Pedogénesis en cinco perfiles de suelos, municipio San Jerónimo de Guayabal, estado Guárico, Venezuela

Pedogenesis on five soil profiles, San Jerónimo de Guayabal municipality, Guárico state, Venezuela

Pedogênese em cinco perfis de solo, município de San Jerónimo de Guayabal, estado de Guárico, Venezuela

Yelilay Díaz
yelindc@gmail.com

Orlando José González Clemente
orlandojose57@yahoo.com.mx
https://orcid.org/0000-0001-8927-2691

Laboratorio de Pedología del Cuaternario, Departamento de Ciencias de la Tierra, Instituto Pedagógico de Caracas, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Venezuela.

Artículo recibido en mayo de 2021, arbitrado en junio de 2021 y aprobado en julio de 2021

RESUMEN

Se analizaron características pedogenéticas en cinco perfiles de suelos desarrollados en diferentes posiciones geomorfológicas de la planicie aluvial de desborde del río Guárico, con el fin de determinar el grado de pedogénesis alcanzado por estos suelos. La metodología consistió en analizar las relaciones geomorfología-suelos con base en el enfoque geopedológico, el uso de criterios pedogenéticos relacionados con propiedades físico-químicas de los suelos y su valoración mediante la estadística univariante y bivariante. Los resultados de los análisis físico-químicos y el tratamiento estadístico, sugieren que no existen diferencias pedológicas significativas entre los perfiles analizados y la principal diferencia reportada, se presenta entre el pH en H_2O y el porcentaje de arena en alguno de los suelos analizados. Se concluye que las propiedades pedológicas evaluadas son heredadas del material parental y son las que explican tentativamente junto a la geomorfología y el tiempo el bajo a moderado grado de evolución de esta pedosecuencia.

Palabras clave*: pedogénesis; enfoque geopedológico; planicie aluvial; suelos; San Jerónimo de Guayabal*

ABSTRACT

Pedogenetic characteristics were analyzed in five soil profiles developed in different geomorphological positions of the floodplain of the Guárico river, in order to determine the degree of pedogenesis achieved by these soils. The methodology consisted of

analyzing the geomorphology-soil relationships based on the geopedological approach, the use of pedogenetic criteria related to the physical-chemical properties of the soils and their valuation through univariate and bivariate statistics. The results of the physical-chemical analysis and the statistical treatment suggest that there are no significant pedological differences between the analyzed profiles and the main difference reported is between the pH in H_2O and the percentage of sand in some of the analyzed soils. It is concluded that the pedological properties evaluated are inherited from the parent material and are those that tentatively explain, together with geomorphology and time, the low to moderate degree of evolution of this pedosequence.

Keywords: *pedogenesis, geopedological approach, floodplain, soils, San Jerónimo de Guayabal*

RESUMO

Foram analisadas características pedogenéticas em cinco perfis de solos desenvolvidos em diferentes posições geomorfológicas da planície aluvial de transbordamento do rio Guárico, de modo a determinar o grau de pedogênese alcançado por esses solos. A metodologia consistiu em analisar as relações geomorfologia-solos com base na abordagem geopedológica, o uso de critérios pedogenéticos relacionados a propriedades físico-químicas dos solos e sua avaliação mediante a estatística univariante e bivariante. Os resultados das análises físico-químicas e o tratamento estatístico sugerem que não existem diferenças pedológicas significativas entre os perfis analisados e a principal diferença relatada, apresenta-se entre o pH em H_2O e a porcentagem de areia em algum dos solos analisados. Conclui-se que as propriedades pedológicas avaliadas são herdadas do material parental e são as que explicam provisoriamente, junto à geomorfologia e ao tempo, o baixo a moderado grau de evolução desta pedosequência.

Palavras-chave: *Pedogênese; abordagem geopedológica; planície aluvial; solos; São Jerônimo de Guayabal*

INTRODUCCIÓN

La Pedología es la subdisciplina de las ciencias del suelo que integra y cuantifica la distribución, morfología, génesis y clasificación de los suelos como cuerpos de paisajes naturales (Simonson, 1991). De igual manera, la Pedología es una ciencia que estudia el suelo en función de su perfil (Prado, 1995). En ese marco, la variabilidad espacial de los suelos es inherente a la complejidad del paisaje y la posición que ocupa cada suelo, su morfología y propiedades individuales, reflejan las características de su evolución geo-pedogenética (Blanco *et al*., 2003).

En el territorio venezolano la variabilidad del relieve, de la geología y del clima, conjuntamente con una historia geológica compleja, determinan la existencia de una gran variedad de tipos de suelos. En ese contexto, la región de los Llanos ocupa aproximadamente un tercio del territorio de Venezuela y se caracteriza por ser una planicie sedimentaria-aluvial desarrollada bajo la influencia de los cambios climáticos del Cuaternario. Desde un punto de vista fisiográfico general, los Llanos de Venezuela han sido clasificados en Llanos Occidentales, Llanos Centrales y Llanos Orientales (Schargel, 2011).

Cuatro grandes regiones naturales ocupan estas tierras bajas: (a) planicies aluviales y (b) planicies eólicas predominantes en el occidente, (c) altiplanicies conformadas por mesas tabulares separadas por valles y (d) paisajes de colinas y de superficies de denudación; además de la transición entre el llano y la montaña, designada como el piedemonte de los Llanos centrales y orientales. Las variaciones originadas por diferencias de edad, sedimentación y disección permiten dividir estas regiones en paisajes geomorfológicos con mayor uniformidad en sus características edáficas (Schargel, 2015; p. 63).

Estas regiones naturales, determinan una importante diversidad de suelos, vegetación y fauna en la provincia fisiográfica de los Llanos venezolanos. En los bancos de planicies aluviales se presentan Alfisoles (Typic Haplustalf), algunas veces mesotróficos, pero también Ultisoles distróficos (Kanhaplic Haplustult), con niveles de bases intercambiables superiores a los de suelos de la mesa. En los bajíos se desarrollan suelos de carácter vértico (López y Delgado, 2015).

Estos suelos muestran escaso desarrollo pedogenético, limitado a lavado y acumulación de carbonatos, formación de estructura blocosa o prismática, alteración incipiente de minerales primarios con la consecuente liberación de hierro y de otros elementos, y la acumulación de materia orgánica en los horizontes superficiales. En suelos mal drenados, se produce la redistribución del hierro y manganeso por la alternancia de períodos de oxidación y reducción. La mineralogía refleja las

características heredadas del material originario y varía de acuerdo al origen del sedimento. En la fracción arcilla son comunes la ilita, caolinita, vermiculita y en menor proporción las esmectitas, mientras que en la arena y limo son comunes cuarzo, mica y feldespatos (Schargel, 2015; p. 71).

Tempranamente, los investigadores en la Ciencia del Suelo en los Llanos de Venezuela adoptaron el modelo geopedológico propuesto por Alfred Zinck (1970). El enfoque geopedológico hace énfasis en la lectura del paisaje en el campo y desde imágenes de sensores remotos con fines de identificar y clasificar las geoformas, como preludio a su mapeo junto con los suelos que albergan, y a la interpretación de las relaciones genéticas entre geoformas y suelos (Zinck, 2012). Varias investigaciones de ese tipo se han desarrollado en los Llanos venezolanos (ver por ejemplo: Zinck, 1970; Zinck y Urriola, 1970; Sarmiento *et al*., 1971; Roa, 1979, 1983, Ramia, 1997; entre otros).

Posteriormente, los estudios geopedológicos se extendieron hacia las regiones montañosas del país, que incluían el análisis de depósitos y suelos cuaternarios de origen aluvial y glacial (Malagón, 1982; Morales y Viloria, 2005; Oballos y Ochoa, 2008; Valera *et al*., 2008; Ochoa *et al*., 2010; Pineda *et al*., 2011; González *et al*., 2019a y b, entre otras investigaciones). De la misma forma, este enfoque se ha venido utilizando en otros países para el mapeo, levantamiento y clasificación de suelos, así como para la identificación de unidades geomorfológicas-ambientales, detección de contaminantes químicos y atributos edáficos que influyen en la productividad de los suelos (Sarmadian *et al*., 2010; Solís-Castillo et al., 2014; Zabala-Cruz *et al*., 2016; Toomanian y Boroujeni, 2017; Paladino *et al*., 2017; Blanco *et al*., 2018; Brindis-Santos *et al*., 2020; Camacho *et al*., 2020; Araujo do Nascimento *et al.,* 2021).

El propósito de este trabajo consistió en aplicar el modelo geopedológico en la planicie aluvial de desborde en los Llanos bajos de Guárico, específicamente, en la planicie aluvial izquierda del río Guárico, con el fin de determinar las relaciones geomorfología-suelo y el grado de pedogénesis alcanzado por estos suelos, en función

de algunas propiedades pedogenéticas analizadas y la posición geomorfológica sobre la que se desarrollaron estos pedones.

Área de estudio

El área de estudio está localizada en la planicie aluvial ubicada al noroeste de la población de San Jerónimo de Guayabal, estado Guárico. Sus coordenadas geográficas son las siguientes: 8° 00′ 00″ y 8°05´00´´de latitud N y 67°34′00″ y 67°39´00´´ de longitud O (gráfico 1). El relieve del área es de topografía relativamente plana, con alturas que varían entre 52 y 57 msnm.

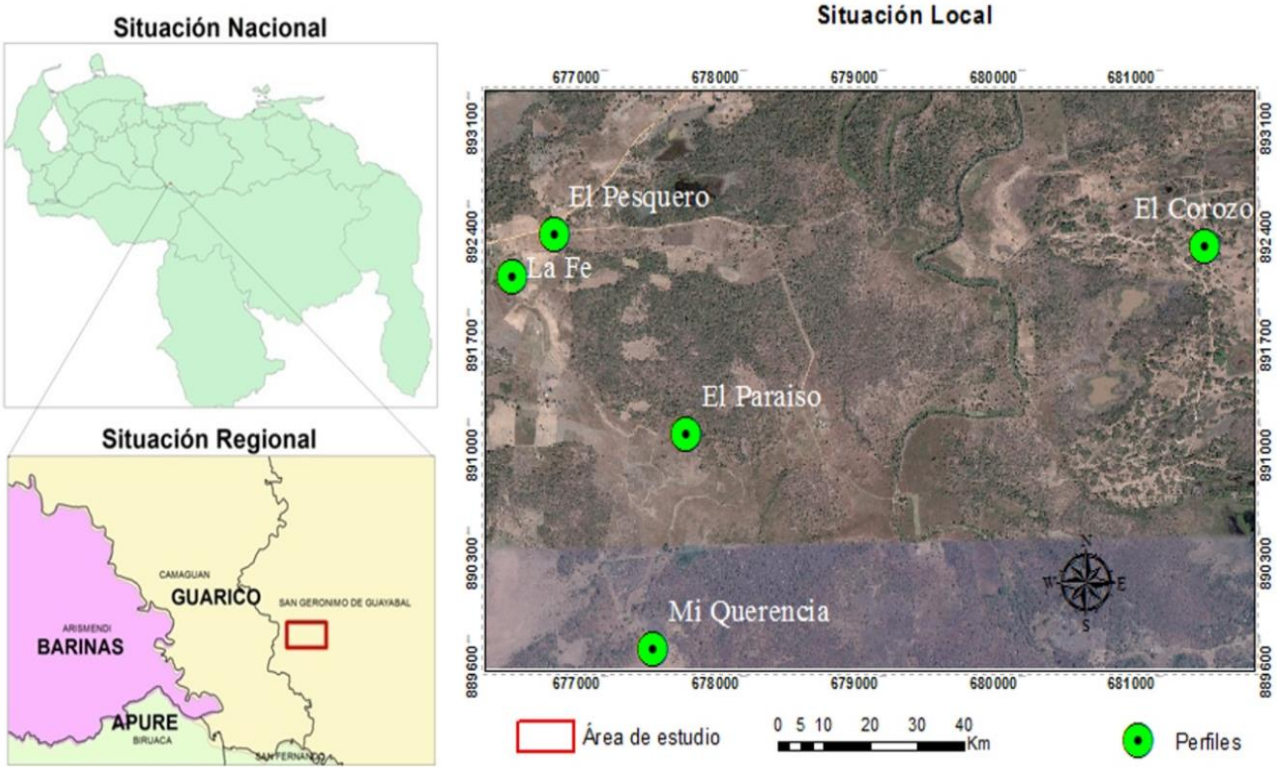


***Gráfico* 1. Localización del área de estudio (planicie aluvial y eólica-sureste de San Jerónimo de Guayabal.** *Nota.* Los puntos verdes, indican la ubicación de los perfiles estudiados.

El clima de los Llanos centrales altos y bajos es de tipo tropical de sabana. Las precipitaciones anuales varían entre 700 a 1.300 mm, distribuida entre los meses de

abril a octubre y una estación seca que va de noviembre a marzo. La temperatura máxima es de 34ºC y la mínima de 23ºC, con un promedio de 27, 5ºC (Mogollón y Comerma, 1995; López y Delgado, 2015). La vegetación está constituida por grandes extensiones de sabanas y por matorrales, morichales, bosques brevidecíduos, bosques decíduos, bosques de galería, grupos compactos llamados "matas" y por individuos arbóreos dispersos en la sabana de Trachypogon (Aymard, 2005).

La geología del área de estudio se relaciona con depósitos aluviales cuaternarios de edad Holoceno, constituidos por sedimentos aluviales areno-limo-arcillosos y arenas eólicas. Fisiográficamente, el área de estudio forma parte de los Llanos Centrales bajos con médanos del suroeste del estado Guárico y por la planicie aluvial del río Guárico, en su margen izquierda (gráfico 1). Asociadas a esta planicie de inundación se presentan posiciones geomorfológicas menores como diques, napas y cubetas de decantación, que se diferencian entre sí por su situación topográfica relativa y por la granulometría del material de sus depósitos. Los suelos que predominan en estas posiciones geomorfológicas, son suelos que presentan problemas de hidromorfismo y son muy arenosos clasificándose como entisoles (Mogollón y Comerma, 1995; p. 135 y 142).

La hidrografía está constituida principalmente por el río Guárico y otros cauces fluviales y lagunas intermitentes menores como: Caño del Diablo, Caño San José, Laguna Larga y Caño el Rastro. También se observan pequeñas depresiones que constituyen pantanos o charcos. (Mapa Topográfico de Guayabal, 1971).

MÉTODO

Revisión cartográfica y documental

En esta etapa se llevó a cabo la revisión bibliográfica relacionada con el tema investigado, mediante la consulta de artículos publicados en revistas científicas periódicas, libros especializados en ciencias del suelo y artículos científicos de formato

electrónico. La información cartográfica del área de estudio incluyó el Mapa Topográfico de Guayabal a escala 1.100.000–Hoja 6740, edición 1-DCN (1971) y una imagen satelital de *Google Earth* de acceso gratuito en internet.

Trabajo de Campo

En la salida de campo, se reconoció del área de estudio y se seleccionaron los cinco sitios de muestreo de los pedones de suelo en función de su posición geomorfológica (napa, cubeta de decantación y médanos) en la planicie aluvial seleccionada para este estudio. El muestreo realizado fue no probabilístico e intencional. La descripción morfológica de los perfiles de suelo en el campo se realizó a través de cortes verticales y calicatas, de aproximadamente 50cm a un 1m de profundidad y un $1m^2$ de ancho. Los horizontes de los perfiles se describieron según Birkeland *et al*. (1991) y Birkeland (1999; p. 5), para suelos desarrollados sobre depósitos cuaternarios. Adicionalmente, se describieron varias propiedades físicas cualitativas para cada horizonte de suelo (textura, estructura,, consistencia, compacidad y color), según la FAO (2009).

Laboratorio

En esta etapa, se determinó el tamaño de las partículas (fracción fina <2mm) de acuerdo a Bouyoucos (1962). El color de los horizontes de suelo se realizó en seco mediante la Tabla Munsell de colores (1990). Finalmente, se analizaron algunas propiedades químicas de rutina para cada todos los horizontes de suelo como el pH en H_20, KCl y ΔpH, según Jackson (1964) y Mekaru y Uehara (1972). Su determinación se llevó a cabo con un pH-Metro marca Orión modelo 410A+ en una relación 1:1 en H_20 y KCl.

Análisis de datos

El procesamiento estadístico de los datos se hizo con el SPSS V20 para *Windows* y los gráficos en *Microsoft Office Excel* 2016.

RESULTADOS

Morfología y propiedades físicas cualitativas

La morfología de los perfiles analizados muestra las siguientes sucesiones de horizontes: A1/A2/A3/A4/B1/B2/, A/B1/B2/, B1/B2, A/Cox1/Cox2/Cox3/ y A/Cox1/Cox2 (Cuadro 1). Esta secuencia de horizontes, tentativamente evidencia un bajo grado de desarrollo pedogenético en los perfiles estudiados, aunque en algunos de ellos se observa la presencia de horizontes C oxidados, que sugieren cierto grado de meteorización y pedogénesis.

Los horizontes A, de los perfiles (La Fe, El Paraíso) originados a partir de los sedimentos fluviales varían texturalmente entre arcillo-limosos y franco limosos, mientras que los horizontes sub-superficiales fluctúan entre horizontes con textura arcillosa, franco limosa y franco limo-arcillosa. Por otra parte, los horizontes A de los suelos originados a partir de los sedimentos eólicos son fundamentalmente de textura arenosa y los sub-superficiales son de textura areno-francosa a arenosa (cuadro 1).

En cuanto a las propiedades físicas cualitativas de los suelos originados sobre material fluvial, la estructura en los horizontes A es de tipo angular para el perfil La Fe y subangular para el perfil El Paraíso; mientras que los horizontes subsuperficiales presentan estructura sub-angular, a excepción del horizonte Cu del perfil La Fe que tiene estructura angular. El Suelo Mi Querencia, también presenta estructura su-angular en sus dos horizontes B. Por otro lado, los perfiles originados a partir de los sedimentos eólicos (El Pesquero, Médanos del Corozo), no forman agregados sino que están

constituidos por partículas sueltas o individuales y por lo tanto no presentan una estructura definida.

Cuadro 1. Textura de los suelos analizados

Perfil	Horizonte	Profundidad (cm)	% Arena	% Arcilla	% Limo	Clase textural
La Fe	A1	0-10	0	40	60	Arcillo Limoso
	A2	10-26	0	65	35	Arcillosa
	A3	26-48	0	65	35	Arcillosa
	A4	48-60	2	65	33	Arcillosa
	B1	60-76	0	24	76	Franco Arcillo Limoso
	B2	76-116	0	24	76	Franco Arcillo Limoso
	Cu	116-127	0	60	40	Arcillosa
El Paraíso	A	0-15	0	4	96	Franco Limoso
	B1	15-45	8	40	52	Franco Arcillo Limoso
	B2	45-75	6	77	17	Arcillosa
Mi Querencia	B1	0-31	2	18	80	Franco limoso
	B2	31-58	10	83	7	Arcilloso
El Pesquero	A	0-25	84	2	14	Arenoso
	Cox1	25-54	82	3	15	Areno Francoso
	Cox2	54-70	80	3	17	Areno Francoso
	Cox3	70-90	82	4	14	Areno Francoso
Médanos del Corozo	A	0-9	94	2	4	Arenoso
	Cox1	9-50	95	2	3	Arenoso
	Cox2	50-90	92	0	8	Arenoso

Con relación a la consistencia, los pedones de La Fe, El Paraíso y Mi Querencia contienen horizontes de dureza variable (duros a extremadamente duros), son de friabilidad principalmente firme, ligeramente adhesivos a adhesivos, ligeramente plástico a moderadamente plásticos y compactos a muy compactos. Para el caso, de los suelos en las localidades El Pesquero y Médanos del Corozo, los horizontes en estos perfiles son de dureza blanda a suelta, friabilidad suelta, no adhesivos y no plásticos, y son poco coherentes a moderadamente coherentes (cuadro 2).

La intensidad de los colores en los horizontes de los perfiles La Fe, El Paraíso y Mi Querencia, varía entre marrón grisáceo (10YR 4/2) y ligero a marrón grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), marrón-amarillento (10YR 5/4) a marrón oliva claro (2.5YR); mientras que los colores de los horizontes en los perfiles El Pesquero y Médanos del Corozo, fluctúan entre el marrón rojizo (5YR 5/4), amarillento a rojo amarillento (5YR 5/6), marrón muy pálido (10YR 8/3) y amarillo pálido (2,5 Y 7/3) (cuadro 2).

Propiedades químicas

Los resultados del pH en H_2O, KCl y ΔpH, se presentan en el cuadro 3. En general, el pH en H_2O presenta valores extremos que varían entre 3,65 (Médanos del Corozo) y 6,52 (El Paraíso) unidades de pH, con un pH promedio de 5,13; mientras que el pH en KCl muestra valores extremos que varían entre 3,57 (El Pesquero) y 7,62 (La Fe) unidades de pH, con un promedio de 5,24.

Ambos resultados, muestran que estos suelos son de pH moderadamente ácido a fuertemente ácido. En cuanto a los resultados obtenidos del ΔpH, estos tienden a mostrar un ligero predominio de cargas positivas en el suelo en comparación a las cargas negativas presentes en los mismos. Así por ejemplo, en los perfiles El Paraíso, Mi Querencia y Médanos del Corozo predominan claramente las cargas positivas, mientras que en el perfil La Fe (a excepción del horizonte A de este perfil), hay un predominio de las cargas negativas con la profundidad y en el suelo El Pesquero predominan las cargas esencialmente negativas en los horizontes subsuperficiales.

Cuadro 2. Propiedades físicas cualitativas de los suelos estudiados

Perfil	Horizonte	Estructura	Dureza	CONSISTENCIA Friabilidad	Adhesividad	Plasticidad	Compacidad	Color
La Fe	A1	Angular	Duro	Extremadamente Firme	Ligeramente adhesivo	Moderadamente Plástico	Moderadamente compacto	Marrón Oscuro Grisáceo 10YR 4/2
	A2	Angular	Duro	Firme	Adhesivo	Ligeramente plástico	Muy compacto	Marrón Grisáceo 10YR 5/2
	A3	Angular	Extremadamente Duro	Firme	Adhesivo	Ligeramente plástico	Muy compacto	Marrón Grisáceo Ligero claro 10YR 6/2
	A4	Angular	Extremadamente Duro	Muy Friable	Adhesivo	Ligeramente plástico	Muy compacto	Marrón Gris Oscuro 2.5 Y 4/2
	B1	Sub-Angular	Extremadamente Duro	Extremadamente Firme	Adhesivo	No plástico	Muy compacto	Marrón Amarillento 2.5 Y 6/3
	B2	Sub-Angular	Extremadamente Duro	Friable	Adhesivo	Ligeramente plástico	Muy compacto	Marrón Amarillento Ligero claro 2.5 Y 6/4
	Cu	Angular	Extremadamente Duro	Firme	Adhesivo	Ligeramente plástico	Muy compacto	Gris Ligero claro 2.5 Y 7/2
El Paraíso	A	Sub-Angular	Muy Duro	Muy Friable	Ligeramente adhesivo	No plástico	Moderadamente compacto	Marrón Grisáceo Muy Oscuro 10YR 3/2
	B1	Sub-Angular	Muy Duro	Firme	Ligeramente adhesivo	No plástico	Muy compacto	Marrón Amarillento 10YR 5/4
	B2	Sub-Angular	Muy Duro	Firme	No adhesivo	No plástico	Muy compacto	Marrón Grisáceo Oscuro 2.5YR 4/2
Mi Querencia	B1	Sub-Angular	Muy Duro	Extremadamente Firme	Adhesivo	Moderadamente plástico	Muy compacto	Marrón Oliva 2.5 YR
	B2	Sub-Angular	Muy Duro	Muy Firme	Ligeramente adhesivo	Ligeramente plástico	Muy compacto	Marrón Oliva Oscuro 2.5Y R
El Pesquero	A	No posee estructuras	Suelto	Suelto	No adhesivo	No plástico	No coherente	Marrón rojizo 5YR 5/4
	Cox1	No posee estructuras	Blando	Suelto	No adhesivo	No plástico	Moderadamente compacto	Marrón Amarillento 10YR 5/6
	Cox2	No posee estructuras	Blando	Suelto	No adhesivo	No plástico	Moderadamente compacto	Rojo Amarillento 5 YR 5/6
	Cox3	No posee estructuras	Blando	Suelto	No adhesivo	No plástico	Moderadamente compacto	Rojo Amarillento 5YR 5/6
Médanos El Corozo	A	No posee estructuras	Suelto	Suelto	No adhesivo	No plástico	No coherente	Gris Ligero claro 10YR 7/2
	Cox1	No posee estructuras	Suelto	Suelto	No adhesivo	No plástico	No coherente	Amarillo Pálido 2.5Y 7/3
	Cox2	No posee estructuras	Suelto	Suelto	No adhesivo	No plástico	No coherente	Marrón Muy Pálido 10YR 8/3

Cuadro 3. Propiedades químicas de los suelos analizados

Perfil	Horizonte	pH H_2O	pH KCl	Δ pH (pH KCl – pH H_2O)	Grado de Acidez
La Fe	A1	5, 39	7, 62	2, 23	Moderadamente ácido
	A2	5, 02	4, 84	-0, 18	Moderadamente ácido
	A3	5, 32	4, 53	-0, 79	Moderadamente ácido
	A4	5, 53	5, 13	-0, 4	Moderadamente ácido
	B1	5, 72	4, 33	-1, 39	Moderadamente ácido
	B2	5, 84	4, 27	-1, 57	Moderadamente ácido
	Cu	5, 91	4, 67	-1, 24	Moderadamente ácido
El Paraíso	A	6, 52	7, 49	0, 97	Neutro
	B1	5, 40	5, 70	0, 3	Moderadamente ácido
	B2	5, 52	5, 81	0, 29	Moderadamente ácido
Mi Querencia	Cu1	4, 69	5, 01	0, 32	Fuertemente ácido
	Cu2	6, 02	5, 09	0, 93	Ligeramente ácido
El Pesquero	A	5, 10	5, 77	0, 67	Moderadamente ácido
	Cox1	4, 83	5, 31	0, 48	Fuertemente ácido
	Cox2	4, 09	3, 57	-0, 52	Fuertemente ácido
	Cox3	4, 07	4, 01	-0, 06	Fuertemente ácido
Médanos del Corozo	A	4, 92	5, 62	0, 7	Fuertemente ácido
	Cu	4, 02	5, 51	1, 49	Fuertemente ácido
	Cox	3, 65	5, 29	1, 64	Fuertemente ácido

No obstante, el análisis estadístico descriptivo aplicado a estos resultados, permite visualizar el comportamiento de los parámetros químicos evaluados para cada uno de los perfiles de suelo estudiados (cuadro 4). Una de las características que se observan en los pH en H_2O de estos perfiles de suelo, es su homogeneidad. Esta se expresa en los resultados obtenidos tanto para la desviación estándar (S), como en el coeficiente de variación (CV). En ese marco, el perfil de La Fe presenta un pH promedio de 5,53 y valores máximos y mínimos de 5,91 y 5,02 unidades de pH, respectivamente. Este perfil, en cuanto al pH en H_2O se refiere es el más homogéneo, considerando que presenta una S de 0,32 y un CV con respecto a la media de 5,72%.

Del mismo modo, el perfil El Paraíso presenta un valor promedio de pH de 5,8 con un valor máximo de 6,52 y un mínimo de 5,4 unidades de pH. El pH presenta homogeneidad en los horizontes lo cual se demuestra estadísticamente tomando en cuenta la S de 0,61 y el CV con respecto a la media de 10,6%. Por otra parte, el perfil Mi Querencia presenta un pH promedio de 5,36 con valores mínimos y máximos de 4,69 y 6,02 unidades de pH, respectivamente. Este perfil, es uno de los que presentan menos horizontes y se ve reflejado en los valores de la S (0,94) y en el CV con respecto

a la media (17,6), por lo que este perfil es el menos homogéneo de los pedones analizados.

Cuadro 4. Estadísticos descriptivos del pH en H_2O, KCl y ∆pH de suelos estudiados

Perfiles	pH H_2O						pH KCl						ΔpH					
	$\bar{X}$	M_e	S	Mín.	Máx.	C.V	$\bar{X}$	M_e	S	Mín.	Máx.	CV	$\bar{X}$	M_e	S	Mín.	Máx.	CV
La Fe	5,53	5,53	0,32	5,02	5,91	5,72	5,07	4,67	1,17	4,27	7,62	23,1	-0,29	-0,29	0,11	-0,4	-0,18	37,9
El Paraíso	5,81	5,52	0,61	5,4	6,52	10,6	6,33	5,81	1,00	5,7	7,49	15,8	0,52	0,30	0,32	0,29	0,97	61,2
Mi Querencia	5,36	5,36	0,94	4,69	6,02	17,6	5,05	5,05	0,06	5,01	5,09	1,12	0,63	0,63	0,31	0,32	0,93	48,8
El Pesquero	4,52	4,46	0,52	4,07	5,1	11,6	4,67	4,66	1,04	3,57	5,77	22,4	0,14	0,21	0,47	-0,5	0,67	327,7
Médanos del Corozo	4,20	4,02	0,65	3,65	4,92	15,6	5,47	5,51	0,17	5,29	5,62	3,07	1,28	1,49	0,41	0,7	1,64	32,3

El perfil El Pesquero, presenta valores de extremos de pH que varían entre 4,07 y 5,1 unidades de pH, con un pH promedio de 4,52. Los horizontes de este perfil son bastante homogéneos, hecho que se evidencia en la S (0,52) y en la CV con respecto a la media (11,6). Con relación al perfil Médanos del Corozo, este presenta un valor mínimo de pH de 3,65 y un valor máximo de pH de 4,20, con un pH promedio de 4,20; siendo este perfil el más ácido de todos los suelos analizados. Para este perfil se obtuvo una S de 0,65 y una CV con respecto a la media de 15,6, lo que sugiere que los horizontes de este perfil también son homogéneos.

De manera general, se observa una alta similitud entre los valores de la media aritmética ($\bar{X}$) y la mediana (M_e) y no existe una gran variación en cuanto al pH en H_2O en los horizontes de los perfiles descritos. Esta homogeneidad de los datos se puede evidenciar tanto en sus medidas de dispersión absoluta como relativas (S y CV, respectivamente). Según Cox *et. al.* (2006), el pH es una de las propiedades químicas del suelo que menos varía y su CV fluctúa entre 2 y 15%; esto se debe a que se mide en escala logarítmica y por consiguiente, se reduce la expresión de la variabilidad.

Para el caso del pH en KCl, los resultados estadísticos muestran un ligero incremento de la S y la CV, con respecto al pH en H_2O en los perfiles La Fe, El Paraíso

y El Pesquero; mientras que en los perfiles Mi Querencia y Médanos del Corozo, se produce lo contrario (cuadro 4). A diferencia de lo que se observa en el Cuadro 3, la exploración estadística (Media y Mediana) en cuanto a ambos tipos de pH, muestran la tendencia del pH en KCl a presentar valores inferiores al pH en H_2O a excepción de los perfiles El Paraíso y Médanos El Corozo, donde este parámetro muestra un ligero incremento en relación al pH en H_2O (cuadro 4).

Generalmente, el pH de la extracción salina es más bajo que el pH de la extracción acuosa de (0,1 a 1 unidad de pH), salvo en los suelos que contengan coloides electropositivos (Rodríguez, *et al*., 2015; p. 39), lo que pudiese explicar que el pH en KCl, sea ligeramente superior al pH en H_2O, para el caso del perfil antes mencionado.

Por su parte, el ΔpH indica el tipo de carga que está presente en el suelo y los coloides que se asocian con la misma están representados por las partículas de tamaño arcilla y por los compuestos húmicos. Estos coloides pueden poseer dos tipos de carga: Permanente o Variable, mediante la acción de diferentes mecanismos y entre los componentes del suelo que pueden aportar carga superficial son los silicatos laminares, óxidos libres y el humus. Los silicatos aportan principalmente carga permanente y negativa, excepto cuando son del tipo de arcillas 1:1; los óxidos de Fe, Al y Mn aportan carga variable, tanto negativa como positiva y el humus aporta carga variable, principalmente negativa (Jaramillo, 2002; p. 309-311).

Los suelos con carga predominante variable son característicos de las regiones tropicales y subtropicales. En estos predominan las Kanditas entre los filosilicatos y se presentan altas cantidades de óxidos de Fe y Al, así como de humus, que aportan altas cantidades de carga variable (Jaramillo, 2002; p. 313). En ese sentido, los resultados de la estadística indican que el ΔpH de los suelos analizados, se relacionan con coloides de carga variable que generan tanto cargas positivas como negativas, como se observa en la mayoría de los horizontes de los suelos analizados (cuadro 3). De la misma manera, el análisis estadístico basado en la $\bar{x}$, M_e y CV, muestra que el ΔpH no se comporta de manera similar al pH en H_2O y KCl, es decir, que estadísticamente existe

heterogeneidad para los horizontes que constituyen a estos suelos, en especial en el perfil El Pesquero que muestra una alta CV en relación con los otros perfiles, dado que su recorrido va desde valores negativos a positivos.

Uno de los aspectos considerados en el análisis estadístico fue la exploración de la relación empírica entre el pH en H_2O y la fracción arenosa de los suelos analizados (gráfico 2).

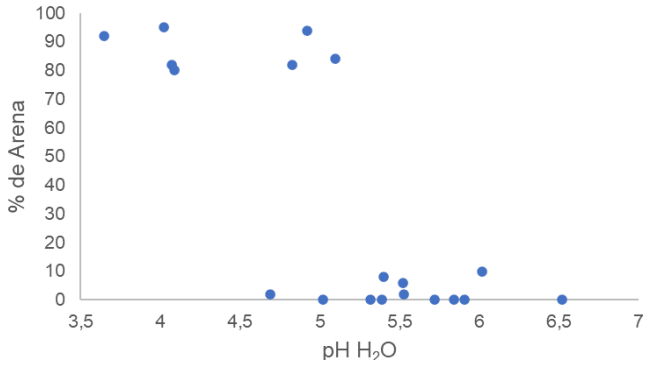
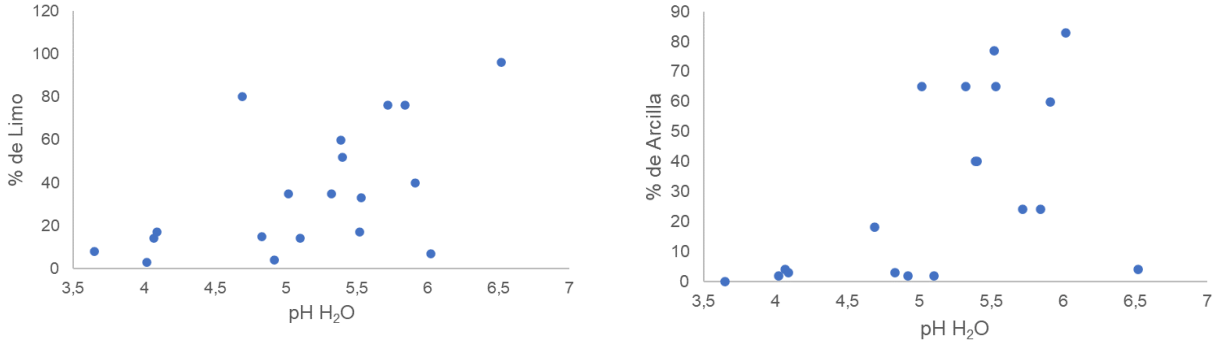


***Gráfico* 2. Relación entre pH -H_2O y porcentaje de arena en los suelos estudiados.**

Al describir la relación entre el pH en H_2O y el porcentaje de arena contenido en los horizontes de suelo (gráfico 2), se observa una relación inversa no tan lineal (rxy = -0,77) con una *p de significancia* al 1%. Esto indica, que los suelos en la medida que son más arenosos su valor de pH en H_2O son menores; No así en el caso de la relación pH en H_2O, con el limo y la arcilla (gráficos 3 a y 3 b).



(a) **(b)**

***Gráfico* 3. Relación entre pH en H_2O y porcentaje de limo (a) y arcilla (b) en los suelos analizados**

Para estas variables, la relación lineal es directa y la correlación es menos fuerte, debido al mayor grado de dispersión de los puntos en el plano. El r_{xy} alcanzó un valor de 0,57 al correlacionar al pH en H_2O con el porcentaje de limo presente en los suelos y de 0,53 cuando su correlación es con el porcentaje de arcilla, ambos coeficientes con una *p* de significancia del 5%. De esta manera, los horizontes que tienen los más altos niveles de pH en H_2O se asocian con los valores medios y altos de porcentaje de limos y arcillas.

Para el caso del pH en KCl y el tamaño de las partículas, el análisis estadístico da cuenta que la relación lineal entre estas variables refleja que es poca o nula su asociación, y en ninguno de los casos se consiguió significancia del valor del coeficiente r_{xy}, por lo que, independientemente del porcentaje de arena, limo o arcilla el valor del pH en KCl se comportará sin ninguna tendencia al menos de tipo lineal (gráficos 4 a, b y c).

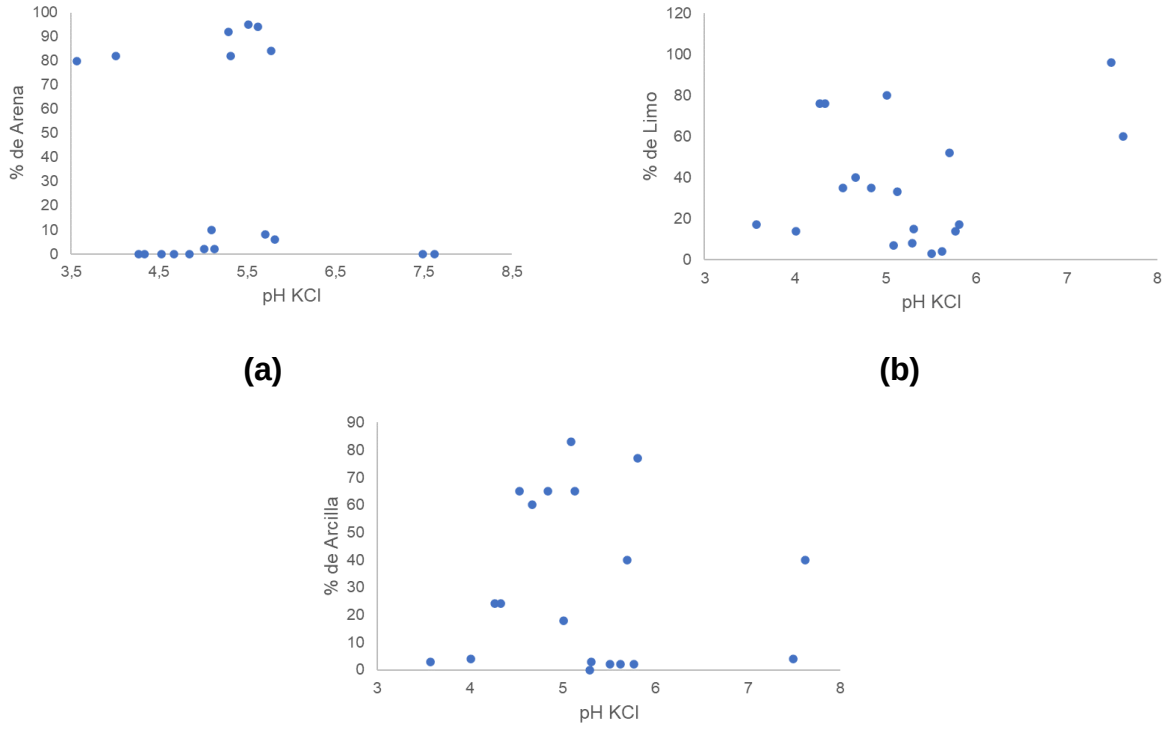


***Gráfico* 4. Relación entre pH en KCl y porcentaje de arena (a), limo (b) y arcilla (c) en los suelos analizados.**

Otro de los análisis consistió en comparar los perfiles de suelo, entre sí, para distinguir si muestran en las variables en estudio diferencias que estadísticamente sean significativas; para esto se realizó un análisis de varianza de una vía, en el que el Perfil constituye el factor de comparación o variable de agrupación.

En ese contexto, se procedió a valorar la homogeneidad de las varianzas en los perfiles a través de la prueba de *Levene* y dado que el número de horizontes no es el mismo en todos ellos, se advierte que se toma en consideración la significancia con base en la mediana, con grado de libertad ajustado. Esta prueba informó que en las variables porcentaje de limo y porcentaje de arcilla en los perfiles de suelo, no existen varianzas similares, por lo que no van a ser consideradas en las comparaciones múltiples de las diferencias de medias (cuadro 6).

Cuadro 6. Comparación de medias aritméticas entre perfiles por variables (Anova de una vía)

Variables	Comparación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH H_2O	Entre grupos	6,727	4	1,682	6,015	0,005
pH KCl	Entre grupos	5,382	4	1,345	1,392	0,287
% de Arena	Entre grupos	31997,975	4	7999,494	1353,194	0,000

Al examinar los resultados de la significancia se observa que las diferencias más importantes que se establecen entre los perfiles estudiados, recaen en el pH en H_2O y el porcentaje de arena. En tal sentido, solo se muestran para estas variables los subgrupos encontrados de las múltiples comparaciones realizadas a través de la prueba "*posthoc"* de Tukey. Como puede observarse en el Cuadro 7, el pH en H_2O genera dos subgrupos de perfiles si se comparan sus promedios. El perfil Médanos del Corozo, se diferencia de los perfiles La Fe y El Paraíso, mientras que los perfiles El Pesquero y Mi Querencia pueden ser considerados similares en su pH a cualquiera de los dos subconjuntos.

Cuadro 7. Subconjuntos establecidos por diferencias de medias en pH en H_2O

Perfiles	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Médanos del Corozo	3	4,1967	
El Pesquero	4	4,5225	4,5225
Mi Querencia	2	5,3550	5,3550
La Fe	7		5,5329
El Paraíso	3		5,8133
Sig.		0,092	0,052

Nota. Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Prueba HSD Tukey.

El comportamiento de la variable porcentaje de arenas es distinto (cuadro 8), de manera que los pedones La Fe, El Paraíso y Mi Querencia por tener los menores porcentajes de arena, indican que a pesar de que sus valores son distintos, esas diferencias no son significativas para el grupo de datos analizados. El otro subconjunto está conformado por el perfil El Pesquero y sus datos permiten considerarlo como representante de un suelo particular en lo que al porcentaje de arena se refiere. Por último, el perfil Médanos del Corozo vuelve a aparecer como un caso que se distingue del resto de los perfiles, esto puede ser un indicio de cualidades específicas en este suelo.

Cuadro 8. Subconjuntos establecidos por diferencias de medias en porcentaje de arena

		Subconjunto para alfa = 0.05		
Perfiles	N	1	2	3
La Fe	7	0,2857		
El Paraíso	3	4,6667		
Mi Querencia	2	6,0000		
El Pesquero	4		82,0000	
Médanos	3			93,6667
Significancia		0,064	1,000	1,000

Nota. Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Prueba HSD Tukey.

Discusión de resultados

De acuerdo a lo discutido anteriormente, el enfoque geopedológico, entre otros aspectos, es un método útil para analizar las relaciones geomorfología-suelo. En ese marco, las ligeras diferencias observadas entre los suelos investigados en este estudio se relacionan con la posición que ocupan estos suelos en el paisaje y con el material parental o sedimentos que dieron origen a cada una de esas posiciones geomorfológicas.

En ese orden de ideas, los suelos que se formaron en las posiciones de napa y cubetas de decantación (La Fe, El Paraiso y Mi Querencia), se caracterizan por presentar horizontes de texturas limo-arcillosas y arcillosas; mientras, que los suelos originados sobre las posiciones geomorfológicas de médanos (El Pesquero y Médanos El Corozo), son de textura arenosa y en ambos casos esa característica textural, determina las otras propiedades físicas evaluadas como la estructura, consistencia y compacidad de estos suelos.

Lo mismo ocurre con el color de los horizontes de los suelos investigados, donde predominan los colores marrones oscuros y oliva (perfiles La Fe, El Paraíso y Mi Querencia), y los marrones rojizos, amarillentos, y rojo amarillento (perfiles El Pesquero y Médanos del Corozo); colores que se asocian con el color original de los materiales parentales de estos suelos. Adicionalmente, los colores descritos en los suelos arenosos se han relacionado con la presencia de minerales como la goetita y hematita, que le dan esa coloración a los horizontes A y C oxidados, en esos perfiles de suelo.

Estos óxidos son característicos de las regiones subtropicales y tropicales, los cuales bajo ciertas condiciones ambientales pueden indicar algún grado de meteorización o pedogénesis (Torrent et al., 1983; Schwertmann y Taylor, 1989). Por lo general, estos colores también se han asociado con estadios iníciales a intermedios de alteración del suelo, con condiciones de niveles medios a bajos de materia orgánica y con la presencia del mineral goetita (Ovalles, 2003).

En lo que se refiere al pH, en función del análisis estadístico, se determinó que los perfiles se comportan de manera más o menos homogénea; las diferencias pedológicas significativas de los perfiles de suelo analizados fueron encontradas entre el pH en H_2O y el porcentaje de arena, como lo demostró el análisis de varianza. También se encontró una fuerte correlación inversa entre las características texturales de los perfiles y el pH en H_2O.

En parte, esto se debe a que perfiles como El Pesquero y Médanos del Corozo están formados por horizontes arenosos. Según (Jaramillo, 2002; pag. 357), debido a los procesos de lixiviación, se genera un fuerte lavado de bases que favorece la acumulación de óxidos de Fe y Al y otros cationes de carácter ácido; así, como la presencia de materiales parentales (areniscas cuarcíticas y cuarcitas), que en su composición mineralógica no posean materia prima para que el suelo que se desarrolle de ellos tenga un adecuado contenido de bases, como es el caso de los perfiles de suelo antes señalados.

Los perfiles La Fe, El Paraíso y Mi Querencia, contienen principalmente horizontes limo-arcillosos a arcillosos. Es probable, que estas arcillas sean del tipo caolinita, que son minerales arcillosos típicos de los ambientes tropicales y en menor grado por esmectitas. Este tipo de arcillas han sido reportadas en la planicie aluvial de desborde y contigua al área de estudio, específicamente, en la cuenca baja del río Portuguesa (Roa, 1983; González, 2013; González *et. al*., 2013; González *et. al*, 2014). Estas arcillas, sobre todo las de tipo esmectitas, presentan potencialmente una mayor retención de nutrientes o cationes que podrían estar contribuyendo con el ligero incremento del pH observado en estos suelos. De ahí, las posibles diferencias que puedan existir en cuanto al pH se refieren en los suelos originados sobre el material arcilloso en comparación con los suelos formados a partir de sedimentos arenosos.

Los resultados obtenidos a partir del análisis estadístico exploratorio en esta investigación, confirman que no existen diferencias significativas entre los suelos analizados y que la única diferencia significativa importante encontrada, se establece

entre el pH en H_2O y el porcentaje de arena presente en los perfiles. Este comportamiento puede interpretarse no solo a partir de la textura, sino también, por la composición mineralógica de estos pedones como se sugirió anteriormente.

Con base en esta discusión, el modelo de formación pedogenética de los perfiles analizados, es congruente con el enfoque geopedológico propuesto por Zinck (1970, 2012). En función de los cambios microtopográficos que se producen en la planicie aluvial, se fueron desarrollando conjuntamente con los eventos de inundaciones del río Guárico, las posiciones geomorfológicas menores (diques, napas de desborde y cubetas de decantación) y sobre éstas los depósitos de origen eólico, durante el Holoceno. Cada posición geomorfológica depositacional tiene una composición sedimentológica distintiva que, a su vez, constituyen los materiales parentales a partir de los cuales se originaron los suelos estudiados en esta investigación.

Ahora bien, el bajo desarrollo pedogenético que se presenta en estos suelos se explica, precisamente, por la relación geomorfología-suelo que se observa en la pedosecuencia antes analizada. Dicha relación, permite establecer una primera estimación sobre el grado de evolución pedogenética de estos suelos. Esta aproximación, sugiere, fundamentalmente, que las propiedades pedológicas evaluadas son heredadas del material parental, que conjuntamente con los factores formadores de suelo como la geomorfología, relieve y tiempo, son las que explican tentativamente el bajo a moderado grado de evolución de la pedosecuencia analizada en este estudio.

CONCLUSIONES

Con la presente investigación, se puede concluir que definitivamente existe una fuerte relación entre la geomorfología y la pedología, en el ambiente fluvial investigado. Dicho de otra manera y como lo señala Zinck (2012; p. 1), esa relación se manifiesta entre sus respectivos objetos de estudio, geoforma y suelo, los cuales constituyen un binomio fundamental del paisaje. Las relaciones entre ambos objetos de estudio son estrechas y mutuas.

Los parámetros físico-químicos analizados en los cinco perfiles de suelo estudiados al norte de San Jerónimo de Guayabal, en los Llanos Bajos del estado Guárico-Venezuela, están íntimamente relacionados con el material parental del suelo que constituye a cada una de las posiciones geomorfológicas asociadas a los mismos. Esa asociación, geomorfología-suelo considerada a partir de los resultados físico-químicos y del análisis estadístico exploratorio entre los distintos perfiles de suelo, sugieren que los resultados obtenidos a partir de los criterios pedológicos evaluados, son heredados del material parental. Igualmente, el análisis estadístico mostró que las escasas diferencias significativas entre los perfiles analizados, sustentan que todos los suelos a pesar de originarse sobre distintas posiciones geomorfológicas en la planicie aluvial se encuentran en una etapa de evolución pedogenética de temprana a moderada.

REFERENCIAS

Araujo do Nascimiento, C. W., Viera da Silva, F. B., Fabricio, N. A., Miranda, B. C., Aparecida da Silva, L. S., Bezerra de Almeida, J, A., presto, W. (2021) Geopedology-climate interactions govern the spatial distribution of selenium in soils: A case study in northeastern Brazil. Geoderma Volume 399 1151119.

Aymard, G. 2005. *Bosques de los Llanos de Venezuela: consideraciones generales sobre su estructura y composición florística. pp. 13-30*. En: J.M. Hétier y R. López Falcón (eds.) Tierras Llaneras de Venezuela. IRD-CIDIAT-UNELLEZ. Fondo Editorial UNELLEZ. Barinas, Venezuela

Birkeland, P. W. (1999). Soil and geomorphology (Third Edition). Oxford University Press

Birkeland, P. W.; Machette, M. N. and Haler K. M. (1991). Soils as a tool for applied Quaternary geology, Utah Geological and mineral survey. A Division of Utah Department of Natural Resources, Miscella-neous Publication. (91-3)

Blanco, M del C., Amiotti, N. Aguilar, R. J. (2003). Reconstrucción de la evolución geo-pedogenética en una toposecuencia del sudoeste Pampeano. Ciencia del Suelo. 21 (2):59-70

Blanco, M del C., Amiotti, N. M., Espósito, M. E. (2018) Arsénico en suelos y sedimentos del sudoeste pampeano: origen, acumulación en el agua y riesgo para consumo humano. Cienc. Suelo (Argentina) 36 (1): 182-195

Bouyoucos, G. J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. Journal Agronomy. 54, p. 464-465

Brindis-Santos, A. I., Palma-López, D.J, Zavala-Cruz, Z., Mata-Zayas, E.E., López-Bustamante, Y. I. (2020) Paisajes geomorfológicos relacionados con la clasificación de los suelos en planicies y terrazas de Tabasco, México: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana 72 (1), A090919 http://dx.doi.org/10.18268/B S G M 2 0 2 0 v 7 2 n 1 a 0 9 0 9 1 9

Camacho, M. E., Adolfo Quesada-Román, A., Rafael Mata, R., Alfredo Alvarado, A. (2020) Soil-geomorphology relationships of alluvial fans in Costa Rica. Geoderma Regional (21): 1-12

Cox, M.S.; Gerard, P.D.; Melinda, A.J. (2006). Selected soil properties variability and their relationships with yield in three Mississippi fields. Soil Sci. 171:541-551.

FAO (2009). Guía para la descripción de suelos. (Cuarta edición). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma

Foghin, P. S. (2000).Tiempo y clima en Venezuela. Aproximación de una geografía climática del territorio venezolano. Colección Clase Magistral Nº 1. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Miranda, Venezuela 159 p

González, O. (2013). Análisis de la dinámica fluvial del río Portuguesa durante el Pleistoceno Tardío y el Holoceno. Trabajo Especial de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Doctor en Ciencias de la Ingeniería. Facultad de Ingeniería- Universidad Central de Venezuela, Caracas.

González, O., Bezada, M., Millán, Z. y Carrera, J. (2013). Cambios paleoambientales durante el Pleistoceno Tardío-Holoceno de la cuenca del río Portuguesa, Llanos Centro-occidentales, Venezuela. Interciencia, Vol. 38 (10): 696-704.

González, O., Bezada, M., Millán, Z., Carrera, J. (2014). Caracterización de las arenas y arcillas minerales de los depósitos de canal y planicie de inundación del río Portuguesa, Venezuela. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, 85: 18-32, doi:10.14350/rig.35291.

González, O. Bezada, M., Millán, Z., Godoy, D., Ascanio, N. (2019a) Relación geomorfología-suelos de los depósitos cuaternarios del SO de Barquisimeto, estado Lara, Venezuela. Revista de Investigación N° 97 *Vol. 43*: 37-59.

González, O., Ángulo, A., Campos, B., Millán, Z., Godoy, D. (2019b) Caracterización de tres perfiles de suelo derivados de la formación Isnotú, estado Trujillo, Venezuela. Tiempo y Espacio N° 72, Vol. XXXVII: 167-197.

Jaramillo, J. D. F. (2002) Introducción a la Ciencia del Suelo. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Medellín: 595p.

López, F. R. y Delgado, E. F. (2015) *Degradación del suelo en los Llanos de Venezuela (269-301)*. En Tierras llaneras de Venezuela… tierras de buena esperanza (Editado por: Roberto López Falcón, Jean Marie Hétier, Danilo López Fernández, Richard Schargel, Alfred Zinck) Universidad de Los Andes, Consejo de Publicaciones.

Malagón, D. (1982) Evolución de los suelos en el páramo andino (NE del estado Mérida, Venezuela), CIDIAT, Nº Sc-56: 226p.

Mekaru, T. and Uehara, G. (1972). Anion adsorption in ferruginous tropical soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Vol. 36, p. 296-300

Mogollón, L.F. y Comerma, J. (1995). Suelos de Venezuela. Gerencia Corporativa de Asuntos Públicos de Palmaven, Filial de PDVSA. Editorial Ex Libris, c.a.

Morales, A. E. y Viloria, R. J. A. (2005) Interrelación entre unidades geológicas y propiedades del suelo en la cuenca alta del río Guárico, Venezuela. Venesuelos, 13: 11-21.

Munssell Soil Color Charts (1990). Edition Revise. Macbeth Division of Kollmorgen Instruments Corporation 2441 North Calvert Street Baltimore, Maryland 21218

Ochoa, G., Malagón, D., Palacios, E. y Oballos, J. (2010) Caracterización morfológica, química y mineralógica de suelos de la región andina venezolana. Revista Geográfica Venezolana, vol. 51 (1): 31-44.

Oballos J. y Ochoa, G. (2008) Caracterización de ultisoles en la cuenca del río Capaz, Mérida- Venezuela. Agronomía Tropical 58 (4): 369-382.

Ovalles, V., F. A. (2003). El color del suelo: definiciones e interpretación. Revista digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela. CENIAP HOY, N° 3: 1-9

Paladino, I. R. Irigoin, J., Moretti, L. M. y Civeir A. G. (2017) Relaciones Geopedológicas y análisis multivariado de los atributos edáficos asociados a las dunas longitudinales del noroeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina 74 (3): 373 - 383

Pineda M. C., Elizalde, G. y Viloria, J. (2011) Relación suelo-paisaje en un sector de la cuenca del río Caramacate, Aragua, Venezuela. Revista Facultad de Agronomía (UCV) 37 (1): 27-37.

Prado, H. (1995). A pedología simplificada. Potafos. Arquivo do Agrônomo - Nº 1(2ª edição - ampliada e totalmente modificada): 1-16.

Ramia, M. (1997) Ecología de las sabanas del estado Cojedes: Relaciones vegetación-suelo en sabanas húmedas. Fundación La Salle de Ciencias Naturales: 67 p.

Roa, M. P. (1981) Algunos aspectos de la evolución sedimentológica y geomorfológica de la llanura aluvial de desborde en el bajo Llano. Soc. Venez. Cienc. Natu. 35: 32-56.

Rodriguez, M. A., Moliner, A.A., Masaguer, R. A. (2015). Prácticas de Edafología. Métodos didácticos para análisis de suelos. Material didáctico agricultura y alimentación 15. Universidad de la Rioja, Servicio de Publicaciones.

Sarmiento, G., Monasterio M y Silva, J. (1971) Reconocimiento ecológico de los Llanos Occidentales IV. El Oeste del estado Apure. Acta Cient. Venezolana 22: 170-180

Sarmadian, F., Mousavi, S. R., Iqbal, M., Keshavarzi, A. and Sadeghnejad, M. (2014) Investigation the variation of soil mapping units using geopedological approach. Acta Advances in Agricultural Sciences Volume 2, Issue 5: 1-9

Simonson, R. W. (1991). Soil science-goals for the next 75 years. Soil Sci., 151: 7-18.

Solís-Castillo, B., Ortiz-Pérez, M. A. Elizabeth Solleiro-Rebolledo, E. (2014) Unidades geomorfológico-ambientales de las Tierras Bajas Mayas de Tabasco-Chiapas en el río Usumacinta: Un registro de los procesos aluviales y pedológicos durante el Cuaternario. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Volumen 66, núm. 2: 279-290

Schwertmann, V. and Taylor, M. R. (1989). Iron oxides.In: Soil Science Society of America (Minerals in soil environ-ments). 379-425. (2º ed.) SSSA Books se-ries, Nº 1

Shargel, R. (2011). Una reseña de la geografía física de Venezuela, con énfasis en los suelos. Biollania, Edición Esp. 19: 10-26

Shargel, R. (2015). *Suelos llaneros: Geomorfología, distribución geográfica y caracterización (Capítulo 3: 63-153*) En: Roberto López Falcón, Jean Marie Hétier, Danilo López Fernández, Richard Schargel, Alfred Zinck. (Ed). Tierras llaneras de Venezuela… tierras de buena esperanza. Mérida: Universidad de Los Andes, Consejo de Publicaciones.

Toomanian, N., Boroujeni, I. E. (2017) Outcomes of applying a geopedologic approach to soil survey in Iran. *Desert* 22-2: 239-247

Torrent, J.; Schwertmann, V.; Fechter, H. y Alferez, F. (1983). Cuantitative relationships between soil color and hematite content. *Soil Science*. 136 (6): 354-358.

Valera, R. A., Flores, V., Visconti, E., De Armas, L. (2008) Relaciones suelo-paísaje en las cuencas de los ríos Canoabo y Montalbán, estado Carabobo, Venezuela (Reporte Técnico). Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Coordinación de estudios de Postrgrado, Postgrado en Ciencia del Suelo-Geología y Geomorfología p. 71. https://www.researchgate.net/publication33$_{41}$26513

Zavala-Cruz, J., Raquel Jiménez, R. R., Palma-López, D. J., Zúñiga, B. F., Gavi, R. F. (2016) Paisajes geomorfológicos: Base para el levantamiento de suelos en Tabasco, México. *Geomorfología de Tabasco*, *3* (8): 161-171.

Zinck, A. (1970). *Aplicación de la geomorfología al levantamiento de suelos en zonas aluviales.* Documento de trabajo. Tema presentado en el primer Cursillo de Geomorfología para agrologos, Mérida, octubre de 1969.

Zinck, J. A. (2012). *Geopedología. Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales*. ITC. Faculty of Geo-Information Science and Earth Obsevation Enschede. The Netherlands, November, 2012.