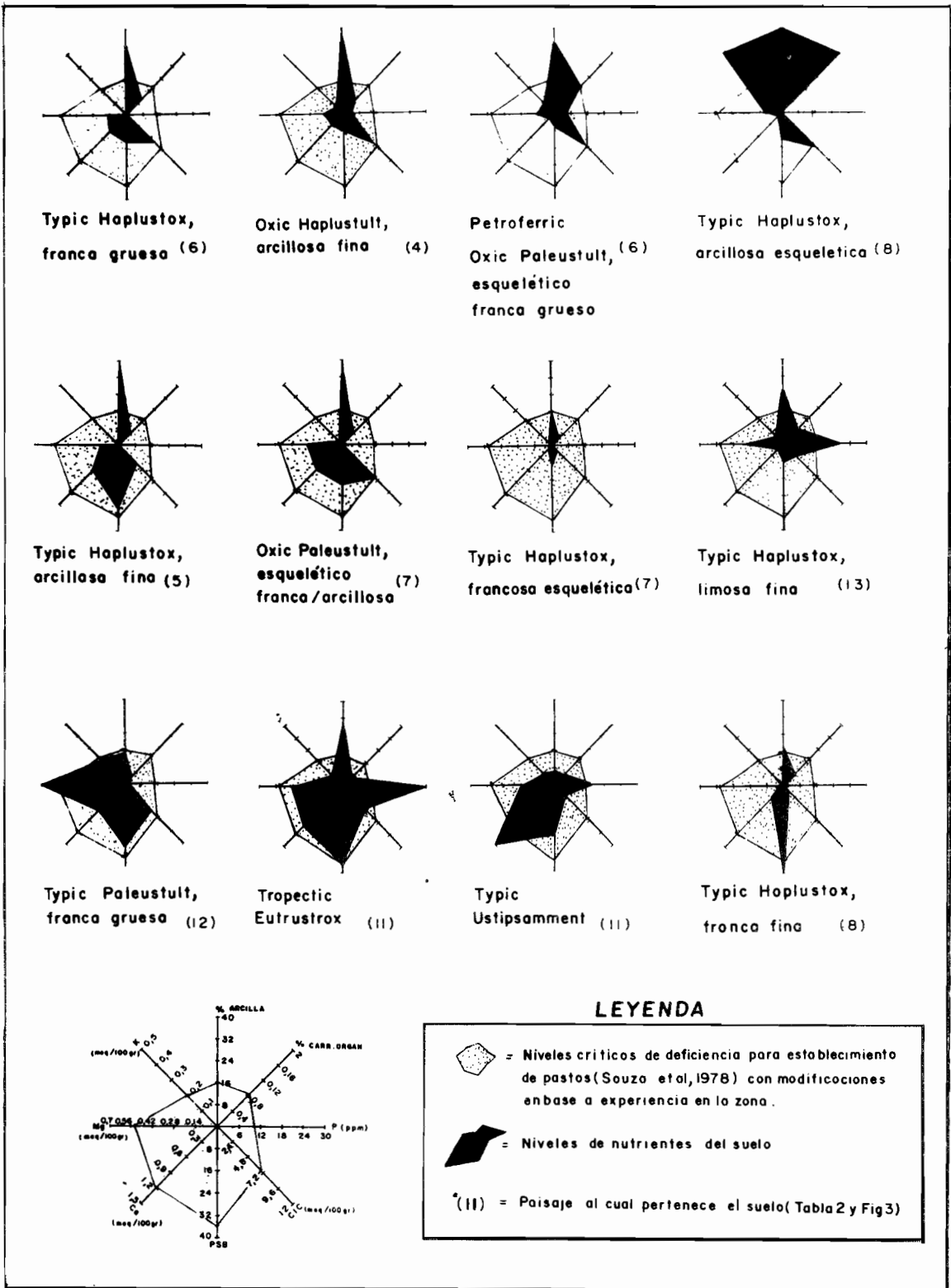
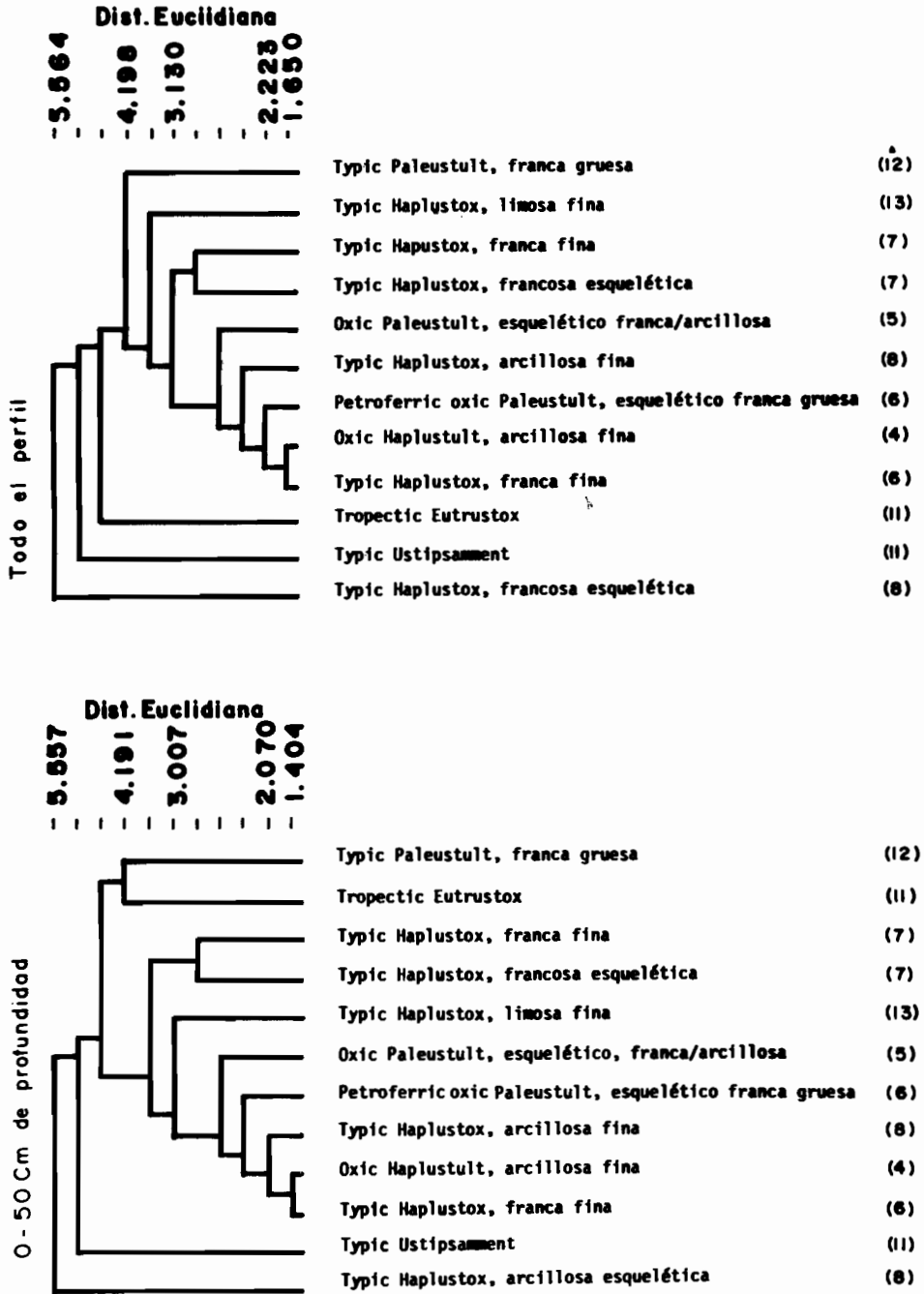


FIGURA 2. Gráficos polinomiales de fertilidad de suelos.

ANALISIS DE AGRUPAMIENTO



(12) = Símbolo del Paisaje Ecológico al cual pertenece el suelo (Ver Tabla 3 y Fig 2)

FIGURA 3. Análisis de agrupamiento de perfiles de suelo.

tox, arcillosa fina del paisaje Aceiticos (8) y el Oxic Paleustult, esquelético, franca/arcillosa del paisaje Las Piñas (5). En estos 5 suelos los contenidos de arcilla están por encima de 32 %, la concentración de P es menor de 5 ppm y CIC menor de 7 meq/100 g de suelo. Los Typic Haplustox, del paisaje Calabozo (7), conforman un segundo grupo; son suelos con 17-18 % de arcilla, CIC de 1-1.5 meq/100 g de suelo, la concentración de Ca⁺⁺ es menor de 0.3 meq/100 g de suelo, y las concentraciones de Mg⁺⁺ y K⁺ fueron menores de 0.03 meq/100 g de suelo. Los grupos mencionados anteriormente se pueden unir para conformar un solo conglomerado. El typic Haplustox, limosa fina del paisaje Palenque (13) se puede considerar integrado al grupo mencionado anteriormente, aunque tiene mayor contenido de P. Los suelos tienen bajo nivel de K⁺, a excepción del Typic Haplustox, arcillosa, esquelética del paisaje Aceiticos y el Typic Paleustult, franca gruesa del paisaje Las Mercedes.

Entre algunos comentarios sobre los suelos que no forman grupos se puede mencionar, el alto contenido de P de los Tropeptic Eustrustox del paisaje Piñero (11). El alto contenido de arcilla y C.O. de los Typic Haplustox, esquelético del paisaje Aceiticos (8). El relativamente alto pH y elevada concentración de Mg⁺⁺ del Typic Paleustult, franca gruesa del paisaje Las Mercedes (12) y, como era de esperarse los bajos contenidos de arcilla de los Ustipsamments del paisaje Piñero (11) y altos niveles de calcio.

En el análisis de agrupamiento de 0 - 50 cm de profundidad (Fig. 3), se obser-

va que el Typic Haplustox, limosa fina del paisaje Palenque se une a distancias menores que cuando se consideró todo el perfil. El resto del dendrograma es similar en comportamiento al obtenido para todo el perfil.

Vegetación

Según Beard (1944), la vegetación de sabana se caracteriza por presentar un componente herbáceo compuesto principalmente por gramíneas y cyperáceas además, puede presentarse o no un estrato leñoso abierto o discontinuo. En base a esta definición se separan los ecosistemas sabanícolas de otros sistemas presentes en el área de estudio. Se evaluó la vegetación en 61 estaciones realizándose un total de 143 observaciones. Se reportan 29 familias de plantas y 95 especies en el área de estudio, en donde la familia Poaceae (Graminae) se encuentra representada por 33 especies, lo cual representa un 35 % del total de especies reportadas. Le sigue en importancia la familia Papionaceae con 9,5 %, Cyperaceae y Rubiaceae con 6,3 % y por último, la Caesalpiniaceae con 5,3 % del total de especies. A pesar de que la familia Papilionaceae es la segunda en especies su IVI es bajo y se detectaron especies de importancia forrajera tales como: *Centrosema angustifolium*, *Desmodium incanum*, *Desmodium pachyrhizum*, *Stylosanthes sp*, *Zornia curvata* y *Zornia marajoara*.

El 28,4 % de las especies encontradas son leñosas, el estrato discontinuo de la sabana esta compuesto por: *Curatella americana*, *Byrsonima crassifolia*, *Byrsonima coccolobaefolia*, *Xilopia aromatica*,

Cochlospermum vitifolium, *Bowdichia virgilioides*, *Roupala complicata*, *Cassia moschata*, *Godmania macrocarpa*, *Casearia sylvestris* y *Lecythis ollaria*. De las especies antes señaladas *C. americana*, *B. virgilioides* y *B. crassifolia* son las más frecuentes y dominantes, variando su separación y altura según el paisaje ecológico donde se encuentren.

El componente leñoso puede presentarse agrupado en núcleos dispersos en la sabana, formando comunidades denominadas localmente "MATAS" (Aristiguieta 1966), en ellas se encuentran además de las especies señaladas, *Annona jhannii*, *Spondia lutea*, *Tabebuia chrisantha*, *Copaifera officinalis*, *Hymenea courbaril*, *Platymiscium polystachum*, *Mimosa tenuiflora*, *Copernicia tectorum*, *Genipa americana*, *Randia caracasana* y *Fagara sp.* De las 33 especies de gramíneas reportadas un 48 % son componente principal de alguna asociación definida en la Tabla 2. Las especies *Trachypogon plumosus*, *T. vestitus*, *Axonopus purpusii* y *Paspalum plicatulum* con un 34,6, 30,4, 10,9 y 10,9 % respectivamente, son las más frecuentes en aparecer como primer componente principal de una asociación y, la dominancia de *Trachypogon plumosus* y *T. vestitus* es marcada (Blyndenstein 1962, Sarmiento y Monasterio 1971). Otras especies que aparecen como primer componente son: *Thrasia petrosa* (4,4 %), *Andropogon angustatus* (2,2 %), *Diectomis fastigiata* (2,2 %), *Bulbostylis capilaris* (2,2 %) y *Mesosetum chaseae* (2,2 %).

La especie más frecuente en las asociaciones florísticas es el *T. plumosus* con una Frecuencia relativa (FR) de 18,8, se-

guido del *A. purpusii* (FR = 16,3), *T. vestitus* (FR = 13,7), *A. pulcher* (FR = 9,8), *P. plicatulum* (FR = 7,3), *A. angustatus* (FR = 4,9), *B. junciformis* (FR = 4,1), *D. fastigiata* (FR = 4,1), *A. settifolia* (FR = 3,3), *B. capilaris* (FR = 3,3) y otras especies con frecuencias relativas menores de 3. La especie *T. plumosus* es la más frecuente y dominante. El *A. purpusii* tiene alta frecuencia y mediana dominancia, mientras que el *A. pulcher* nunca llega a ser dominante (Blyndenstein 1962). Es de notar que *A. purpusii* y *A. pulcher* son las especies con codominancia mayor (20 % en cada caso), mientras que *T. vestitus* nunca es codominante en la asociación porque cuando se presenta ella es la dominante.

Paisajes Ecológicos

En la Tabla 2 y la Fig. 1 se presentan los paisajes ecológicos. Los paisajes Aguaro-Guariquito, Las Piñas y Explayamiento, del mesoclima subhúmedo-seco son los que tienen más limitaciones por pedregosidad o coraza. En ellos dominan los Paleustults pedregosos y se presenta el *T. plumosus* dominando en la asociación con *A. pulcher* como codominante. En los Glacis coluvio aluvial de los paisajes Aguaro-Guariquito y Las Piñas con suelos profundos (Paleustult y Haplustox) domina el *T. vestitus*. En el subhúmedo-seco se presentan también los paisajes El Rastro y Calabozo, en suelos pedregosos, domina el *T. plumosus* y, en los suelos profundos domina el *T. vestitus* y *A. purpusii*. Los suelos muestreados en los paisajes ecológicos de clima subhúmedo-seco están agrupados a distancia euclidiana menores de 3, comportando como los suelos con mayo-

PAISAJES ECOLOGICOS DE SABANAS

TABLA 2. Sistemas ecológicos del área en estudio

SISTEMAS ECOLOGICOS					
SÍMBOLO	SUBPAISAJE ECOLOGICOS	SUBPAISAJE GEOMORFOLOGICO	ASOCIACIONES FLORISTICAS DE VEGETACION.	ASOCIACIONES DE GRANDES GRUPOS DE SUELOS.	MESOCLIMA.
1	Galero 1	Lomas de areniscas	T. plumosus - A. brevifolius - A. purpusii	Ustorthents - Ustropepts	Subhúmedo - Húmedo.
	Galero 2	Glacis de erosión y/o coluvio - aluvial.	T. vestitus - T. petrosa - Pulcher	Haplustults - Dystropept.	
2	El Baul	Colinas altas de rocas metamórficas e igneas	T. plumosus - D. fastigiata - A. purpusii - A. angustatus.	Ustorthents - Haplustults	Subhúmedo - Húmedo.
3	San Carlos 1	Glacis de erosión de areniscas.	T. petrosa - T. plumosus - P. plicatum.	Haplustults - Dystropepts Eufrustoxs	Subhúmedo - Húmedo.
	San Carlos 2	Posición bajo marginal	P. plicatum - A. purpusii - A. Coryphaeum	Tropoquits	
4	El Restro 1	Plano de mesa	T. Vestitus - A. purpusii.	Haplustults, no pedregoso	Subhúmedo - Seco.
	El Restro 2	Glacis coluvio - aluvial	A. purpusii - M. cheseevii - P. chaffanjonii		
	El Restro 3	Colinas bajas con granos en superficie.	T. plumosus - A. pulcher.		
5	Las Piñas 1	Colinas bajas con granos en superficie.	T. plumosus - A. pulcher - A. angustatus - B. capillaris	Poleustults - Haplustoxs, Pedregoso.	Subhúmedo - Seco.
	Las Piñas 2	Glacis coluvio - aluvial	T. vestitus - B. junciformis - B. conifero - T. vestitus - A. angustatus - A. purpusii	Haplustults, no pedregoso	
6	Parque Aguero - Guariquito. 1	Mesa con corozo en superficie - Colinas bajas con corozo en superficie.	T. plumosus - A. pulcher - T. plumosus - D. fastigiata	Poleustults - Ustorthents, Pedregoso.	Subhúmedo - Seco.
	Parque Aguero - Guariquito. 2	Glacis coluvio - aluvial	T. vestitus - A. pulcher - A. semiberbis	Poleustults - Haplustoxs, no Pedregoso.	
7	Calabozo 1	Plano de mesa con corozo	T. vestitus - T. plumosus - A. purpusii	Haplustoxs - Eufrostoxs, Pedregoso.	Subhúmedo - Seco.
	Calabozo 2	Plano de mesa sin corozo	A. purpusii - T. plumosus - A. angustatus	Haplustoxs - Eufrostoxs, no Pedregoso	
	Calabozo 3	Glacis en posición depresional.	P. plicatum - P. hirticaule - A. semiberbis	Tropoquits	
	Calabozo 4	Colinas bajas con afloramiento de granos basal.	T. plumosus - B. capillaris	Haplustoxs - Eufrostoxs, Pedregoso	
8	Aceiticos 1	Plano de mesa sin corozo	T. vestitus - A. purpusii	Haplustoxs - Poleustults, Pedregoso	Semiarido.
	Aceiticos 2	Colinas bajas con afloramiento de granos basal	D. fastigiata - A. purpusii - T. vestitus - A. setifolia.	Haplustoxs - Poleustults - Tropoquits, pedregoso.	
9	Explayamiento 1	Ejes y napes de explayamiento.	T. plumosus - A. pulcher - B. capillaris - T. plumosus - B. conifero - B. junciformis	Poleustults, Pedregoso	Subhúmedo - Seco.
	Explayamiento 2	Cubetas y napes bajas	M. cheseevii - T. plumosus - Axonopus. sp - P. laxum.	Tropoquix - Tropoquix	
10	Manapire - Ortuco 1	Glacis coluvio - aluvial o de erosión	T. Plumosus - B. junciformis - A. purpusii	Poleustults - Ustorthents, pedregoso	Subhúmedo Seco
	Manapire - Ortuco 2	Colinas bajas	P. plicatum - A. pulcher - D. fastigiata.	Haplustoxs, no pedregoso	
11	Piñero	Glacis de erosión y/o coluvio - aluvial.	A. purpusii - P. plicatum	Haplustults - Eufrostoxs - Haplustults, no pedregoso	Subhúmedo Húmedo
		Plano de mesa	T. vestitus - T. plumosus - A. purpusii	Ustipsamments - Ustorthents - Haplustults, pedregoso.	
12	Las Mercedes	Plano de mesa - Glacis coluvio - aluvial	T. vestitus - A. purpusii	Haplustults - Haplustults - Poleustults.	Semiarido
13	Pelenque 1	Plano de mesa - Glacis coluvio - aluvial	T. vestitus - A. angustatus - A. setifolia	Poleustults, no pedregoso	Semiarido
	Pelenque 2	Colinas bajas (granos basal o arenisca)	T. plumosus - B. junciformis - B. capillaris - A. setifolia - T. plumosus - D. fastigiata.	Haplustoxs - Haplustults, pedregoso.	

res problemas de fertilidad. Se evidencia que en suelos poco fértiles la variación florística del componente graminoide no se debe a la presencia de un taxón específico o un grupo dado de características.

En el mesoclima semiárido se presentan los paisajes Aceiticos, Palenque y Las Mercedes. Este último no tiene limitaciones de pedregosidad y niveles de K^+ , Mg^{++} y CIC mayores que los valores críticos (Fig. 2), es además uno de los paisajes que tienen menos limitaciones de suelo y con *T. vestitus* dominando. En el paisaje Aceiticos existe diferencia en la fertilidad de los Typic Haplustox. El arcilloso esquelético tiene alto contenido de C.O. y K^+ con presencia de *D. fastigiata* y *A. purpusii*. Cuando los Haplustoxs no son pedregosos domina el *T. vestitus* y conforman parte del conglomerado de suelo a distancias menores de 3, mostrado en el análisis de agrupamiento (Fig. 3).

En el mesoclima subhúmedo-húmedo con Glacis y Planos de Mesa profundos, con Haplustoxs y Eustrustoxs, se evidencia la importancia del *A. purpusii* y *P. plicatum*, lo cual podría estar vinculado a mejor fertilidad (niveles medios de P y Ca) y clima más húmedo. En el paisaje San Carlos es dominante *T. petrosa* y en Piñero *A. purpusii*. Estos son los paisajes ecológicos con mayor potencialidad agropecuaria del área estudiada. Los paisajes Galera y El Baúl tienen limitación de profundidad de suelo con los Ustorthents dominando, asociados a *T. plumosus*.

En el área los paisajes son del Pleistoceno antiguo con estabilidad de las formas y conformado por aluviones provenientes de la Cordillera de la Costa, a excepción de las Colinas Terciarias. Los procesos formadores predominantes en los suelos muestreados son la iluviación de arcilla, desaturación y degradación del complejo de cambio, este último es el proceso dominante en los suelos de los paisajes ecológicos de climas subhúmedo-seco y semiárido.

Se puede comentar que *T. plumosus* se asocia a suelos pedregosos y con fertilidad menor (Haplustox o Subgrupo Oxic). *T. vestitus* domina en suelos no pedregosos con menos limitaciones que en el caso anterior. El *A. purpusii* domina en los suelos que tienen menos limitaciones dentro de los poco fértiles. El *P. plicatum* se presenta en los climas más húmedos o en áreas mal drenadas. Se concluye que el porcentaje de pedregosidad y la disponibilidad de nutrientes, puede condicionar la dominancia de algunas especies de gramíneas, ello es también señalado por San José y García (1979) para Llanos Altos Centrales. En investigaciones posteriores se definirá cuantitativamente las relaciones suelo-vegetación-clima.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) por el financiamiento del trabajo mediante el Proyecto S1-1599. A los ayudantes de investigación K. Prieto y N. León por su asistencia permanente.

LITERATURA CITADA

- Aristiguieta, L. 1966. Flórmula de la Estación Biológica de los Llanos. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales 20: 337-347.
- Arkley, R. 1976. Statistical methods in soil classification research. *Advances in Agronomia* 28: 37-70.
- Beard, J. 1944. Climax vegetation in Tropical America. *Ecology* 25: 127-158.
- Berroterán, J.L. 1985. Geomorfología de un área de Llanos Bajos Centrales Venezolanos. Enfoque con fines de estudio de suelos y vegetación a escala pequeña. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales 143: 31-77.
- Blydenstein, J. 1962. La sabana de *Trachypogon* del Alto Llano. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales 102: 139-206.
- Christian, C., y G. Stewart. 1968. Methodology of integrated surveys. Land Research Laboratory, Australia.
- Dixon, W., y J. Brown. 1978. B. M. D. P. Biomedical Computer Programs. University of California Press.
- F.A.O. 1968. Guía para la descripción de perfiles de suelos. Subdirección de reconocimiento y fertilidad de suelos. Dirección de Fomento de Tierras y Aguas, Roma.
- Fosberg, F. 1970. A classification on vegetation for general purposes. En: Peterksen, F. (ed.), Guide to the Check Sheet for IBP areas. Blackwell, IBP Handbook 4.
- Franquin, P. 1968. Analyse agroclimatique en regions tropicales. Les conditions hidriques. Cashiers O.R.S.T.O.M., Serie Biologie 5. Julliet.
- Holdridge, L. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Serie de libros y materiales educativos No. 34. IICA. Costa Rica.
- Martin, B. 1961. Geología del Macizo El Baúl, Edo. Cojedes. p. 1453-1525. III Congreso Geológico Venezolano.
- Mayorca, A. 1981. Los Haplustolls y Ustropepts de Llanos Altos Occidentales de Venezuela. Trabajo de Ascenso, Universidad Central de Venezuela.
- Mendez, J., y E. Rojas. 1973. Los métodos más adecuados para estimar la evapotranspiración en Venezuela. *Agronomía Tropical* 23: 435-439.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. 1979. Inventario de tierras de los Llanos Centro-Occidentales.
- Ministerio de Minas e Hidrocarburos. 1970. Léxico estratigráfico de Venezuela. Boletín de Geología, Publicación Especial No. 4. Estado Sucre, Venezuela.
- Mitchell, C. 1973. Terrain evaluation. Longman Group Limited. England.
- Ramia, M. 1967. Tipos de sabanas en los Llanos de Venezuela. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales 22: 153-169.
- Richards, P., A. Tansley, y A. Watt. 1939. The recording of structure, life forms and flora in Tropical forest communities as a basis for their classifications. Imp. For. Inst. Ms. 19, Oxford, England.
- Sánchez, J. 1981. Mesoclimas de Venezuela. CENIAP. Maracay, Venezuela.
- San José, J., y J. García-Miragaya. 1979. Contenido de nutrientes en la fitomasa de comunidades de *Trachypogon*, Calabozo, Venezuela. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales 34: 113-122.
- Sarmiento, G., M. Monasterio, y J. Silva. 1971. Reconocimiento ecológico de los Llanos Occidentales. 1. Las unidades ecológicas regionales. *Acta Científica Venezolana* 22: 52-61.
- Sarmiento, G., y M. Monasterio. 1975. A critical consideration of the environmental conditions associated with the occurrence of Savanna ecosystems in Tropical America, p. 223-250. En: Golley, F. y E. Medina (eds.), *Tropical Ecological Systems*. Ecological Studies 11, Springer Verlag, New York.
- Sarmiento, G., y M. Monasterio. 1971. Ecología de las sabanas de América Tropical. Análisis Macroecológico de los Llanos de Calabozo, Venezuela. Cuadernos de Geografía 4: 1-126.
- Soil Survey Staff. 1980. Soil survey manual of soil conservation service. Washington, D.C.
- Soil Survey Staff. 1975. Soil taxonomy. A basic system of soil classification for mapping and interpreting soil. *Agriculture Handbook* 436. Washington, D.C.

PAISAJES ECOLOGICOS DE SABANAS

- Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo. 1974. Guía para la descripción de perfiles de suelo. Publicación técnica No. 11.
- Souza, S., I. Falesi, J. Bastos de Veiga, y J. Texeiro. 1978. Productividad de praderas cultivadas en suelos de baja fertilidad de la Amazonia del Brasil. En: Tergas, L., y P. Sanchez (eds.), Producción de pastos en suelos ácidos de los Trópicos. CIAT, Calí, Colombia.
- Thorntwaite, C. 1955. The water balance. Climatology 3. Centerton, New York.
- Zambrano, S. 1974. El clima de Venezuela según la clasificación de Koeppen y su variabilidad en relación a las manchas solares. Jornadas Venezolanas de Riego.
- Zinck, A. 1980. Definición del ambiente geomorfológico con fines de descripción de suelos. CIDIAT, Mérida, Venezuela.