

Variabilidad de algunas de las propiedades físicas de un suelo para la definición de la serie “Los Cortijos”, sector semiárido de la altiplanicie de Maracaibo, Venezuela

Variability of some soil physical properties for the definition of the “Los Cortijos” series, in the semiarid area of Maracaibo plain, Venezuela

Miguel LARREAL, Iván CHIRINOS, Luis JIMÉNEZ, Verónica POLO✉, Wilhelmus PETERS y Néstor NOGUERA

Departamento de Ingeniería, Suelos y Aguas. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. E-mails: miguellarreal@cantv.net; vropolo@gmail.com; ichirinos3@gmail.com

✉ Autor para correspondencia

Recibido: 03/04/2009

Primera revisión recibida: 04/11/2009

Fin de primer arbitraje: 18/10/2009

Aceptado: 10/12/2009

RESUMEN

Para la definición de la serie Los Cortijos en el sector semiárido de la altiplanicie de Maracaibo, está basada en los estudios agrológicos semidetallados a nivel de familia, existentes para tal fin se seleccionó un pedón único de suelos representativo de la unidad cartográfica que ocupa un área suficientemente grande (≥ 800 ha) y es importante para el uso y manejo del suelo. Los datos de los perfiles de suelos se obtuvieron a partir de una transecta ubicada en la unidad cartográfica seleccionada de un kilómetro de longitud a intervalos de observación de 100 m, con perfiles de seis horizontes cada uno y diez repeticiones. Se conformó una base de datos de los pedones representativos. Se determinó la variabilidad de las propiedades físicas tales como: profundidad, distribución de tamaño de partículas, humedad a saturación, densidad aparente y a través de procedimientos estadísticos considerando parámetros como: límite de variación, rango de variación, media, error estándar, desviación estándar y coeficiente de variación. Las propiedades físicas evaluadas que definen a la serie de suelo, confirma la presencia de un horizonte argílico bien desarrollado. Las propiedades físicas tienen mayor variabilidad cuando se analizan por serie como un todo y menor variabilidad cuando se considera la serie por horizontes y por esta razón se concluye que la variabilidad es menor en las propiedades físicas del suelo cuando se analizan por horizonte lo que determina la homogeneidad del suelo y esto a su vez define a la serie de suelo.

Palabras clave: Serie de suelo, coeficiente de variación, variabilidad, homogeneidad.

ABSTRACT

The definition of Los Cortijos soil series in the semiarid sector of the Maracaibo plain is based on existing semi-detailed soil surveys at family level where a unique pedón was selected to represent the cartographic unit that covers an area sufficiently extensive and important for soil use and management. The soil profile data for this paper were obtained from a transect of 1 km. within the selected cartographic unit with observation points at 100 m. distances. Each soil profile consisted of six horizons with ten repetitions. A database was set up with the data obtained from the analyzed soils particularize distribution, bulk density, humidity at saturation paint, horizon depth. The variability of physical properties was determined using statistical procedures with parameters like variability limit, variability range, average standard error, standard deviation and variability coefficient. Of the physical properties that define the soil series the presence of a well developed argillic horizon is confirmed. Physical properties present major variability if the series is analyzed as a whole and less if considered per horizon and thus the lower variability of physical properties if analyzed per horizon determines the homogeneity of the soil and this in its turn defines the soil series

Key words: Soil series, variability coefficient, variability, homogeneity.

INTRODUCCIÓN

El suelo constituye un cuerpo natural continuo y multivariado que presenta cambios en diferentes niveles y diferentes direcciones, por lo cual

resulta difícil caracterizarlo a base de entidades discretas (Bockheim *et al.*, 2005). Las series de los suelos como la entidad de mapeo de mayor detalle para los estudios de suelos definida fundamentalmente en función del tipo y arreglo de

horizontes, constituye a su vez la mejor aproximación al individuo suelo para su estudio y clasificación. Su concepto ha evolucionado desde lo meramente observacional y descriptivo a las clasificaciones basadas en análisis cuantitativos y estadísticos (USDA, 2006).

La altiplanicie de Maracaibo es una extensa superficie cercana a las 500.000 hectáreas con un gran potencial y con muchos problemas desde el punto de vista edáfico. De ella se tiene información de suelos con diferentes grados de detalles y con la presencia de proyectos principalmente agropecuarios, lo cual ha motivado la realización de estudios de suelos detallados y semidetallados que suplen la información básica de suelos, importantes en una actividad intensiva y muy intensiva de producción pero esta carece de la información taxonómica a nivel de serie, a este nivel se considera una informa muy valiosa para su uso y manejo racional del suelo desde el punto de vista físico, químico, agronómico, riego, fertilidad, por lo cual la presente investigación tuvo como propósito determinar la variabilidad de las propiedades físicas en la definición de la serie Los Cortijos (Larreal, 2006).

MATERIALES Y MÉTODOS

Características del área de estudio

El estudio se realizó en el asentamiento campesino Los Bienes, sector Los Cortijos, ubicada en el municipio San Francisco en el estado Zulia. La localización geográfica del pedón típico se encuentra en las coordenadas 10°25'44''N y 71°41'58''E, ocupa una superficie de 1083,60 ha, con una elevación alrededor de los 35 m.s.n.m. La geomorfología y material parental se encuentran enmarcados 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 glaciares coluviales del Pleistoceno inferior, con topografía plana, formados de materiales del Plioceno retomados de la formación El Milagro (Alvillar *et al.*, 1985).

Descripción morfológica del suelo

Los suelos se caracterizan por presentar un horizonte superficial (Ap) de 17 cm de espesor; de textura franco arenosa; color marrón amarillento claro en seco y marrón amarillento en húmedo; estructura

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) a 200 cm o más de profundidad; franco arcilloso, arcilloso y franco arcilloso a mayor profundidad; marrón fuerte en seco y húmedo en todos sus horizontes; blocosa subangular, moderada, media; duro friable, adhesivo y plástico en el primer horizonte del argílico y duro, friable, muy adhesivo y muy plástico en los restantes; películas de arcilla, pocas, delgadas en el primer subhorizonte, películas de arcilla, frecuentes, delgadas y frecuentes, medianas a medida que se profundiza; inclusiones de hierro, pocas, pequeñas en el antepenúltimo y penúltimo subhorizonte del argílico y frecuentes, pequeñas en el último subhorizonte; 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 (Jiménez *et al.*, 1994; Larreal, 2005).

La zona corresponde a un clima subecuatorial continental, bosque muy seco tropical, según la clasificación de zonas de vida de Holdridge. 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.

Metodología

Etapa preparatoria

- Mapas e informes técnicos de suelos detallados y semidetallados, a escala 1:25.000, realizados en el sector bajo estudio (Alvillar *et al.*, 1985; Gómez, 1990).
- Herramientas e instrumentos en la realización de estudios agrológicos y levantamientos topográficos.
- Equipos de micro computación y programas para el aprovechamiento estadístico de la información y redacción de la investigación.

- d. Selección de la zona de estudio tomando como base la información recabada en los levantamientos de suelos del área (Jiménez *et al.*, 1994).
- e. Ubicación de transecta de 1 km de longitud sobre la unidad cartográfica representativa para la definición de serie de suelo en término de extensión, uso agrícola y tipos de prácticas de manejo de suelo (Alvillar *et al.*, 1985; U.S.D.A., 1993).

Etapa de campo

- a. Replanteo de la transecta sobre el terreno con el apoyo de los mapas de suelos y equipos topográficos, ubicando en ella los puntos de observación cada 100 m de distancia (Alvillar *et al.*, 1985).
- b. Apertura de hoyos (calicata) para el muestreo y descripción detallada de perfiles de suelo hasta una profundidad de 2,0 m. En cada perfil de suelo se determinaron seis horizontes y diez repeticiones (perfiles), y se realizó una clasificación taxonómica tentativa (Protz *et al.*, 1968; USDA, 2006).

Etapa de laboratorio

Los análisis de suelos fueron realizados en el laboratorio de suelos y aguas de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, así se determinó la distribución del tamaño de partículas por el método de pipeta para calicata y pipeta por bouyouco con separación de arenas para rutina reforzada (Forsythe, 1975; Pla, 1983; Triana *et al.*, 2003) y densidad aparente a través del método de Uhland (Forsythe, 1975; Pla, 1983). La saturación de humedad por el método de gravimetría con sequedad al horno (Van Reeu wijk, 2002).

Análisis e interpretación de resultados

- a. Revisión de pedones representativos descritos en campo y los seleccionados de los estudios de suelos y demás trabajos de investigaciones realizados en el área de estudio. Con base en esta revisión se realizó la clasificación taxonómica definitiva (Ovalles, 1985; Noguera, 1989; Larreal, 2005).

- b. Elaboración de la base de datos con la información recabada de los perfiles de suelo seleccionados de los estudios previos junto con los descritos y muestreados durante la fase de campo de esta investigación, con un número de 10 repeticiones de análisis de calicata, aplicando los programas de Microsoft Excel 2003, (Larreal *et al.*, 2007; Materano *et al.*, 2006).
- c. Definición de la variabilidad de las propiedades físicas de la serie de suelo con base en los parámetros estadísticos clásicos utilizando el Programa Statistical Analysis: SAS (SAS Institute Inc, 2003) aplicados a las variables tales como: Espesor (Esp), arena muy gruesa (amg), arena gruesa (ag), arena media (am), arena fina (af), arena muy fina (amf), arena total (a), limo (L), arcilla (A), Húmedad a saturación (Hum) y densidad aparente (Da) (Chacón, 1994; Ferrer y Barriga, 2005).
- d. Síntesis de los criterios que serán la base para la definición de la serie de suelo objeto de la investigación. El análisis de los resultados se realizó en base a la presencia de valores extremos de coeficiente de variación donde se describieron los diferentes parámetros estadísticos. Pero todo el grupo de propiedades físicas de suelos fué analizado en referencia al coeficiente de variación agrupándolos en el siguiente orden citado por Larreal (2005) y Larreal (2006):

CV	Rango (5)	Variabilidad
Muy bajo	0 a 15%	Muy baja
Bajo	15-30	Baja
Mediano	30-45	Mediana
Alto	45-60	Alta
Muy alto	> 60	Muy alta

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Unidad cartográfica

La unidad de suelo se clasificó según la taxonomía de suelo (USDA, 2006) a nivel de familia, como Typic Paleargids, arenosa fina, caolinítica, isohipérmico.

Unidad de suelo

La unidad de suelo muestra la clasificación a nivel de familia y familia de serie (USDA, 2006),

para todas sus repeticiones, clasificaron como Typic Paleargids, francosa fina, caolínica, isohipérmico

Rango de las propiedades

A continuación se discute la variabilidad de las propiedades físicas por serie como un todo y por horizonte:

Propiedades físicas por serie

La serie Los Cortijos al ser analizada como un todo, según el cuadro 1, se presentan variaciones extremas tales como coeficiente de variación de 6,09%, como es la densidad aparente (Da) con límite de variación de 1,43 a 1,76 Mg·m⁻³, rango de variación de 0,33 Mg·m⁻³, media ± desviación estándar de 1,64 ± 0,10 Mg·m⁻³ y error estándar de 0,10 Mg·m⁻³, hasta un coeficiente de variación de 60,34% de la arena muy gruesa (amg) con límite de variación de 0,31 a 6,50%, rango de variación de 6,19%, media ± desviación estándar de 1,55 ± 0,94% y error estándar de 0,12%.

La propiedad con coeficiente de variación muy bajo de 6,09%, corresponde a la densidad aparente (Da) con límite de variación de 1,43 a 1,76 Mg·m⁻³, rango de variación de 0,33 Mg·m⁻³, media ± desviación estándar de 1,64 ± 0,10 Mg·m⁻³, y error estándar de 0,10 Mg·m⁻³.

Los coeficientes de variación bajos varían de 15,70 a 34,64%, tales como limo (L) con límite de variación de 22,78 a 52,80%, rango de variación de 29,72%, media ± desviación estándar de 30,94 ± 4,86% y error estándar de 0,63%; arena muy fina (amf) con límite de variación de 4,83 a 17,49%,

media ± desviación estándar de 9,06 ± 2,64% y error estándar de 0,34%; arcilla (Arc) con límite de variación de 6,70 a 48,50%, rango de variación de 41,80%, media ± desviación estándar de 32,65 ± 11,32%, error estándar de 1,46%; y humedad a saturación (Hum) con límite de variación de 12,51 a 48,23%, rango de variación de 35,72%, media ± desviación estándar de 33,07 ± 8,79% y error estándar de 1,14%.

Los coeficientes de mediana variabilidad oscilan entre 30,94 a 39,54%, entre los cuales tenemos la arena gruesa (ag) con límite de variación de 2,14 a 9,07%, rango de variación de 6,93%, media ± desviación estándar de 4,12 ± 1,45% y error estándar de 0,19%; arena mediana (am) con límite de variación de 4,30 a 18,07%, rango de variación de 13,77, media ± desviación estándar de 7,99 ± 3,06 y error estándar de 0,39%; arena fina (af) con límite de variación de 4,64 a 30,98%, rango de variación de 26,34%, media ± desviación estándar de 13,79 ± 5,45% y error estándar de 0,70%; y arena (a) con límite de variación de 20,00 a 70,00%, rango de variación de 50,00%, media ± desviación estándar de 36,54 ± 11,31% y error estándar de 1,46%.

El coeficiente de variación alto de 45,99%, corresponde al espesor (Esp) con límite de variación de 10,00 a 70,00 cm, rango de variación de 60,00 cm, media ± desviación estándar de 33,33 ± 15,33 cm y error estándar de 1,92 cm.

El coeficiente de variación muy alto de 60,34%, pertenece a la arena muy gruesa (amg) con límite de variación de 0,31 a 6,50%, rango de variación de 6,19%, media ± desviación estándar de 1,55 ± 0,94% y error estándar de 0,12%.

Cuadro 1. Parámetros de variables de las propiedades físicas de la serie Los Cortijos como un todo (N = 60) sector semiárido de la altiplanicie de Maracaibo, Venezuela.

Parámetros Estadísticos	Esp † (cm)	amg (%)	ag (%)	am (%)	af (%)	amf (%)	a (%)	L (%)	A (%)	Hum (%)	Da (Mg·m ³)
Límite mínimo	10,00	0,31	2,14	4,30	4,64	4,83	20,00	22,78	6,70	12,51	1,43
Límite máximo	70,00	6,50	9,07	18,07	30,98	17,49	70,00	52,50	48,50	48,23	1,76
Rango	60,00	6,19	6,93	13,77	26,34	12,66	50,00	29,72	41,80	35,72	0,33
Media	33,33	1,55	4,12	7,99	13,79	9,06	36,54	30,94	32,65	33,07	1,64
Error Estándar	1,92	0,12	0,19	0,39	0,70	0,34	1,46	0,63	1,46	1,14	0,10
Des Est ‡	15,33	0,94	1,45	3,06	5,45	2,64	11,31	4,86	11,32	8,79	0,10
CV (%)	45,99	60,34	35,29	38,25	39,54	29,18	30,94	15,70	34,67	26,60	6,09

† Esp: Espesor; amg: arena muy gruesa; ag: arena gruesa; am: arena media; af: arena fina; amf: arena muy fina, a: arena total; L: limo; A: arcilla; Hum: Húmedad a saturación y Da: densidad aparente

‡ Des Est : Desviación estándar y CV : Coeficiente de variación

La serie Los Cortijos al ser analizada como un todo presenta en su mayoría variabilidades bajas y mediana en sus propiedades físicas. Las variabilidades bajas están representadas por la arena muy fina (amf), limo (L), arcilla (Arc) y humedad a saturación (Hum), mientras que las variabilidades medianas están dadas por la arena gruesa (ag), arena media (am), arena fina (af) y arena (a). Existen variables con valores puntuales y/o extremos como son la densidad aparente (Da) con una variabilidad muy baja; espesor (Esp) y arena muy gruesa (amg) con variabilidades altas y muy altas respectivamente. Por lo tanto del estudio de las propiedades físicas de la serie Los Cortijos como un todo, muestra una moderada, alta y muy alta variabilidad que cubre un 63,60 % de ocurrencia, y una muy baja y baja variabilidad con un 36,40 %. Dichas moderadas altas y muy alta variabilidad, representa la mayor variabilidad de la serie en su forma global, (Larreal, 2006).

Propiedades físicas por horizonte

Al ser analizadas las propiedades físicas de la serie Los Cortijos por horizonte se obtuvieron los siguientes resultados:

Horizonte Ap

Las propiedades físicas con valores extremos están dadas por la densidad aparente (Da) con coeficiente de variación de 1,76%, límite de variación de 1,43 a 1,51 Mg·m⁻³, rango de variación de 0,08 Mg·m⁻³, media ± desviación estándar de 1,48 ± 0,03 Mg·m⁻³ y error estándar de 0,01 Mg·m⁻³, hasta la arena muy gruesa (amg) con un coeficiente de variación de 35,73%, límite de variación de 0,84 a

2,80%, rango de variación de 1,96%, media ± desviación estándar de 1,67 ± 0,50% y error estándar de 0,19% (cuadro 2).

Los coeficientes de variaciones muy bajos oscilan entre 1,76 a 13,2%, tales como arena muy fina (amf) con límite de variación de 11,17 a 17,49%, rango de variación de 6,32%, media ± desviación estándar de 13,30 ± 1,84% y error estándar de 0,58%; arena total (a) con límite de variación de 50,00 a 70,00%, rango de variación de 20,00%, media ± desviación estándar de 57,69 ± 6,32% y error estándar de 2,00%; humedad de saturación (Hum) con límite de variación de 12,51 a 21,31%, rango de variación de 8,80%, media ± desviación estándar de 17,73 ± 2,33% y error estándar de 0,74%; y densidad aparente (Da) con límite de variación de 1,43 a 1,51 Mg·m⁻³, rango de variación de 0,08 Mg·m⁻³, media ± desviación estándar de 1,48 ± 0,03 Mg·m⁻³.

Los coeficientes de variaciones bajos varían de 16,76 a 27,31%, las propiedades que están dentro de este rango son: el espesor (Esp) con límite de variación de 10,00 a 20,00 cm, rango de variación de 10,00 cm, media ± desviación estándar de 15,80 ± 2,97 cm y error estándar de 0,94 cm; arena gruesa (ag) con límite de variación de 4,49 a 9,07%, rango de variación de 4,58%, media ± desviación estándar de 6,37 ± 1,25% y error estándar de 0,40%; arena media (am) con límite de variación de 9,60 a 18,07%, rango de variación de 8,47%, media ± desviación estándar de 13,15 ± 2,63% y error estándar de 0,83%; arena fina (af) con límite de variación de 15,90 a 30,98%, rango de variación de 15,08%, media ± desviación estándar de 22,70 ± 5,31% y error estándar de 1,68%; limo (L) con límite de variación de 25,50 a 43,30%, rango de variación de 17,80%, media ± desviación

Cuadro 2. Parámetros de variables físicas de la serie Los Cortijos en el horizonte Ap (N = 6) sector semiárido de la altiplanicie de Maracaibo, Venezuela.

Parámetros Estadísticos	Esp † (cm)	amg (%)	ag (%)	am (%)	af (%)	amf (%)	a (%)	L (%)	A (%)	Hum (%)	Da (Mg·m ⁻³)
Límite mínimo	10,00	0,84	4,49	9,60	15,90	11,17	50,00	25,50	6,70	12,51	1,43
Límite máximo	20,00	2,80	9,07	18,07	30,98	17,49	70,00	43,30	15,00	21,31	1,51
Rango	10,00	1,96	4,58	8,47	15,08	6,32	20,00	17,80	8,30	8,80	0,08
Media	15,80	1,67	6,37	13,15	22,70	13,30	57,69	31,97	10,65	17,73	1,48
Error Estándar	0,94	0,19	0,40	0,83	1,68	0,58	2,00	1,69	0,92	0,74	0,01
Des Est ‡	2,97	0,50	1,25	2,63	5,31	1,84	6,32	5,36	2,92	2,33	0,03
CV (%)	18,82	35,73	19,64	20,00	23,40	13,32	10,96	16,76	27,31	13,13	1,76

† Esp: Espesor; amg: arena muy gruesa; ag: arena gruesa; am: arena media; af: arena fina; amf: arena muy fina, a: arena total; L: limo; A: arcilla; Hum: Humedad a saturación y Da: densidad aparente

‡ Des Est : Desviación estándar y CV : Coeficiente de variación

estándar de $31,97 \pm 5,36\%$ y error estándar de $1,69\%$; y arcilla (Arc) con límite de variación de $6,70$ a $15,00\%$, rango de variación de $8,30\%$, media \pm desviación estándar de $10,65 \pm 2,91\%$ y error estándar de $0,92\%$.

El coeficiente de variación mediano de $35,73\%$, corresponde a la arena muy gruesa (amg) con límite de variación de $0,84$ a $2,80\%$, rango de variación de $1,96\%$, media \pm desviación estándar de $1,67 \pm 0,50\%$ y error estándar de $0,19\%$.

En el análisis de este horizonte no se presentan los niveles de los coeficientes de variación altos y muy altos para ninguna de las variables evaluadas por lo tanto no están presentes en el análisis de este horizonte.

Horizonte Bt1

Las propiedades físicas con valores extremos que oscilan entre la densidad aparente (Da) con coeficiente de variación de $1,75\%$, límite de variación de $1,52$ a $1,60 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, rango de variación de $0,08 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, media \pm desviación estándar de $1,55 \pm 0,03 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ y error estándar de $0,01 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, hasta la arena muy gruesa (amg) con coeficiente de variación de $56,53\%$, límite de variación de $0,40$ a $2,80\%$, rango de variación de $2,40\%$, media \pm desviación estándar de $1,33 \pm 0,75\%$ y error estándar de $0,24\%$ (cuadro 3).

Los coeficientes de variaciones muy bajos van de $1,75$ a $14,05\%$, las propiedades que están dentro de este rango son: el espesor (Esp) con límite de variación de $15,00$ a $22,00 \text{ cm}$, rango de variación de $7,00 \text{ cm}$, media \pm desviación estándar de $17,90 \pm$

$2,51 \text{ cm}$ y error estándar de $0,80 \text{ cm}$; arcilla (Arc) con límite de variación de $27,40$ a $39,70\%$, rango de variación de $12,30\%$, media \pm desviación estándar de $30,90 \pm 3,72\%$ y error estándar de $1,18\%$; humedad a saturación (Hum) con límite variación de $22,52$ a $35,30\%$, rango de variación de $12,78\%$, media \pm desviación estándar de $30,75 \pm 3,89\%$ y error estándar de $1,23\%$; y densidad aparente con límite de variación de $1,52$ a $1,60 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, rango de variación de $0,08 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, media \pm desviación estándar de $1,55 \pm 0,03 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ y error estándar de $0,01 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Los coeficientes de variaciones bajos oscilan de $16,98$ a $26,69\%$, tales como la arena gruesa (ag) con límite de variación de $2,14$ a $5,10\%$, rango de variación de $2,96\%$, media \pm desviación estándar de $3,88 \pm 0,81\%$ y error estándar de $0,25\%$; arena media (am) con límite de variación de $5,05$ a $12,95\%$, rango de variación de $7,90\%$, media \pm desviación estándar de $8,12 \pm 2,17\%$ y error estándar de $0,69\%$; arena fina (af) con límite de variación de $7,28$ a $16,30\%$, rango de variación de $9,02\%$, media \pm desviación estándar de $13,63 \pm 2,90\%$ y error estándar de $0,92\%$; arena muy fina (amf) con límite de variación de $5,02$ a $10,00\%$, rango de variación de $4,98\%$, media \pm desviación estándar de $8,39 \pm 1,42\%$ y error estándar de $0,45\%$; arena total (a) con límite de variación de $20,00$ a $44,00\%$, rango de variación de $24,00\%$, media \pm desviación estándar de $35,35 \pm 6,52\%$ y error estándar de $2,06\%$; y limo (L) con límite de variación de $27,00$ a $52,50\%$, rango de variación de $25,50\%$, media \pm desviación estándar de $33,75 \pm 7,21\%$ y error estándar de $2,28\%$.

El coeficiente de variación alto de $56,56\%$, corresponde a la arena muy gruesa (amg) con límite de variación de $0,40$ a $2,80\%$, rango de variación de

Cuadro 3. Parámetros de variables físicas de la serie Los Cortijos en el horizonte Bt1 (N = 6) sector semiárido de la altiplanicie de Maracaibo, Venezuela.

Parámetros Estadísticos	Esp † (cm)	amg (%)	ag (%)	am (%)	af (%)	amf (%)	a (%)	L (%)	A (%)	Hum (%)	Da ($\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$)
Límite mínimo	15,00	0,40	2,14	5,05	7,28	5,02	20,00	27,00	27,40	22,52	1,52
Límite máximo	22,00	2,80	5,10	12,95	16,30	10,00	44,00	52,50	39,70	35,30	1,60
Rango	7,00	2,40	2,96	7,90	9,02	4,98	24,00	25,50	12,30	12,78	0,08
Media	17,90	1,33	3,88	8,12	13,63	8,39	35,35	33,75	30,90	30,75	1,55
Error Estándar	0,80	0,24	0,25	0,69	0,92	0,45	2,06	2,28	1,18	1,23	0,01
Des Est ‡	2,51	0,75	0,81	2,17	2,90	1,42	6,52	7,21	3,72	3,89	0,03
CV (%)	14,05	56,53	20,77	26,69	21,27	16,98	18,45	21,37	12,05	12,65	1,75

† Esp: Espesor; amg: arena muy gruesa; ag: arena gruesa; am: arena media; af: arena fina; amf: arena muy fina; a: arena total; L: limo; A: arcilla; Hum: Humedad a saturación y Da: densidad aparente

‡ Des Est : Desviación estándar y CV : Coeficiente de variación

2,40, media \pm desviación estándar de $1,33 \pm 0,75\%$ y error estándar de $0,24\%$.

En el análisis de este horizonte no se presentan los niveles de los coeficientes de variación medianos y altos, para ninguna de las variables evaluadas por lo tanto no están presentes en el análisis de este horizonte.

Horizonte Bt2

Las propiedades físicas presentan un alto grado de variabilidad que va desde la densidad aparente (Da) con un coeficiente de variación de $2,61\%$, límite de variación $1,55$ a $1,69 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, rango de variación de $0,14 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, media \pm desviación estándar de $1,65 \pm 0,04 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ y error estándar de $0,01 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, hasta arena muy gruesa (amg) con coeficiente de variación de $47,78\%$, límite de variación de $0,51$ a $2,40\%$, media \pm desviación estándar de $1,38 \pm 0,66\%$ y error estándar de $0,21\%$ (cuadro 4)

Los coeficientes de variaciones muy bajos oscilan entre $2,61$ a $13,85\%$, tales como arena media (am) con límite de variación de $4,70$ a $7,87\%$, rango de variación de $3,17\%$, media \pm desviación estándar de $6,61 \pm 0,92\%$ y error estándar de $0,29\%$; arena fina (af) con límite de variación de $8,00$ a $13,91\%$, rango de variación de $5,91\%$, media \pm desviación estándar de $11,94 \pm 1,59\%$ y error estándar de $0,50\%$; arena muy fina (amf) con límite de variación de $6,90$ a $9,33\%$, rango de variación de $2,43\%$, media \pm desviación estándar de $8,01 \pm 0,79\%$ y error estándar de $0,25\%$; arena total (a) con límite de variación de $23,80$ a $35,50\%$, rango de variación de $11,70\%$, media \pm desviación estándar de $31,43 \pm 3,20\%$ y error

estándar de $1,01\%$; limo (L) con límite de variación de $24,50$ a $29,60\%$, rango de variación de $5,10\%$, media \pm desviación estándar de $27,16 \pm 1,79\%$ y error estándar de $0,57\%$; arcilla (Arc) con límite de variación de $40,00$ a $46,60\%$, rango de variación de $6,60\%$, media \pm desviación estándar de $41,42 \pm 2,03\%$ y error estándar de $0,64\%$; humedad a saturación (Hum) con límite variación de $30,90$ a $43,72\%$, rango de variación de $12,82\%$, media \pm desviación estándar de $38,35 \pm 4,50\%$ y error estándar de $1,42\%$; y densidad aparente (Da) con límite de variación de $1,55$ a $1,69 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, rango de variación de $0,14 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, media \pm desviación estándar de $1,65 \pm 0,04 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ y error estándar de $0,01 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Los coeficientes de variaciones bajos van de $17,94$ a $20,39\%$, las propiedades que están dentro de este rango son: el espesor (Esp) con límite de variación de $20,00$ a $38,00$ cm, rango de variación de $18,00$ cm, media \pm desviación estándar de $29,90 \pm 5,36$ cm y error estándar de $1,70$ cm; y arena gruesa (ag) límite de variación de $2,50$ a $4,67\%$, rango de variación de $2,17\%$, media \pm desviación estándar de $3,49 \pm 0,71\%$ y error estándar de $0,23\%$.

El coeficiente de variación alto de $47,78\%$, corresponde a la arena muy gruesa (amg) con límite de variación de $0,51$ a $2,40\%$, rango de variación de $1,89\%$, media \pm desviación estándar de $1,38 \pm 0,66\%$ y error estándar de $0,21\%$.

En el análisis de este horizonte no se presentan los niveles de los coeficientes de variaciones medianos y altos para ninguna de las variables evaluadas por lo tanto no están presentes en el análisis de este horizonte.

Cuadro 4. Parámetros de variables físicas de la serie Los Cortijos en el horizonte Bt2 (N = 6) sector semiárido de la altiplanicie de Maracaibo, Venezuela.

Parámetros Estadísticos	Esp † (cm)	amg (%)	ag (%)	am (%)	af (%)	amf (%)	a (%)	L (%)	A (%)	Hum (%)	Da ($\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$)
Límite mínimo	20,00	0,51	2,50	4,70	8,00	6,90	23,80	24,50	40,00	30,90	1,55
Límite máximo	38,00	2,40	4,67	7,87	13,91	9,33	35,50	29,60	46,60	43,72	1,69
Rango	18,00	1,89	2,17	3,17	5,91	2,43	11,70	5,10	6,60	12,82	0,14
Media	29,90	1,38	3,49	6,61	11,94	8,01	31,43	27,16	41,42	38,35	1,65
Error Estándar	1,70	0,21	0,23	0,29	0,50	0,25	1,01	0,57	0,64	1,42	0,01
Des Est ‡	5,36	0,66	0,71	0,92	1,59	0,79	3,20	1,79	2,03	4,50	0,04
CV (%)	17,94	47,78	20,39	13,85	13,29	9,91	10,17	6,59	4,89	11,74	2,61

† Esp: Espesor; amg: arena muy gruesa; ag: arena gruesa; am: arena media; af: arena fina; amf: arena muy fina, a: arena total; L: limo; A: arcilla; Hum: Humedad a saturación y Da: densidad aparente

‡ Des Est : Desviación estándar y CV : Coeficiente de variación

Horizonte Bt3

Las propiedades físicas que tienen valores extremos de coeficiente de variación, se encuentra la densidad aparente (Da) con coeficiente de variación de 2,48%, límite de variación de 1,58 a 1,73 Mg·m⁻³, rango de variación de 0,15 Mg·m⁻³, media ± desviación estándar de 1,69 ± 0,04 Mg·m⁻³ y error estándar de 0,01Mg· m⁻³, hasta la arena muy gruesa (amg) con un coeficiente de variación de 49,75%, límite de variación de 0,31 a 2,00%, rango de variación de 1,69%, media ± desviación estándar de 1,25 ± 0,62% y error estándar de 0,20% (cuadro 5).

Los coeficientes de variaciones muy bajos varían entre 2,48 a 13,37%, las propiedades que están dentro de este rango son: el espesor (Esp) con límite de variación de 40,00 a 60,00 cm, rango de variación de 20,00 cm, media ± desviación estándar de 45,10 ± 6,03 cm y error estándar de 1,91 cm; arena gruesa (ag) con límite de variación de 2,20 a 3,36%, rango de variación de 1,16%, media ± desviación estándar de 2,83 ± 0,37% y error estándar de 0,12%; arena muy fina (amf) con límite de variación de 6,80 a 10,13%, rango de variación de 3,33%, media ± desviación estándar de 7,61 ± 1,01% y error estándar de 0,32%; arena total (a) con límite de variación de 25,12 a 32,50%, rango de variación de 7,38%, media ± desviación estándar de 28,69 ± 2,90% y error estándar de 0,92%; limo (L) con límite de variación de 22,78 a 32,99%, rango de variación de 10,21%, media ± desviación estándar de 28,75 ± 3,07% y error estándar de 0,97%; arcilla (Arc) con límite de variación de 40,00 a 48,50%, rango de variación de 8,50%, media ± desviación estándar de 43,06 ± 2,59% y error estándar de 0,82%; humedad a saturación (Hum) con límite variación de 29,80 a 48,23%, rango de

variación de 18,43%, media ± desviación estándar de 41,93 ± 5,81% y error estándar de 1,84%; y densidad aparente (Da) con límite de variación de 1,58 a 1,73 Mg·m⁻³, rango de variación de 0,15 Mg·m⁻³, media ± desviación estándar de 1,69 ± 0,04 Mg·m⁻³ y error estándar de 0,01 Mg·m⁻³.

Los coeficientes de variaciones bajos van entre 15,02 a 26,03%, tales como la arena media (am) con límite de variación de 4,30 a 9,64%, rango de variación de 5,34%, media ± desviación estándar de 5,77 ± 1,50% y error estándar de 0,48%; y arena fina (af) con límite de variación de 9,00 a 13,16%, rango de variación de 4,16%, media ± desviación estándar de 11,03 ± 1,66% y error estándar de 0,52%.

El coeficiente de variación alto de 49,75%, corresponde a la arena muy gruesa (amg) con límite de variación de 0,31 a 2,00%, rango de variación de 1,69%, media ± desviación estándar de 1,25 ± 0,62% y error estándar de 0,20%.

En el análisis de este horizonte no se presentan los niveles de los coeficientes de variaciones medianos y muy altos para ninguna de las variables evaluadas por lo tanto no están presentes en el análisis de este horizonte.

Horizonte Bt4

El rango de variación oscila entre la densidad aparente (Da) con coeficiente de variación de 1,14%, límite de variación de 1,67 a 1,74 Mg·m⁻³, rango de variación de 0,07 Mg·m⁻³, media ± desviación estándar de 1,71 ± 0,02 Mg·m⁻³ y error estándar de 0,01 Mg·m⁻³, hasta la arena muy gruesa (amg) con

Cuadro 5. Parámetros de variables físicas de la serie Los Cortijos en el horizonte Bt3 (N = 6) sector semiárido de la altiplanicie de Maracaibo, Venezuela.

Parámetros Estadísticos	Esp † (cm)	amg (%)	ag (%)	am (%)	af (%)	amf (%)	a (%)	L (%)	A (%)	Hum (%)	Da (Mg·m ⁻³)
Límite Mínimo	40,00	0,31	2,20	4,30	9,00	6,80	25,12	22,78	40,00	29,80	1,58
Límite máximo	60,00	2,00	3,36	9,64	13,16	10,13	32,50	32,99	48,50	48,23	1,73
Rango	20,00	1,69	1,16	5,34	4,16	3,33	7,38	10,21	8,50	18,43	0,15
Media	45,10	1,25	2,83	5,77	11,03	7,61	28,69	28,75	43,06	41,93	1,69
Error Estándar	1,91	0,20	0,12	0,48	0,52	0,32	0,92	0,97	0,82	1,84	0,01
Des Est ‡	6,03	0,62	0,37	1,50	1,66	1,01	2,90	3,07	2,59	5,81	0,04
CV (%)	13,36	49,75	13,11	26,03	15,02	13,28	10,13	10,66	6,02	13,87	2,48

† Esp: Espesor; amg: arena muy gruesa; ag: arena gruesa; am: arena media; af: arena fina; amf: arena muy fina, a: arena total; L: limo; A: arcilla; Hum: Humedad a saturación y Da: densidad aparente

‡ Des Est : Desviación estándar y CV : Coeficiente de variación

coeficiente de variación de 49,49%, límite de variación de 0,82 a 3,14%, rango de variación de 2,32%, media \pm desviación estándar de $1,68 \pm 0,83\%$ y error estándar de 0,26% (cuadro 6).

Los coeficientes de variaciones muy bajos varían entre 1,14 a 13,79%, tales como el limo (L) con límite de variación de 24,78 a 35,75%, rango de variación de 10,97%, media \pm desviación estándar de $31,20 \pm 3,07\%$ y error estándar de 0,97%; arcilla (Arc) con límite de variación de 27,50 a 39,40%, rango de variación de 11,90%, media \pm desviación estándar de $35,31 \pm 4,87\%$ y error estándar de 1,54%; humedad a saturación (Hum) con límite variación de 29,20 a 41,52%, rango de variación de 12,32%, media \pm desviación estándar de $34,90 \pm 4,54\%$ y error estándar de 1,44%; y densidad aparente (Da) con límite de variación de 1,67 a 1,73 $\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, rango de variación de 0,07 $\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, media \pm desviación estándar de $1,71 \pm 0,02\%$ y error estándar de $0,01\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Los coeficientes de variaciones bajos oscilan entre 18,75 a 27,01%, las propiedades que están dentro de este rango son: el espesor (Esp) con límite de variación de 40,00 a 70,00 cm, rango de variación de 30,00 cm, media \pm desviación estándar de $52,70 \pm 9,75$ cm y error estándar de 3,08 cm; arena media (am) con límite de variación de 4,90 a 10,13%, rango de variación de 5,23%, media \pm desviación estándar de $7,29 \pm 1,87\%$ y error estándar de 0,59%; arena muy fina (amf) con límite de variación de 4,96 a 11,95%, rango de variación de 6,99%, media \pm desviación estándar de $8,34 \pm 2,25\%$ y error estándar de 0,71%; y arena (a) con límite de variación de 24,85 a 43,70%, rango de variación de 18,85%, media \pm desviación estándar de $33,49 \pm 6,86\%$ y error estándar

de 2,17%.

Los coeficientes de variaciones medianos van de 33,34 a 35,32%, tales como la arena gruesa (ag) con límite de variación de 2,20 a 6,85%, rango de variación de 4,65%, media \pm desviación estándar de $3,85 \pm 1,36\%$ y error estándar de 0,43%; y arena fina (af) con límite de variación de 5,68 a 17,43%, rango de variación de 11,75%, media \pm desviación estándar de $12,33 \pm 4,11\%$ y error estándar de 1,30%.

El coeficiente de variación de 49,49%, corresponde a la arena muy gruesa (amg) con límite de variación de 0,82 a 3,14%, rango de variación de 2,32%, media \pm desviación estándar de $1,68 \pm 0,83\%$ y error estándar de 0,26%.

En el análisis de este horizonte no se presentan los niveles de los coeficientes de variaciones medianos y muy altos para ninguna de las variables evaluadas por lo tanto no están presentes en el análisis de este horizonte.

Horizonte Bt5

Los valores extremos de variación las propiedades físicas están dados por la densidad aparente (Da) con coeficiente de variación de 0,90%, límite de variación de 1,71 a 1,76 $\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, rango de variación de 0,05 $\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, media \pm desviación estándar de $1,75 \pm 0,02$ $\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ y error estándar de $0,00$ $\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, hasta la arena muy gruesa (amg) con un coeficiente de variación de 84,00%, límite de variación de 0,57 a 6,50%, rango de variación de 5,93%, media \pm desviación estándar de $2,02 \pm 1,69\%$ y error estándar de 0,54% (cuadro 7).

Cuadro 6. Parámetros de variables físicas de la serie Los Cortijos en el horizonte Bt4 (N = 6) sector semiárido de la altiplanicie de Maracaibo, Venezuela.

Parámetros Estadísticos	Esp † (cm)	amg (%)	ag (%)	am (%)	af (%)	amf (%)	a (%)	L (%)	A (%)	Hum (%)	Da ($\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$)
Límite mínimo	40,00	0,82	2,20	4,90	5,68	4,96	24,85	24,78	27,50	29,20	1,67
Límite máximo	70,00	3,14	6,85	10,13	17,75	11,95	43,70	35,75	39,40	41,52	1,74
Rango	30,00	2,32	4,65	5,23	11,75	6,99	18,85	10,97	11,90	12,32	0,07
Media	52,70	1,68	3,85	7,29	12,23	8,34	33,49	31,20	35,31	34,90	1,71
Error Estándar	3,08	0,26	0,43	0,59	1,30	0,71	2,17	0,97	1,54	1,44	0,01
Des Est ‡	9,75	0,83	1,36	1,87	4,11	2,25	6,86	3,07	4,87	4,54	0,02
CV (%)	18,75	49,49	35,32	25,71	33,34	27,01	20,47	9,85	13,79	13,02	1,14

† Esp: Espesor; amg: arena muy gruesa; ag: arena gruesa; am: arena media; af: arena fina; amf: arena muy fina, a: arena total; L: limo; A: arcilla; Hum: Humedad a saturación y Da: densidad aparente

‡ Des Est : Desviación estándar y CV : Coeficiente de variación

Los coeficientes de variaciones muy bajos varían entre 0,90 a 14,15%, tales como el limo (L) con límite de variación de 25,00 a 37,80%, rango de variación de 12,80%, media \pm desviación estándar de $32,82 \pm 4,09\%$ y error estándar de 1,29%; arcilla (Arc) con límite de variación de 28,00 a 39,80%, rango de variación de 11,80%, media \pm desviación estándar de $34,58 \pm 4,84\%$ y error estándar de 1,55%; humedad a saturación (Hum) con límite variación de 26,50 a 41,91%, rango de variación de 15,41%, media \pm desviación estándar de $34,74 \pm 4,40\%$ y error estándar de 1,39%; y densidad aparente (Da) con límite de variación de 1,71 a 1,76 $\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, rango de variación de 0,05 $\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, media \pm desviación estándar de $1,75 \pm 0,02\%$ y error estándar de 0,00 $\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Los coeficientes de variaciones bajos varían entre 21,74 a 29,27%, las propiedades que están dentro de este rango son: la arena gruesa (ag) límite de variación de 2,60 a 5,80%, rango de variación de 3,20%, media \pm desviación estándar de $4,29 \pm 1,02\%$ y error estándar de 0,32%; arena media (am) con límite de variación de 4,60 a 11,81%, rango de variación de 7,21%, media \pm desviación estándar de $6,99 \pm 2,04\%$ y error estándar de 0,65%; arena muy fina (amf) con límite de variación de 4,83 a 10,09%, rango de variación de 5,26%, media \pm desviación estándar de $8,18 \pm 1,78\%$ y error estándar de 0,56%; y arena (a) con límite de variación de 24,43 a 47,00%, rango de variación de 22,57%, media \pm desviación estándar de $32,60 \pm 8,17\%$ y error estándar de 2,57%.

Los coeficientes de variaciones medianos de 31,16%, corresponden al espesor (Esp) con límite de variación de 20,00 a 55,00 cm, rango de variación de

35,00 cm, media \pm desviación estándar de $38,60 \pm 12,30$ cm y error estándar de 3,80 cm.

El coeficiente de variación alto de 45,25%, corresponde a la arena fina (af) con límite de variación de 4,64 a 19,82%, rango de variación de 15,18%, media \pm desviación estándar de $11,12 \pm 5,03\%$ y error estándar de 1,59%.

El coeficiente de variación muy alto de 84,00%, corresponde a la arena muy gruesa (amg) con límite de variación de 0,57 a 6,50%, rango de variación de 5,93%, media \pm desviación estándar de $2,02 \pm 1,69\%$ y error estándar de 0,54%.

En los resultados de los análisis físicos de la serie por horizontes se observa que en la gran mayoría de los horizontes, dominan los niveles de variabilidad muy bajos y bajos en las diferentes propiedades físicas estudiadas, lo que demuestra que el suelo presenta una alta homogeneidad en los distintos horizontes.

Las mayores variaciones presentes en horizontes se deben principalmente al tamaño de las arenas presentes en los mismos, debido a que la arena muy gruesa (amg) presenta variabilidad mediana en el horizonte Ap, muy alta en el horizonte Bt5 y alta en Bt1, Bt2, Bt3 y Bt4; la arena gruesa (ag) y arena fina (af) tienen variabilidad mediana en el horizonte Bt4; la arena fina (af) presenta variabilidad alta en Bt5. Dichas variaciones descritas son atribuidas a los factores de formación de suelos, lo cual demuestra que las variables están influenciadas por las diferentes deposiciones litológicas de los sedimentos durante los procesos de formación de suelo (Noguera, 1989).

Cuadro 7. Parámetros variables físicas de la serie Los Cortijos en el horizonte Bt5 (N = 6) sector semiárido de la altiplanicie de Maracaibo, Venezuela.

Parámetros Estadísticos	Esp † (cm)	amg (%)	ag (%)	am (%)	af (%)	amf (%)	a (%)	L (%)	A (%)	Hum (%)	Da ($\text{Mg}\cdot\text{cm}^{-3}$)
Límite mínimo	20,00	0,57	2,60	4,60	4,64	4,83	24,43	25,00	28,00	26,50	1,71
Límite máximo	55,00	6,50	5,80	11,81	19,82	10,09	47,00	37,80	39,80	41,91	1,76
Rango	35,00	5,93	3,20	7,21	15,18	5,26	22,57	12,80	11,80	15,41	0,05
Media	38,60	2,02	4,29	6,99	11,12	8,18	32,60	32,82	34,58	34,74	1,75
Error Estándar	3,80	0,54	0,32	0,65	1,59	0,56	2,57	1,29	1,55	1,39	0,00
Des Est ‡	12,30	1,69	1,02	2,04	5,03	1,78	8,17	4,09	4,84	4,40	0,02
CV (%)	31,16	84,00	23,77	29,27	45,25	21,74	24,96	12,45	14,15	12,67	0,90

† Esp: Espesor; amg: arena muy gruesa; ag: arena gruesa; am: arena media; af: arena fina; amf: arena muy fina, a: arena total; L: limo; A: arcilla; Hum: Humedad a saturación y Da: densidad aparente

‡ Des Est : Desviación estándar y CV : Coeficiente de variación

Adicionalmente la variable espesor (Esp) en el horizonte Bt5 tiene una variabilidad mediana, que contribuye a las diferencias encontradas, esto puede deberse a la diferenciación de los horizontes a través de los procesos pedogenéticos que a su vez son variaciones propias de la serie de suelo. Lo cual es importante a la determinación de los espesores que definen al horizonte argílico en la clasificación taxonómica a nivel de orden (Aridisoles), (U.S.D.A. 1993; U.S.D.A. 2006).

El estudio de las propiedades físicas de la serie Los Cortijos por horizontes, se encontró que el horizonte Ap tiene una muy baja y baja variabilidad que abarca el 90,90 % de ocurrencia y una moderada variabilidad con un 9.10 %. Los horizontes Bt1, Bt2 y Bt3 presentan una muy baja y baja variabilidad que abarca el 90,90 % de ocurrencia y una alta variabilidad con un 9.10 %. El horizonte Bt4 posee una muy baja y baja variabilidad que abarca el 72,70 % de ocurrencia y una moderada y alta variabilidad con el 27.30 %. El horizonte Bt5 tiene una muy baja y baja variabilidad que cubre el 72.70 % de ocurrencia y una moderada, alta y muy alta variabilidad con un 27.30 %. Se observa que las mayores variabilidades moderadas, altas y muy altas están presentes en los horizontes Bt4 y Bt5 en comparación de los demás horizontes.

Las propiedades físicas con muy bajas y bajas variabilidad son las que le dan la homogeneidad al suelos y esto es lo que define en sus propiedades físicas a la serie Los Cortijos. Presentándose la mayor homogeneidad en los horizontes Ap, Bt1, Bt2 y Bt3 (Larreal, 2005; Larreal, 2006).

Las propiedades físicas con moderadas, alta y muy alta, corresponden al fraccionamiento de las arenas, a la arena total (a) y el espesor (Esp), son variabilidades propias de la serie Los Cortijos y se originaran probablemente de los factores formadores de suelos, ya que son pedones originados por los extensos coluviones que formaron a la altiplanicie de Maracaibo a través del tiempo, y las diferentes facies deposicionales que originaron este tipo de variabilidad (Noguera, 1989; Larreal, 2006).

CONCLUSIONES

1. Las propiedades físicas confirman que la unidad cartográfica seleccionada esta representada taxonómicamente por el Typic Paleargids, arcillosa fina, caolinítica, isohipertérmica.

2. Las propiedades físicas demuestran la presencia de un horizonte argílico bien desarrollado con una alta pedogénesis.
3. Las propiedades físicas tienen en su mayoría una variabilidad medianas, altas y muy altas, cuando se considera al suelo como un todo por lo cual es la mayor variabilidad a que puede estar sometido el suelo cuando se analiza en su forma global.
4. Las propiedades físicas presentan en su gran mayoría variabilidades muy bajas a bajas, cuando se considera el suelo por horizonte, lo cual refleja una alta homogeneidad.
5. La serie de suelo puede presentar algunas propiedades físicas con variabilidades principalmente medianas, altas y muy altas, que es una variabilidad propia del desarrollo pedogenético del suelo.
6. La alta homogeneidad presente en el suelo es la que define a la serie de suelo Los Cortijos desde el punto de vista de sus propiedades físicas.
7. Los suelos a través del análisis de sus propiedades físicas presentan una alta estabilidad en sus componentes.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Concejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad de Zulia (CONDES) por el cofinanciamiento a este proyecto N° CC-0129-7.

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 Chiquinquirá. Empresa regional sistema hidráulico planicie de Maracaibo (Planimara). Maracaibo. Venezuela. 67 p.
- Bockheim, J. G.; A. N. Gennadiyev, R. D. Hammer and J. P. Tandarich. 2005. Historical development of key concepts in pedology. *Geoderma* 124: 23-36.

- Chacón, E. 1994. Definición de los límites de variación de las series de suelos Boconó, Veguita y Fanfurria de la planicie aluvial del Río Boconó. Tesis de Grado de Maestría. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 117 p.
- Ferrer, R. y J. Barriga. 2005. Variabilidad morfológica físico-químico 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. Universidad del Zulia. Maracaibo. Venezuela. 130 p.
- Forsythe, W. 1975. Manual de laboratorio sobre física de suelos. Instituto interamericano de ciencias agrícola. Serie: libros y materiales educativos N° 25. San José. Costa Rica. 212 p.
- Gómez, J. M. 1990. Mapeo detallados de los suelos de la Estación Experimental del Instituto de la Uva. Escuela de Agronomía. Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto. 100 p.
- Jiménez, L.; N. Noguera y W. Peter. 1994. Caracterización física, química, mineralógica y micromorfológica de horizontes argílicos, altiplanicie de Maracaibo. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Maracaibo. Venezuela. 150 p.
- Larreal, M. 2005. Definición y establecimiento de la serie San Francisco en la altiplanicie de Maracaibo, sector semiárido. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Maracaibo. Venezuela. 106 p.
- Larreal, M. 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, M.; N. Noguera, W. Peters y L. Jiménez. 2007. Estudio de suelo del área del proyecto de desarrollo Diluvio-Palmar. Odebrecht, Campo, Rentagro. Maracaibo, Venezuela. 117 p.
- Materano, G.; O. Hernández, M. Larreal y N. Noguera. 2006. Mapa de zonificación agroecológica y clases de tierras del estado Apure. Rentagro. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Venezuela. 25 p.
- Noguera, N. 1989. Principios básicos de agrología. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Maracaibo. 128 p.
- Ovalles, F. 1985. Statistical methods in pedogenesis: A Review. Soil Sci. Dept. University Florida. Gainesville. USA.
- Pla, I. 1983. Metodología para la caracterización física con fines de diagnostico de problema de manejo y conservación de suelo en condiciones tropicales. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay. Venezuela. 112 p.
- Protz, R.; E. Presant and R. Arnold. 1968. Establishing of the model profile and measurements of variability within a soil land form unit. Canadá. J. Soil Sci. 48: 6-19.
- Triana, M.; R. Silva, M. Gómez y G. Peñaloza. 2003. Manejo integral de la fertilidad del suelo. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. 224: 1-22.
- Statisticval Analysis System. SAS Intitute Inc. 2003. Procedures Guiede. Relase 9.1 edition. Cary, NC. USA-
- United States Department of Agriculture (USDA). 2006. Keys to soil taxonomy. Soil Survey Staff. Natural resources conservation service. Washington, D.C. USA. 322 p.
- United States Department of Agriculture (USDA). 1993. Soil conservation service. Soil Survey Manual. Chapter 10. Washington, D.C. USA. 21 p.
- Van Reeuwijk, L. 2002. Procedures for soil analysis. Sixth edition. Internation Soil Reference and Information Centre (ISRIC). Wageningen. The Netherlards. 120 p.