

Variación química de un suelo en la definición de la serie Los Cortijos, en el sector semiárido de la altiplanicie de Maracaibo

Soil chemical variability for defining "Los Cortijos" soil series in the semiarid area of the Maracaibo plain

M. Larreal, L. Jimenez, L. Marmol y N. Noguera

Departamento de Ingeniería Suelo y Aguas. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia.

Resumen

Para la definición de la serie Los Cortijos en el sector semiárido en la altiplanicie de Maracaibo, basado en los estudios agrológicos semidetallados a nivel de familia, se seleccionó un pedón único de suelos representativo de la unidad cartográfica que ocupa un área de ≥ 800 Ha, y es importante en el uso y manejo del suelo. Los datos de los perfiles de suelos fueron obtenidos a partir de una transecta ubicada en la unidad cartográfica seleccionada de un kilómetro de longitud a intervalos de observación de 100 m. Se conformó una base de datos con los pedones representativos. Por medio de procedimientos estadísticos con parámetros tales como límite de variación, rango de variación, desviación estándar y coeficiente de variación se determinó la variación química. Las propiedades químicas tales como pH, conductividad eléctrica, carbono orgánico, fósforo, aluminio, bases cambiables, acidez, capacidad de intercambio catiónico, porcentaje de base y porcentaje de sodio, definen a la serie de suelo, nos confirma la presencia de un horizonte argílico bien desarrollado. Las propiedades químicas tienen una variabilidad muy baja a baja cuando se considera la serie por horizontes. Por lo cual se concluye que las variables muy bajas a bajas de las propiedades químicas del suelo cuando se analizan por horizontes determinan la homogeneidad del suelo y esta su vez define a la serie de suelo. **Palabras clave:** serie de suelo, propiedades químicas, coeficiente de variación, variabilidad, homogeneidad.

Abstract

"Los Cortijos" series was defined within the semiarid sector of the Maracaibo plain and in accordance 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 ≥ 800 ha, which is important for soil use and management. Soils data were obtained from profiles located on a traverse of 1 km at relative distances of 100 m. Database of representative soils was created. Using statistical procedures with parameters like variation limits, range and average, standard deviation and variation coefficients, the variability of the soil chemical properties was determined in order to define the soil series. The profile morphology showed up an argyle horizon well developed. The chemical properties such as pH, electrical conductivity, organic carbon, phosphorus, exchangeable bases, acidity, cation exchange capacity, base saturation percentage y sodium percentage, show a high variability if analyzed per series and very low to low one if analyzed per horizon. The low to very low variability of soil properties if analyzed per horizon determine the soil homogeneity that defines the soil series.

Key words: Soil series, chemical properties, variation coefficients, 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, 1993).

La altiplanicie de Maracaibo es una extensa superficie cercana a las 500.000 hectáreas con una gran poten-

Introduction

Soil constitutes a continua and multivariate natural body showing changes in different levels and directions, thus, it is difficult to characterize it based on discrete entities (Bockheim *et al.*, 2005). Soils series like the mapping entity with higher detail for the soils study mainly defined as a function of type and horizons arrangement, at the same time constitutes the better approximation to soil individual for its study and classification. Its concept has evolved from those only related to the observation and description to the classifications based on quantitative and statistical analysis (USDA, 1993).

Maracaibo plain is an extensive surface closed to 500.000 ha with a great potentiality and with many

cialidad 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 una gran cantidad de proyectos principalmente agropecuarios, lo cual ha motivado la realización de estudios de suelos detallados y semidetallados que suplan 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, por lo cual, la presente investigación tuvo como propósito determinar la variabilidad de las propiedades químicas en la definición de la serie Los Cortijos (Larreal, 2006).

Materiales y métodos

Materiales:

Mapas e informes técnicos de suelos detallados y semidetallados, a escala 1:25.000 o mayor, realizados en el sector bajo estudio (Alvillar *et al.*, 1985).

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 (Microsoft Word 2007).

Métodos:

Consta de cuatro fases:

Fase preparatoria:

a. Selección de la zona de estudio con base en la información recaba (Biasino, 2001).

b. Ubicación de transecta de 1 km de longitud sobre la unidad cartográfica representativa para la

problemas from the edaphic point of view. There is soils information with different details degree and with the presence of a high projects quantity mainly agricultural and livestock, that motivates detailed and semi-detailed soils studies offering the basic information required on an intensive production activity but this lack of taxonomical information at series level, that is why, this research had as purpose to determine the variability of chemical properties in definition of "Los Cortijos" series (Larreal, 2006).

Materials and methods

Materials:

Detailed and semi-detailed soil maps and technical reports, on a scale 1:25.000 or higher, at sector studied (Alvillar *et al.*, 1985).

Tools and instruments used in agrolological studied and topographic surveying.

Micro computer equipments and programs to manage statistical information and research redaction (Microsoft Word 2007).

Methods:

It has four phases:

Preparatory phase:

a. Study region selection (Biasino, 2001).

b. Plots of 1 km length location on the representative mapmaking unit for definition of a soil serial in terms of extension, agricultural use and types of soils management practices (Alvillar *et al.*, 1985).

Field labors:

a. Plot replacement on land with the support of soil maps and

definición de serie de suelo en término de extensión, uso agrícola y tipos de prácticas de manejo de suelo (Alvillar *et al.*, 1985).

Labores 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; Larreal, 2005; Larreal, 2006).

b. Apertura de hoyos para el muestreo y descripción detallada de perfiles de suelo hasta una profundidad de 2,0 m. En cada perfil de suelo se realizó una clasificación taxonómica tentativa, (Protz *et al.*, 1968; USDA, 2006).

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 de la Universidad del Zulia. Donde se determinó el pH que fue medido por el método potenciométrico (Thomas, 1996), carbono orgánico por combustión húmeda (Nelson y Sommers, 1996), fósforo disponible por Bray I (ISRIC, 1993), sodio y potasio intercambiable por NH_4OAc 1 M (pH 7,0) (Helmke y Sparks, 1996), calcio y magnesio intercambiable por NH_4OAc 1 M (pH 7,0) (Heald, 1965), capacidad de intercambio catiónico por saturación con NH_4^+ (Summer y Miller, 1996), aluminio intercambiable extraído con KCl 1N (Thomas, 1996).

Actividades de Gabinete:

a. Revisión de pedones representativos descritos en campo y los seleccionados de los estudios de suelos y

topographic equipments, being located those observation points each 100 m distance (Alvillar *et al.*, 1985; Larreal, 2005; Larreal, 2006).

b. Hollows opening for sampling and detailed description of soil profiles until 2.0 m depth. Each soil profile was done an attempt taxonomical classification (Protz *et al.*, 1968; USDA, 2006).

Laboratory labors:

Equipment and instruments of Soils and Water Laboratory, Engineering Department, Agronomy Faculty, Universidad del Zulia were used; pH was determined by using the potentiometer method (Thomas, 1996), organic carbon by humid combustion (Nelson and Sommers, 1996), available phosphorus by Bray I (ISRIC, 1993), sodium and exchangeable potassium by NH_4OAc 1 M (pH 7.0) (Helmke and Sparks, 1996), exchangeable calcium and magnesium by NH_4OAc 1 M (pH 7.0) (Heald, 1965), capacity of cationic exchange by NH_4^+ saturation (Summer and Miller, 1996), exchangeable aluminum extracted with KCl 1N (Thomas, 1996).

Desk activities:

a. Revision of representative pedons described in field and selected from soils study and the rest of researches related to this area. Based on this revision, definitive taxonomical classification was done (Noguera, 1989; Larreal, 2005).

b. Data base elaboration with information obtained from previous studies on soil profiles with those described and sampled during the field phase of this research, with a number of 6 replications of trial pot analysis,

demás trabajos de investigaciones realizados en el área de estudio. Con base en esta revisión se realizó la clasificación taxonómica definitiva, (Noguera, 1989; Larreal, 2005).

b. Elaboración de la base de datos con la información recabada de los perfiles de suelo seleccionada de los estudios previos junto con los descriptos y muestreados durante la fase de campo de esta investigación, con un número de 6 repeticiones de análisis de calicata, aplicando los programas de Microsoft Excel 2007 en Windows XP (Larreal *et al.*, 2007; Materano *et al.*, 2006).

c. Definición de la variabilidad de las propiedades químicas de la serie de suelo con base en los parámetros estadísticos clásicos (SAS Intitule Inc., 2003; Chacón, 1994; Ferrer *et al.*, 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 químicas de suelos fueron analizadas con referencia al coeficiente de variación agrupándolos en el siguiente orden (Larreal, 2005; Larreal, 2006):

- Coeficiente de variación entre 0 a 15%, muy baja variabilidad.
- Coeficiente de variación entre 15 a 30%, baja variabilidad.
- Coeficiente de variación entre 30 a 45%, moderada variabilidad.
- Coeficiente de variación entre 45 a 60%, alta variabilidad.
- Coeficiente de variación mayor al 60%, muy alta variabilidad.

by applying programs of Microsoft Excel 2007 in Windows XP (Larreal *et al.*, 2007; Materano *et al.*, 2006).

c. Definition of chemical properties variability of soil serial based on classic statistical parameters (SAS Intitule Inc., 2003; Chacón, 1994; Ferrer *et al.*, 2005).

d. Criteria synthesis as a base for definition of soil serial studied. The analysis of results was accomplished based on presence of external values of variation coefficient where different statistical parameters were described. But all the group of soil chemical properties was analyzed with reference to the variation coefficient being grouped as follows: (Larreal, 2005; Larreal, 2006):

- Variation coefficient between 0 and 15%, very low variability.
- Variation coefficient between 15 and 30%, low variability.
- Variation coefficient between 30 and 45%, moderate variability.
- Variation coefficient between 45 and 60%, high variability.
- Variation coefficient superior to 60%, very high variability.

e. Redaction, synthesis and research presentation.

Results and discussion

Mapmaking unit: The soil unit was classified according soil taxonomy (USDA, 2006) at family level (table 1).

Soil unit: Table 2 shows classification at level and series family (USDA, 2006) for its corresponding replications:

Properties rank: Variability of chemical properties by horizon as a part of the same serial.

e. Redacción, síntesis y presentación de la investigación.

Resultados y discusión

Unidad cartográfica: La unidad de suelo se clasificó según la taxonomía de suelo (USDA, 2006) a nivel de familia, ver cuadro 1.

Unidad de suelo: La unidad de suelo (cuadro 2) nos muestra la clasificación a nivel de familia y familia de serie (USDA, 2006) para sus repeticiones correspondientes:

Rango de las propiedades: La variabilidad de las propiedades químicas por horizontes dentro de la misma serie.

La serie Los Cortijos cuando es analizada por horizonte, según el cuadro 3, se observa una menor variabilidad en sus propiedades químicas, así tenemos por horizontes.

Horizonte Ap:

Los valores extremos están dados por el pH en pasta (pHp) con coeficiente de variación de 10,38 %, límite de variación de 4,80 a 6,31, rango de variación de 1,51 y media \pm desviación estándar de $5,65 \pm 0,59$ hasta el aluminio intercambiable (Al) con coeficiente de variación de 162,02%, límite de variación de 0,00 cmolc.kg^{-1} a 0,25 cmolc.kg^{-1} , rango de variación de 0,25 cmolc.kg^{-1} y media \pm desviación estándar de $0,07 \pm 0,11 \text{ cmolc.kg}^{-1}$.

"Los Cortijos" serial when analyzed by horizon according table 3, shows a low variability on its chemical properties as follows:

Ap horizon:

The extreme values offered by paste pH (pHp) with variation coefficient of 10.38%, variation limit of 4.80 to 6.31, variation rank of 1.51 and mean \pm standard deviation of 5.65 ± 0.59 until the exchangeable aluminum (Al) with a variation coefficient of 162.02%, a variation limit of 0.00 cmolc.kg^{-1} to 0.25 cmolc.kg^{-1} , a variation rank of 0.25 cmolc.kg^{-1} and mean \pm standard deviation of $0.07 \pm 0.11 \text{ cmolc.kg}^{-1}$.

The very low variation coefficients oscillate between 10.38% and 13.38%, such as paste pH (pHp) with a variation limit of 4.80 to 6.31 and media \pm standard deviation of 5.65 ± 0.59 ; pH in water (pHw) with variations limits of 4.68 to 6.42 and media \pm standard deviation of 5.61 ± 0.75 ; and bases saturation percentage (PSB) with variation limit of 71% to 100% and mean \pm standard deviation of $88.33\% \pm 11.60\%$.

The low variation coefficients vary between 17.76% and 20.60%, the graphited carbon (OC) with a variation limit of 0.53% to 0.80% and mean \pm standard deviation of $0.45 \pm 0.12\%$, and capacity of cationic exchange by ammonium acetate

Cuadro 1. Clasificación taxonómica actualizada.

Table 1. Current taxonomical classification.

Unidad de suelo	Familia
1	Typic Paleargids, arcillosa fina, caolinítica, isohipertérmico

Cuadro 2. Clasificación taxonómica de la unidad de suelo por repetición.**Table 2. 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

*Todos son caolínica, isohipertérmica.

Los coeficientes de variación muy bajos oscilan entre 10,38% a 13,38%, tales como el pH en pasta (pHp) con límite de variación de 4,80 a 6,31 y media \pm desviación estándar $5,65 \pm 0,59$; pH en agua (pHa) con límites de variaciones de 4,68 a 6,42 y media \pm desviación estándar de $5,61 \pm 0,75$; y porcentaje de saturación de bases (PSB) con un límite de variación de 71% a 100% y media \pm desviación estándar de $88,33\% \pm 11,60\%$.

Los coeficientes de variación bajos varían entre 17,76% a 20,60%, así tenemos a el carbón orgánico (CO) con límite de variación de 0,53% a 0,80% y media \pm desviación estándar de $0,45 \pm 0,12\%$, y capacidad de intercambio catiónico por acetato de amonio (CICAC) con un límite de variación de 3,11 cmolc.kg^{-1} a 4,69 cmolc.kg^{-1} y media \pm desviación estándar de $3,86 \pm 0,69 \text{ cmolc.kg}^{-1}$.

Los coeficientes de variación medianos oscilan entre 30,05% a 44,46%, entre las cuales tenemos a la conductividad eléctrica (C.E.) con límite de variación de 0,31 dS.m^{-1} a 0,83

(CICAC) with a variation limit of 3.11 cmolc.kg^{-1} to 4.69 cmolc.kg^{-1} and mean \pm standard deviation of $3.86 \pm 0.69 \text{ cmolc.g}^{-1}$.

The medium variation coefficients oscillate between 30.05% and 44.46%, electrical conductivity (EC) with a variation limit of 0.31 dS.m^{-1} to 0.83 dS.m^{-1} and mean \pm standard deviation of $0.55 \pm 0.23 \text{ dS.m}^{-1}$; exchangeable sodium (BNa) with variation limit of 0.10 cmol.kg^{-1} to 0.26 cmol.kg^{-1} and mean \pm standard deviation of $0.14 \pm 0.06 \text{ cmol.kg}^{-1}$ and capacity of cationic exchange by addition (CICS) with a variation limit from 4.61 cmol.kg^{-1} to 9.82 cmolc.kg^{-1} and mean \pm standard deviation of $6.89 \pm 2.07 \text{ cmolc.kg}^{-1}$.

The high variation coefficients oscillate between 46.48% and 59.69%, such as exchangeable calcium (BCa) with a variation limit of 1.70 cmol.kg^{-1} to 5.70 cmolc.kg^{-1} and mean \pm standard deviation of $3.23 \pm 1.82 \text{ cmolc.kg}^{-1}$; exchangeable magnesium (BMg) with a variation limit from 0.75 cmol.kg^{-1} to 2.05 cmolc.kg^{-1} and mean

Cuadro 3. Variaciones estadísticas de las Propiedades químicas de serie Los Cortijos por horizonte (N=6).

Table 3. Statistical variations of chemical properties of "Los Cortijos" series by horizon (N=6).

PE	Horizonte Ap															
	pH pasta	pH Agua	CE	C	P	Al	Ca	Mg	Na	K	T	Ac	CICAA	CICS	PB	PNa
Límite	4,80	4,68	0,31	0,53	0,00	0,00	1,70	0,75	0,10	0,12	2,89	1,14	3,11	4,61	71,00	2,13
Máx.	6,31	6,42	0,83	0,90	16,13	0,25	5,70	2,05	0,26	0,30	7,67	4,20	4,69	9,82	100	8,36
Rango	1,51	1,74	0,52	0,37	16,13	0,25	4,00	1,30	0,16	0,18	4,78	3,06	1,58	5,21	29,00	6,23
Media	5,65	5,61	0,55	0,71	6,34	0,07	3,23	1,01	0,14	0,19	4,52	2,36	3,86	6,89	88,33	3,87
Desviación estándar	0,59	0,75	0,23	0,15	6,30	0,11	1,82	0,51	0,06	0,09	21,21	1,29	0,69	2,07	11,60	2,31
Coefficiente variación	10,38	13,38	42,13	20,60	99,42	162,02	56,50	50,93	44,46	46,48	46,66	54,50	17,76	30,05	13,14	59,69
	Horizonte Bt1															
Límite	4,80	5,30	0,30	0,28	0,00	0,00	1,33	1,25	0,10	0,15	3,29	1,33	3,72	5,84	60,00	1,14
Máx.	6,42	6,93	1,37	0,64	4,00	0,15	3,10	4,70	0,46	0,30	8,22	3,65	9,00	6,76	100	5,37
Rango	1,62	1,09	1,07	0,36	4,00	0,15	1,77	3,45	0,36	0,15	4,93	2,32	5,28	3,92	40,00	4,23
Media	5,81	5,77	0,58	0,45	2,18	0,03	2,56	2,17	0,22	0,21	5,16	2,24	6,87	7,40	81,00	3,45
Desviación estándar	0,70	0,46	0,41	0,12	1,63	0,06	0,68	1,36	0,12	0,07	1,75	1,06	2,02	1,34	15,10	1,69
Coefficiente variación	12,08	7,91	71,59	27,84	74,95	181,66	26,44	62,38	57,09	35,95	33,98	47,50	29,40	18,08	18,08	48,92

PE=Parámetros estadísticos; pH pasta; pH Agua; CE=Conductividad eléctrica dS.m⁻¹; C=Carbono %; P= Fósforo mg.kg⁻¹; Al=Aluminio cmol.kg⁻¹; Ca=Calcio; Mg=Magnesio; Na=Sodio; K=Potasio; T=Total; Ac=Acidez cmol.kg⁻¹; CICAA=Capacidad de intercambio catiónico acetato de amonio cmol.kg⁻¹; CICS=Capacidad de intercambio catiónico suma cmol.kg⁻¹; PB=Porcentaje Bases%; PNa=Porcentaje Sodio%

Cuadro 3. Variaciones estadísticas de las Propiedades químicas de serie Los Cortijos por horizonte (N=6) Continuación.**Table 3. Statistical variations of chemical properties of "Los Cortijos" series by horizon (N=6) Continuation.**

PE	pH pasta	pH Agua	CE	C	P	Al	Ca	Mg	Na	K	T	Ac	CICAA	CICS	PB	PNa		
																	Bases intercambiables cmol.kg ⁻¹	
Límite	Mín.	Máx.	Horizonte Bt2															
			0,23	0,22	0,00	0,00	1,63	1,70	0,12	0,15	4,36	0,95	6,75	7,73	60,00	1,78		
Rango	2,05	1,45	0,68	0,39	3,00	0,00	5,00	3,90	0,70	0,30	9,36	3,81	10,57	10,37	100	6,62		
			0,45	0,17	3,00	0,00	3,27	2,20	0,58	0,15	5,00	2,86	3,82	2,64	40,00	4,84		
Media	6,38	6,42	0,46	0,30	0,74	0,00	3,75	2,75	0,34	0,21	7,22	1,94	7,95	9,17	85,00	4,20		
			0,75	0,52	0,16	0,07	1,19	0,00	1,34	0,89	0,20	0,06	1,90	1,44	1,37	1,03	15,01	1,54
Coeficiente variación	11,80	8,07	33,79	23,90	161,29	0,00	35,76	32,30	56,80	30,18	27,17	74,27	17,21	11,24	17,49	36,66		
			5,40	5,80	0,19	0,16	0,00	2,55	2,00	0,25	0,12	5,23	0,76	6,25	7,19	73,00	4,00	
Rango	2,27	2,00	8,23	0,30	1,21	0,00	5,80	4,00	1,14	0,25	10,38	2,20	9,63	11,36	100	11,83		
			8,04	0,14	1,21	0,00	3,25	2,00	0,89	0,13	5,15	1,44	3,38	4,17	27,00	7,83		
Media	7,08	7,15	1,81	0,23	0,37	0,00	4,53	2,78	0,61	0,16	8,09	1,39	8,14	9,68	92,67	7,20		
			0,86	0,72	3,15	0,06	0,21	0,00	1,46	0,83	0,32	0,06	2,19	0,59	1,11	1,81	11,52	3,68
Coeficiente variación	12,14	10,01	174,29	25,67	104,59	0,00	32,22	29,75	52,35	32,55	27,07	42,53	13,67	18,65	12,43	51,11		
			5,40	5,80	0,19	0,16	0,00	2,55	2,00	0,25	0,12	5,23	0,76	6,25	7,19	73,00	4,00	

PE=Parámetros estadísticos; pH pasta; pH Agua; CE=Conductividad eléctrica dS.m⁻¹; C=Carbono %; P= Fósforo mg.kg⁻¹; Al=Aluminio cmol.kg⁻¹; Ca=Calcio; Mg=Magnesio; Na=Sodio; K=Potasio; T=Total; Ac=Acidez cmol.kg⁻¹; CICAA=Capacidad de intercambio catiónico acetato de amonio cmol.kg⁻¹; CICS=Capacidad de intercambio catiónico suma cmol.kg⁻¹; PB=Porcentaje Bases%; PNa=Porcentaje Sodio%

Cuadro 3. Variaciones estadísticas de las Propiedades químicas de serie Los Cortijos por horizonte (N=6) Continuación.

Table 3. Statistical variations of chemical properties of "Los Cortijos" series by horizon (N=6) Continuation.

PE	pH pasta	pH Agua	Bases intercambiables cmol.kg ⁻¹												PNa		
			CE	C	P	Al	Ca	Mg	Na	K	T	Ac	CICAA	CICS		PB	
Horizonte Bt4																	
Límite	Min.	6,80	7,12	0,34	0,10	0,00	0,00	2,45	2,23	0,78	0,10	6,16	0,61	6,00	7,36	85,00	10,19
	Máx.	8,02	7,80	12,90	0,22	1,00	6,30	5,00	2,70	0,22	11,87	1,28	8,28	12,80	100	32,60	
Rango		1,22	0,68	12,56	0,12	1,00	3,85	2,77	1,92	0,12	5,66	0,67	2,28	5,44	15,00	22,41	
Media		7,53	7,45	2,86	0,17	0,41	0,00	4,37	3,41	1,33	0,12	9,28	0,95	7,21	10,23	97,50	19,47
Desviación estándar		0,45	0,27	4,93	0,06	0,46	0,00	1,42	1,19	0,72	0,06	2,58	0,26	0,83	2,44	6,12	8,13
Coefficiente variación		6,03	3,63	172,80	35,35	113,25	0,00	32,52	35,00	53,90	34,23	27,80	27,06	11,46	23,89	6,28	41,73
Horizonte Bt5																	
Límite	Min.	6,60	6,20	0,41	0,10	0,00	0,00	2,00	2,25	0,85	0,10	5,55	0,37	7,11	6,41	77,00	2,23
	Máx.	7,68	7,70	21,10	0,22	2,77	0,00	5,30	4,33	2,90	0,30	10,88	2,80	10,44	11,83	100	27,77
Rango		1,08	0,90	20,69	0,12	2,77	0,00	3,30	2,08	2,05	0,24	5,33	2,43	3,33	5,32	23,00	25,54
Media		7,32	7,35	4,43	0,17	0,88	0,00	3,90	3,09	1,45	0,19	8,64	1,04	8,55	9,68	91,83	14,76
Desviación estándar		0,44	0,44	8,18	0,05	1,23	0,00	1,27	0,84	0,76	0,09	2,27	0,89	1,53	1,90	9,68	8,30
Coefficiente variación		6,04	5,97	184,76	28,06	139,87	0,00	32,64	27,34	52,63	44,21	26,26	85,72	17,95	19,59	10,54	56,24

PE=Parámetros estadísticos; pH pasta; pH Agua; CE=Conductividad eléctrica dS.m⁻¹; C=Carbono %;P= Fósforo mg.kg⁻¹; Al=Aluminio cmol.kg⁻¹; Ca=Calcio; Mg=Magnesio; Na=Sodio; K=Potasio; T=Total; Ac=Acidez cmol.kg⁻¹; CICAA=Capacidad de intercambio catiónico acetato de amonio cmol.kg⁻¹; CICS=Capacidad de intercambio catiónico suma cmol.kg⁻¹; PB=Porcentaje Bases%; PNa=Porcentaje Sodio%

dS.m⁻¹ y media \pm desviación estándar de 0,55 \pm 0,23 dS.m⁻¹; sodio intercambiable (BNa) con límite de variación de 0,10 cmol.kg⁻¹ a 0,26 cmol.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 0,14 \pm 0,06 cmol.kg⁻¹ y capacidad de intercambio catiónico por suma (CICS) con límite de variación de 4,61 cmol.kg⁻¹ a 9,82 cmol.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 6,89 \pm 2,07 cmol.kg⁻¹.

Los coeficientes de variación altos van de 46,48% a 59,69%, tales como el calcio intercambiable (BCa) con límite de variación de 1,70 cmol.kg⁻¹ a 5,70 cmol.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 3,23 \pm 1,82 cmol.kg⁻¹; magnesio intercambiable (BMg) con límite de variación de 0,75 cmol.kg⁻¹ a 2,05 cmol.kg⁻¹ y medio \pm desviación estándar de 1,01 \pm 0,51 cmol.kg⁻¹; potasio intercambiable (BK) con límite de variación de 0,15 cmol.kg⁻¹ a 3,0 cmol.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 0,19 \pm 0,09 cmol.kg⁻¹; bases totales (BT) con límite de variación de 2,89 cmol.kg⁻¹ a 7,67 cmol.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 4,52 \pm 2,12 cmol.kg⁻¹; y porcentaje de sodio intercambiable (PSI) con límite de variación de 2,13% a 8,36% y media \pm desviación estándar de 3,87 \pm 2,31%; y acidez (Acid) con límite de variación de 1,14 cmol.kg⁻¹ a 4,20 cmol.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 2,36 \pm 1,29 cmol.kg⁻¹.

Los coeficientes de variación muy altos varían entre 99,42% a 162,02%, así encontramos al fósforo disponible (P) con un límite de variación de 0,00 cmol.kg⁻¹ a 16,13 mg.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 6,34 \pm 6,30 mg.kg⁻¹; y aluminio intercambiable (Al) con un límite de varia-

\pm standard deviation of 1.01 \pm 0.51 cmol.kg⁻¹; exchangeable potassium (BK) with a variation limit from 0.15 cmol.kg⁻¹ to 3.0 cmol.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 0.19 \pm 0.09 cmol.kg⁻¹; total bases (TB) with a variation limit from 2.89 cmol.kg⁻¹ to 7.67 cmol.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 4.52 \pm 2.12 cmol.kg⁻¹; and percentage of exchangeable sodium (PES) with a variation limit from 2.13% to 8.36% and mean \pm standard deviation of 3.87 \pm 2.31 %; and acidity (Acid) with variation limit of 1.14 cmol.kg⁻¹ to 4.20 cmol.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 2.36 \pm 1.29 cmol.kg⁻¹.

The higher variation coefficients vary between 99.42% and 162.02%, like the available phosphorus (P) with a variation limit from 0.00 cmol.kg⁻¹ to 16.13 mg.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 6.34 \pm 6.30 mg.kg⁻¹; and exchangeable aluminum (Al) with a variation limit from 0.00 cmol.kg⁻¹ to 0.25 cmol.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 0.07 \pm 0.11 cmol.kg⁻¹.

Bt₁ horizon:

The chemical properties with a minimum and a maximum value oscillating between pH in water (pHw) with a variation coefficient of 7.91%, a variation limit from 5.30 to 6.93, a variation rank of 1.09 and mean \pm standard deviation of 5.77 \pm 0.46, until exchangeable aluminum (Al) with a variation coefficient of 181.66%, a variation limit from 0.00 cmol.kg⁻¹ to 0.15 cmol.kg⁻¹, a variation rank of 0.15 cmol.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 0.03 \pm 0.06 cmol.kg⁻¹.

The very low properties with variation coefficient comes from

ción de $0,00 \text{ cmol.kg}^{-1}$ a $0,25 \text{ cmol.kg}^{-1}$ y media \pm desviación estándar de $0,07 \pm 0,11 \text{ cmol.kg}^{-1}$.

Horizonte Bt₁:

Las propiedades químicas con un mínimo y máximo valor que oscilan entre el pH en agua (pHa) con coeficiente de variación de 7,91%, límite de variación de 5,30 a 6,93, rango de variación de 1,09 y media \pm desviación estándar de $5,77 \pm 0,46$, hasta el aluminio intercambiable (Al) con coeficiente de variación de 181,66%, límite de variación de $0,00 \text{ cmol.kg}^{-1}$ a $0,15 \text{ cmol.kg}^{-1}$, rango de variación de $0,15 \text{ cmol.kg}^{-1}$ y media \pm desviación estándar de $0,03 \pm 0,06 \text{ cmol.kg}^{-1}$.

Las propiedades con coeficiente de variaciones muy bajas van de 7,91% a 12,08%, así como el pH en pasta (pHp) con límite de variación de 4,80 a 6,42 y media \pm desviación estándar de $5,81 \pm 0,70$; y pH en agua (pHa) con límite de variación estándar de 5,30 a 6,93 y media \pm desviación estándar de $5,77 \pm 0,46$.

Los coeficientes de variación bajos varían entre 18,08% a 29,40%, tales como el carbono orgánico (CO) con límite de variación de 0,28% a 0,69% y media \pm desviación estándar de $0,45 \pm 0,12\%$; calcio intercambiable (BCa) con límite de variación de $1,33 \text{ cmol.kg}^{-1}$ a $3,10 \text{ cmol.kg}^{-1}$ y media \pm desviación estándar de $2,56 \pm 0,64 \text{ cmol.kg}^{-1}$; capacidad de intercambio catiónico por acetato de amonio (CICAc) con un límite de variación de $3,72 \text{ cmol.kg}^{-1}$ a $9,00 \text{ cmol.kg}^{-1}$ y media \pm desviación estándar de $6,87 \pm 2,02 \text{ cmol.kg}^{-1}$; capacidad de intercambio catiónico por suma (CICS) con límite de variación de $5,84 \text{ cmol.kg}^{-1}$ a $9,76 \text{ cmol.kg}^{-1}$ y media \pm desviación

7.91% to 12.08%, like paste pH (pHp) with a variation limit from 4.80 to 6.42 and mean \pm standard deviation of 5.81 ± 0.70 ; and pH in water (pHw) with standard variation of 5.30 to 6.93 and mean \pm standard deviation of 5.77 ± 0.46 .

The low variation coefficients vary between 18.08% to 29.40%, such as organic carbon (OC) with a variation limit of 0.28% to 0.69% and mean \pm standard deviation of $0.45 \pm 0.12\%$; exchangeable calcium (BCa) with a variation limit from $1.33 \text{ cmol.kg}^{-1}$ to $3.10 \text{ cmol.kg}^{-1}$ and mean \pm standard deviation of $2.56 \pm 0.64 \text{ cmol.kg}^{-1}$; capacity of cationic exchange by ammonium acetate (CICAc) with a variation limit from $3.72 \text{ cmol.kg}^{-1}$ to $9.00 \text{ cmol.kg}^{-1}$ and mean \pm standard deviation of $6.87 \pm 2.02 \text{ cmol.kg}^{-1}$; capacity of cationic exchange by addition (CICS) with a variation limit from $5.84 \text{ cmol.kg}^{-1}$ to $9.76 \text{ cmol.kg}^{-1}$ and mean \pm standard deviation of $7.40 \pm 1.34 \text{ cmol.kg}^{-1}$; and percentage of bases saturation (PBS) with a variation limit from 60% to 100% and mean \pm standard deviation $81 \pm 15.10\%$. The medium variation coefficients oscillate between 33.98% and 35.95%, like exchangeable potassium (BK) with a variation limit from $0.15 \text{ cmol.kg}^{-1}$ to $0.30 \text{ cmol.kg}^{-1}$ and mean \pm standard deviation of $0.21 \pm 0.07 \text{ cmol.kg}^{-1}$; and total bases (TB) with a variation limit from $3.29 \text{ cmol.kg}^{-1}$ to $8.22 \text{ cmol.kg}^{-1}$ and mean \pm standard deviation of $5.16 \pm 1.75 \text{ cmol.kg}^{-1}$.

The high variation coefficients vary between 47.05% and 57.09%, like exchangeable sodium (BNa) with a variation limit from $0.10 \text{ cmol.kg}^{-1}$ to

estándar de $7,40 \pm 1,34$ cmolc.kg⁻¹; y porcentaje de saturación de bases (PSB) con límite de variación de 60% a 100% y media \pm desviación estándar de $81 \pm 15,10\%$. Los coeficientes de variación medianos oscilan entre 33,98% a 35,95%, así encontramos el potasio intercambiable (BK) con límite de variación de $0,15$ cmolc.kg⁻¹ a $0,30$ cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de $0,21 \pm 0,07$ cmolc.kg⁻¹; y bases totales (BT) con límite de variación de $3,29$ cmolc.kg⁻¹ a $8,22$ cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de $5,16 \pm 1,75$ cmolc.kg⁻¹.

Los coeficientes de variaciones altos varían entre 47,05% a 57,09%, en la cual tenemos al sodio intercambiable (BNa) con límite de variación de $0,10$ cmolc.kg⁻¹ a $0,46$ cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de $0,22 \pm 0,12$ cmolc.kg⁻¹; acidez (Acid) con límite de variación de $1,33$ cmolc.kg⁻¹ a $3,65$ cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de $2,24 \pm 1,06$ cmolc.kg⁻¹; y porcentaje de sodio intercambiable (PSI) con límite de variación de 1,14% a 5,37% y media \pm desviación estándar de $3,45 \pm 1,69\%$.

Los coeficientes de variaciones muy altos oscilan de 62,38% a 181,66%, así como la conductividad eléctrica (C.E.) con límite de variación de $0,30$ dS.m⁻¹ a $1,37$ dS.m⁻¹ y media \pm desviación estándar de $0,58 \pm 0,41$ dS.m⁻¹; fósforo disponible (P) con límite de variación de $0,00$ mg.kg⁻¹ a $4,00$ mg.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de $2,18 \pm 1,63$ mg.kg⁻¹; aluminio intercambiable (Al) con límite de variación de $0,00$ cmolc.kg⁻¹ a $0,15$ cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de $0,03 \pm 0,06$ cmolc.kg⁻¹; y magnesio intercambiable (BMg) con límite de

$0,46$ cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of $0,22 \pm 0,12$ cmolc.kg⁻¹; acidity (Acid) with a variation limit from $1,33$ cmolc.kg⁻¹ to $3,65$ cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of $2,24 \pm 1,06$ cmolc.kg⁻¹; and percentage of exchangeable sodium (PES) with a detection limit of 1.14% to 5.37% and mean \pm standard deviation of $3,45 \pm 1,69\%$.

The very high variations coefficients oscillate from 62.38% to 181.66%, like electrical conductivity (EC) with a variation limit from 0.30 dS.m⁻¹ to 1,37 dS.m⁻¹ and mean \pm standard deviation of $0,58 \pm 0,41$ dS.m⁻¹; available phosphorus (P) with a variation limit from 0.00 mg.kg⁻¹ to 4.00 mg.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of $2,18 \pm 1,63$ mg.kg⁻¹; exchangeable aluminum (Al) with a variation limit from 0.00 cmolc.kg⁻¹ to 0.15 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of $0,03 \pm 0,06$ cmolc.kg⁻¹; and exchangeable magnesium (BMg) with a detection limit of 1.25 cmolc.kg⁻¹ to 4.70 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of $2,17 \pm 1,36$ cmolc.kg⁻¹.

Bt₂ horizon:

Its chemical properties vary between the exchangeable aluminum (Al) with variation coefficient of 0.00%, variation limit, variation rank and mean \pm standard deviation of 0.00 cmolc.kg⁻¹ until available phosphorus with a variation coefficient of 161.295%, a variation limit from 0.00 mg.kg⁻¹ to 3.00 mg.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of $0,74 \pm 1,19$ mg.kg⁻¹.

The properties with very low variation coefficients oscillates between 0.00% and 11.80%; like pas- te pH (pHp) with variation limits from

1,25 cmolc.kg⁻¹ a 4,70 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 2,17 \pm 1,36 cmolc.kg⁻¹.

Horizonte Bt₂:

Sus propiedades químicas varían entre el aluminio intercambiable (Al) con coeficiente variación de 0,00%, límite de variación, rango de variación y media \pm desviación estándar de 0,00 cmolc.kg⁻¹ hasta fósforo disponible con coeficiente de variación de 161,295%, límite de variación de 0,00 mg.kg⁻¹ a 3,00 mg.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 0,74 \pm 1,19 mg.kg⁻¹.

Las propiedades con coeficientes de variaciones muy bajos que oscilan entre 0,00% a 11,80%; así tenemos el pH en pasta (pHp) con límites de variación de 5,10 a 7,15 y media \pm desviación estándar de 6,38 \pm 0,75; pH en agua (pHa) con límite de variación que varían de 5,50 a 6,95 y media \pm desviación estándar de 6,42 \pm 0,52; aluminio intercambiable (Al) con límite de variación y media \pm desviación estándar de 0,00 cmolc.kg⁻¹; y capacidad de intercambio catiónico por suma (CICS) con límite de variación de 7,73 cmolc.kg⁻¹ a 10,37 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 9,7 \pm 1,03 cmolc.kg⁻¹.

Las propiedades con coeficientes de variaciones bajos van de 17,21% a 27,17%, entre las cuales tenemos al carbono orgánico (CO) con límite de variación de 0,22% a 0,39% y media \pm desviación estándar de 0,30 \pm 0,07%; y bases totales (BT) con límite de variación de 4,36 cmolc.kg⁻¹ a 9,36 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 7,22 \pm 1,90%; capacidad de intercambio catiónico por acetato de amonio (CICAc) con límite de varia-

5.10 to 7.15 and mean \pm standard deviation of 6.38 \pm 0.75; pH in water (pHa) with variation limit between 5.50 to 6.95 and mean \pm standard deviation of 6.42 \pm 0.52; exchangeable aluminum (Al) with variation limit and mean \pm standard deviation 0.00 cmolc.kg⁻¹; and capacity of cationic exchange by addition (CICS) with a variation limit from 7.73 cmolc.kg⁻¹ to 10.37 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 9.7 \pm 1.03 cmolc.kg⁻¹.

The properties with low variation coefficients goes from 17.21% to 27.17%, like organic carbon (OC) with a variation limit from 0.22% to 0.39% and mean \pm standard deviation of 0.30 \pm 0.07%; and total bases (TB) with a variation limit from 4.36 cmolc.kg⁻¹ to 9.36 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 7.22 \pm 1.90%; capacity of cationic exchange by ammonium acetate (CICAc) with a variation limit from 6.75 cmolc.kg⁻¹ to 10.57 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 7.95 \pm 1.37 cmolc.kg⁻¹; and percentage of bases saturation (PBS) with a variation limit from 60% to 100% and mean \pm deviation of 35.00 \pm 15.01%.

The properties with medium variations coefficients between 30.18% to 36.66%, such as electrical conductivity (EC) with a variation limit from 0.23 dS.m⁻¹ to 0.68 dS m⁻¹ and mean \pm standard deviation of 0.46 \pm 0.16 dS.m⁻¹; exchangeable calcium (BCa) with a variation limit from 1.63 cmolc.kg⁻¹ to 5.00 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 3.75 \pm 1.34 cmolc.kg⁻¹; exchangeable magnesium (BMg) with a variation limit of 1.70 cmolc.kg⁻¹ to 3.90 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard

ción de $6,75 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ a $10,57 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ y media \pm desviación estándar de $7,95 \pm 1,37 \text{ cmol.kg}^{-1}$; y porcentaje de saturación de bases (PSB) con límite de variación de 60% a 100% y media \pm desviación de $35,00 \pm 15,01\%$.

Las propiedades con coeficientes de variaciones medianos entre 30,18% a 36,66%, tales como conductividad eléctrica (C.E.) con límite de variación de $0,23 \text{ dS.m}^{-1}$ a $0,68 \text{ dS.m}^{-1}$ y media \pm desviación estándar de $0,46 \pm 0,16 \text{ dS.m}^{-1}$; calcio intercambiable (BCa) con límite de variación de $1,63 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ a $5,00 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ y media \pm desviación estándar de $3,75 \pm 1,34 \text{ cmolc.kg}^{-1}$; magnesio intercambiable (BMg) con límite de variación de $1,70 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ a $3,90 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ y media \pm desviación estándar de $2,75 \pm 0,89 \text{ cmolc.kg}^{-1}$; potasio intercambiable (BK) con límite de variación de $4,36 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ a $9,36 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ y media \pm desviación estándar de $7,22 \pm 1,90 \text{ cmolc.kg}^{-1}$; y porcentaje de sodio intercambiable (PSI) con límite de variación de 1,78% a 6,62% y media \pm desviación estándar de $4,20 \pm 1,54\%$.

La propiedad con coeficiente de variación alto de 56,80% como es el sodio intercambiable (BNa) con límite de variación de $0,12 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ a $0,70 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ y media \pm desviación estándar de $0,34 \pm 0,20 \text{ cmolc.kg}^{-1}$.

Las propiedades con coeficientes de variaciones muy altos varían entre 74,27% a 161,29%, así tenemos al fósforo disponible (P) con límite de variación de $0,00 \text{ mg.kg}^{-1}$ a $3,00 \text{ mg.kg}^{-1}$ y media \pm desviación estándar de $0,74 \pm 1,19 \text{ mg.kg}^{-1}$; y la acidez (Acid) con límite de variación de 0,95 cmolc.kg^{-1} a $3,81 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ y media \pm

deviation of $2.75 \pm 0.89 \text{ cmolc.kg}^{-1}$; exchangeable potassium (BK) with a variation limit from $4.36 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ to $9.36 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ and mean \pm standard deviation of $7.22 \pm 1.90 \text{ cmolc.kg}^{-1}$; and exchangeable sodium percentage (PES) with a variation limit from 1.78% to 6.62% and mean \pm standard deviation of $4.20 \pm 1.54\%$.

The properties with a high variation coefficient of 56.80% being the exchangeable sodium (BNa) with a variation limit from $0.12 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ to $0.70 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ and mean \pm standard deviation of $0.34 \pm 0.20 \text{ cmolc.kg}^{-1}$.

The properties with very high variations coefficients vary between 74.27% and 161.29%, like the available phosphorus (P) with a variation limit from 0.00 mg.kg^{-1} to 3.00 mg.kg^{-1} and mean \pm standard deviation of $0.74 \pm 1.19 \text{ mg.kg}^{-1}$; and acidity (Acid) with a variation limit from $0.95 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ to $3.81 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ and mean \pm standard deviation of $1.94 \pm 1.44 \text{ cmolc.kg}^{-1}$.

Bt₃ horizon:

Between the values of extreme chemical properties is found the exchangeable aluminum (Al) with variation coefficient of 0.00%, variation limit, variation rank and mean \pm standard deviation of $0.00 \pm 0.00 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ until the electrical conductivity (EC) with a variation coefficient of 174.29%, a variation limit from 0.19 dS.m^{-1} to 8.23 dS.m^{-1} , a variation rank of 8.04 dS.m^{-1} and mean \pm standard deviation of $1.81 \pm 3.15 \text{ dS.m}^{-1}$.

The properties with very low variations coefficients goes from 0.00% to 13.67%, like paste pH (pHp) with variation limit of 5.40 to 7.67 and

desviación estándar de $1,94 \pm 1,44$ cmolc.kg^{-1} .

Horizonte Bt₃:

Entre los valores de propiedades químicas extremas tenemos al aluminio intercambiable (Al) con coeficiente de variación de 0,00%, límite de variación, rango de variación y media \pm desviación estándar de $0,00 \pm 0,00$ cmolc.kg^{-1} hasta la conductividad eléctrica (C.E.) con coeficiente de variación de 174,29%, límite de variación de $0,19$ dS.m^{-1} a $8,23$ dS.m^{-1} , rango de variación de $8,04$ dS.m^{-1} y media \pm desviación estándar de $1,81 \pm 3,15$ dS.m^{-1} .

Las propiedades con coeficientes de variaciones muy bajos van de 0,00% a 13,67%, así como el pH en pasta (pHp) con límite de variación de 5,40 a 7,67 y media \pm desviación estándar de $7,08 \pm 0,86$; pH en agua (pHa) con límite de variación de 5,80 a 7,80 y media \pm desviación estándar de $7,15 \pm 0,72$; aluminio intercambiable (Al) con límite de variación de 0,00 cmolc.kg^{-1} y media \pm desviación estándar de $0,00 \pm 0,00$ cmolc.kg^{-1} ; capacidad de intercambio catiónico por acetato de amonio (CICAc) con límite de variación de $6,25$ cmolc.kg^{-1} a $9,23$ cmol.kg^{-1} y media \pm desviación estándar de $8,14 \pm 1,11$ cmolc.kg^{-1} ; y porcentaje de saturación de bases (PSB) con límite de variación de 73,00% a 100% y media \pm desviación estándar de $92,67 \pm 11,52\%$.

Las propiedades con coeficientes de variaciones bajos varían de 18,65% a 29,75%, tales como carbono orgánico (CO) con límite de variación de 0,16% a 0,30% y media \pm desviación estándar de $0,23 \pm 0,06\%$; magnesio intercambiable (BMg) con límite de

mean \pm standard deviation of 7.08 ± 0.86 ; pH in water (pHw) with a variation limit from 5.80 to 7.80 and mean \pm standard deviation of 7.15 ± 0.72 ; exchangeable aluminum (Al) with a variation limit of 0.00 cmolc.kg^{-1} and mean \pm standard deviation of 0.00 ± 0.00 cmolc.kg^{-1} ; capacity of cationic exchange by ammonium acetate (CICAc) with a variation limit from 6.25 cmolc.kg^{-1} to 9.23 cmol.kg^{-1} and mean \pm standard deviation of 8.14 ± 1.11 cmolc.kg^{-1} ; and percentage of bases saturation (PBS) with a variation limit from 73.00% to 100% and mean \pm standard deviation of $92.67 \pm 11.52\%$.

The properties with low variation coefficients vary from 18.65% to 29.75%, such as organic carbon (CO) with a variation limit of 0.16% to 0.30% and mean \pm standard deviation of $0.23 \pm 0.06\%$; exchangeable magnesium (BMg) with a variation limit of 200 cmolc.kg^{-1} to 4.00 cmolc.kg^{-1} and mean \pm standard deviation of 2.78 ± 0.83 cmolc.kg^{-1} ; total bases (TB) with a variation limit from 5.23 cmolc.kg^{-1} to 10.38 cmolc.kg^{-1} and mean \pm standard deviation of 8.09 ± 2.19 cmolc.kg^{-1} ; and capacity of cationic exchange by addition (CICS) with a variation limit from 7.19 cmolc.kg^{-1} to 11.36 cmol.kg^{-1} and mean \pm standard deviation of 9.68 ± 1.81 cmolc.kg^{-1} .

The properties with medium coefficients oscillate between 32.22% and 42.53%, like exchangeable calcium (BCa) with a variation limit from 2.55 cmolc.kg^{-1} to 5.80 cmolc.kg^{-1} and mean \pm standard deviation of 4.53 ± 1.46 cmolc.kg^{-1} ; exchangeable potassium (BK) with a variation limit

variación de 2,00 cmolc.kg⁻¹ a 4,00 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 2,78 \pm 0,83 cmolc.kg⁻¹; bases totales (BT) con límite de variación de 5,23 cmolc.kg⁻¹ a 10,38 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 8,09 \pm 2,19 cmolc.kg⁻¹; y capacidad de intercambio catiónico por suma (CICS) con límite de variación de 7,19 cmolc.kg⁻¹ a 11,36 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 9,68 \pm 1,81 cmolc.kg⁻¹.

Las propiedades con coeficientes medianos oscilan entre 32,22% a 42,53%, así encontramos el calcio intercambiable (BCa) con límite de variación 2,55 cmolc.kg⁻¹ a 5,80 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 4,53 \pm 1,46 cmolc.kg⁻¹; potasio intercambiable (BK) con límite de variación de 0,12 cmolc.kg⁻¹ a 0,25 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 0,18 \pm 0,06 cmolc.kg⁻¹; y acidez (Acid) con límite de variación de 0,76 cmolc.kg⁻¹ a 2,20 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 1,39 \pm 0,59 cmolc.kg⁻¹.

Las propiedades con coeficientes altos varían entre 51,11% a 52,35%, en la cual tenemos el sodio intercambiable (BNa) con límite de variación de 0,25 cmolc.kg⁻¹ a 1,14 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 0,61 \pm 0,32 cmolc.kg⁻¹; y porcentaje de sodio intercambiable (PSI) con límite de variación de 4,00% a 11,83% y media \pm desviación estándar de 7,20 \pm 3,68%.

Las propiedades con coeficientes de variaciones muy altas varían entre 104,59% a 174,29%, así tenemos a la conductividad eléctrica (C.E.) con límite de variación de 0,19 dS.m⁻¹ a 8,23 dS.m⁻¹ y media \pm desviación estándar de 1,81 \pm 3,15 dS.m⁻¹; y fós-

from 0.12 cmolc.kg⁻¹ to 0.25 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 0.18 \pm 0.06 cmolc.kg⁻¹; and acidity (Acid) with a variation limit from 0.76 cmolc.kg⁻¹ to 2.20 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 1.39 \pm 0.59 cmolc.kg⁻¹.

The properties with high coefficients vary between 51.11% and 52.35%, like exchangeable sodium (BNa) with a variation limit from 0.25 cmolc.kg⁻¹ to 1.14 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 0.61 \pm 0.32 cmolc.kg⁻¹; and percentage of exchangeable sodium (PSI) with a variation limit from 4.00% to 11.83% and mean \pm standard deviation of 7.20 \pm 3.68 %.

The properties with very high variation coefficients vary between 104.59% to 174.29%, like the electrical conductivity (EC) with a variation limit from 0.19 dS.m⁻¹ to 8.23 dS.m⁻¹ and mean \pm standard deviation of 1.81 \pm 3.15 dS.m⁻¹; and available phosphorus (P) with a variation limit from 0.00 mg.kg⁻¹ to 1.21 mg.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 0.37 \pm 0.21 mg.kg⁻¹.

Bt₄ horizon:

The minimum and maximum values oscillate between the exchangeable aluminum (Al) with variation coefficient of 0.00%, with variation limit, variation rank and mean \pm standard deviation of 0.00 \pm 0.00 cmolc.kg⁻¹ until electrical conductivity (EC) with variation coefficient of 172.80%, with a variation limit from 0.34 dS.m⁻¹ to 12.90 dS.m⁻¹, variation rank of 12.56 dS.m⁻¹ and mean \pm standard deviation of 2.68 \pm 4.93 dS.m⁻¹.

The properties with very low

foro disponible (P) con límite de variación de 0,00 mg.kg⁻¹ a 1,21 mg.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 0,37 \pm 0,21 mg.kg⁻¹.

Horizonte Bt₄:

Los valores mínimos y máximos, oscilan entre el aluminio intercambiable (Al) con coeficiente de variación de 0,00%, con límite de variación, rango de variación y media \pm desviación estándar de 0,00 \pm 0,00 cmolc.kg⁻¹ hasta conductividad eléctrica (C.E.) con coeficiente de variación de 172,80%, límite de variación de 0,34 dS.m⁻¹ a 12,90 dS.m⁻¹, rango de variación de 12,56 dS.m⁻¹ y media \pm desviación estándar de 2,68 \pm 4,93 dS.m⁻¹.

Las propiedades con coeficientes de variaciones muy bajos oscilan entre 0,00% a 11,46%, así tenemos el pH en pasta (pHp) con límite de variación de 6,80 a 8,02 y media \pm desviación estándar de 7,53 a 0,45; pH en agua (pHa) con límite de variación de 7,12 a 7,80 y media \pm desviación estándar de 7,45 \pm 0,27; aluminio intercambiable (Al) con límite de variación y media \pm desviación estándar de 0,00 cmolc.kg⁻¹; capacidad de intercambio catiónico por acetato de amonio (CICAc) con límite de variación de 6,00 cmolc.kg⁻¹ a 8,28 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 7,21 \pm 0,83 cmolc.kg⁻¹; y porcentaje de saturación de bases (PSB) con límite de variación de 85% a 100% y media \pm desviación estándar de 97,50 \pm 6,12%.

Las propiedades con coeficientes de variaciones bajos van de 23,39% a 27,80%, entre las cuales tenemos a la base total (BT) con límite de variación de 6,16 cmolc.kg⁻¹ a 11,87 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 9,28

variaciones coefficients oscillate between 0.00% to 11.46%, like paste pH (pHp) with a variation limit from 6.80 to 8.02 and mean \pm standard deviation of 7.53 a 0.45; pH in water (pHw) with a variation limit from 7.12 to 7.80 and mean \pm standard deviation of 7.45 \pm 0.27; exchangeable aluminum (Al) with variation limit and mean \pm standard deviation of 0.00 cmolc.kg⁻¹; capacity of cationic exchange by ammonium acetate (CICAc) with variation limit from 6.00 cmolc.kg⁻¹ to 8.28 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 7.21 \pm 0.83 cmolc.kg⁻¹; and percentage of bases saturation (PBS) with a variation limit from 85% to 100% and mean \pm standard deviation of 97.50 \pm 6.12%.

The properties with low variation coefficients goes from 23.39% to 27.80%, like the total base (TB) with a variation limit from 6.16 cmolc.kg⁻¹ to 11.87 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 9.28 \pm 2.58 cmolc.kg⁻¹; acidity (Acid) with a variation limit from 0.61 cmolc.kg⁻¹ to 1.28 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation from 0.95 \pm 0.26 cmolc.kg⁻¹; and capacity of cationic exchange by addition (CICS) with a variation limit from 7.36 cmolc.kg⁻¹ to 12.80 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 10.23 \pm 2.44 cmolc.kg⁻¹.

The properties with medium variation coefficients oscillate between 32.52% and 35.35%, like the organic carbon (OC) with a variation limit from 0.10% to 0.22% and mean \pm standard deviation of 0.17 \pm 0.06%; exchangeable calcium (BCa) with a variation limit from 2.45 cmolc.kg⁻¹ to 6.30 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 4.37 \pm 1.42 cmolc.kg⁻¹;

$\pm 2,58$ cmolc.kg⁻¹; acidez (Acid) con límite de variación de 0,61 cmolc.kg⁻¹ a 1,28 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 0,95 \pm 0,26 cmolc.kg⁻¹; y capacidad de intercambio catiónico por suma (CICS) con límite de variación de 7,36 cmolc.kg⁻¹ a 12,80 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 10,23 \pm 2,44 cmolc.kg⁻¹.

Las propiedades con coeficientes de variaciones medianos oscilan entre 32,52% a 35,35%, así encontramos al carbono orgánico (CO) con límite de variación de 0,10% a 0,22% y media \pm desviación estándar de 0,17 \pm 0,06%; calcio intercambiable (BCa) con límite de variación de 2,45 cmolc.kg⁻¹ a 6,30 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 4,37 \pm 1,42 cmolc.kg⁻¹; magnesio intercambiable (BMg) con límite de variación de 2,23 cmolc.kg⁻¹ a 5,00 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 3,41 \pm 1,19 cmolc.kg⁻¹; y potasio intercambiable (BK) con límite de variación de 0,10 cmolc.kg⁻¹ a 0,22 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 0,12 \pm 0,06 cmolc.kg⁻¹.

Las propiedades con coeficientes de variaciones altos varían entre 41,73% a 53,90%, en la cual tenemos al sodio intercambiable (BNa) con límite de variación de 0,78 cmolc.kg⁻¹ a 2,70 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 1,33 \pm 0,72 cmolc.kg⁻¹; y porcentaje de sodio intercambiable (PSI) con límite de variación de 10,19% a 32,60% y media \pm desviación estándar de 19,47 \pm 8,13%.

Las propiedades con coeficientes de variaciones muy altos varían entre 113,25% a 172,80%, así tenemos a la conductividad eléctrica (C.E.) con límite de variación de 0,34 dS.m⁻¹ a

exchangeable magnesium (BMg) with a variation limit from 2.23 cmolc.kg⁻¹ to 5.00 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 3.41 \pm 1.19 cmolc.kg⁻¹; and exchangeable 'potassium (BK) with a variation limit from 0.10 cmolc.kg⁻¹ to 0.22 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 0.12 \pm 0.06 cmolc.kg⁻¹.

The properties with high variation coefficients vary between 41.73% and 53.90%, like exchangeable sodium (BNa) with a variation limit from 0.78 cmolc.kg⁻¹ to 2.70 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 1.33 \pm 0.72 cmolc.kg⁻¹; and percentage of exchangeable sodium (PSI) with a variation limit from 10.19% to 32.60% and mean \pm standard deviation of 19.47 \pm 8.13%.

The properties with higher variation coefficients vary between 113.25% and 172.80%, like electrical conductivity (EC) with a variation limit from 0.34 dS.m⁻¹ to 12.90 dS.m⁻¹ and mean \pm standard deviation of 2.86 \pm 4.93 dS.m⁻¹.

Bt₅ horizon:

The external values of properties oscillates between the exchangeable aluminum (Al) with a variation coefficient of 0.00%, with variation limit, variation rank and mean \pm standard deviation of 0.00 \pm 0.00 cmolc.kg⁻¹ until electrical conductivity (EC) with a variation coefficient of 184.76%, a variation limit from 0.41 dS.m⁻¹ to 21.10 dS.m⁻¹, a variation rank of 20.69 dS.m⁻¹ and mean \pm standard deviation of 4.43 \pm 8.18 dS.m⁻¹.

The properties with lower variation coefficients oscillate between 0.00% and 10.54%, like pas- te pH (pHp) with variation limit from

12,90 dS.m⁻¹ y media \pm desviación estándar de 2,86 \pm 4,93 dS.m⁻¹.

Horizonte Bt₅:

Los valores extremos de las propiedades oscilan entre el aluminio intercambiable (Al) con un coeficiente de variación de 0,00%, límite de variación, rango de variación y media \pm desviación estándar 0,00 \pm 0,00 cmolc.kg⁻¹ hasta la conductividad eléctrica (C.E.) con un coeficiente de variación de 184,76%, límite de variación de 0,41 dS.m⁻¹ a 21,10 dS.m⁻¹, rango de variación de 20,69 dS.m⁻¹ y media \pm desviación estándar de 4,43 \pm 8,18 dS.m⁻¹.

Las propiedades con coeficientes de variaciones muy bajos que oscilan entre 0,00% a 10,54%, así tenemos al pH en pasta (pHp) con límite de variación de 6,60 a 7,68 y media \pm desviación estándar de 7,32 \pm 0,44; pH en agua (pHa) con límite de variación de 6,20 a 7,70 y media \pm desviación estándar de 7,35 \pm 0,44; aluminio intercambiable (Al) con límite de variación y media \pm desviación estándar de 0,00 cmolc.kg⁻¹; y porcentaje de saturación de bases (PSB) con límite de variación de 77% a 100% y media \pm desviación estándar de 91,83 \pm 9,68%.

Las propiedades con coeficientes de variaciones bajas van de 17,95% a 28,06%, entre las cuales tenemos al carbono orgánico (CO) con límite de variación de 0,10% a 0,22% y media \pm desviación estándar de 0,17 \pm 0,05%; magnesio intercambiable (BMg) de 2,25 cmolc.kg⁻¹ a 4,33 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 3,09 \pm 0,84 cmol.kg⁻¹; bases totales (BT) con límite de variación de 5,55% a 10,88 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 8,64 \pm 2,27 cmolc.kg⁻¹; ca-

6.60 to 7.68 and mean \pm standard deviation of 7.32 \pm 0.44; pH in water (pHw) with variation limit from 6.20 to 7.70 and mean \pm standard deviation of 7.35 \pm 0.44; exchangeable aluminum (Al) with variation limit and mean \pm standard deviation of 0.00 cmolc.kg⁻¹; and percentage of bases saturation (PSB) with a variation limit from 77% to 100% and mean \pm standard deviation of 91.83 \pm 9.68%.

The properties with low variation coefficients goes from 17.95% to 28.06%, like organic carbon (OC) with a variation limit from 0.10% to 0.22% and mean \pm standard deviation of 0.17 \pm 0.05%; exchangeable magnesium (BMg) of 2.25 cmolc.kg⁻¹ to 4.33 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 3.09 \pm 0.84 cmol.kg⁻¹; total bases (TB) with a variation limit from 5.55% to 10.88 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 8.64 \pm 2.27 cmolc.kg⁻¹; capacity of cationic exchange by ammonium acetate (CICAc) with a variation limit from 7.11 cmolc.kg⁻¹ to 10.44 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 8.55 \pm 1.53 cmolc.kg⁻¹; and capacity of cationic exchange by addition (CICS) with a variation limit from 6.51 cmolc.kg⁻¹ to 11.83 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 9.68 \pm 1.90 cmolc.kg⁻¹.

The properties with medium variation coefficients oscillates between 32.64% to 44.21%, like exchangeable calcium (BCa) with a variation limit from 2.00 cmolc.kg⁻¹ to 5.30 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 3.90 \pm 1.27 cmolc.kg⁻¹ and exchangeable potassium (BK) with a variation limit from 0.10 cmolc.kg⁻¹ to 0.30 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard

pacidad de intercambio catiónico por acetato de amonio (CICAc) con límite de variación de 7,11 cmolc.kg⁻¹ a 10,44 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 8,55 \pm 1,53 cmolc.kg⁻¹; y capacidad de intercambio catiónico por suma (CICS) con límite de variación de 6,51 cmolc.kg⁻¹ a 11,83 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 9,68 \pm 1,90 cmolc.kg⁻¹.

Las propiedades con coeficientes de variaciones medianos, oscilan entre 32,64% a 44,21%, tales como calcio intercambiable (BCa) con límite de variación de 2,00 cmolc.kg⁻¹ a 5,30 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 3,90 \pm 1,27 cmolc.kg⁻¹ y potasio intercambiable (BK) con límite de variación de 0,10 cmolc.kg⁻¹ a 0,30 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 0,19 \pm 0,09 cmolc.kg⁻¹.

Las propiedades con coeficientes de variaciones altos varían entre 52,63% a 56,24% en la cual tenemos al sodio intercambiable (BNa) con límite de variación de 0,85 cmolc.kg⁻¹ a 2,90 cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 1,45 \pm 0,76 cmolc.kg⁻¹; y porcentaje de sodio intercambiable (PSI) con límite de variación de 2,23% a 27,77% y media \pm desviación estándar de 19,47 \pm 8,13%.

Las propiedades con coeficientes de variaciones muy altos varían entre 85,72% a 184,76%, así tenemos a la conductividad eléctrica (C.E.) con límite de variación de 0,41 dS.m⁻¹ a 21,00 dS.m⁻¹ y media \pm desviación estándar de 4,43 \pm 8,18 dS.m⁻¹; fósforo disponible (P) con límite de variación de 0,00 mg.kg⁻¹ a 2,77 mg.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 0,88 \pm 1,23 mg.kg⁻¹; y acidez (Acid) con límite de variación de 0,37 cmolc.kg⁻¹ a 2,80

deviation of 0.19 \pm 0.09 cmolc.kg⁻¹.

The properties with high variation coefficients vary between 52.63% and 56.24% like exchangeable sodium (BNa) with a variation limit from 0.85 cmolc.kg⁻¹ to 2.90 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 1.45 \pm 0.76 cmolc.kg⁻¹; and percentage of exchangeable sodium (PES) with variation limit from 2.23% to 27.77% and mean \pm standard deviation of 19.47 \pm 8.13%.

The properties with very high variation coefficients vary between 85.72% and 184.76%, like electrical conductivity (EC) with a variation limit from 0.41 dS.m⁻¹ to 21.00 dS.m⁻¹ and mean \pm standard deviation of 4.43 \pm 8.18 dS.m⁻¹; available phosphorus (P) with a variation limit from 0.00 mg.kg⁻¹ 2.77 mg.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 0.88 \pm 1.23 mg.kg⁻¹; and acidity (Acid) with a variation limit from 0.37 cmolc.kg⁻¹ to 2.80 cmolc.kg⁻¹ and mean \pm standard deviation of 1.04 \pm 0.89 cmolc.kg⁻¹.

The analysis of chemical variations by horizon shows that most of the properties have a very low, low and medium variability against those properties with high and very high variability. In the Ap horizon there is a balance with very low, low and medium against high and very high variability; in the Bt1 horizon, the very low, low and medium variability are lightly superior than those high and very high; in the Bt2, Bt3, Bt4 and Bt5 horizons, the high and very high variability decrease on a high proportion. This shows that Ap and Bt1 horizons have a low homogeneity because its anthropic action. In the

cmolc.kg⁻¹ y media \pm desviación estándar de 1,04 \pm 0,89 cmolc.kg⁻¹.

El análisis de las variaciones químicas por horizonte demuestra que existe una gran mayoría de las propiedades con variabilidad muy baja, baja y medianas, en contra a propiedades con variabilidad alta y muy alta. En el horizonte Ap hay un equilibrio con variabilidad muy baja, baja y mediana contra variabilidades altas y muy altas; en el horizonte Bt1, las variabilidades muy bajas, bajas y medianas son ligeramente mayores que las variabilidades altas y muy altas; en los horizontes Bt2, Bt3, Bt4 y Bt5, las variabilidades altas y muy altas disminuyen en mayor proporción. Esto refleja que en los horizontes Ap y Bt1, existe una menor homogeneidad, esto es debido a la acción antrópica en los mismos. En los horizontes restantes hay una mayor homogeneidad.

El aluminio intercambiable en la mayoría de las repeticiones está ausente, solo existe un pedón en que, los horizontes Ap y Bt1 tiene aluminio intercambiable y esto causa una variabilidad muy alta en dichos horizontes, esto es producto de una inclusión disimilar limitante en la unidad cartográfica, considerándose que la propiedad química aluminio intercambiable que define a la serie de suelo es de valor 0,00 cmolc.kg⁻¹ en todo el perfil.

Las propiedades que tienen una distribución de la variabilidad de la siguiente forma: la conductividad eléctrica mediana en el Ap y Bt2, muy altas en Bt1, Bt3, Bt4 y Bt5; calcio intercambiable alto en Ap, baja en Bt1 y medianas en Bt2, Bt3, Bt4 y Bt5; magnesio

rest of horizons there is a high homogeneity.

The exchangeable aluminum in most of replications is absent, there is only a pedon in where the Ap and Bt1 horizons have exchangeable aluminum and this cause a very high variability in these horizons, as a product of a limiting disimilar inclusion on the cartographic unit, being consider that chemical property of exchangeable aluminum defining the soil serial have a value of 0.00 cmolc.kg⁻¹ in all the profile.

The properties have a variability distribution as follows: the medium electrical conductivity in Ap and Bt2, very high in Bt1, Bt3, Bt4 and Bt5; high exchangeable calcium in Ap, low in Bt1 and medium in Bt2, Bt3, Bt4 and Bt5; high exchangeable magnesium in Ap, very low in Bt1, medium in Bt2 and Bt4, low in Bt3 and Bt5; medium exchangeable sodium in the Ap, and high in Bt1, Bt2, Bt3, Bt4 and Bt5; high acidity in the Ap and Bt1, very high in Bt2 and Bt5, medium in Bt2 and Bt4; capacity of cationic exchange by medium addition in the Ap; percentage of high exchangeable sodium in Ap, Bt1, Bt3, Bt4 and Bt5, and medium in Bt2. The variability described is very influenced by the irrigation water having saline effects that affect in the same way these variables in the first horizons. In the inferior horizons from the Bt3, the higher salt values and in the most of exchangeable bases has a generic origin because the parental materials forming soil (Larreal, 2006; Noguera, 1989).

The available phosphorus have a very high variability in all its

intercambiable alto en Ap, muy alto en Bt1, medianas en Bt2 y Bt4, baja en Bt3 y Bt5; sodio intercambiable mediana en el Ap, y alta en Bt1, Bt2, Bt3, Bt4 y Bt5; acidez alta en el Ap y Bt1, muy alta en Bt2 y Bt5, mediana en Bt2 y Bt4; capacidad de intercambio catiónico por suma mediana en el Ap; porcentaje de sodio intercambiable alto en Ap, Bt1, Bt3, Bt4 y Bt5, y mediano en Bt2. Estas variabilidades descritas están muy influenciadas por el agua de riego que posee efectos salinos que afectan de igual forma a dichas variables en los primeros horizontes. En los horizontes inferiores a partir del horizonte Bt3, los mayores valores de sales y en la mayoría de bases intercambiables tienen un origen genérico más bien debido a los materiales parentales que forman el suelo (Larreal, 2006; Noguera, 1989).

El fósforo disponible presenta una variabilidad muy alta en todos sus horizontes; el potasio intercambiable alto en el Ap, mediana en Bt1, Bt2, Bt3, Bt4 y Bt5; y acidez alta en Ap y Bt1, muy alta en Bt2 y Bt5, mediana en Bt3 y Baja en Bt4. Dicha variabilidad es debido a la aplicación de fertilizante que tiene sus efectos en los primeros horizontes, a mayor profundidad es debido a la meteorización de restos de material parental que puede influenciar alguna de estas propiedades químicas; específicamente al fósforo disponible para estos horizontes en su gran mayoría presentan trazas o muy pocas cantidades que es lo que define a la serie de suelo para esta propiedad (Larreal, 2006; Larreal, *et al*, 2007).

La variable capacidad de intercambio catiónico por suma tiene una

horizons; the high exchangeable potassium in the Ap, medium in the Bt1, Bt2, Bt3, Bt4 and Bt5; and high acidity in Ap and Bt1, very high in Bt2 and Bt5, medium Bt3 and low in Bt4. This variability is caused by the fertilizer application affecting the first horizons; the best depth is caused by the rest meteorization of parental material influence on some of these chemical properties, specifically the available phosphorus for these horizons shows traces or very little quantities which define to the soil serial for this property (Larreal, 2006; Larreal, *et al*, 2007).

The variable capacity of cationic exchange by addition has a medium variability in the Ap. Low and very low variability in the rest of horizons is caused by the presence of similar soils inclusion. The percentage of bases saturation has a very low and low variability in all the horizons and can be also affected by the current inclusions.

Conclusions

It is conclude that chemical properties confirm that the taxonomic unit selected in soil study is reclassified like Typic Paleargids, fine, kaolinitic, and iso-hyperthermic clay.

Most of chemical properties have very low, low and medium variability when the soil serial is considered by horizons.

The soil serial analyzed by extracts shows in its first horizons a lower homogeneity in comparison to sub-superficial horizons with a high homogeneity because the anthropic

variabilidad mediana en el Ap. Baja y muy baja variabilidad en los restantes horizontes, se debe a la presencia de inclusiones de suelos similares. El porcentaje de saturación de bases tiene una variabilidad muy baja y baja en todos los horizontes y puede ser afectada también por las inclusiones presentes.

Conclusiones

Se concluye que las propiedades químicas, confirman que la unidad taxonómica seleccionada en el estudio de suelo es reclasificada como Typic Paleargids, arcillosa fina, caolinítica, isohipertérmica.

Las propiedades químicas tienen en su gran mayoría variabilidades muy bajas, bajas y medianas cuando se considera a la serie de suelo por horizontes.

La serie de suelos analizadas por extractos presenta en sus primeros horizontes una menor homogeneidad en comparación con los horizontes subsuperficiales que tienen una mayor homogeneidad debido a la influencia antrópica sobre los suelos.

Existen propiedades químicas que pueden influenciar la variabilidad de la serie de suelo. Dicha influencia puede ser considerada como variaciones propias de la serie de suelos o variaciones de las inclusiones de los suelos presentes. Las inclusiones de suelo deben ser eliminados para evitar dicha influencia.

Literatura citada

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

influence on soils.

There are chemical properties influencing on variability of soil serial. This influence could be considered like proper variations of soil serial or variations of inclusions of soils studied. The soil inclusions have to be eliminated to avoid this influence.

End of english version

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.
- 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. U.C.V. 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. LUZ. Maracaibo. Venezuela. 130 p.

- Helmke, P.A. y D.L. Sparks. 1996. Lithium, sodium, potassium, rubidium, and cesium. In: Birgham J.M (eds) Methods of soils análisis: Part 3. Chemical Methods. SSSA, Madison, USA, 551-574.
- Heald, W.R. 1965. Calcium and Magnesium. In: C.A. Black, Evans D.D., white J.L. Ensminger L.E. and Clark F.E. (eds). Methods of soil analysis. Part 2. American Society of Agronomy. Madison, USA. Pp 999-1010.
- International Soil Reference Information Center (ISRIC). 1993. Procedure for soil analysis. L.P. van Reewijk (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. miguellarreal@cantv.net.
- 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. LUZ. Apure. Venezuela. 25 p.
- Nelson, D.W. y L.E. Sommer. 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Birgham J.M. (eds.) Methods of soils analysis: Part 3. Chemical Methods. SSSA, Madison, USA, 961-1010.
- Noguera, N. 1989. Principios básicos de agrología. Facultad de Agronomía. LUZ. Maracaibo. 128 p.
- Protz, R., E. Present, R. Arnold. 1968. Establishing of the modol profile and measurements of variability within a soil land form unit. Canada. J. Soil Sci. 48, 6-19.
- Rhoades, J.D. 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. In: Birgham J.M. (eds) methods of soils analysis: Part 3. Chemical Methods. SSSA, Madison, USA, 417-435.
- SAS Institute Inc. 2003. Procedures Guide. Release 9.1 edition. Cary, NC. USA.
- Sumner, M.E. y W.P. Miller. 1996. Cation exchange coefficients. In: Birgham J.M. (eds) Methods of soils analysis: Parts 3. Chemical Methods. SSSA, Madison, USA, 1201-1229.
- Thomas Sims, J. 1996. Lime requiremnt. In: Birghan J.M. (eds.) Methods of soils analysis: Part 3 Chemical Methods. SSSA, Madison, USA, 491-515.
- U.S.D.A. 1993. Soil conservation service. Soil Survey Manual. Chapter 10. Washington, D.C. 21 p.
- U.S.D.A. 2006. Keys to soil taxonomy. Soil Survey Staff. Natural resources conservation service. Washington, D.C. 21 p.