

## La morfología del suelo como criterios técnicos basados en los perfiles para la definición de la serie Los Cortijos, sector semiárido de la altiplanicie de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela

Technical criterion based on soil profile morphology for defining Los Cortijos soil serie in the semiarid area of the Maracaibo plain, Zulia state, Venezuela

M. Larreal, A. Gomez, N. Noguera, L. Jimenez

Dpto de Ingeniería, Suelos y Aguas. Facultad de Agronomía.  
Universidad del Zulia

### Resumen

En el sector semiárido en la altiplanicie de Maracaibo se definió la serie de suelos Los Cortijos de la cual se seleccionó según los estudios agrológicos semidetallados a nivel de familia, un pedón único de suelo representativo de la unidad cartográfica que ocupa un área  $\geq 800$  ha, importante para el uso y manejo de las tierras en el área de influencia. Los datos de seis perfiles de suelos fueron obtenidos a partir de una transepta de un kilómetro de longitud, con intervalos de observación de 100 m. Con la información recopilada en el campo, los estudios agrológicos y trabajos de investigación, se conformó una base de datos de pedones representativos. A través de procedimientos estadísticos tales como componentes, frecuencia, atributo menor y atributo mayor, se determinó la proporción de las características morfológicas que definieron a la serie de suelo. La morfología del perfil mostró la presencia de un horizonte argílico bien desarrollado. Las características morfológicas tuvieron una muy alta, alta y moderada proporción cuando se analizaron por serie y una muy baja a baja proporción cuando se consideró la serie por horizonte. La proporción muy baja a baja de las características del suelo cuando se analizaron por horizontes determinó la homogeneidad del suelo, por lo cual se concluyó que el suelo clasificado como *Typic Paleargids, arcillosa, caolinítica, isohipertérmica*, a través de la proporción de sus características morfológicas fue homogéneo en sus horizontes lo que permitió definirlo como la serie Los Cortijos.

**Palabras clave:** serie de suelo, frecuencia, proporción, clasificación taxonómica.

## Abstract

Los Cortijos series was defined within the semiarid sector of the Maracaibo plain and according with existing semi detailed soil surveys at family level a unique pedon was selected as the representative soil of the mapping unit that covers an area  $\geq 800$  ha, and that is important for soil use and management. Soils data were obtained from six profiles located on a traverse of 1 km at relative distances of 100 m. With the data gathered from the selected profiles, from the existing soil surveys and research papers a database of representative soils was created. Using statistical procedures with parameters like components, frequency, minor and mayor attributes the proportion of the soil morphological characteristics was determined in order to define the soil series. The profile morphology showed a well developed argyle horizon. The morphological characteristics show a high proportion if analyzed per series and very low to low one if analyzed per horizon. The low to very low proportion of soil characteristics if analyzed per horizon determined the homogeneity of the soil, therefore the Typic Paleargids, caolinític, isohyperthermic, because of the proportion of the morphological characteristics was considered homogeneous in its horizons which defined the Los Cortijos series.

**Key words:** soil series, frequency, proportion, taxonomic classification.

## Introducción

El suelo constituye un cuerpo natural continuo y multivariado que presenta cambios en diferentes niveles y direcciones, por lo cual resulta difícil caracterizarlo con base en entidades discretas (Bockheim *et al.*, 2005). En este orden de ideas, las series de los suelos como la entidad de mapeo de mayor detalle para los estudios de suelos constituyen la mejor aproximación al individuo suelo para su estudio y clasificación. Este concepto ha evolucionado desde lo meramente observacional y descriptivo a las clasificaciones basadas en análisis cuantitativos y estadísticos; basándose en la conformación de una colección de individuos de suelos uniformes en sus características diferenciadoras y en el arreglo y tipo de sus horizontes (Noguera, 1989; USDA, 1993).

## Introduction

Soil constitutes a natural, continuous and multivariate body that shows changes at different levels and directions, thereby; it is difficult to characterize it based on discrete entities (Bockheim *et al.*, 2005). The soil series as the mapping entity of higher detail for soil studies constitutes the best approximation to soil as individual to be studied and classified. This concept has evolved from those merely observational and descriptive to the classifications based on quantitative and statistical analysis and also in the conformation of an uniform soil individual collection as a part of its differential characteristics and in the arrangement and type of its horizons (Noguera, 1989; USDA, 1993).

The morphology and genetic

La morfología y la relación genética entre diferentes capas u horizontes del suelo, tuvieron mucha influencia en la evolución del concepto de serie de suelo. La primera publicación del Manual de Levantamiento de suelo, en la cual se define el suelo de la siguiente forma: "Una serie de suelos es un conjunto que tienen horizontes genéticos similares en características de diferenciación en el perfil de suelo y que se han desarrollado a partir de un tipo de material parental. Excepto por la textura, especialmente el horizonte "A", las características morfológicas del perfil del suelo, reflejada en las propiedades físicas y en el grosor de los horizontes, no deben variar significativamente en la serie". Según lo cual, altas variaciones en las proporciones de ocurrencia de las características físicas y el espesor de los horizontes no admisibles dentro de una serie (USDA, 1993; García *et al.*, 2009).

De lo anteriormente señalado, se aprecia que las características morfológicas son determinantes para la definición de las series de suelos en los estudios agrológicos, al incluir atributos fácilmente observables en las labores de campo tales como: color, profundidad de horizontes, tipo de horizontes, presencia de moteados, textura, estructura, consistencia, inclusiones y reacción al ácido entre otras; cuya proporcionalidad y frecuencia de ocurrencia deben ser sistemáticamente analizados para emplearlos como criterios de diferenciación.

La altiplanicie de Maracaibo es una extensa superficie cercana a las

relationship between different layers or soil horizons had great influence on evolution of soil series concept. The first publication of Manual Soil Arising, in which soil is defined as follows: "A soil series is a group with similar genetic horizons in characteristics of differencing in soil profile and that have been developed from a type of parental material. Except to texture, especially horizon "A", the morphologic characteristics of soil profile, showed in physical properties and in horizons thickness, does not vary in a significant way in series". According this, high variations in the occurrence proportions of physical characteristics and the horizons thickness as a part of one serial (USDA, 1993; García *et al.*, 2009).

The morphological characteristics are determinant to define the soil series in agrolological studies because it includes easily observable attributes in field Works such as: color, horizons depth, horizons type, speckles presence, texture, structure, consistence, inclusions and reaction to acid among others; its proportionality and occurrence frequency have to be analyzed in a systematic way to use like differentiation criteria.

Maracaibo plain is a wide surface closed to 500.000 ha, with a great agricultural and cattle potentiality and with limitations like strong water deficit, presence of an argyle horizon closed to surface, moderate to low fertility, salinity, low content of organic carbon, among others (Alvillar *et al.*, 1985; Larreal, 2006). The soil information have

500.000 ha, con una gran potencialidad agropecuaria y con limitaciones tales como déficit marcado de agua, presencia de un horizonte argílico cercano a la superficie, moderada a baja fertilidad, salinidad, bajo contenido de carbón orgánico, entre otros (Alvillar *et al.*, 1985; Larreal, 2006). De ella se tiene una información de suelos con diferentes grados de detalles, sin que se hayan definido series de suelo.

La existencia de proyectos agropecuarios de alta inversión para el desarrollo bajo riego, justifica la realización de estudios de suelos detallados y semidetallados que suplan la información básica necesaria para actividades intensivas y muy intensivas de producción para lo cual deben definirse las series en función de sus atributos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar las características morfológicas empleadas para definir la serie Los Cortijos con base a criterios técnicos, considerando el grado de proporcionalidad y frecuencia de ocurrencia de este grupo de características en los cuerpos de suelo que conforman dicha serie.

## **Materiales y métodos**

### **Características del área de estudio.**

El estudio se realizó en el asentamiento campesino Los Bienes, sector Los Cortijos, ubicado en el municipio San Francisco, estado Zulia. La localización geográfica del pedón típico se encuentra en las coordenadas 10°25'44" LN y 71°41'58" LE, ocupa una superficie de 1083,60 ha, con una elevación alrededor de los 35 msnm (Alvillar *et al.*, 1985).

different detail degrees, but without soil series definition.

The existence of agricultural and cattle projects of high investment for under irrigation development, justify detailed and semi-detailed soil studies carrying with the purpose of getting basic information for intensive production activities, thus, series has to be defined as a function of its attributes.

The objective of this work was to evaluate morphological characteristics used for defining "Los Cortijos" series, based on technical criteria, considering the proportionality degree and occurrence frequency of this characteristic group in soil bodies forming this serial.

## **Materials and methods**

### **Characteristics of study area**

Study was carried out in "Los Bienes", "Los Cortijos" sector, located in San Francisco municipality, Zulia state. The geographical location of typical pedon is placed on coordinates 10°25'44" NL and 71°41'58" EL, and occupies a surface of 1083.60 ha, with an elevation around 35 masl (Alvillar *et al.*, 1985).

The geomorphology and parental material is located at the plain landscape that corresponds to the area called Maracaibo plain. This landscape way is characterized by having outcrops of detritic deposits like colluvial glacis of inferior pleistocene, with flat topography, formed from materials of formation "Miracle of pliocene age" (Alvillar *et al.*, 1985).

La geomorfología y material parental se encuentra enmarcada dentro del paisaje altiplanicie que corresponde a la denominada altiplanicie de Maracaibo. Esta forma del paisaje se caracteriza por presentar afloramientos de depósitos detríticos en forma de glacis coluviales del pleistoceno inferior, con topografía plana, formados de materiales retomados de la formación El Milagro de edad pliocena (Alvillar *et al.*, 1985).

### **Descripción morfológica del suelo.**

Los suelos clasificados Typic Paleargids, arcillosa fina, mixta, isohipertémica, se caracterizan por presentar un horizonte superficial (Ap) de 17 cm de espesor; franco arenoso; marrón amarillento claro en seco y marrón amarillento en húmedo; blocosa subangular, débil, fina; débilmente dura, muy friable, débilmente adhesivo y débilmente plástico; sin reacción al HCl 10%; muchas raíces; mucha actividad biológica; límite claro y plano. Con un horizonte argílico (Bt) asta 200 cm o más de profundidad; franco arcillosa, arcillosa y franco arcillosa a mayor profundidad; marrón fuerte en seco y húmedo en todos sus horizontes; blocosa subangular, moderada, media; dura, friable, adhesivo y plástica en el primer horizonte del argílico y dura, friable, muy adhesivo y muy plástico en los restantes; películas de arcilla, pocas, delgadas en el primer horizonte, películas de arcilla, frecuentes, delgadas y frecuentes, medianas a medida que se profundiza; inclusiones de hierro, pocas, pequeñas en el antepenúltimo y penúltimo horizon-

### **Soil morphological description**

Soils classified like Typic Paleargids, fine clay, mixed, isohyperthermic were characterized by showing a superficial horizon (Ap) of 17 cm thickness; sandy loam; clear yellowish brown in dry conditions and yellowish brown in humid conditions; sub-angular block, weak, fine; weakly hard, very friable, weakly adhesive and weakly plastic; without reaction to 10% HCl; many roots; many biological activity; clear and flat limit. With an argyle horizon (Bt) 200 cm or more depth horn; loam clay, clay and loam clay to high clay; strong brown in dry and humid conditions in all its horizons; sub-angular block, moderate, medium; hard, friable, adhesive and plastic at first horizon of argyle and hard, friable, very adhesive and very plastic at the rest; clay layers, few, slimness at first horizon, clay layers, frequent, slim and frequent, medium when getting depth; iron inclusions, few, small at the antepenultimate and penultimate argyle horizon and frequent, small at last horizon; without reaction to 10% HCl, in all the sub-horizons; roots, frequent at the first horizons and few last two horizons; biological activity, a lot in first horizon, frequent in the next ones and little at last horizon; step-by-step limit and flat in all the horizons (Larreal, 2005; Larreal, 2006).

The region corresponds to a sub-equatorial continental climate, very dry tropical forest, according to the life region classification by Holdridge (Ewel and Madrid, 1968). The annual mean temperature is 28.9°C. Annual

te del argílico y frecuentes, pequeñas en el último horizonte; sin reacción al HCl 10%, en todos los subhorizontes; raíces, frecuentes en los primeros horizontes y pocas en los dos últimos horizontes; actividad biológica, mucha en el primer horizonte, frecuentes en los siguientes y poco en el último horizonte; límite gradual y plano en todos sus horizontes (Larreal, 2005; Larreal, 2006).

La zona corresponde a un clima subecuatorial continental, bosque muy seco tropical, según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (Ewel y Madrid, 1968). El promedio anual de temperatura es de 28,9°C. La evaporación promedio anual es de 2.539 mm y el promedio anual de precipitación es de 531 mm (Biasino, 2001).

La vegetación natural ha sido intervenida casi en su totalidad, existiendo pequeños sectores con vegetación secundaria donde predominan las especies espinosas, lo que reflejan condiciones de pedoclima seco.

### **Métodos.**

Constó de cuatro fases.

1.- Fase preparatoria:

a. Selección de la zona de estudio con base en la información recabada durante las giras de campo (Alvillar *et al.*, 1985).

b. Ubicación de las transeptas de 1 km de longitud sobre la unidad cartográfica representativa, descrita y reconocida como serie Los Cortijos (Larreal, 2006).

2.- Labores de campo:

a. Replanteo de las transeptas sobre el terreno con el apoyo de los mapas de suelos y equipos topográficos, ubicando en ellas los

mean evaporation is 2.539 mm and the annual mean rainfall is 531 mm (Biasino, 2001).

The natural vegetation has been almost totally changed, having little sectors with secondary vegetation where the thorny species are dominant, which shows dry climate conditions.

### **Methods**

It had four phases:

1.- Preparatory phase:

a. Selection of study region based on the information from field visits (Alvillar *et al.*, 1985).

b. Transverse location of 1 km length on the representative chart unit, described and recognized like "Los Cortijos" series (Larreal, 2006).

2.- Field works:

a. Replacement of transverses on land with support of soil maps and topographic equipment, placing on it the observation points each 100 m distance (Alvillar *et al.*, 1985).

b. Opening of six hollows for sampling and detailed description of six soil profiles until a depth of 2.0 m. An attempt taxonomic classification was done at each soil profile (USDA, 2006; FAO, 2006; González *et al.*, 2008).

3.- Laboratory works:

The equipment and instruments of Engineering, Soils and Waters Department laboratory, Agronomy Faculty, Universidad del Zulia, were used; pH was determined and measured by the potentiometric method (Thomas, 1996), organic carbon by humid combustion (Nelson and Sommers, 1996), available phosphorus by Bray I (ISRIC, 1993), exchangeable sodium and potassium

puntos de observación cada 100 m de distancia (Alvillar *et al.*, 1985).

b. Apertura de seis hoyos para el muestreo y descripción detallada de seis perfiles de suelo hasta una profundidad de 2,0 m. En cada perfil de suelo se realizó una clasificación taxonómica tentativa (USDA, 2006; FAO, 2006; González *et al.*, 2008).

### 3.- Labores de laboratorio:

Se utilizaron los equipos e instrumentos del laboratorio de suelos y aguas del Departamento de Ingeniería de Suelos y Aguas, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Donde se determinó el pH que fue medido por el método potenciométrico (Thomas, 1996), carbono orgánico por combustión húmeda (Nelson and Sommers, 1996), fósforo disponible por Bray I (ISRIC, 1993), sodio y potasio intercambiable por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1M (pH 7,0) (Helmke and Sparks, 1996), calcio y magnesio intercambiable por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1M (pH 7,0) (Heald, 1965), capacidad de intercambio catiónico por saturación con  $\text{NH}_4^+$  (Summer and Miller, 1996), aluminio intercambiable extraído con KCl 1N (Thomas, 1996).

### 4.- Actividades de gabinete:

a. Revisión de seis pedones representativos descritos en campo realizados en el área de estudio, se realizó la clasificación taxonómica definitiva con la información morfológica, física y química (USDA, 2006).

b. Elaboración de la base de datos con la información morfológica recabada, tales como textura al tacto, color en seco, color en húmedo, moteado, estructura, consistencia en seco, consistencia en húmedo, consistencia en mojado, películas de arcilla,

through  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1M (pH 7.0) (Helmke and Sparks, 1996), calcium and exchangeable magnesium through  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1M (pH 7.0) (Heald, 1965), cationic exchange capacity by saturation with  $\text{NH}_4^+$  (Summer and Miller, 1996), exchangeable aluminum extracted with KCl 1N (Thomas, 1996).

### 4.- Desk activities:

a. Revision of six representative pedons described in field and carried out at the study area, the definitive taxonomical classification with the morphological, physical and chemical information (USDA, 2006).

b. Elaboration of data base with morphological information received, such as texture to touch, color in dry and humid conditions, dotted, structure, consistence in dry and humid conditions, consistence in wet, clay layers, inclusions, reaction to 10% HCl, roots, biological activity and limit (USDA, 1993; FAO, 2006; USDA, 2007), of soil profiles selected, with a number of six (6) repetitions of trial pot analysis, applying Microsoft Excel 2007 and Microsoft Word 2007 programs in Windows XP (Larreal, 2009).

c. Definition of morphological characteristics proportions of soil serial based on classic statistics, such as category, frequency percentage, minor and mayor LARGER attribute, by applying the statistical process PROC FREQ (SAS Institute Inc, 2003; Ferrer and Barriga, 2005; Brady and Ray, 2008).

d. Synthesis of basic criteria for morphological definition of soil serial studied (Larreal, 2006). All the group of soil morphological characteristics,

inclusiones, reacción al HCl 10%, raíces, actividad biológica y límite (USDA, 1993; FAO, 2006; USDA, 2007), de los perfiles de suelo seleccionados, con un número de seis (6) repeticiones de análisis de calicata, aplicando los programas Microsoft Excel 2007 y Microsoft Word 2007 en Windows XP (Larreal, 2009).

c. Definición de las proporciones de las características morfológicas de la serie de suelo con base en las estadísticas clásicas, tales como categoría, porcentaje de frecuencia, atributo menor y atributo mayor, aplicando el procedimiento estadístico PROC FREQ (SAS Institute Inc, 2003; Ferrer y Barriga, 2005; Brady and Ray, 2008).

d. Síntesis de los criterios que fueron la base para la definición morfológica de la serie de suelo objeto de la investigación (Larreal, 2006). Todo el grupo de características morfológicas del suelo, fueron analizadas en referencia a la presencia de sus categorías, agrupándolos en la siguiente gamma:

- Número de categoría 0 y 1, muy baja proporción.
- Número de categoría 2, baja proporción.
- Número de categoría 3, moderada proporción.
- Número de categoría 4, alta proporción.
- Número de categoría 5 o mayor, muy alta proporción.

Las proporciones antes expuestas consideraron para la definición de la serie de suelo, lo siguiente:

Las categorías tales como textura, películas de arcilla, estructura, consistencia (seco, húmedo y mojado),

were analyzed in relation to presence of its categories, being grouped as follows gamma:

- Number of category 0 and 1, very low proportion.
- Number of category 2, low proportion.
- Number of category 3, moderate proportion.
- Number of category 4, high proportion.
- Number of category 5 or high, very high proportion.

These proportions considered following criteria for definition of soil serial:

Categories like texture, clay layers, structure, consistence (dry, humid and wet), inclusions, reaction to 10% HCl, roots, biological activity, limit, they had not any deviation, thereby, each was a different category.

The categories like color (dry and humid) and dotted showed deviations in several directions, by only accepting those deviations placed around value and croma, for the same shade, adjacent to the studied value.

The percentages in different categories were:

- Category with 100%, the higher homogeneity

Category shows a higher percentage, defined soil serial. The rest of percentages did not pass more than 30% of deviations occurrence extremely similar.

Categories with a number of 2 or more, and percentages more or less proportional, were analyzed by the different soil presence (soil inclusions), were took off from analysis, staying only one category (100%) or those of high percentage was taken.



inclusiones, reacción al HCl 10%, raíces, actividad biológica, límite, no tuvieron ninguna desviación, por lo tanto cada una, fue una categoría diferente.

Las categorías tales como color (seco y húmedo) y moteado presentaron desviaciones en varias direcciones, aceptando sólo las desviaciones ubicadas alrededor del value y croma, para un mismo matiz, adyacentes al valor estudiado.

Los porcentajes en las diferentes categorías estuvieron dados por:

- Categoría con un 100%, la de mayor homogeneidad.

Categoría que presentaron un mayor porcentaje, definieron a la serie de suelo. Los porcentajes restantes no pasaron del 30% de ocurrencia de las desviaciones extremadamente similares.

Categorías con un número de 2 o más, y porcentajes más o menos proporcionales, fueron analizados por la presencia de suelos diferentes (inclusiones de suelo), que fueron sacados del análisis, quedando una sola categoría (100%) o se tomó la de mayor porcentaje.

## Resultados y discusión

El pedón representativo de la unidad cartográfica A. gc.4.fs (Alvillar *et al.*, 1985; Biasino, 2001), que identificó a la serie de suelo Los Cortijos fue clasificado a nivel de familia como Typic Paleargids, arcillosa fina, caolinítica, isohipertérmica según el sistema de taxonomía de suelos (USDA, 2006; Larreal, 2009).

La caracterización de la unidad de suelos se presenta en el cuadro 1,

## Results and discussion

The representative pedon of cartographic unit A. gc.4.fs (Alvillar *et al.*, 1985; Biasino, 2001), that identified "Los Cortijos" soil series was classified at family level like Typic Paleargids, fine clay, caolinitic, isohyperthermic according soil taxonomy system (USDA, 2006; Larreal, 2009).

Characterization of soil unit is shown in table 1, with classification at family and series level (USDA, 2006) for replications; it is possible to detach the uniformity for both classification levels in all the observations.

### Morphological characteristics for the serial as a whole

The morphological characteristics oscillated from one category for a reaction to HCl 10% was negative (0) in all the observations, until five categories for color in humid with the following Munsell units and its respective proportions: 10YR5/4, 6%; 10YR5/6, 11%; 7.5YR4/6, 47%; 7.5YR5/6, 3% and 7.5YR5/8, 33% (table 2).

For characteristic with very low proportion, there was a unique category, corresponding to the reaction to 10% HCl that was totally negative (0) for observations (100%), confirming the absence of carbonates in soil mass.

Two categories were found in relation to the low proportion characteristics, for those dotted and spots-free characteristics (0) 94% and those with red yellowish spots (5YR5/8) 6%; dry consistence, weakly hard (2) 17% and hard (3) 83%; friable consistence in very humid (1) 14% and

**Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la unidad de suelo por repetición.****Table 1. Taxonomical classification of soil unit by replication.**

Repetición	Familia *	Familia de serie *
1	Typic Paleargids, arcillosa fina	Typic Paleargids, francosa fina
2	Typic Paleargids, arcillosa fina	Typic Paleargids, francosa fina
3	Typic Paleargids, arcillosa fina	Typic Paleargids, francosa fina
4	Typic Paleargids, arcillosa fina	Typic Paleargids, francosa fina
5	Typic Paleargids, arcillosa fina	Typic Paleargids, francosa fina
6	Typic Paleargids, arcillosa fina	Typic Paleargids, francosa fina

Fuente: SAS, Institute Inc., 2003.

(\*)Todos son caolinítica, isohipertérmica (USDA, 2006).

mostrando la clasificación a nivel de familias de suelos y familias de series (USDA, 2006) para las repeticiones correspondientes; destacando la uniformidad para ambos niveles de clasificación en todas las observaciones.

#### **Características Morfológicas para la serie como un todo.**

Las características morfológicas oscilaron desde una sola categoría para la reacción al HCl 10% fue negativa (0) en el 100% de las observaciones, hasta cinco categorías para el color en húmedo con las siguientes unidades Munsell y sus respectivas proporciones: 10YR5/4, 6%; 10YR5/6, 11%; 7,5YR4/6, 47%; 7,5YR5/6, 3% y 7,5YR5/8, 33% (cuadro 2).

Para la característica con muy baja proporción, hubo una única categoría, correspondiente a la reacción al HCl 10% que fue negativa (0) en la totalidad de las observaciones (100%), confirmando la ausencia de carbonatos en la masa del suelo.

En cuanto a las características con baja proporción, se encontraron

friable (2) 86%; and clear and flat (CF) limit 20% and gradual and flat (GF) 80%.

The characteristics with moderate proportion had three categories, corresponding to the sub-angular block structure weak and fine (B1f) 14%, sub-angular block moderate fine (B2f) 17% and sub-angular block moderate medium (B2m) 69%; consistence in wet, weakly adhesive and weakly plastic (1a1) 19%, adhesive and plastic (2a2) 17% and very adhesive and very plastic (3a3) 64%; without clay layers (0) 17%, frequent (F) 72% and few (f) clay layers 11%; frequent (F) roots 42%, many (m) 14% and few (f) 44%; and frequent (f) biological activity 42%, many (m) 22% and few (f) 36%.

The characteristics with high proportion showed four categories, such as: clay soil texture (C) 39%, loam (L) 5%, clay loam (CL) 42% and sandy loam (SL) 14%; pale brown color in dry (10YR6/3) 3%, clear yellowish brown (10YR6/4) 14%,

**Cuadro 2. Proporciones estadísticas de las características morfológicas de la serie Los Cortijos (N= 36), (FAO, 2006).**

**Table 2. Statistical proportions of morphological characteristics of «Los Cortijos» series (N= 36), (FAO, 2006).**

Estadísticos	Textura	Color seco	Color húmedo	Moteado	Estructura	Características morfológicas								
						Consistencia			P	I	HCl 10%	R	AB	L
						Seco	Húmedo	Mojado						
Categorías	A	10YR6/3	10YR5/4	0	B1f	2	1	1a1	0	0	0	f	f	CP
	F	10YR6/4	10YR5/6	5YR5/8	B2f	3	2	2a2	f	f		m	m	GP
	FA	7.5YR5/6	7.5YR4/6		B2m			3a3	p	p		p	p	
	Fa	7.5YR6/6	7.5YR5/6											
			7.5YR5/8											
Frecuencia (%)	39	3	6	94	14	17	14	19	17	33	100	42	42	20
	5	14	11	6	17	83	86	17	72	11	14	14	22	80
	42	80	47		69			64	11	56	44	44	36	
	14	3	3											
			33											
Atributos menor	Fa	10YR6/3	10YR5/4	0	B1f	2	1	1a1	0	0	0	p	p	CP
mayor	A	7.5YR6/6	7.5YR5/8	5YR5/8	B2m	3	2	3a3	f	f		m	m	GP

Fuente: SAS, Institute Inc., 2003.  
 P=Películas; I=Inclusiones; R=Raíces; AB=Actividad biológica; L=Límite

dos categorías, para las características moteados sin manchas (0) 94% y con manchas rojas amarillentas (5YR5/8) 6%; consistencia en seco débilmente dura (2) 17% y dura (3) 83%; consistencia en húmedo muy friable (1) 14% y friable (2) 86%; y límite claro y plano (CP) 20% y gradual y plano (GP) 80%.

Las características con moderada proporción, tuvieron tres categorías, correspondientes a la estructura blocosa subangular débil fina (B1f) 14%, blocosa subangular moderada fina (B2f) 17% y blocosa subangular moderada media (B2m) 69%; consistencia en mojado débilmente adhesivo y débilmente plástico (1a1) 19%, adhesivo y plástico (2a2) 17% y muy adhesivo y muy plástico (3a3) 64%; sin películas de arcilla (0) 17%, películas frecuentes (f) 72% y películas de arcillas pocas (p) 11%; raíces frecuentes (f) 42%, muchas (m) 14% y pocas (p) 44%; y actividad biológica frecuente (f) 42%, mucha (m) 22% y poca (p) 36%.

Las características con alta proporción, presentaron cuatro categorías, tales como: textura de suelo arcilloso (A) 39%, franco (F) 5%, franco arcilloso (FA) 42% y franco arenoso (Fa) 14%; color en seco marrón pálido (10YR6/3) 3%, marrón amarillento claro (10YR6/4) 14%, marrón fuerte (7.5YR5/6) 80% y amarillo rojizo (7.5YR6/6) 3%; e inclusiones, sin inclusiones (0) 33%, inclusiones frecuentes (f) 11%, e inclusiones pocas (p) 56%.

La característica con muy alta proporción, presentó cinco categorías, correspondiendo al color en húmedo marrón amarillento (10YR5/4) 6%, marrón amarillento (10YR5/6) 11%,

strong brown (7.5YR5/6) 80% and reddish yellow (7.5 YR6/6) 3%; and inclusions, without inclusions (0) 33%, frequent inclusions (F) 11%, and few inclusions (f) 56%.

The characteristic with very high proportion, showed five categories, corresponding to yellowish brown color in humid (10YR5/4) 6%, yellowish brown (10YR5/6) 11%, strong brown (7.5YR4/6) 47%, strong brown (7.5YR5/6) 3% and strong brown (7.5YR5/8) 33%.

From the analysis of "Los Cortijos" series as a whole, characteristics with very high proportion were obtained corresponding to the color in humid; the characteristics with high proportion were texture, color in dry and inclusions; in those characteristics with moderate proportion the structure, consistence in wet, clay layers, roots and biological activity were found; this group of characteristics covered 64.30% of occurrence, that showed minor homogeneity, that at the same time expressed the higher proportions showed when morphological characteristics were analyzed as a whole.

In those characteristics with low proportion, the dotted, consistence in dry and humid and the limit between horizons were found. The characteristic with very low proportion corresponded to the reaction to 10% HCl, both showed 35.70% of occurrence and also showed homogeneity of these characteristics.

### **Morphological characteristics by horizon series**

The evaluation of "Los Cortijos" series by horizons is shown in table

marrón fuerte (7,5YR4/6) 47%, marrón fuerte (7,5YR5/6) 3% y marrón fuerte (7,5YR5/8) 33%.

Del análisis de la serie Los Cortijos como un todo, se obtuvieron características con una muy alta proporción que correspondió al color en húmedo; las características con alta proporción fueron la textura, el color en seco y las inclusiones; en las características con moderada proporción se encontraron la estructura, la consistencia en mojado, las películas de arcilla, las raíces y la actividad biológica, este conjunto de características cubrió el 64,30% de ocurrencia, lo que reflejó una menor homogeneidad, que expresó a su vez las mayores proporciones que se presentaron cuando se analizaron las características morfológicas de la serie como un todo.

En las características con baja proporción se encontraron el moteado, la consistencia en seco y en húmedo y el límite entre horizontes. La característica con muy baja proporción correspondió a la reacción al HCl 10%, ambas abarcaron el 35,70% de ocurrencia y mostraron la homogeneidad de dichas características.

### **Características Morfológicas para la serie por horizonte.**

El examen de la serie Los Cortijos por horizontes se muestra en el cuadro 3, en el cual se observan proporciones muy bajas y bajas en sus características morfológicas (Ferrer y Barriga, 2005; Larreal, 2006):

#### **Horizontes Ap:**

Características con muy baja proporción, hubo una sola categoría, entre las cuales se encontraron el moteado sin mancha (0) 100%; consistencia en mojado débilmente adhe-

3, in which very low and low proportions are observed as a part of its morphological characteristics (Ferrer and Barriga, 2005; Larreal, 2006):

#### **Ap Horizon**

In the characteristics with very low proportion, there was only one category, the spots-free dotted (0) 100%; consistence in wet and weakly adhesive and weakly plastic too (1:1) 100%; without clay layers (0) 100%; without inclusions (0) 100%; negative reaction to 10% HCl (0) 100%; many (m) biological activity 100%; and clear and flat (CF) limit 100%.

The characteristics with low proportion, showed two categories, corresponding to loam texture (L) 17% and sandy loam (SL) 83%; pale brown color in dry (10YR6/3) 17% and clear yellowish brown (10YR6/4) 83%; yellowish brown color in humid (10YR5/4) 33% and (10YR5/6) 67%; sub-angular block structure weakly fine (B1f) 83% and sub-angular block moderate medium (B2m) 17%; weakly hard consistence in dry (2) 83% and hard (3) 17%; very friable consistence in humid (1) 83% and friable (2) 17%; and frequent (F) 17% and many roots (m) 83%.

The analysis of morphological characteristics of «Los Cortijos» series in the Ap horizon showed very high homogeneity for all its morphological characteristics.

#### **Bt1 Horizon:**

For the characteristics with very low proportion, there only was one category, yellowish brown color in dry (7.5YR5/6) 100%; strong brown color in humid (7.5YR4/6) 100%; spots-free dotted (0) 100%; sub-angular block

**Cuadro 3. Proporciones estadísticas de las características morfológicas de la serie Los Cortijos por horizonte (N=6), (FAO, 2006).**

**Table 3. Statistical proportions of morphological characteristics of «Los Cortijos» series by horizon (N=6), (FAO, 2006).**

Horizonte Ap														
Estadísticos	Textura	Color seco	Color húmedo	Moteado	Estructura	Características morfológicas								
						Consistencia		P	I	HCl 10%	R	AB	L	
						Seco	Húmedo							Mojado
Categoría	F Fa	10YR6/3 10YR6/4	10YR5/4 10YR5/6	0	B1f B2m	2 3	1 2	1a1	0	0	0	f m	m	CP
Frecuencia (%)	17 83	17 83	33 67	100	83 17	83 17	83 17	100	100	100	100	17 83	100	100
Atributos menor mayor	Fa F	10YR6/3 10YR6/4	10YR5/4 10YR5/6	0	B1f B2m	2 3	1 2	1a1	0	0	0	f m	m	CP
Horizonte Bt1														
Categoría	A F FA	7.5RY5/6	7.5YR4/6	0	B2m	2 3	2	1a1 2a2	f	0	0	f	f	GP
Frecuencia (%)	17 17 67	100	100	100	100	17 83	100 83	17 83	33	100	100	100	100	67 10 33
Atributos menor mayor	F A	7.5YR5/6	7.5YR4/6	0	B2m	2 3	2	1a1 2a2	p	0	0	f	f	GP

Fuente: SAS, Institute Inc., 2003.  
 P=Películas; I=Inclusiones; R=Raíces; AB=Actividad biológica; L=Límite

**Cuadro 3. Proporciones estadísticas de las características morfológicas de la serie Los Cortijos por horizonte (N=6), (FAO, 2006) (Continuación).**

**Table 3. Statistical proportions of morphological characteristics of «Los Cortijos» series by horizon (N=6), (FAO, 2006) (Continuation).**

		Horizonte Bt2													
Estadísticos	Textura	Color seco	Color húmedo	Moteado	Estructura	Características morfológicas					HCl 10%	R	AB	L	
						Consistencia		P	I	HCl					
						Seco	Húmedo								Mojado
Categoría	A	7.5RY5/6 7.5YR6/6	7.5YR4/6 7.5YR5/6	0	B2f	3	2	3a3	f	0	0	0	f	f	GP
Frecuencia (%)	100	83 17	83 17	100	100	100	100	100	100	100	100	100	67 33	83 17	100
Atributos menor mayor	A	7.5YR5/6 7.5YR6/6	7.5YR4/6 7.5YR5/6	0	B2f	3	2	3a3	f	0	0	0	p	p	GP
Horizonte Bt3															
Categoría	A	7.5RY5/6	7.5YR4/6	0	B2m	3	2	3a3	f	p	0	0	fp	fp	GP
Frecuencia (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	67 33	67 33	100
Atributos menor mayor	A	7.5YR5/6	7.5YR4/6	0	B2m	3	2	3a3	f	p	0	0	p	p	GP

Fuente: SAS, Institute Inc., 2003.

P=Películas; I=Inclusiones; R=Raíces; AB=Actividad biológica; L=Límite

**Cuadro 3. Proporciones estadísticas de las características morfológicas de la serie Los Cortijos por horizonte (N=6), (FAO, 2006) (Continuación).**

**Table 3. Statistical proportions of morphological characteristics of «Los Cortijos» series by horizon (N=6), (FAO, 2006) (Continuation).**

Horizonte Bt4																
Estadísticos	Textura	Color seco	Color húmedo	Moteado	Estructura	Consistencia		P	I	HCl 10%	R	L				
						Seco	Húmedo						AB	R	AB	L
Categoría	A FA	7.5RY5/6	7.5YR5/8	0	B2m	3	2	3a3	f	p	0	p	f	GP		
Frecuencia (%)	17 83	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	33	100		
Atributos menor mayor	FA A	7.5YR5/6	7.5YR5/8	0	B2m	3	2	3a3	f	p	0	p	p	f		
Horizonte Bt5																
Categoría	FA	7.5RY5/6	7.5YR5/8	0	B2m	3	2	2a2 3a3	f	f	0	p	p	0		
Frecuencia (%)	100	100	100	67 33	100	100	100	17 83	100	67 33	100	100	100	100		
Atributos menor mayor	FA	7.5YR5/6	7.5YR5/8	0	B2m	3	2	2a2 3a3	f	p	0	p	p	0		

Fuente: SAS, Institute Inc., 2003.  
P=Películas; I=Inclusiones; R=Raíces; AB=Actividad biológica; L=Límite



sivo y débilmente plástico (1:1) 100%; sin películas de arcilla (0) 100%; sin inclusiones (0) 100%; reacción al HCl 10% fue negativa (0) 100%; actividad biológica muchas (m) 100%; y límite claro y plano (CP) 100%.

Las características con baja proporción, presentaron dos categorías, correspondientes a la textura franco (F) 17% y franco arenoso (Fa) 83%; color en seco marrón pálido (10YR6/3) 17% y marrón amarillento claro (10YR6/4) 83%; color en húmedo marrón amarillento (10YR5/4) 33% y (10YR5/6) 67%; estructura blocosa subangular débil fina (B1f) 83% y blocosa subangular moderada media (B2m) 17%; consistencia en seco débilmente dura (2) 83% y dura (3) 17%; consistencia en húmedo muy friable (1) 83% y friable (2) 17%; y raíces frecuentes (f) 17% y muchas (m) 83%.

El análisis de las características morfológicas de la serie Los Cortijos en el horizonte Ap, demostró muy alta homogeneidad en el mismo, para todas sus características morfológicas.

### **Horizonte Bt1:**

Características con muy baja proporción, hubo una categoría, tal como color en seco marrón amarillento (7,5YR5/6) 100%; color en húmedo marrón fuerte (7,5YR4/6) 100%; moteado sin manchas (0) 100%; estructura blocosa subangular moderada media (B2m) 100%; consistencia en húmedo friable (2) 100%; sin inclusiones (0) 100%; reacción al HCl 10% que fue negativa (0) 100%; raíces frecuentes (f) 100%; y límite gradual y plano (GP) 100%.

Características con baja proporción, presentaron dos categorías, consistencia en seco débilmente dura (2)

structure moderate medium (B2m) 100%; friable consistence in humid (2) 100%; without inclusions (0) 100%; negative reaction to 10% HCl (0) 100%; frequent (F) roots 100%; and gradual and flat (GF) limits 100%.

The characteristics with low proportion showed two categories, weakly hard consistence in dry (2) 17% and hard (3) 83%; weakly adhesive and weakly plastic consistence in wet (1a1) 7%, and adhesive and plastic (2a2) 83%; frequent (F) 33% and few (f) clay layers 67%; and frequent (F) 67% and many (m) biological activity 33%.

The characteristic with moderate proportion had three categories, clay texture (A) 17%, loam (L) 17% and loam clay (LC) 67%.

The analysis of morphological characteristics of "Los Cortijos" series in the Bt1 horizon showed very low and low proportionality of 92.90% of occurrence, and a moderate proportion with 7.10%, by giving as a result a great homogeneity in the Bt1 horizon.

### **Bt2 Horizon:**

In relation to the characteristics with very low proportion, there was one category for the clay texture (A) 100%; spots-free dotted (0) 100%; subangular block structure moderate fine (B2f) 100%; hard consistence in dry (3) 100%; friable consistence in humid (2) 100%; consistence in wet very adhesive and plastic (3a3) 100%; frequent (F) clay layers 100%; without inclusions (0) 100%; negative reaction to 10% HCl (0) 100%; and gradual and flat (GF) limit 100%.

The characteristics with low proportion showed two categories,

17% y dura (3) 83%; consistencia en mojado débilmente adhesivo y débilmente plástico (1a1) 7%, y adhesivo y plástico (2a2) 83%; películas de arcilla frecuentes (f) 33% y pocas (p) 67%; y actividad biológica frecuentes (f) 67% y muchas (m) 33%.

Característica con moderada proporción, tuvieron tres categorías, tales como la textura arcillosa (A) 17%, franca (F) 17% y franco arcilloso (FA) 67%.

El análisis de las características morfológicas de la serie Los Cortijos en el horizonte Bt1, demostró una muy baja y baja proporcionalidad que abarcó el 92,90% de ocurrencia, y una moderada proporción con un 7,10%, resultando en una mayor homogeneidad en el horizonte Bt1.

#### **Horizonte Bt2:**

Características con muy baja proporción, hubo una categoría, para la textura arcilloso (A) 100%; moteado sin manchas (0) 100%; estructura blocosa subangular moderada fina (B2f) 100%; consistencia en seco dura (3) 100%; consistencia en húmedo friable (2) 100%; consistencia en mojado muy adhesivo y muy plástico (3a3) 100%; películas de arcilla frecuentes (f) 100%; sin inclusiones (0) 100%; reacción al HCl 10% fue negativa (0) 100%; y límite gradual y plano (GP) 100%.

Características con baja proporción, presentaron dos categorías, tales como color en seco marrón fuerte (7,5YR5/6) 83% y amarillo rojizo (7,5YR6/6) 17%; color en húmedo marrón fuerte (7,5YR4/6) 83% y amarillo rojizo (7,5YR6/6) 17%; raíces frecuentes(f) 67% y pocas (p) 33%; y actividad biológica frecuentes (f) 83% y pocas (p) 17%.

strong brown color in dry, strong brown (7.5YR5/6) 83% and reddish yellow (7.5YR6/6) 17%; strong brown color in humid (7.5YR4/6) 83% and reddish yellow (7.5YR6/6) 17%; frequent (F) 67% and few (f) roots 33%; and frequent (F) 83% and few (f) biological activity 17%.

The analysis of morphological characteristics of «Los Cortijos» series in the Bt2 horizon showed very low and low proportionality of 100% of occurrence, making evident a total homogeneity in the Bt2 horizon.

#### **Bt3 Horizon:**

In those characteristics with very low proportion, there was only one category, clay texture (C) 100%; strong brown color in dry (7.5YR5/6) 100%; strong brown color in humid (7.5YR4/6) 100%; spots-free dotted (0) 100%; sub-angular block structure moderate medium (B2m) 100%; hard consistence in dry (3) 100%; friable consistence in humid (2) 100%; very adhesive and very plastic consistence in wet (3a3) 100%; frequent (F) 100% clay layers; few (f) inclusions, 100%; negative reaction to 10% HCl (0) 100%; and gradual and flat (GF) limit 100%.

The characteristics with low proportion showed two categories, frequent (F) 67% and few (f) roots 33%; and frequent (F) 67% and few (f) biological activity 33%.

The analysis of morphological characteristics of "Los Cortijos" series in the Bt3 horizon showed low and very low proportionality of 100% of occurrence that revealed a total homogeneity in the Bt3 horizon.

#### **Bt4 Horizon:**

In relation to the characteristics

El análisis de las características morfológicas de la serie Los Cortijos en el horizonte Bt2, presentaron una muy baja y baja proporcionalidad que cubrió el 100% de ocurrencia, lo que mostró una total homogeneidad en el horizonte Bt2.

#### **Horizonte Bt3:**

Características con muy baja proporción, hubo una categoría, tales como la textura arcilloso (A) 100%; color en seco marrón fuerte (7,5YR5/6) 100%; color en húmedo marrón fuerte (7,5YR4/6) 100%; moteado sin manchas (0) 100%; estructura blocosa subangular moderada media (B2m) 100%; consistencia en seco dura (3) 100%; consistencia en húmedo friable (2) 100%; consistencia en mojado muy adhesivo y muy plástico (3a3) 100%; películas de arcilla frecuentes (f) 100%; inclusiones pocas (p), 100%; reacción al HCl 10% fue negativa (0) 100%; y límite gradual y plano (GP) 100%.

Características con baja proporción, presentaron dos categorías, tales como raíces frecuentes (f) 67% y pocas (p) 33%; y actividad biológica frecuentes (f) 67% y pocas (p) 33%.

El análisis de las características morfológicas de la serie Los Cortijos en el horizonte Bt3, se reportaron una muy baja y baja proporcionalidad que abarca el 100% de ocurrencia, lo que reveló una completa homogeneidad en el horizonte Bt3.

#### **Horizonte Bt4:**

Características con muy baja proporción, tuvo una categoría, así se encontraron el color en seco marrón fuerte (7,5YR5/6) 100%; color en húmedo marrón fuerte (7,5YR5/8) 100%; moteado sin manchas (0) 100%; es-

with very low proportion, there was one category, strong brown color in dry (7.5YR5/6) 100%; strong brown color in humid (7.5YR5/8) 100%; spots-free dotted (0) 100%; sub-angular block structure moderate medium (B2m) 100%; hard consistence in dry (3) 100%; friable consistence in humid (2) 100%; adhesive and plastic consistence in wet (3:3) 100%; frequent (F) clay layers 100%; few (f) inclusions 100%; negative reaction to the 10% HCl (0) 100%; few (f) roots 100%; and gradual and flat (GF) limit 100%.

The characteristics with low proportion showed two categories, clay (C) texture 17% and loam clay (LC) 83%; frequent (F) 33% and few (f) biological activity 67%.

The analysis of morphological characteristics of "Los Cortijos" series in the Bt4 horizon showed very low and low proportionality of 100% of occurrence, which indicates a total homogeneity in the Bt4 horizon.

#### **Bt5 Horizon:**

The characteristics with very low proportion showed only one category, for the loam clay (LC) texture 100%; strong brown color in dry (7.5YR5/6) 100%; strong brown color in humid (7.5YR5/8) 100%; sub-angular block structure moderate medium (B2m) 100%; hard consistence in dry (3) 100%; friable consistence in humid (2) 100%; frequent (F) clay layers 100%; negative reaction to 10% HCl (0) 100%; few (f) roots 100%; few (f) biological activity 100%; and gradual and flat (GF) limit 100%.

The characteristics with low proportion showed two categories,

estructura blocosa subangular moderada media (B2m) 100%; consistencia en seco dura (3) 100%; consistencia en húmedo friable (2) 100%; consistencia en mojado muy adhesivo y muy plástico (3:3) 100%; películas de arcilla frecuentes (f) 100%; inclusiones pocas (p) 100%; reacción al HCl 10% fue negativa (0) 100%; raíces pocas (p) 100%; y límite gradual y plano (GP) 100%.

Características con baja proporción, presentaron dos categorías, tales como textura arcilloso (A) 17% y franco arcilloso (FA) 83%; y actividad biológica frecuentes (f) 33% y pocas (p) 67%.

El análisis de las características morfológicas de la serie Los Cortijos en el horizonte Bt4, hubo una muy baja y baja proporcionalidad que cubre el 100% de ocurrencia, lo que mostró una total homogeneidad en el horizonte Bt4.

#### **Horizonte Bt5:**

Características con muy baja proporción, hubo una categoría, para la textura franco arcilloso (FA) 100%; color en seco marrón fuerte (7,5YR5/6) 100%; color en húmedo marrón fuerte (7,5YR5/8) 100%; estructura blocosa subangular moderada media (B2m) 100%; consistencia en seco dura (3) 100%; consistencia en húmedo friable (2) 100%; películas de arcilla frecuentes (f) 100%; reacción al HCl 10% fue negativa (0) 100%; raíces pocas (p) 100%; actividad biológica pocas (p) 100%; y límite gradual y plano (GP) 100%.

Características con baja proporción, presentaron dos categorías, tales como moteado sin manchas (0) 67% y rojo amarillento (5YR5/8) 33%;

spots-free dotted (0) 67% and yellowish red (5YR5/8) 33%; adhesive and plastic consistence in wet (2a2) 17% and very adhesive and very plastic (3:3) 83%; frequent (F) 67% and few (f) inclusions 33%.

The analysis of morphological characteristics of "Los Cortijos" series in the Bt5 horizon, very low and low proportionality of 100% of occurrence was obtained, that showed a total homogeneity in the Bt5 horizon.

The global analysis of morphological characteristics of "Los Cortijos" series by horizon showed that Ap horizon got very low proportionality with 50% of occurrence and low proportionality with 50%. In the Bt1 horizon, a very low, low and moderate proportionality of 64.20%, 21.40% and 14.40%, was obtained respectively. Both horizons showed the higher difference about proportions because the horizons were subject of anthropic actions and to the presence of soils inclusions.

The Bt2 horizon showed very low proportionality covering 71.20% of occurrence and very low proportionality of 28.60%; whereas the Bt3, Bt4 and Bt5 horizons showed very low proportionality of 78.60% of occurrence and low proportionality with 21.40%, thereby, a high decrease on proportions difference was observed from the surface to higher depth, being the last three horizons (Bt3, Bt4 and Bt5) those showing minor proportions difference. Therefore, categories with very low proportion (0 and 1, 100%) and the category with low proportion (2), with the higher percentage, these caused a higher homogeneity and also defined

consistencia en mojado adhesivo y plástico (2a2) 17% y muy adhesivo y muy plástico (3:3) 83%; e inclusiones frecuentes (f) 67% y pocas (p) 33%.

El análisis de las características morfológicas de la serie Los Cortijos en el horizonte Bt5, se obtuvo una muy baja y baja proporcionalidad que abarcó el 100% de ocurrencia, lo que mostró una completa homogeneidad en el horizonte Bt5.

El análisis global de las características morfológicas de la serie los Cortijos por horizonte se encontró que el horizonte Ap obtuvo una muy baja proporcionalidad con un 50% de ocurrencia y una baja proporcionalidad con un 50%. En el horizonte Bt1 con una muy baja, baja y moderada proporcionalidad que abarcó el 64,20%, 21,40% y 14,40% respectivamente. Ambos horizontes mostraron la mayor diferenciación de proporciones debido a que fueron horizontes sometidos a la acciones antrópicas y a la presencia de inclusiones de suelos.

El horizonte Bt2 presentó una muy baja proporcionalidad que cubrió el 71,20% de ocurrencia y una baja proporcionalidad de 28,60%; mientras que los horizontes Bt3, Bt4 y Bt5 presentaron una muy baja proporcionalidad que abarcó el 78,60% de ocurrencia y una baja proporcionalidad con un 21,40%, por el cual se observó una disminución de la diferenciación de las proporciones desde la superficie a mayor profundidad, siendo los tres últimos horizontes (Bt3, Bt4 y Bt5) los que mostraron una menor diferenciación de proporciones. Por lo tanto, las categorías con muy baja proporción (0 y 1, 100%) y la categoría con baja proporción (2), con el mayor %, estas ori-

the morphological characteristics of "Los Cortijos" series.

Differences about horizons proportionalities were attributed to the following causes:

a) Own variations of soil series, among them, color in dry and in humid on Ap and Bt2; dotted in Bt5; consistence in wet in Bt5; clay layers in Bt1; inclusions in Bt3, Bt4 and Bt5; roots in Ap, Bt2 and Bt3; biological activity in Bt1, Bt2, Bt3 and Bt4.

b) Presence of soils inclusions closely similar (enclose taxa), were expressed in proportions found in Bt1 and Bt4 texture; consistence in dry in Bt1 and Bt2.

c) Dissimilar soils inclusions (variant) no limiting were observed in characteristics such as textures in Ap and Bt1; structure in Ap; consistence in dry in Ap and Bt1; consistence in humid in Ap and consistence in wet in Bt1.

From morphological characteristics by horizon, such as argyle endopedon presence represented in horizons sequence Bt1, Bt2, Bt3, Bt4 and Bt5; the existence of colors in dry and in humid, brown yellowish (7.5 YR5/6), strong brown (7.5 YR4/6 and 7.5 YR5/8) and yellowish red (7.5 YR5/8); dotted in horizon Bt5 with spots yellowish red (5 YR5/8); and negative reaction to 10% HCl (0) all the profile shows the carbonates absence in soil mass. All this group of characteristics confirm the presence of a high soil pedogenetic development (Noguera, 1989; Larreal, 206), thus, the argyle endopedon (Bt) through the clay increase from Bt1 observed in soil textures and verified with laboratory analysis (Larreal,

ginaron una mayor homogeneidad y fueron las que definieron las características morfológicas de la serie Los Cortijos.

Las diferencias en las proporcionalidades de los distintos horizontes fueron atribuidas a las siguientes causas:

a) Variaciones propias de la serie de suelo entre las cuales se encontraron el color en seco y en húmedo en Ap y Bt2; moteado en Bt5; consistencia en mojado en Bt5; películas de arcilla en Bt1; inclusiones en Bt3, Bt4 y Bt5; raíces en Ap, Bt2 y Bt3; actividad biológica en Bt1 Bt2 Bt3 y Bt4.

b) La presencia de inclusiones de suelos estrechamente similares (taxadjunto), se expresaron en las proporciones encontradas en la textura en Bt1 y Bt4; consistencia en seco en Bt1 y Bt2.

c) Las inclusiones de suelos disimilares (variantes) no limitantes se presentan en características tales como texturas en Ap y Bt1; estructura en Ap; consistencia en seco en Ap y Bt1; consistencia en húmedo en Ap y consistencia en mojado en Bt1.

De las características morfológicas por horizonte, tales como la presencia del endopedon argílico representados en la secuencia de horizontes Bt1, Bt2, Bt3, Bt4 y Bt5; la existencia de los colores en seco y húmedos, marrón amarillento (7,5 YR5/6), marrón fuerte (7,5 YR4/6 y 7,5 YR5/8) y amarillento rojizo (7,5 YR5/8); el moteado en el horizonte Bt5 con manchas rojo amarillento (5 YR5/8); y una reacción al HCl 10% negativa (0) en todo el perfil evidencia la ausencia de carbonatos en la masa del suelo. Todo este conjunto de caracte-

2006) and the existence of clay layers increased from the horizon Bt1 until Bt5, are diagnostics and they confirm the argyle horizon from the morphological point of view in taxonomic classification (USDA, 2006).

## Conclusions

It is conclude that taxonomic unit selected in soil study was classified like Typic Paleargids, fine clay, caollinitic, isohyperthermic.

The differencing of morphological characteristics by serial like a whole expressed the higher proportionality permitted for a serial.

The proportions of morphological characteristics by horizons expressed internal homogeneity each, defining morphologically the soil serial.

Some morphological characteristics influencing on serial proportions, being considered like own proportions of serial or attributed to the inclusions of soils present.

The soil serial analyzed showed in superficial horizons a minor homogeneity in comparison to sub-superficial, having a higher homogeneity because the anthropic influence showed by the first ones.

*End of english version*

---

rísticas confirman la presencia de un alto desarrollo pedogenético en el suelo (Noguera, 1989; Larreal, 206), así, el endopedon argílico (Bt) a través del incremento de arcilla a partir del horizonte Bt1 observadas en las textu-

ras del suelo y verificadas con análisis de laboratorio (Larreal, 2006) y la existencia de películas de arcilla que se incrementan desde el horizonte Bt1 hasta el Bt5, son diagnósticas y confirman morfológicamente el horizonte argílico en la clasificación taxonómica (USDA, 2006).

## Conclusiones

Se concluye que la unidad taxonómica seleccionada en el estudio de suelo fue clasificada como Typic Paleargids, arcillosa fina, caolínica, isohipertérmica.

La diferenciación de las características morfológicas por serie como un todo nos expresan la mayor proporcionalidad permitida para una serie.

Las proporciones de las características morfológicas por horizontes expresaron la homogeneidad interna para cada uno, cuyo conjunto definió morfológicamente a la serie de suelo.

Algunas características morfológicas que influenciaron las proporciones de la serie, siendo consideradas como proporciones propias de la serie o atribuibles a las inclusiones de los suelos presentes.

La serie de suelo analizada por horizonte presentó en los horizontes superficiales una menor homogeneidad en comparación con los subsuperficiales, que tuvieron una mayor homogeneidad debido a la influencia antrópica en los primeros.

## Literatura citada

Alvillar E., L. Labarca y A. Vargas. 1985. Estudio semidetallado de suelos polígono Siderúrgico. División de

información e investigación del ambiente. MARNR. Serie de informe científico. Zona 5/IC/59. Maracaibo. 90 p.

- Biasino, J. 2001. Estudio semidetallado de suelos sector polígono Siderúrgico, subsector oeste del polígono, municipio la cañada de Urdaneta, parroquia Chiquinquira. Empresa regional sistema hidráulico planicie de Maracaibo (PLANIMARA). Maracaibo. Venezuela. 67 p.
- Bockheim, J.G., A.N. Gennadiyev, R.D. Hammer y J.P. Tandarich. 2005. Historical development of key concepts in pedology. *Geoderma* 124:23-36.
- Brady, N. y W. Ray. 2008. The nature and properties of soil. 14 th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River. USA. 935 p.
- Ewel, J. y A. Madrid. 1968. Zonas de vida de Venezuela. MAC., Dirección de Investigación. Caracas-Venezuela.
- FAO. 2006. Guidelines for soil description. Fourth edition. Rome. 98 p.
- Ferrer, R. y J. Barriga. 2005. Variabilidad morfológica físico-química por horizontes de las series propuestas de Maracaibo, suelos: La Estrella, El Jardín y Los Bienes en la altiplanicie de Maracaibo, sector semiárido. Caso: Granja Ana María Campos. Facultad de Agronomía. LUZ. Maracaibo. Venezuela. 130 p.
- García, J. y H. Medina. 2009. Correlación entre curvas de retención de humedad y propiedades de la Habana. Centro Mecanización Agropecuaria (CEMH). Técnicas Agropecuarias 18(2).
- González, J., A. Guerra y H. Gómez. 2008. Conceptos básicos de Geoestadísticas y ciencias de la tierra. *Geo enseñanza* 12-1:81-90.
- Heald, W.R. 1965. Calcium and Magnesium. pp. 999-1010. En: Black C.A., D.D. Evans, White, J.L., L.E. Ensminger y F.E. Clark

- (Eds). Methods of soil analysis. Part 2. American Society of Agronomy. Madison. USA.
- Helmke, P.A. y D.L. Sparks. 1996. Lithium, sodium, potassium, rubidium, and cesium. pp. 551-574. En: Birgham J.M. (Ed.). Methods of soils analysis: Part 3. Chemical Methods. SSSA, Madison, USA.
- International Soil Reference Information Center (ISRIC). 1993. Procedure for soil analysis. Van Reewijk L.P. (Ed.). Technical paper. Wageningen, Holland.
- Larreal, R., M.H. 2005. Definición y establecimiento de la serie San Francisco en la altiplanicie de Maracaibo, sector semiárido. Facultad de Agronomía. LUZ. Maracaibo. Venezuela. 106 p.
- Larreal, R., M.H. 2006. Definición y establecimiento de la serie Los Cortijos en el sector semiárido de la altiplanicie de Maracaibo. Diplomado estudios avanzados. UPM-LUZ. Maracaibo. Venezuela. 104 p.
- Larreal, R., M.H. 2009. Variación física de un suelo de la definición de la serie Los Cortijos, sector semiárido de la altiplanicie de Maracaibo. Facultad de Agronomía, UDO. Maturín, Venezuela, Registro 0961. 27 p.
- Nelson, D.W. y L.E. Sommer. 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. pp. 961-1010. En: Birgham J.M. (Ed.). Methods of soils analysis: Part 3. Chemical Methods. SSSA, Madison, USA.
- Noguera, N. 1989. Principios básicos de agrología. Facultad de Agronomía. LUZ. Maracaibo. 128 p.
- SAS Institute Inc. 2003. Procedures guide. Release 9.1 Edition. Cary, NC. USA.
- Sumner, M.E. y W.P. Miller. 1996. Cation exchange coefficients. pp. 1201-1229. En: Birgham, J.M. (Ed.). Methods of soils analysis: Parts 3. Chemical Methods. SSSA, Madison, USA.
- Thomas, G.W. 1996. Soil acidity. pp. 417-435. En: Birgham J.M. (Ed.). Methods of soils analysis: Part 3. Chemical Methods. SSSA, Madison, USA.
- USDA. 1993. Soil conservation service. Soil Survey Manual. Chapter 10. Washington, D.C. 21 p.
- USDA. 2006. Keys to soil taxonomy. Soil Survey Staff. Natural resources conservation service. Washington, D.C. 333 p.
- USDA. 2007. Munsell soil color charts. Macbeth division of kollmorgan instruments corporation. New York. U.S.A. 25 p.