

APTITUD FÍSICA DE TRES CLASES DE SUELOS A TRES PASTOS, EN LA PLANICIE DEL RÍO MOTATÁN, ESTADO TRUJILLO, VENEZUELA

Physical suitability of the three soil class to three grass of the River Motatan lowlands, Trujillo State, Venezuela

Neida Pineda¹, Edgar Jaimes¹, Graciano Elizalde² y Guido Ochoa³

¹ Grupo de Investigación de Suelos y Aguas. Núcleo Universitario "Rafael Rangel", Universidad de Los Andes. Trujillo, Venezuela

² Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.

³ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

RESUMEN

Se determinó la aptitud física de tres clases de suelos, previamente agrupados y caracterizados a través de un procedimiento metodológico que permite definir clases de suelos en forma entendible por los agrotécnicos y agricultores avanzados. El área de estudio abarcó 30,365 ha de un sector de la planicie aluvial del río Motatán, estado Trujillo, Venezuela. Para la evaluación de tierras se utilizó el método de la limitación máxima. Los requerimientos de los pastos: guinea (*Panicum maximum*), brachiaria (*Urochloa decumbens*) y alemán (*Echinochloa plectostachium*) se compararon con las características y cualidades de las tres clases de suelos. Las tres clases de suelos calificaron con el mismo grado de aptitud física para cada pasto, diferenciándose por la cualidad limitante, así: Las clases de suelos A y C resultaron marginalmente aptas (A3) para los pastos guinea y brachiaria, siendo la cualidad limitante el pH; y moderadamente aptas (A2) para pasto alemán, siendo las cualidades limitantes el drenaje y la textura. La clase de suelo B calificó marginalmente apta (A3) para los pastos guinea y brachiaria, siendo la cualidad limitante el drenaje; y moderadamente apta (A2) para pasto alemán, siendo la cualidad limitante el pH. Los pastos guinea y brachiaria pueden mejorar su clasificación final si se modifica el pH de las clases de suelos A y B o el drenaje de la clase de suelo B, mientras el pasto alemán sólo mejoraría su aptitud si se modifica el pH de la clase de suelo B. A cada clase de aptitud física (cualitativa) se le estimó una clase cuantitativa de acuerdo al rendimiento esperado del pasto.

Palabras clave: Evaluación de tierras, clases de suelos, aptitud física, pastos, planicie aluvial.

ABSTRACT

Physical suitability of three soil classes previously identified in groups and characterized through a methodology, that enables agricultural technicians and experienced farmers to define group of soils in a more understandable way, was determined. The study area covered 30,365 hectares of an alluvial sector in the Motatan River lowlands, Trujillo state, Venezuela. Land Evaluation was made using the maximum limitation method. Different grass requirements were determined: guinea (*Panicum maximum*), brachiaria (*Urochloa decumbens*) and German Grass (*Echinochloa plectostachium*). The characteristics of the three soil classes were compared as to grass requirements. The three soil classes qualified with the same degree of physical aptitude for each grass, differing as to the restrictive quality. In this manner: Soil classes A and C were considered marginally suitable (A3) for Guinea and Brachiaria grasses, and the restrictive quality was pH. They were moderately suitable (A2) for German grass, where drainage and texture were the restrictive qualities. Soil class B was marginally suitable (A3) for Guinea and Brachiaria grasses, where drainage was the restrictive quality, and moderately suitable (A2) for German grass, where pH was the restrictive quality. Guinea and Brachiaria grasses can improve their final classification if pH is modified for soil classes A and B or if the drainage of soil class B is modified, while German grass would only improve its suitability if the pH of soil class B is modified. To each class of physical aptitude (qualitative) a quantitative class was estimated according to the expected grass yield.

Key words: Land evaluation, soil class, physical aptitude, grasses, lowlands.

INTRODUCCIÓN

En un sector de 30.365 ha de la planicie aluvial del río Motatán, Trujillo, Venezuela, Pineda *et al* [9] identificaron y caracterizaron tres clases de suelos a través de un procedimiento metodológico que permite definir clases de suelos en forma entendible por los agrotécnicos y agricultores avanzados (FIG 1). Este procedimiento metodológico permitió definir las clases de suelos descritas en términos sencillos de manera que la información que ellos proporcionen pueda ser interpretada por los agrotécnicos y agricultores avanzados. De allí la importancia de aportar información sobre el grado de aptitud de la tierra a los tres pastos más predominantes de esa importante zona ganadera a fin de que los usuarios de esa información lleguen a reconocer en el campo las clases de suelos y su grado de aptitud para la producción de pastos.

La evaluación de tierras se define como el ordenamiento de las unidades de tierra sobre la base de su aptitud para proveer bajo circunstancias dadas, incluyendo niveles de manejo y condiciones socioeconómicas, los más altos retornos de una operación por unidad de área, labor o capital, conservando los recursos naturales para el uso futuro [12]. El propósito principal de la evaluación de tierras es poner a disposición del usuario (agricultor, planificador y funcionario gubernamental), la información adecuada referente al recurso de tierra; necesaria para adoptar decisiones de planificación, desarrollo y ordenación del territorio [2].

Por otra parte, la aptitud de la tierra es la adaptabilidad o ajuste de una unidad de tierra (calidad de la tierra) para un tipo específico de utilización de la misma (requerimiento de uso). Los resultados de la evaluación se presentan en términos de clasificación de aptitud de la tierra, considerando a la tierra en su condición presente o después de los mejoramientos. Así, el proceso de clasificación de la aptitud de la tierra es la evaluación y agrupamiento de unidades de tierra en términos de su aptitud para usos definidos [3]. En consecuencia, la clasificación de aptitud de la tierra está referida a la aptitud parcial de una determinada unidad de tierra para un tipo de utilización específica basada en la consideración de una calidad o de una serie de calidades de la tierra [2].

Teniendo como base las características y calidades de las tres clases de suelos identificadas y caracterizadas por Pineda *et al* [9] se realizó una evaluación de tierras para determinar su aptitud física para los pastos de mayor importancia en el área.

Los resultados obtenidos serán utilizados en la definición final de las clases de suelos en forma sencilla, a fin de proporcionar información a los agrotécnicos acerca de la aptitud de cada clase de suelo a los requerimientos edafoclimáticos de los pastos seleccionados, con fines de planificación agropecuaria de las unidades de producción ubicadas en la planicie aluvial del río Motatán.

MATERIALES Y MÉTODOS

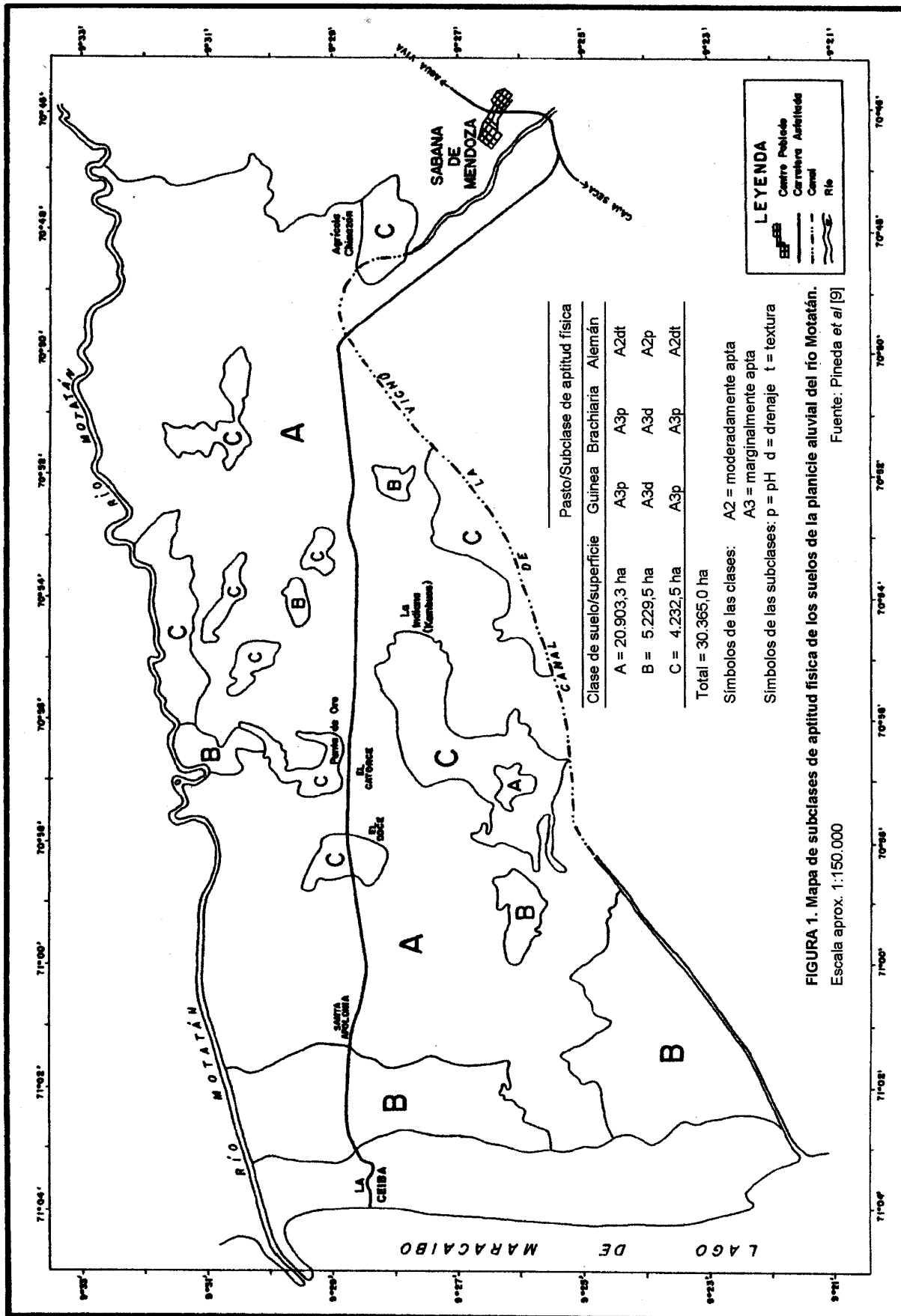
El área de estudio es un sector de 30,365 ha, perteneciente a la planicie aluvial del río Motatán, ubicada en la margen izquierda de este río, en el estado Trujillo, Venezuela. Geográficamente se encuentra localizada entre los 9° 22' - 9° 33' de latitud norte y 70° 47' - 71° 03' de longitud oeste, limitando por el norte con el río Motatán, por el sur con el canal de la quebrada La Vichú, por el este con parte del Sector El Cenizo y por el oeste con la zona cenagoza del Lago de Maracaibo.

Políticamente el área de estudio comprende parte de los municipios Miranda, Sucre y La Ceiba del estado Trujillo.

Geomorfológicamente el área de estudio se caracteriza por presentar un paisaje de planicie, con un tipo de relieve de llanura aluvial de desborde, en la que el patrón de relieve predominante son los bancos [8].

Para realizar la evaluación de las clases de suelos de dicho sector se utilizó el método de la limitación máxima según Sys *et al* [11]. En este método las características (o cualidades) de la tierra son comparadas con los requerimientos, y la clase de aptitud se determina de acuerdo con la característica o cualidad menos favorable. Este método sugiere, en primer lugar, una evaluación de las características climáticas (precipitación, temperatura, humedad relativa y radiación) para determinar el grado de aptitud física con base en la característica del clima más limitante, el cual será considerado en la evaluación final. En segundo lugar, se realiza una evaluación de las características de la tierra (topografía, humedad, características físicas del suelo, características de fertilidad del suelo, salinidad y alcalinidad) determinando también el grado de aptitud física, a partir de la característica más limitante. Se comparan los dos grados de aptitud física obtenidos (evaluaciones parciales), por características climáticas (evaluación por clima) y por características de la tierra (evaluación del paisaje y del suelo), para definir con base al grado más limitante de ambas, la clase final de aptitud de la tierra (evaluación final).

Para aplicar esta metodología inicialmente se seleccionaron los tres pastos más utilizados en las fincas de esa zona, las cuales exhiben una alta vocación agropecuaria. Posteriormente fue necesario determinar los requerimientos climáticos (precipitación y temperatura) y de la tierra (drenaje, textura, profundidad del suelo, pH en H₂O y conductividad eléctrica), correspondiente a los pastos seleccionados: guinea (*Panicum maximum*), brachiaria (*Urochloa decumbens*) y alemán (*Echinochloa plectostachium*), para lo cual se utilizó la versión 1,0 de ECOCROP1 [4]. Además, del estudio realizado por Pineda *et al* [9] se extrajeron las características de los suelos agrupados como clase de suelo A, clase de suelo B y clase de suelo C (TABLA I), estas características se expresan posteriormente en función de características o calidades de la tierra, con la finalidad de determinar el grado de aptitud física de cada clase de suelo (evaluación del paisaje y de suelo).



Para la evaluación de tierras, asociadas con las clases de suelo indicadas, se compararon, en primer lugar, las características o cualidades climáticas del área de estudio con los requerimientos climáticos de los pastos para obtener el grado de aptitud física con base en la característica del clima más limitante (evaluación por clima).

Las características o cualidades climáticas del área de estudio (temperatura y precipitación) se obtuvieron de Pineda *et al* [9], quienes estimaron la precipitación promedio y la temperatura media del área de estudio a partir de los registros de las estaciones climatológicas que tienen influencia en el área, debido a que dentro de ésta no existe una estación climatológica. De esta manera, Pineda *et al* [9] estimaron la precipitación del área de estudio promediando los registros anuales, para un período de 15 años (1968-1983), de cinco estaciones climatológicas: Agua Viva, Cenizo Canal Principal, Cenizo D3 Canal Secundario, Cenizo Rápido Dos, Cenizo Campamento Viviam. Además, Pineda *et al* [9] estimaron la temperatura promedio del área de estudio a partir de los datos de la estación Agua Viva, por ser la única estación cercana al área de estudio que tiene registros continuos de temperatura para el período 1968-1983. Para ello utilizaron el valor del Gradiente Térmico Vertical sugerido por Hernández [7], estimándose así las temperaturas medias mensuales y luego la temperatura promedio anual del área de estudio.

En segundo lugar, para la evaluación de tierras se compararon las características de la tierra (características de las tres clases de suelos agrupadas) con los requerimientos edáficos de los pastos para obtener el grado de aptitud física con base en la característica más limitante (evaluación del paisaje y del suelo). Para realizar esta evaluación no se consideró dentro de las características físicas del suelo a la profundidad del mismo, puesto que el área de estudio presenta suelos profundos, resultando no limitante dicha característica para la producción de los pastos evaluados.

Posteriormente, se determinó el grado de aptitud más limitante al comparar las dos evaluaciones anteriores (evaluación por clima y, evaluación del paisaje y del suelo) para obtener la aptitud física "cualitativa" de la tierra (evaluación final). Para ello se consideraron las siguientes clases de aptitud de la tierra [11]:

A1: Sumamente apta

A2: Moderadamente apta

A3: Marginalmente apta

N1: Actualmente no apta, pero potencialmente apta

N2: Actual y potencialmente no apta.

Finalmente, a cada clase de aptitud física "cualitativa" se le estimó una clase de aptitud física "cuantitativa" considerando el rendimiento esperado para cada pasto a fin de establecer límites entre clases, ya que este rendimiento sirve como un medio de evaluación directa de las aptitudes de la tierra y

como un medio para comprobar, y, en cierto modo, ajustar las evaluaciones de aptitud derivadas de las clasificaciones de las cualidades de la tierra. Además, cuando se dispone de datos fiables, los rendimientos observados del cultivo (pasto) constituyen un mejor medio de hacer una evaluación de aptitud que los métodos basados en las cualidades de la tierra [2]. En tal sentido, para estimar la aptitud física "cuantitativa" se establecieron las siguientes calificaciones, de acuerdo con los criterios de Sys *et al*. [11].

A1: 100 % - 85 % del rendimiento óptimo.

A2: 85 % - 60 % del rendimiento óptimo.

A3: 60 % - 40 % del rendimiento óptimo.

N: Menor al 40 % del rendimiento óptimo.

RESULTADOS

Evaluación del clima: Según Pineda *et al* [9] se tiene que la precipitación promedio anual del área de estudio es de 1014 mm. Al comparar este valor con los requerimientos de los pastos (TABLA II, III y IV) se obtiene que: para el pasto guinea y brachiaria el grado de aptitud es A1 (sumamente apto) puesto que cubre los requerimientos para esa característica climática, y para el pasto alemán el grado de aptitud resultó A2 (moderadamente apto) puesto que se ubica dentro del rango de 800 a 1100 mm de precipitación, pero se clasificó como A1 porque el área dispone de fuentes de agua superficiales y subsuperficiales, y además parte de ella cuenta con una infraestructura de riego por superficie, fácilmente factible de ser extendida a la mayor parte de las 30.365 has que conforman el sector bajo estudio.

El área de estudio tiene una temperatura promedio anual de 28,4°C [9]. Al comparar ese valor con respecto a los requerimientos para cada pasto (TABLA II, III y IV) se obtuvo la clase de aptitud A1 (sumamente apta). Finalmente la evaluación del clima para los pastos considerados es A1 (sumamente apta).

Evaluación del paisaje y del suelo: Al confrontar las características del paisaje y del suelo, correspondiente a cada clase de suelo con los requerimientos de cada pasto se obtuvieron las siguientes aptitudes físicas (TABLA V, VI y VII):

Clase de suelo A: Moderadamente apta (A2) para pasto alemán siendo las texturas medias (FL, F) y el buen drenaje los factores determinantes de esa clasificación; y marginalmente apta (A3) para pasto guinea y brachiaria, debido a que exhiben valores neutros a moderadamente alcalinos (6,6 - 8,4) de pH del suelo y estos pastos son más bien tolerantes a la acidez del suelo.

Clase de suelo B: Moderadamente apta (A2) para pasto alemán debido a que exhiben valores de pH desde fuertemente ácidos a ligeramente ácidos (5,1 - 6,5) y este pasto requiere pH desde ligeramente ácidos a fuertemente alcalinos (6,0 - 9,2); y clasifica marginalmente apta (A3) para pasto guinea y

TABLA I
CARACTERÍSTICAS DE LAS CLASES DE SUELOS AGRUPADAS POR PINEDA *et al* [9]

Nº	Atributo	Clase de suelo A	Clase de suelo B	Clase de suelo C
1	Espesor del epipedón (cm)	>17	Variable (generalmente de 5 -35)	≤ 17
2	Espesor del endopedón (cm)	≤ 60	Variable (generalmente de 31- 90)	Variable (generalmente <60)
3	Textura del epipedón	Variable, dominando los franco limosos (FL) y francos (F)	Variable	Variable, dominando los franco limosos (FL) y francos (F)
4	% de Arcilla en el epipedón	Principalmente ≤ 40	Principalmente >21	Principalmente ≤ 40
5	Cambio textura en el perfil	Principalmente grueso y sin cambio textura	Variable	Variable
6	Color en seco del epipedón Matiz: Claridad:	2,5 Y ≥ 4,5	Principalmente 2,5 Y ≥ 4,5	2,5 Y Generalmente ≥ 5 puede incluir valores de 4
7	Color en húmedo del epipedón Matiz: Claridad: Pureza:	Generalmente ≤ 4	≤ 3	≤ 3
8	Moteado en el perfil	Sin moteado	Generalmente presenta moteados	Sin moteado
9	Presencia y profundidad de gley en el perfil	Generalmente sin gley	Evidencias de gleyzación, principalmente en todo el perfil	Sin gley
10	Clase de drenaje	Generalmente bien drenado (BD), puede incluir moderadamente bien drenado (MBD) o imperfectamente drenado (ID)	Predomina imperfectamente drenado (ID) o moderadamente bien drenado (MBD)	Predomina bien drenado (BD) o algo excesivamente drenado (AED)
11	Riesgo de inundación	Generalmente sin riesgo	Generalmente presenta riesgo bajo a medio (excepcionalmente o pocas veces al año)	Sin riesgo
12	Posición geomorfológica	Generalmente napa de desborde, puede incluir otras posiciones	Variable (predominan posiciones de cubeta)	Napa de desborde
13	Reacción al HCl al 10 % en el perfil	Con o sin reacción	Generalmente sin reacción	Generalmente con reacción
14	% de agua, aprovechable	Generalmente ≥ 10	Generalmente ≥ 10	Generalmente ≥ 10

*Atributo correspondiente al epipedón, determinado siguiendo la metodología de PLA [10].

TABLA I
CARACTERÍSTICAS DE LAS CLASES DE SUELOS AGRUPADAS POR PINEDA *et al* [9]. (CONTINUACIÓN)

N°	Atributo	Clase de suelo A	Clase de suelo B	Clase de suelo C
15	pH*	Generalmente neutro a moderadamente alcalino (6,6 - 8,4), puede incluir pH moderadamente ácido a ligeramente ácido (5,6 - 6,5) ó fuertemente alcalino a muy fuertemente alcalino ($\geq 8,5$)	Muy fuertemente ácido a moderadamente alcalino (4,5 - 8,4), predominando pH fuertemente ácido (5,1-5,5) y ligeramente ácido (6,1-6,5)	Ligeramente ácido a fuertemente alcalino (6,1-9,0)
16	Conductividad eléctrica* (dS/m)	Generalmente <2	<2	Generalmente <2
17	Carbono orgánico*	Valores muy bajos a muy altos, predominando los bajos y medios (1,01 -2,5)	Valores muy bajos a altos, predominando los muy bajos (≤ 1) y medios (1,51 - 2,50)	Valores muy bajos a altos (0 - 4)
18	Fósforo* (mg.kg ⁻¹)	Contenidos muy bajos a muy altos, predominando los altos y muy altos (≥ 26)	Contenidos medios a muy altos (26-75)	Predominan contenidos altos y muy altos (≥ 26)
19	Potasio* (mg.kg ⁻¹)	Valores bajos a altos, predominando los altos (> 100)	Valores bajos a altos, predominando los altos (> 100)	Valores bajos a altos, predominando los altos (> 100)
20	Calcio* (mg.kg ⁻¹)	Contenidos medios a altos, predominando los altos (> 1200)	Contenidos bajos a altos, predominando los altos (>1200)	Contenidos altos (> 1200)
21	Magnesio* (mg.kg ⁻¹)	Contenidos bajos a altos, predominando los altos (> 300)	Contenidos medios a altos, predominando los altos (> 300)	Contenidos bajos a altos, predominando los altos (> 300)
22	CIC* (cmol+.kg ⁻¹)	Valores bajos a muy altos, predominando los medios (10,1-20)	Valores muy bajos a muy altos, predominando los medios (10,1 - 20) a altos (20,1 - 30)	Valores bajos a altos, predominando los medios (10,1-20)

* Atributos correspondientes al horizonte A, determinados siguiendo la metodologías de FONAIAP [5].

TABLA II
REQUERIMIENTOS DEL USO: PASTO GUINEA (*Panicum maximun*)

Características	A1	A2	A3	N1	N2
Características climáticas:					
Precipitación (mm)	> 650	500-650	< 500	–	–
Temperatura (°C)	5,4-35	–	–	–	<5.4
Características de la tierra.	bueno			pobre pero	pobre no
Humedad: Drenaje	o excesivo	moderado	imperfecto	drenable	drenable
Características físicas del suelo: Textura	amplio rango	–	–	–	–
Profundidad del suelo (cm)	>125	80-125	50-80	–	<50
Características de fertilidad del suelo: pH en H ₂ O	4,3-6,8	6,9-7,3	7,4-8,4	–	>8,4
Salinidad y alcalinidad: Conductividad Eléctrica (C.E.) (dS/m)	< 4	4-6	6-8	8-12	>12

Fuente: FAO [4]; con adaptaciones propias

TABLA III
REQUERIMIENTOS DEL USO: PASTO BRACHIARIA (*Urochloa decerbens*)

Características	A1	A2	A3	N1	N2
Características climáticas:					
Precipitación (mm)	> 900	800-900	700-800	<700	–
Temperatura (°C)	19-35	16-19	–	–	<16 >35
Características de la tierra.		moderado o algo		pobre pero	pobre no
Humedad: Drenaje	bueno	excesivamente drenado	imperfecto	drenable	drenable
Características físicas del suelo:		–	–	–	–
Textura	amplio rango				
Profundidad del suelo (cm)	20-50	–	–	–	–
Características de fertilidad del suelo:					
pH en H ₂ O	4,5-6,5	6,6-7,3	7,4-8,4	–	>8,4
Salinidad y alcalinidad: Conductividad Eléctrica (C.E.) (dS/m)	< 4	4-6	6-8	8-12	>12

Fuente: FAO [4]; con adaptaciones propias

bachiaría, siendo el factor determinante de esa clasificación el drenaje por ser suelos imperfectamente drenados.

Clase de suelo C: Moderadamente apta (A2) para pasto alemán, ya que presentan las misma textura y drenaje que la clase de suelo A siendo estas características determinantes para la clasificación de aptitud; y clasifica marginalmente apta (A3) para pasto guinea y brachiaria debido a la presencia de valores de pH que van desde neutros a moderadamente alcalinos (6,1 - 9,0) y ellos se adaptan mejor a suelos con pH neutros y además son tolerantes a la acidez.

Esta evaluación del paisaje y del suelo se corresponde con la evaluación final (TABLA V, VI y VII) puesto que la evaluación del clima resultó sumamente apta (A1) para cada uno de los pastos considerados. En la TABLA VIII se presenta un

resumen de la clasificación final expresada en función de las subclases de aptitud física de las clases de suelos; es decir, la aptitud de la clase de suelo y las cualidades o características determinantes en la clasificación, también se indica la superficie de cada clase de suelo. De esa tabla se deduce que a pesar de haberse obtenido el mismo grado de aptitud de las clases de suelos para cada pasto existen cualidades que diferencian la clasificación final, así por ejemplo la aptitud final de la clase de suelo A para el pasto guinea es igual que la aptitud de la clase de suelo B para ese pasto, pero los diferencia que en el caso de la clase de suelo A la cualidad limitante es el pH y para el caso de la clase de suelo B la cualidad limitante es el drenaje. Con base a lo antes expuesto se tiene que los suelos del área de estudio tienen el mismo grado de aptitud con respecto a cada pasto, lo que los diferencia es la subclase de ap-

TABLA IV
REQUERIMIENTOS DEL USO: PASTO ALEMÁN (*Echinochloa plectostechium*)

Características	A1	A2	A3	N1	N2
Características climáticas:					
Precipitación (mm)	> 1100	800-1100	600-800	400-600	<400
Temperatura (°C)	20-30	15-20	–	–	<15 >30
Características de la tierra.					
Humedad: Drenaje	ínmperfecto o pobre moderado a bueno		algo excesivamente drenado	–	excesivo
Características físicas del suelo: Textura	pesada: Aa, AL, A	FAL, FA, FL, F, L	aF, Fa	–	a
Profundidad del suelo (cm)	>125	80-125	50-80	–	<50
Características de fertilidad del suelo: pH en H ₂ O	6,0-9,2	5,6-6,0	5,1-5,5	4,5-5,0	<4,5
Salinidad y alcalinidad: Conductividad Eléctrica (C.E.) (dS/m)	< 4	4-6	6-8	8-12	>12

Fuente: FAO [4]; con adaptaciones propias

Leyenda de la textura:

A= arcillosa. Aa= arcillo arenosa. AL= arcillo limosa. FAL= franco arcillo limosa. FA= franco arcillosa. FL= franco limosa.

F= franco. L= limosa. al=areno francosa. Fa= franco arenosa. a= arenosa.

TABLA V
APTITUD FÍSICA DE LA CLASE DE SUELO A

Características de la tierra	Clase de Suelo A	Pasto		
		Guinea	Brachiaria	Alemán
Humedad: Drenaje	Bien drenado (BD)	A1	A1	A2
Características físicas del suelo: Textura	FL, F	A1	A1	A2
Características de fertilidad del suelo: pH en H ₂ O	6,6-8,4	A3	A3	A1
Salinidad y alcalinidad: Conductividad Eléctrica (C.E.) (dS/m)	< 2	A1	A1	A1
Evaluación del paisaje y del suelo		A3	A3	A2
Evaluación del clima		A1	A1	A1
Evaluación final		A3	A3	A2

titud. En la FIG 1 se muestra un mapa de las subclases de aptitud física basado en los resultados de la TABLA VIII.

Para el caso de las clases de suelos A y C, que clasificaron finalmente como marginalmente aptos (A3) para los pastos guinea y brachiaria, es conveniente resaltar que pueden llegar a clasificarse como moderadamente aptos (A2) mediante la modificación del pH del suelo; es decir, sería necesario reducir el pH del suelo a través de la aplicación de lavados con agua de buena calidad, a fin de disminuir la concentración de sales en el volumen de suelo donde se desarrollará el sistema radical de las plantas [1]. Por otro lado, para el caso de la clase de suelo B sería conveniente aplicar otra práctica de manejo de suelo para mejorar su aptitud para los pastos guinea y brachiaria que consistiría en realizar obras de drenaje a fin de evacuar los excedentes de agua, de esta forma se mejoraría el drenaje del suelo pasando de ímperfectamente drenado a moderadamente bien drenado, por el cual clasificaría como moderadamente apta (A2). Por lo contrario, la

aptitud de las clases de suelos A y C para el pasto alemán resulta más difícil de mejorar debido a que la textura de suelo (característica determinante de su aptitud) resulta difícil de corregir o mejorar y el drenaje (otra característica determinante de su aptitud) de las clases de suelos A y C es bueno mientras el pasto alemán se adapta mejor a condiciones de mal drenaje; mientras que la aptitud de la clase de suelo B para el pasto alemán si puede llegar a mejorar; es decir, puede pasar a sumamente apta (A1) si se aumentan los valores de pH del suelo mediante la práctica de encalado.

En la TABLA IX se establecen los rangos de clase de aptitud física "cuantitativa" de acuerdo al rendimiento esperado para el pasto y en la TABLA X se presentan los rendimientos esperados para cada combinación pasto/clase de suelo considerando los resultados obtenidos (evaluación final) en la TABLA VIII, así, por ejemplo: La clase de suelo A, cuyo grado de aptitud física "cualitativa" resultante para la producción de pas-

TABLA VI
APTITUD FÍSICA DE LA CLASE DE SUELO B

Características de la tierra	Clase de Suelo B	Pasto		
		Guinea	Brachiaria	Alemán
Humedad: Drenaje	Imperfectamente drenado (ID)	A3	A3	A1
Características físicas del suelo: Textura	FL, F	A1	A1	A2
Características de fertilidad del suelo: pH en H ₂ O	5,1-6,5	A3	A3	A1
Salinidad y alcalinidad: Conductividad Eléctrica (C.E.) (dS/m)	< 2	A1	A1	A1
Evaluación del paisaje y del suelo		A3	A3	A2
Evaluación del clima		A1	A1	A1
Evaluación final		A3	A3	A2

TABLA VII
APTITUD FÍSICA DE LA CLASE DE SUELO C

Características de la tierra	Clase de Suelo B	Pasto		
		Guinea	Brachiaria	Alemán
Humedad: Drenaje	Imperfectamente drenado (ID)	A3	A3	A1
Características físicas del suelo: Textura	FL, F	A1	A1	A2
Características de fertilidad del suelo: pH en H ₂ O	6,1-9,0	A3	A3	A1
Salinidad y alcalinidad: Conductividad Eléctrica (C.E.) (dS/m)	< 2	A1	A1	A1
Evaluación del paisaje y del suelo		A3	A3	A2
Evaluación del clima		A1	A1	A1
Evaluación final		A3	A3	A2

to alemán resultó ser moderadamente apta (A2), tendría un rendimiento entre 30 y menos de 21 toneladas de materia seca por hectárea por año (T m.s./ha/año); es decir, entre un 85 % y menos del 60 % del rendimiento óptimo esperado que es de 35 T m.s./ha/año.

CONCLUSIONES

El pasto alemán presenta un mayor grado de aptitud física "cualitativa" a las clases de suelos del área de estudio ya que calificó como moderadamente apto; mientras que los pastos brachiaria y guinea resultaron con menor grado de aptitud por calificar como marginalmente aptos. Sin embargo, al analizar las características o cualidades determinantes en esa calificación se tiene que los pastos brachiaria y guinea pueden llegar a mejorar su clasificación final si se modifica el pH (clases de suelos A y C) o el drenaje (Clase de suelo B), mientras que el pasto alemán sólo mejoraría su aptitud para la clase de suelo B, porque para otras clases de suelos las características limitantes (drenaje y textura) resultan más difíciles de mejorar o corregir.

TABLA VIII
SUBCLASES DE APTITUD FÍSICA DE LAS CLASES DE SUELOS Y SUPERFICIE EN HECTÁREAS DE LOS PASTOS SEGÚN EL GRADO DE APTITUD FÍSICA

Clase de suelo/ superficie (ha)	Pasto / subclase de aptitud física		
	Guinea	Brachiaria	Alemán
A = 20,903,3 ha	A3p	A3p	A2dt
B = 5,229,2 ha	A3d	A3d	A2p
C = 4,232,5 ha	A3p	A3p	A2dt
Superficie total	30,365 ha	30,365 ha	30,365 ha

La información aportada por esta evaluación de tierras será de gran utilidad para los agrotécnicos que laboran en esa importante área con vocación ganadera de la planicie aluvial del río Motatán, puesto que será incorporada a la definición, en términos sencillos, de las clases de suelos. De esta manera, cuando el agrotécnico identifique alguna de las tres clases de suelos en campo, también podrá tener información sobre la aptitud de

TABLA IX
APTITUD CUANTITATIVA DE ACUERDO AL RENDIMIENTO (r) DE LOS PASTOS

	Rendimiento óptimo	A1 100-85% del rendimiento óptimo	A2 85-60 % del rendimiento óptimo	A3 60-40 % del rendimiento óptimo	N 40 % del rendimiento óptimo
Pasto guinea (T m.s./ha/año) (8 % proteína)	30*	30 ≥ r ≥ 25.5	25,5 > r ≥ 18	18 > r ≥ 12	r < 12
Pasto brachiaria (T m.s./ha/año) (10 % proteína)	20*	20 ≥ r ≥ 17	17 > r ≥ 12	12 > r ≥ 8	r < 8
Pasto alemán (T m.s./ha/año) (8 % proteína)	35*	35 ≥ r ≥ 30	30 > r ≥ 21	21 > r ≥ 14	r < 14

T = tonelada m.s. = materia seca. Fuente: FUSAGRI [6].

ese suelo para los pastos estudiados, lo que le permitirá seleccionar el pasto más adecuado a las condiciones climáticas y edáficas del área, tomando en consideración los pastos evaluados en este estudio que son los más adaptados a las condiciones agroecológicas y de manejo del área de estudio.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico Humanístico y Tecnológico, de la Universidad de Los Andes (CDCHT-ULA), por el financiamiento otorgado para la realización de este trabajo, incluido en el proyecto NURR-C-196-96-01-A.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CASANOVA, E. **Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Central de Venezuela.** Facultad de Agronomía. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas. 379 p. 1994.
- [2] FAO. **Directivas: Evaluación de tierras para la agricultura en secano.** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Boletín de Suelos N° 52. Roma. 297 p. 1985.
- [3] FAO. **Evaluación de tierras con fines forestales.** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Boletín de Suelos N° 48. Roma. Italia 263 p. 1985.
- [4] FAO. **ECOCROP1. Versión 1.0.** Environmental Requirements Database. Software library. Roma, Italia. 1994.
- [5] FONAIAP. **Manual de métodos y procedimientos de referencia. (Análisis de Suelos para Diagnóstico de Fertilidad).** Maracay, Venezuela. 164 p. 1990.
- [6] FUSAGRI. **Pastos.** Serie Petróleo y Agricultura. N° 10. Caracas, Venezuela. 112 p. 1986.

TABLA X
RENDIMIENTO ESPERADO (r) EN T m.s./ha/año PARA CADA PASTO EN CADA CLASE DE SUELO

	Clase de suelo		
	A	B	C
Pasto guinea	18 > r ≥ 12	18 > r ≥ 12	18 > r ≥ 12
Pasto brachiaria	12 > r ≥ 8	12 > r ≥ 8	12 > r ≥ 8
Pasto alemán	30 > r ≥ 21	30 > r ≥ 21	30 > r ≥ 21
Superficie	20,903,3 ha	5,229,2 ha	4,232,5 ha

- [7] HERNÁNDEZ, R. **Zonificación agroclimática del estado Trujillo.** Volumen IA. MARNR. DGSIIA. Dirección de Hidrología y Meteorología. Caracas, Venezuela. 105 p. 1988.
- [8] JAIMES, E.; PINEDA, N. Diagnóstico físico e inventario de suelos con fines de evaluación de tierras de la planicie aluvial del río Motatán, Estado Trujillo. **Revista Forestal Venezolana.** 2(41): 137-145. 1997.
- [9] PINEDA, N.; ELIZALDE, G.; JAIMES, E.; OCHOA, G. Validación de una metodología para definir tipos de suelos en forma sencilla. Parte I. **Agronomía Tropical.** 50(2): 201-228. 2000.
- [10] PLA, I. Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. **Alcance. N° 32. Revista de la Facultad de Agronomía.** 1983.
- [11] SYS, C.; VAN RANST, E.; DEBAVEYE, J. **Land Evaluation. Part. II. Methods in land evaluation.** Agricultural Publications N° 7. General Administration for Development Cooperation. Brussels, Belgium. 247 p. 1991.
- [12] VAN WAMBEKE, A.; ROSSITER, D. **Automated land evaluation systems as a focus for soil research. IBSRAM.** Newsletter N° 6. 1987.