

09

SUELOS, VEGETACIÓN

Y EROSIÓN EN UNA TOPOSECUENCIA DE LA FINCA LA ESTRELLA, MUNICIPIO MACHIQUES DE PERIJÁ, ESTADO ZULIA, VENEZUELA

SUELOS, VEGETACIÓN

Y EROSIÓN EN UNA TOPOSECUENCIA DE LA FINCA LA ESTRELLA, MUNICIPIO MACHIQUES DE PERIJÁ, ESTADO ZULIA, VENEZUELA

SOILS, VEGETATION AND EROSION IN A TOPOSEQUENCE OF THE FARM LA ESTRELLA MUNICIPALITY MACHIQUES DE PERIJÁ, STATE ZULIA, VENEZUELA

Víctor Manuel Figueroa¹

E-mail: victorfigueroa621@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6623-1336>

Miguel Herminio Larreal Ríos¹

E-mail: mlarreal030@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8415-8806>

Edgar José Jaimes Cárdenas²

E-mail: jaimes.5060@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3653-0241>

Janeth Paulina Ulloa Morejón³

E-mail: paulis2982@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5166-5526>

Darío Javier Dueñas Alvarado⁴

E-mail: dduenaser@utb.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2687-9928>

¹Universidad de Zulia. Venezuela.

²Universidad de Los Andes. Venezuela

³Universidad Estatal Amazónica. Ecuador.

⁴Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Figueroa, V. M., Larreal Ríos, M. H., Jaimes Cárdenas, E. J., Ulloa Morejón, J. P., & Dueñas Alvarado, D. J. (2022). Suelos, vegetación y erosión en una toposecuencia de la finca La Estrella, municipio Machiques de Perijá, estado Zulia, Venezuela. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5(3), 77-87.

RESUMEN

El trabajo se realizó con el objetivo de determinar el nivel de degradación del suelo mediante la medición de parámetros de suelo y vegetación como expresión de la desertificación bajo condiciones de mesoclima subhúmedo seco en la finca La Estrella, municipio Machiques de Perijá, Zulia, Venezuela. Se muestrearon variables de suelo y vegetación en una banda de 20 m x 250 m, seccionada en tres partes: cima, vertiente media y valle intercolinar. La banda a su vez se subdivide en parcelas de 1x1 m, eligiendo al azar 33 de ellas, con la finalidad de obtener información de suelo y vegetación. Se registraron 15 familias y 20 especies vegetales en el valle; 16 y 32 en la vertiente media y la cima, sin vegetación, para un total de 20 familias y 39 especies; además se determinó que la dinámica de la cobertura vegetal se reduce y ocasiona la aparición y ampliación de áreas desprovistas de vegetación llamadas peladeros, pérdida del horizonte A y parte del B, identificándose los niveles de degradación del suelo. Se calcularon los índices de cobertura vegetal, productividad del suelo y riesgos de erosión hídrica, a partir de los cuales se definieron cuatro clases de degradación de suelos: A, con poco o ninguna; clase B, moderada; C, suelos fuertemente degradados y D con severa degradación. Taxonómicamente se identificaron tres subgrupos: Fluventic Endoaquepts en la cima; Typic Paleustalfs en la vertiente media, y en el valle intercolinar, Fluventic Dystrustepts.

Palabras clave:

Erosión, degradación suelo, vegetación, Machiques.

ABSTRACT

The work was carried out with the objective of determining the level of soil degradation by measuring soil and vegetation parameters as an expression of desertification under dry subhumid mesoclimate conditions in the La Estrella farm, Machiques de Perijá municipality, Zulia, Venezuela. Soil and vegetation variables were sampled in a band of 20 m x 250 m, sectioned into three parts: top, middle slope and inter-hill valley. The band in turn is subdivided into 1x1 m plots, randomly choosing 33 of them, in order to obtain information on the soil and vegetation. 15 families and 20 plant species were registered in the valley; 16 and 32 in the middle slope and the top, without vegetation, for a total of 20 families and 39 species; In addition, it was determined that the dynamics of the vegetation cover is reduced and causes the appearance and expansion of areas devoid of vegetation called peladeros, loss of horizon A and part of B, identifying the levels of soil degradation. The indices of vegetation cover, soil productivity and risks of water erosion were calculated, from which four classes of soil degradation were defined: A, with little or no; class B, moderate; C, heavily degraded soils and D with severe degradation. Taxonomically three subgroups were identified: Fluventic Endoaquepts at the top; Typic Paleustalfs in the middle slope, and in the intercolinar valley, Fluventic Dystrustepts

Keywords:

Erosion, soil degradation, vegetation, Machiques.

INTRODUCCIÓN

La degradación de los suelos se refiere a la disminución o alteración negativa de una o varias de las ofertas de bienes, servicios y/o funciones ecosistémicos y ambientales de los suelos, ocasionada por factores y procesos naturales o antrópicos que, en casos críticos, pueden originar la pérdida o la destrucción total del componente ambiental (Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2015).

La erosión del suelo es un fenómeno complejo, en el que intervienen dos procesos: la ruptura de los agregados y el transporte de las partículas finas resultantes a otros lugares. Además de la pérdida de la capa de suelo, que contribuye a la desertización, las partículas arrastradas pueden actuar como vehículo de transmisión de contaminación (plaguicidas, metales, nutrientes, minerales, etc.). Se trata de un fenómeno natural pero que ha sido acelerado por las actividades humanas. Los impactos generados por la erosión del suelo son diversos y las consecuencias económicas de ellos derivados son difíciles de estimar (País Vasco. Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente, 2017).

Las tierras sometidas a procesos de degradación física, bajo condiciones de sequía fuerte, impactan negativamente a más del 33 % de la superficie terrestre, en particular aquella expuestas a la sobre explotación de sus recursos naturales a través de usos inapropiados del suelo mediante actividades agrícolas, forestales e industriales; entre otras, haciéndolas vulnerables a los efectos del cambio climático y la desertificación a consecuencia de la ruptura del frágil equilibrio dinámico de esos ecosistemas causados por el deterioro ambiental (Centro de Información de las Naciones Unidas, 2011).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2015), expresa que la degradación de los suelos es causada por usos y prácticas de ordenación de la tierra insostenibles y por fenómenos climáticos extremos resultantes de diferentes factores sociales, económicos y de gobernanza. Hoy, el 33 por ciento de la tierra está moderada o altamente degradada debido a la erosión, la salinización, la compactación, la acidificación y la contaminación de los suelos por productos químicos. La tasa actual de degradación de los suelos amenaza la capacidad de las generaciones futuras de atender sus necesidades más básicas. Se estima que las tendencias demográficas y el crecimiento previsto de la población mundial (que superará los 9 000 millones en 2050) darán lugar a un aumento del 60 por ciento de la demanda de alimentos, piensos y fibras para 2050.

Las interacciones del hombre con la tierra han creado desequilibrios en los ecosistemas, siendo la degradación de suelos y agua la principal causa de los problemas biofísicos y socioeconómicos que se generan. Las consecuencias de la degradación acelerada de suelos son de

similar trascendencia que las de calentamiento global y pérdida de biodiversidad, estando los tres procesos íntimamente relacionados. La vida sobre la tierra depende de las funciones de los suelos, productivas de alimentos, reguladoras del ciclo hidrológico y de la calidad ambiental (Sentis, 2015).

Venezuela es un país, que si bien no está en vías de desertificación, sí presenta problemas de erosión y de degradación de suelos en áreas sometidas a fuerte incidencia de déficit hídrico, localizadas en la región norte costera en especial la Península de Paria, en el estado Sucre; Islas de Margarita, Coche y Cubagua, en el estado Nueva Esparta; planicies de los ríos Unare y Neverí, en el estado Anzoátegui; cordón litoral de los estados Miranda, Vargas, Aragua, Carabobo y Falcón, incluyendo la Península de Paraguaná; hasta la Península de La Guajira, en estado Zulia, en las cuales se localizan tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas (Roa, 2011). Según el Centro de Información de las Naciones Unidas (2011), las zonas de vida que en el país tienen problemas de desertificación abarca el 42% del territorio nacional, destacando el bosque seco tropical donde se localiza el municipio Machiques de Perijá que incluye el área muestra, objeto de esta investigación.

El objetivo del trabajo fue determinar el nivel de degradación del suelo mediante la medición de parámetros de suelo y vegetación como expresión de la desertificación bajo condiciones de mesoclima subhúmedo seco en la finca La Estrella, municipio Machiques de Perijá, Zulia, Venezuela

MATERIALES Y MÉTODOS

Se localiza en el municipio Machiques de Perijá, perteneciente a la región fisiográfica de la depresión del Lago de Maracaibo, constituyendo una unidad geográfica localizada al extremo occidental de Venezuela, reconocida como una cuenca internacional, cuyas vertientes provenientes de las cordilleras andinas, con flancos que limitan al este con el estado Trujillo; por el sureste con el estado Mérida, con el sur con el estado Táchira y por el flanco del oeste las vertientes de la cordillera de Perijá, pertenecientes al estado Zulia, en la zona limítrofe colombiano-venezolana, conformando una red hidrográfica que fluye hacia el Lago de Maracaibo. Ocupa una extensión de 74.000 km², la mayor parte se ubica en territorio venezolano con 62.000 km² y el resto en la República de Colombia. El espejo de agua del Lago de Maracaibo tiene una extensión de 13.000 km², correspondiendo a la totalidad del estado Zulia y parte de los estados Mérida, Táchira, y Trujillo (Venezuela. Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hídricos, 1974; Jiménez, 2011).

Se seleccionó como área de estudio parte de la superficie de la microcuenca de la quebrada El Viejo, perteneciente a la subcuenca del río Guaco, ubicada en el municipio

Machiques de Perijá, parroquia Bartolomé de las Casas, conocido localmente como sector “San Julián”, entre las coordenadas geográficas 10° 00' 00" N, 72° 28' 07" O y 09° 58' 50" N y 72° 26' 45" O, con Datum horizontal La Canoa (PSAD56). La catena de muestreo se ubicó en la hacienda agropecuaria La Estrella con superficie de 520 ha (Figura 1).

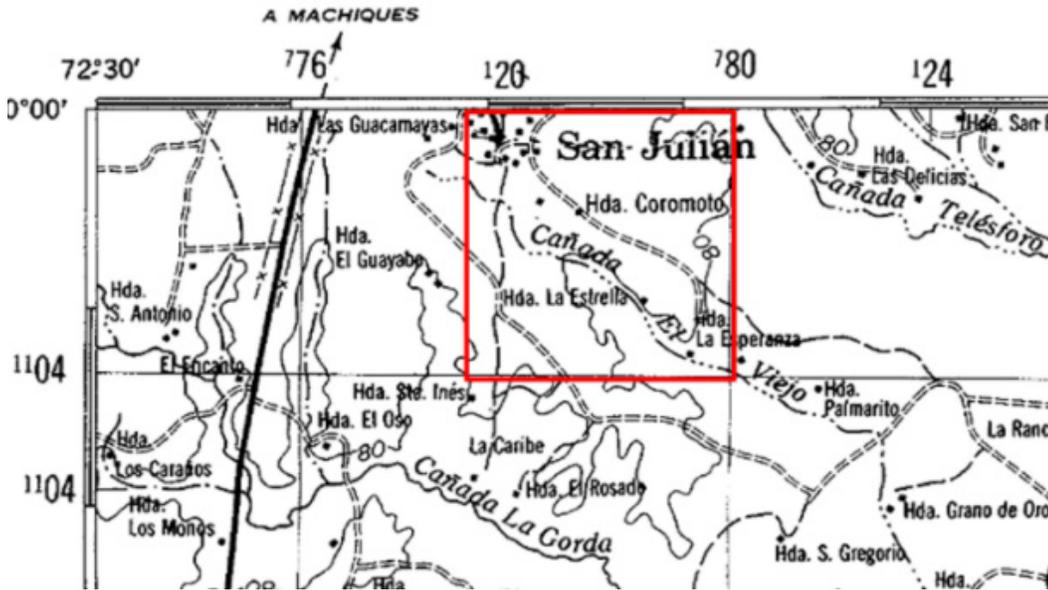


Figura 1. Ubicación de la hacienda La Estrella.

Los registros de las variables climáticas de precipitación, evaporación y temperatura se obtuvieron de la estación meteorológica Machiques (10°03'12" N y 72°33'52" O; 99 msnm), por un período de 55 años (1950 – 2005), promediándose cada uno mensualmente; para efectos de gráfico del balance hídrico se consideró como evapotranspiración potencial, el 80% de la evaporación (Thornthwaite, 1948) como se muestra en la Figura 2.

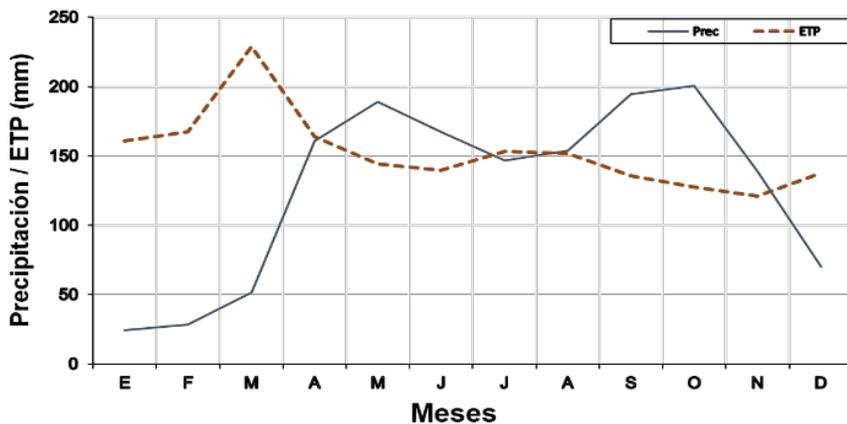


Figura 2. Balance hídrico según datos de la estación Machiques.

Para la toma de muestras de suelo y vegetación se seleccionó un área entre el tope de la colina y el valle intercolinar, definida por una banda de 20 m de ancho seccionada cada 1 m (columnas) e identificada con letras mayúsculas cada una de las secciones, mientras que la longitud es de 250 m entre el tope de la colina y el valle intercolinar, igualmente seccionadas cada 1 m e identificadas con números arábigos (filas), de tal forma que al combinar filas y columnas se genera una malla o rejilla cuyas celdas o parcelas posean un área de 1 m² (Figura 3), donde se realizaron 33 muestreos aleatorios.

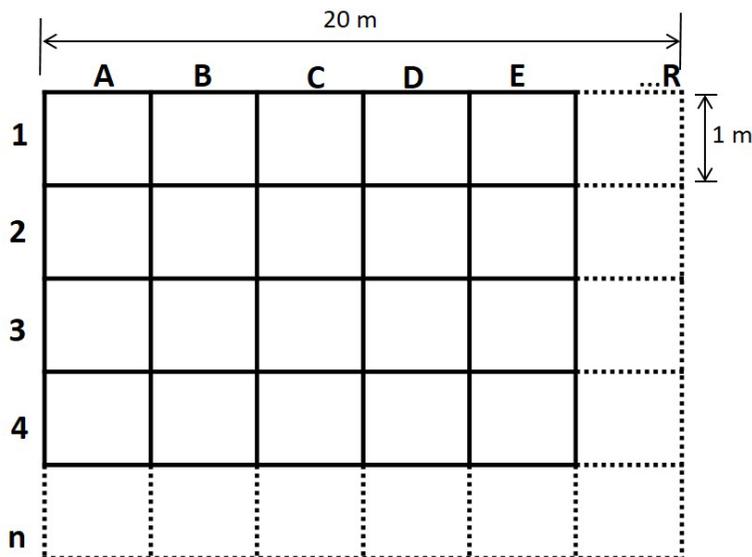


Figura 3. Banda de muestreo.

La unidad litoestratigráfica del área de estudio y principal material parental de los suelos muestreados y descritos, corresponde a la formación La Villa (Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hídricos, 1974), caracterizada por presentar un predominio de areniscas combinadas con pocas lutitas y arcillolitas en forma de capas y cuña (Venezuela. Ministerio de Minas e Hidrocarburos, 1956).

El área de muestreo es una ladera de colina (catena) localizada en la finca La Estrella (LE), entre las coordenadas 09° 59' 14,96" N y 72° 27' 27" O, con pendientes variables entre 1% y 12%. Esta ladera posee un peladero con avanzada degradación del suelo en el tope de colina-loma, representativo de un sector donde se expresa la desertificación de la zona, la cual se manifiesta como un proceso degradativo muy intenso de pérdida del suelo superficial y sub-superficial. La parte intermedia y baja de la catena está cubierta con pastizales y vegetación herbácea, respectivamente (figura 4).

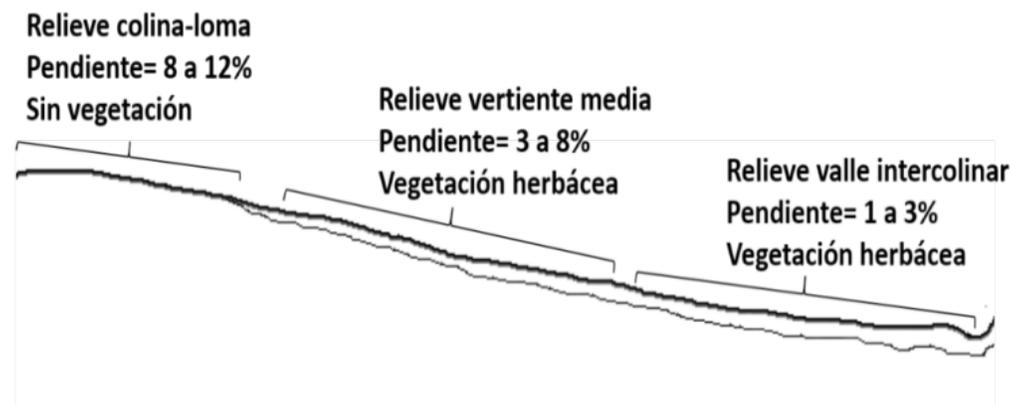


Figura 4. Perfil longitudinal del relieve en La Estrella.

Se realizaron observaciones del perfil de suelo en tres calicatas y se tomaron 33 muestras de suelo con barrenos (físicas, químicas y biológicas) con el fin de describir sus características morfológicas y las del paisaje. Durante este reconocimiento, se tomaron muestras de los horizontes de suelo con el propósito de determinar las características físicas y químicas de cada uno de los sitios de muestreo, antes indicados.

El muestreo con barreno se realizó hasta una profundidad de 30 cm, con dos horizontes de suelo por punto, con una profundidad de muestreo cada 15 cm cada uno; mientras que en las calicatas los horizontes a muestrear son mayores a dos y con espesores variables ya que en éstas la profundidad de los perfiles de suelo llegan a 1,80 m, dependiendo de la incidencia de algunos procesos formadores del suelo. Se estableció como norma, para los perfiles de suelo en calicatas, separar un máximo de seis horizontes maestros entre la superficie del suelo y una profundidad de 1,80 m. Las características del suelo que fueron descritas, son las siguientes:

Morfológica: solo fueron descritas en los horizontes maestros en que se subdividieron verticalmente las calicatas hasta una profundidad de 1,80 m. Para el caso de los barrenos, estas características no fueron descritas porque muchas de ellas se alteran o no se logran apreciar debidamente al momento de extraer las muestras. Estas características son: espesor de los horizontes; textura; color en seco y en húmedo; color de las manchas; estructura; consistencia en seco, húmedo y mojado; presencia de cutanes (organes, ferranes, argilanes, manganes); inclusiones; ancho y profundidad de grietas; caras de fricción; presencia de plintita y/o litoplintita; reacción al ácido clorhídrico y al agua oxigenada; contenido de raíces; actividad biológica y límites entre horizontes.

Físicas: porcentajes de fragmentos gruesos, arena muy gruesa, arena gruesa, arena media, arena fina y arena muy fina; porcentajes de arena total, limo y arcilla; para el caso de las muestras con barreno no se realizó la granulometría de las arenas. Estas características se determinaron para las muestras de suelo colectadas de las calicatas.

Químicas: pH en agua, relación 1:2; conductividad eléctrica; porcentaje de carbono orgánico; contenidos equivalentes de fósforo disponible, aluminio, calcio, magnesio, sodio y potasio intercambiables; porcentaje de saturación con bases; acidez intercambiable; capacidad de intercambio catiónico de la arcilla y por suma de cationes y porcentaje de saturación con aluminio. Estas características se determinaron para las muestras de suelo extraídas con barreno y las colectadas de las calicatas.

Métodos de laboratorio para la determinación de características edáficas.

Las muestras de suelo, provenientes de las calicatas y barrenos, en cantidad de unos 5 kg cada una, se desmenuzaron y desecaron al aire durante 72 horas; luego fueron tamizadas por malla de 2 mm para separar las partículas finas de los fragmentos gruesos. El fraccionamiento de la tierra fina se realizó mediante homogeneización y cuarteos sucesivos hasta obtener submuestras representativas. Los análisis se efectuaron en el laboratorio de suelos y aguas del Departamento de Ingeniería, Suelos y Aguas de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia. La metodología analítica seguida fue la normativa general incluida en el Soil Survey Laboratory Methods (United State Department of Agriculture, 1996).

Caracterización pedogeomorfológica

En cada sitio de descripción-muestreo de características del suelo y de la vegetación, se identificaron y describieron las variables que definen el sistema pedogeomorfológico (Jaimes, 1994); a saber: ubicación geográfica (latitud, longitud y altitud), características petrológicas, petrográficas, litoestratigáficas (formaciones geológicas), fisiográficas (formas del terreno), bioclimáticas, clases de

drenaje del suelo, tipos e intensidad de la erosión hídrica del suelo, uso de la tierra, tipo y grado de cobertura vegetal.

El criterio metodológico para llevar a cabo esta caracterización fue el concepto de toposecuencia (Porta et al. 2013), según el cual los procesos involucrados en el desarrollo de los suelos y, por extensión, la cobertura vegetal que sustentan, depende de la posición que ocupen en el paisaje, en particular de una ladera; de allí que al utilizar el criterio de la toposecuencia permitió entender el patrón de distribución de los suelos y de la vegetación de un determinado paisaje ya que esas variaciones están asociadas con las transferencias de materiales y fluidos en la secuencia topográfica y, de esta forma, conocer las relaciones Suelo-Paisaje-Vegetación en una posición dada del relieve.

Con base en el concepto de toposecuencia antes expuesto se identificaron para la toposecuencia localizada en el área de muestreo finca La Estrella, tres posiciones de relieve; a saber: 1) Tope de colina-loma, caracterizado por sus formas convexas; 2) Vertiente media, con forma entre plano inclinado y ligeramente convexa; y 3) Valle, correspondiente a un relieve denominado fondo de valle intercolinar de forma cóncava o plano-cóncava (Figura 4).

Balance Pedogeomorfológico. El balance entre la intensidad de los procesos de Ganancias (G), Pérdidas (P) y Transformaciones (T), determina el estado del sistema pedogeomorfológico en un punto y momento dado, así como, la tendencia del sistema a evolucionar. La ecuación del balance de los procesos pedogeomorfológicos, propuesta por Jaimes (1988), está representada por las combinaciones de la siguiente inequación: $T \geq G \geq P$. Los procesos de Ganancias (G), Pérdidas (P) y Transformaciones (T) tienen entre sí relaciones excluyentes ya que el incremento de uno de ellos, en un momento dado, limita el desarrollo o manifestación de los otros. La fórmula indicada fue aplicada en cada una de las posiciones topográficas en que fue subdividida la catena en estudio.

Variables de vegetación

Las variables de vegetación se midieron en los mismos sitios del muestreo de suelo, a través del método de la rejilla (cuadrado de 1 m²) con 33 muestras al azar en cada sitio de muestreo, haciendo los registros en una banda de 20 m de ancho por 250 m entre el tope de la colina y el valle intercolinar; se tomaron muestras botánicas de la flora vascular, tanto fértiles como estériles, se identificaron y registraron todos los individuos incluidos dentro de los límites de cada parcela. Las variables medidas son: especie, número de individuos y cobertura.

Identificación de las muestras vegetales colectadas

La identificación de las especies se basó en el uso de literatura taxonómica especializada (Figueroa, 2011, 2017; Smith, et al., 2004; Funk, et al., 2007; Hokche, et al., 2008).

También se consultó a especialistas regionales y nacionales, además de la revisión y comparación crítica de las muestras recolectadas con exsiccata depositadas en los herbarios: Herbario Nacional de Venezuela; Herbario de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela; Herbario de la Facultad de Agronomía de la universidad del Zulia; Herbario de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora; Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de los Andes; Herbario del Museo de Biología de la Universidad del Zulia; Herbario de la Universidad Francisco de Miranda y Herbario del Instituto Universitario de Tecnología Alonso Gamero, ambos localizados en la ciudad de Coro, estado Falcón.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la zona de estudio, el régimen pluviométrico tiene una distribución bimodal durante el año, los picos máximos de precipitación están ubicados entre mediados de abril hasta En los relieves de vertientes el proceso de selección de materiales de arrastre a lo largo de la pendiente es controlado por la fuerza de gravedad, por la vegetación presente y junto al escurrimiento superficial por lo cual se afirma que es coluvio-aluvial. Por su parte, la posición de valle recibe mayormente materiales seleccionados por el flujo superficial del agua, por lo cual su origen es marcadamente aluvial, aunque por evidencias de campo en algunos sitios de observación ha recibido influencias de materiales depositados en masa, sin selección previa, por lo cual se afirma que sus materiales son de origen aluvial (Jiménez, 2011).

Caracterización físico-química de los suelos en la catena en estudio. En la tabla 2, se presenta un resumen de los resultados analíticos de las muestras de suelo provenientes de los perfiles descritos en cada posición geomorfológica en que fue subdividida la toposecuencia en estudio. Es evidente un gradiente del contenido de arenas en respuesta a la dinámica hidrogeológica de la catena que aumenta desde el tope de la ladera hasta el fondo del valle. El pH de los suelos varía de muy ácido (5,1) a extremadamente ácido (4,0), razón por la cual estos suelos son de un tenor bajo o muy bajo de fósforo disponible (1,95-0,13) principalmente en el primer metro de la cobertura edáfica del tope de colina-loma, contenidos que incrementan a lo largo de la catena en dirección a la parte más baja. En general, los contenidos de carbono orgánico (CO) son bajos o muy bajos (<1,0 %); al igual que los valores de cationes intercambiables y de saturación de bases cuyos tenores son inferiores a 24 Cmol /kg de suelo y menores al 50 %, respectivamente. junio y la segunda, entre septiembre y mediados de octubre, siendo periodos muy cortos de disponibilidad de agua en el suelo; las precipitaciones mínimas mensuales promedian 24,4 mm en enero y máximas de 200,8 mm en octubre.

Tomando los promedios mensuales de los parámetros pluviométricos y de evaporación de la estación Machiques y considerando el 80% de la evaporación como evapotranspiración potencial (ETP) (Thornthwaite, 1948); se observan dos periodos de disponibilidad de agua en el suelo, el primero inicia a finales de abril hasta las dos terceras partes de mayo aproximadamente y el segundo, inicia a mediados de agosto hasta finales de octubre; alternando con dos periodos de déficit hídrico, ubicados el primero entre finales de mayo y finales de octubre y el otro entre finales de octubre y finales de abril (Figura 2).

La alternabilidad de periodos secos y húmedos genera condiciones extremas para el desarrollo de la vegetación en la región, tomando en cuenta que los periodos secos son más extensos (siete meses durante el año); agregando mayor vulnerabilidad para la degradación de los suelos de la zona.

Caracterización pedogeomorfológica. Producto del muestreo y análisis de la información de suelos y vegetación recabada a través del procedimiento metodológico antes descrito, se realizó la caracterización pedogeomorfológica de la toposecuencia seleccionada para este estudio, los cuales incluyeron aspectos generales de vegetación, del relieve, de los suelos, de los balances de procesos pedogeomorfológicos y de los usos actuales de los suelos, para cada una de las secciones en que fue subdividida dicha catena localizada en la finca La Estrella. En efecto, estos resultados están indicados en forma detallada en el Tabla 1.

Adicionalmente, es pertinente resaltar que los procesos de escurrimiento superficial de la toposecuencia en estudio, están jerarquizados en intensidad de acuerdo con los perfiles longitudinales de la ladera, desde la posición de tope de colina-loma hasta el fondo del valle. Esta jerarquización permitió detectar un proceso de deposición de los materiales, predominantemente coluvial (dominado por la gravedad), desde la posición más alta de la catena (tope de colina-loma, donde los materiales son pocos seleccionados y acompañados por una alta proporción de elementos gruesos; sin embargo, para la toposecuencia de la finca La Estrella este tope corresponde con un peladero donde no existe cobertura edáfica y de vegetación. En la Tabla 1, se pueden ver más detalles sobre la relación existente entre los tres procesos pedogeomorfológicos que dinamizan la tendencia evolutiva de esta toposecuencia.

Caracterización de la vegetación y degradación del suelo. La desertificación en la finca La Estrella, fue observada a través del análisis comparativo de imágenes satelitales (LANSAT) de los años 2008 y 2015; detectándose una alta frecuencia de zonas con poca vegetación o desprovista de ella (peladeros), lo cual evidencia una fuerte degradación del suelo que, en la toposecuencia en estudio, ha ocasionado la pérdida total o parcial del horizonte A,

hasta la aparición de cárcavas por desmantelamiento del horizonte A y parte del B, como se presenta en el tope de colina.

Tabla 1. Características pedogeomorfológicas, vegetación y usos de la tierra en el área muestra La Estrella (LE).				
Posición topográfica	Descripción general	Características del perfil típico de suelo	Balace de procesos	Vegetación y usos de la tierra
Tope de Colina-Loma.	Forma de terreno convexo, relieve ondulado y pendiente local de 8% -16%; altitud de 81 msnm.	Suelo con drenaje interno pobre, pero con drenaje externo rápido; erosión severa (suelo decapitado); Fluventic Endoaquepts, arcilloso fino, mixta, isohipertérmico; sin epipedón, endopedón cámbico por estructuración y gleyzación (Bwg) (0-200 cm); se observó una discontinuidad litológica (100 a 200 cm); coloración neutra o gris en la matriz del suelo como evidencia de procesos de reducción, probablemente heredados de paleosuelos mal drenados.	$G < P < T$ T es más importante que G y P; siendo P superior a G.	Sin cobertura vegetal. Actualmente sin uso agropecuario.
Vertiente media.	Forma de terreno rectilíneo con ligeras onduladas; pendiente local entre 3 y 8%; altitud de 75 msnm.	Suelo bien drenado; erosión ligera a moderada; Typic Paleustalfs, francosa gruesa, mixta, isohipertérmica; epipedón (A) ócrico (0-21 cm), endopedones eluvial E (21-56 cm); transicional BE (56-76 cm) e iluvial (Bt) argílico (76-200 cm); argiluvación evidente en caras de agregados y en poros.	$T \geq G = P$ Posición donde los tres procesos (T; G y P) tienden a equilibrarse	Sin vegetación arbórea con predominio de pastos. Área destinada al uso agropecuario. Área de tránsito y pastoreo de bovinos
Valle intercolinar.	Forma de terreno cóncavo-inclinada, con un relieve plano, con depresiones y convexidades; pendiente local <3 %; altitud de 65 msnm.	Suelo bien drenado hasta 124 cm, con drenaje imperfecto entre 124 y 200 cm; Fluventic Dystrustepts, francosa gruesa, mixta, isohipertérmica; epipedón (A) ócrico (0-22 cm), endopedón cámbico por estructuración (Bw), entre 22 y 76 cm; seguido de un C entre 76 y 124 cm, fosilizando un endopedón argílico (124-200 cm) relacionado con paleosuelo, correspondiendo con una discontinuidad litológica, cuya matriz edáfica posee colores y moteados grises y neutros, indicios de mal drenaje.	$G < T < P$ G es más importante que T y P; siendo T superior a P.	Sin vegetación arbórea con predominio de pastos. Área destinada al uso agropecuario. Área de tránsito y pastoreo de bovinos

Tabla 2. Resumen de variables granulométricas y químicas de perfiles de suelo de área muestra La Estrella.

Posición Geomorfológica Familia de suelo (*)	Perfil	Horiz.	Esp cm	Fg %	a	A	P Ppm	C.O. %	C.E. dS/m	pH	Ac. Cmol / Kg.	Al	Ca	Mg	Na	K	CIC	S.B. %	SAI
Tope de colina-lo- ma <i>Fluventic Endoa- quepts, arcilloso fino</i>	Bwg1		0-28	0,69	11,57	50,81	0,23	0,41	0,099	4,37	5,18	4,56	0,3	0,13	0,1	0,1	16,73	29,89	27,26
	Bwg2		28-50	0,00	11,27	48,52	0,13	0,64	0,086	4,4	2,81	2,47	0,1	0,1	0,1	20,60	21,99	11,99	
	Bwg3		50-100	0	13,29	43,66	8,43		0,038	5,6	0,00	0,00	0,2	0,1	0,1	23,18	38,61	0,00	
	2Bwg4		1 0 0 - 165	0,38	11,49	47,12	3,72		0,042	5,82	0,00	0,00	0,14	0,1	0,1	20,60	47,04	0,00	
	2Bwg5		1 6 5 - 200	0,00	78,45	9,81	4,86	0,61	0,28	4,5	0,4	0,00	1,6	0,4	0,1	0	3,86	55,44	0,00
Vertiente media <i>Typic Paleustalfs, francoso grueso</i>	Ap		0-21	2,97	77,02	11,78	0,32	0,28	0,032	4,57	1,1	0,41	0,9	0,13	0,93	0	5,01	40,32	8,18
	E		21-58	2,07	69,41	14,75	0,50	0,35	0,033	4,4	2,4	0,82	1,4	0,1	0,1	0	6,44	25,00	12,73
	BE		58-103	4,89	62,09	25,37	6,91		0,029	4,6	1,1	2,06	1,5	0,3	0,3	0	7,72	27,59	26,68
	Bt1		1 0 3 - 150	2,81	68,78	23,18	3,58		0,029	4,86	0,2	0,82	2,1	0,34	0,1	0	6,80	37,65	12,06
	Bt2		1 5 0 - 177	1,70	83,20	14,36	2,61		0,026	5,1	0,4	0,21	1,3	0,2	0,1	0	3,86	43,26	5,44
Fondo de valle <i>Fluventic Dystrus- tepts, francoso grueso</i>	Bt3		1 7 7 - 200	1,44	67,39	13,53	9,15	1,04	0,490	4,1	0,7	0,41	2	0,4	0,1	0,1	5,40	49,07	7,59
	Ap		0-22	0,05	76,40	12,78	0,92	0,30	0,079	4,19	0,7	0,41	0,8	0,15	0,13	0	3,86	29,02	10,62
	Bw1		22-56	0,86	78,33	15,49	0,53	0,25	0,054	4,3	0,4	0,21	0,8	0,1	0,1	0	3,86	26,68	5,44
	Bw2		56-76	0,81	85,70	8,94	1,43		0,028	4,5	0,2	0,00	0,7	0,1	0,5	0	3,74	35,29	0,00
	C		76-124	1,09	64,28	26,14	3,14		0,027	4,38	3,5	2,88	0,6	0,16	0,4	0	9,21	12,49	31,27
LE1		1 2 4 - 180	13,31	67,34	25,67	0,25		0,035	4,2	4,8	4,12	0,6	0,1	0,6	0,1	10,3	13,20	40,00	
LE2		1 7 4 - 200	20,8																
LE3																			

(*) La familia mineralógica y de temperatura de los tres perfiles de suelo es caolinitica e isohipertémica. Horiz. = Horizontes maestros; Esp. = Espesor de horizonte; Cantidad de Fg = Fragmento grueso; a = arena y A = arcilla, todos en porcentajes (%); P = fósforo asimilable, en ppm; C.O. = carbono orgánico, en %; C.E. = conductividad eléctrica, en deciSiemens/metro (dS/m); pH = reacción, sin unidades; Contenidos intercambiables de Ac = acidez; Al = aluminio; Ca = calcio; Mg = magnesio; Na = sodio; K = potasio y CIC = capacidad de intercambio catiónico, todos expresados en Centimoles por Kg. de suelo (Cmol/Kg); % SB = Saturación de bases = [(Ca + Mg + Na + K) / CIC] x 100; % SAI = Saturación con aluminio = (Al / CIC) x 100. Los números que anteceden a los horizontes maestros indican discontinuidades litológicas.

Continuación. Tabla 3. Listado de especies registradas en la Hacienda La Estrella

Familia	Especie	Hábito	Nombre Común	Fr
APOCYNACEAE	<i>Schubertia grandiflora</i> Mart.	Enredadera	Tas, Miraguano	2
ASTERACEAE	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) RMKing y H. Rob.	Arbusto	Crucetillo	2
CAESALPINIACEAE	<i>Senna tora</i> (L.) Roxb.	Hierba	Brusquilla	2
COMBRETACEAE	<i>Combretum fruticosum</i> (Loefl.) Stuntz.	Trepador	Melero	2
CYPERACEAE	<i>Cyperus surinamensis</i> Rottb.	Hierba	Coquito	1
EUPHORBIACEAE	<i>Croton hirtus</i> L'Hér	Hierba	Carcanapire	2
	<i>Dalechampia tiliifolia</i> Lam.	Hierba	picapica	3
FABACEAE	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw) DC.	Hierba	Pegapega	10
	<i>Desmodium incanum</i> DC.	Hierba	Pegapega	4
MALVACEAE	<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	Arbusto	Tapa leche	19
	<i>Pavonia cancellata</i> (L) Cav.	Hierba	Cuerecasa	1
	<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Hierba	Escoba	63
MIMOSACEAE	<i>Mimosa camporum</i> Benth	Hierba	Arestín	13
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora misera</i> Kunth.	Hierba	Parcha	2
POACEAE	<i>Brachiaria humidicola</i> (Rende) Schweick.	Hierba	Pasto aguja	48
	<i>Paspalum fimbriatum</i> Kunth.	Hierba	Chigüirera	51
SCROPHULARIACEAE	<i>Scoparia dulcis</i> L.	Hierba	Escoba dulce	3
SOLANACEAE	<i>Solanum rugosum</i> Dunal	Arbusto	Lambe cara	2
STERCULIACEAE	<i>Waltheria indica</i> L.	Hierba	Lava palto	4
VERVENACEAE	<i>Lantana camara</i> L.	Arbusto	Cariaquito	4

De otro modo, el uso de la tierra en la finca La Estrella es predominantemente pecuario, cuyos potreros han sido manejados intensivamente para la implantación de pastos cultivados, lo que ha contribuido en la disminución de la flora autóctona y a la degradación de los suelos por falta de una adecuada cobertura vegetal, Tablas 3 y 4 muestran las especies vegetales presentes en la vertiente media y el valle intercolinar. La información de suelos, vegetación y uso de la tierra obtenida en las áreas muestras indicadas, permitió el cálculo de los índices de cobertura vegetal, productividad del suelo y riesgos de erosión hídrica en la catena en estudio; los cuales permitieron definir cuatro clases de degradación de las tierras, siendo la clase A con poco o ninguna degradación del suelo; seguida de la clase B, la cual puede exhibir moderada degradación del suelo; luego la clase C con suelos que tienen fuerte degradación y, por último, la clase D cuyos suelos muestran una severa degradación la mayoría de las veces con suelos desmantelados y sin vegetación. Haciendo saber que el nivel de degradación está en función de la influencia individual o combinada de los índices mencionados, pero con solo uno de ellos que presente valores que interfieran en el desarrollo vegetal ya se considera que ya se ha iniciado el proceso de degradación del suelo.

CONCLUSIONES

El patrón de ocurrencia de los “peladeros” está determinado por el tiempo de evolución de los suelos, que son ácidos o muy ácidos producto de la meteorización y lixiviación de las bases intercambiables; la posición que ocupan en el paisaje; la cantidad y distribución de las precipitaciones en el año; la deforestación y el uso indebido de la tierra, factores que favorecen el avance de la desertificación, como expresión de la fuerte degradación de los suelos.

El uso de la tierra en la finca La Estrella es predominantemente pecuario, que junto con las condiciones hidrogeológicas que caracterizan la toposecuencia bajo estudio, han ocasionado el desmantelamiento de la cobertura edáfica y vegetal, principalmente en el tope de la colina-loma.

Para las diferentes posiciones geomorfológicas analizadas en la catena en estudio, muestran diversidad edáfica que es producto de la combinación de los factores y procesos formadores de los suelos, así como, de la dinámica de los procesos erosivos que inciden en la degradación de los suelos, principalmente en la sección más alta de la toposecuencia.

La información de suelos, vegetación y uso de la tierra obtenida en las áreas objeto de estudio indicadas, permitió el cálculo de los índices de cobertura vegetal, productividad del suelo y riesgos de erosión hídrica, específicamente en cada una de las posiciones que definen las tres toposecuencias de dichas áreas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Centro de Información de las Naciones Unidas. (2011). Desertificación. ONU. http://www.cinu.org.mx/temas/des_sost/desert.htm.
- Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2015). Síntesis. Estudio nacional de la degradación de los suelos por erosión en Colombia. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023646/Sintesis.pdf>
- Figuroa, V. (2011). Los bosques secos de la costa oriental del lago de Maracaibo, estado Zulia. Venezuela. *BioLlania Edición Esp.*, 10, 189-196.
- Figuroa, V. (2017). Degradación del suelo, vegetación y desertificación, del sector san Julián, municipio Machiques de Perijá, Zulia, Venezuela. (Tesis doctoral). Universidad de Zulia.
- Funk, V., Hollowell, T., Berry, P., Kelloff, C., & Alexander, S. (2007). Checklist of the Plants of the Guiana Shield (Venezuela: Amazonas, Bolívar, Delta Amacuro; Guyana, Surinam, French Guiana). <http://www.jstor.org/stable/23493236>
- Hokche, O., Barry, P., & Huber, O. (2008). Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela. Fundación Instituto Botánico de Venezuela. <https://www.ibm.com/software/products/es/spss-stats-base>
- Jaimes, E. (1988). Determinación de Índices de Homogeneidad Múltiples Globales en Sistemas Pedogeomorfológicos de la Cordillera de La Costa Serranía del Litoral Central Aragua Venezuela. <https://www.researchgate.net/publication/303208697>.
- Jaimes, E. (1994). Estimación de la Entropía Propia del Sistemas Pedogeomorfológicos mediante Índice de Homogeneidad. (Tesis doctoral). Universidad Central de Venezuela.
- Jiménez Flores, L. A. (2011). Definición de un modelo Edafogeomorfológico para la identificación de necesidades de manejo y recuperación de suelos a nivel local. Caso cuenca Cañada la Gorda, Machiques Colón, estado Zulia, Venezuela. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). El suelo es un recurso no renovable su conservación es esencial para la seguridad alimentaria y nuestro futuro sostenible. FAO. <http://www.fao.org/3/i4373s/i4373s.pdf>
- País Vasco. Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente. (2017). Degradación del suelo. Medio Ambiente / Suelo. <https://www.euskadi.eus/informacion/degradacion-del-suelo/web01-a2in-glur/es/>
- Porta, J., López Acevedo, M., & Roquero, C. (2003). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Mundi Prensa Libros.
- Roa, R. (2011). Director Cuencas Hidrográficas Ministerio del Ambiente. (Ponencia). Jornada de información sobre desertificación y sequía. Boulevard Sabana Grande. Caracas, Venezuela.
- Sentis I. P. (2015). Problemas de degradación de suelos en América Latina: Evaluación causas y efectos. (Ponencia). X Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Quito. Ecuador. _
- Smith, N., Mori, S., Henderson, A., Stevenson, D., & Heald, S. (2004). Floreving plants of the neotropics. Princeton University Press in Association with the New York Botanical Garden.
- Thornthwaite, C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *American Geographical Society*, 38(1), 55-94.
- United State Department of Agriculture. (1996). Soil survey laboratory methods manual. Version 3,0. National Soil Survey Center Natural Resources Service. USDA.
- Venezuela. Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hídricos. (1974). Atlas del inventario nacional de tierras. Región Lago de Maracaibo. COPLANARH.
- Venezuela. Ministerio de Minas e Hidrocarburos. (1956). Léxico estratigráfico de Venezuela. Editorial Venezuela Ministerio de Minas.