

APTITUD FÍSICA DE TRES CLASES DE SUELOS DE LA PLANICIE DEL RÍO MOTATÁN, TRUJILLO, VENEZUELA

Neida Pineda¹, Edgar Jaimes¹, Graciano Elizalde² y José Mendoza¹

RESUMEN

Se determinó la aptitud física de tres clases de suelos ubicados dentro de un área de 30.365 ha en un sector de la planicie aluvial del río Motatán, estado Trujillo, Venezuela. Las clases de suelos, identificadas como A, B y C, se caracterizaban principalmente por los siguientes atributos: Clase A, con horizonte A mayor de 17 cm de espesor y textura no arcillosa. Sin moteado, ni gley en el perfil, ni riesgo de inundación. Clase B, con presencia de gley en el perfil y drenaje moderado o imperfecto. Clase C, con horizonte A menor o igual a 17 cm de espesor, drenaje algo excesivo a bueno. Sin moteado ni gley en el perfil, ni riesgo de inundación. Se determinaron los requerimientos de los usos agrícolas más importantes del área: banano (*Musa spp.*) bajo riego, caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) bajo riego y maíz (*Zea mays*) mecanizado bajo riego. Para la evaluación de tierras se utilizó el método de la limitación máxima. Se compararon las características de las tres clases de suelos con los requerimientos de los usos agrícolas, obteniéndose las aptitudes físicas. Para cada clase de aptitud física (cualitativa) se le estimó una clase de aptitud "cuantitativa" de acuerdo al rendimiento esperado del cultivo. Se concluye que, de acuerdo a las limitantes agronómicas, la clase de suelo C tiene mayor aptitud física que la clase A y ésta mayor que la clase B, para los tres usos agrícolas indicados.

Palabras clave adicionales: Evaluación de tierras, usos agrícolas, características de la tierra

ABSTRACT

Physical suitability of three soil classes in the Motatan river lowlands, Trujillo State, Venezuela

Physical suitability of three soil classes located in an area of 30,365 hectares of one alluvial sector in the Motatan river lowlands, Trujillo State, Venezuela, was determined. The soil classes identified as A, B and C, showed the following main attributes: Class A, horizon A thicker than 17 cm and texture never clayey, unmottled profile, without gley or risk of flooding. Class B, profile with moderate or imperfect drainage, and presence of gley. Class C, thickness of horizon A equal or lower than 17 cm. Well or somewhat excessively drained. Unmottled profile, without gley or risk of flooding. Agricultural requirements were determined for the most important crops in the area: banana plant (*Musa spp.*) under irrigation, sugar cane (*Sacharum officinarum*) under irrigation and mechanized production of maize (*Zea mays*) under irrigation. Evaluation of the land was accomplished using the maximum limitation method. The characteristics of the three soil classes were compared on agricultural use, obtaining their physical aptitudes. For each type of physical aptitude (qualitative) one quantitative type was estimated according to the expected crop yield. It is concluded that, according to the agronomic limitations, the soil class C showed better physical aptitude than soil class A, which resulted better than soil class B, for the three suitable agricultural uses.

Additional key words: Land evaluation, agricultural use, land characteristics

INTRODUCCIÓN

En un sector de 30.365 has de la planicie aluvial del río Motatán, estado Trujillo, Venezuela, Pineda et al. (2000) agruparon y caracterizaron tres clases de suelos a través de un procedimiento metodológico que permite definir clases de suelos con fácil interpretación por agrotécnicos y agricultores avanzados. De allí la importancia de aportar información sobre el grado

de aptitud de la tierra a los usos agrícolas más importantes del área a fin de que los usuarios lleguen a reconocer en el campo las clases de suelos y su grado de aptitud para la producción agrícola.

Con base en las características y cualidades de las tres clases de suelos antes mencionadas, el objetivo de este trabajo fue realizar una evaluación de dichas tierras para determinar su aptitud física a los usos agrícolas de mayor

Recibido: Septiembre 8, 2003

Aceptado: Marzo 31, 2004

¹ Núcleo Universitario "Rafael Rangel". Universidad de Los Andes (ULA). Trujillo. Venezuela
e-mail: pineida@cantv.net; edgarja@cantv.net; josegmm@hotmail.com

² Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela (UCV). Apdo. 4379. Maracay. Venezuela

importancia en el área. La información aportada será de gran utilidad para los agrotécnicos ya que les permitirá planificar el uso agrícola más apto a cada clase de suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio cubre un sector de 30.365 ha de la planicie aluvial del río Motatán, ubicada en su margen izquierdo, en el estado Trujillo, Venezuela. Geográficamente se encuentra ubicada entre 9° 22' y 9° 33' de latitud norte y 70° 47' y 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 cenagosa del lago de Maracaibo.

Para determinar la aptitud física de las clases de suelos de dicho sector se utilizó el método de la limitación máxima según Sys et al. (1991), la cual se resume en la Figura 1. 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, de fertilidad del suelo, salinidad y alcalinidad) determinando también el grado de aptitud física, a partir de la característica más limitante. Finalmente, se comparan los dos grados de aptitud física obtenidos, 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 de aptitud física "cualitativa" (evaluación final).

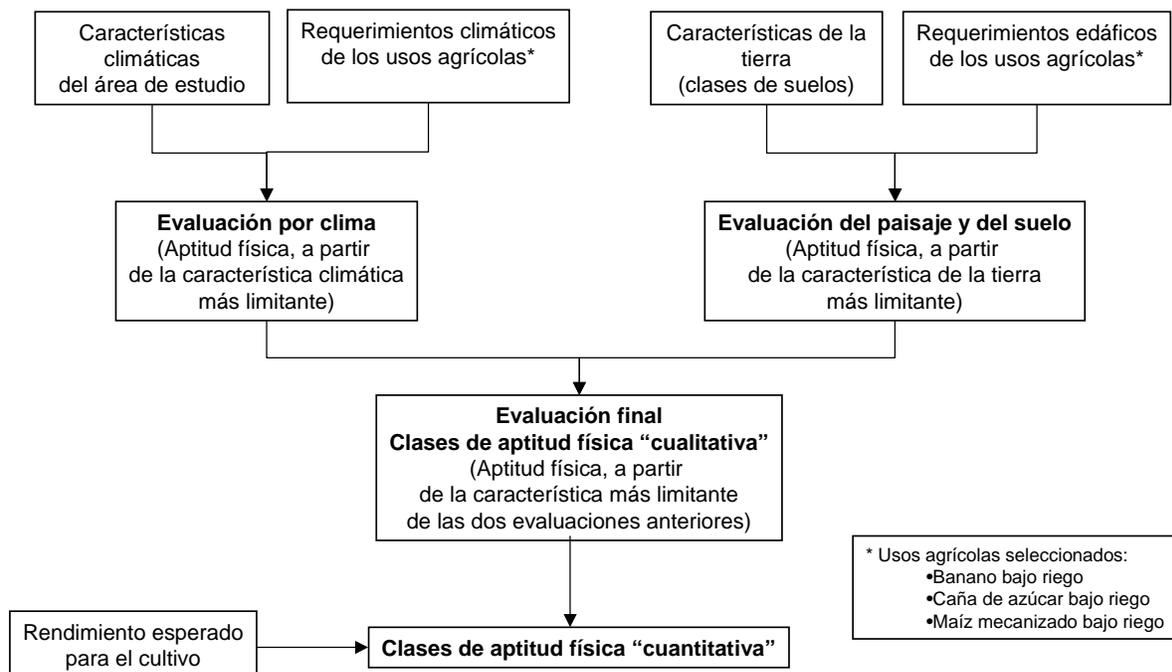


Figura 1. Metodología utilizada para determinar la aptitud física de las clases de suelos de la planicie aluvial del río Motatán.

Los usos agrícolas más importantes del área de estudio seleccionados son: Banano (*Musa spp.*) bajo riego, caña de azúcar (*Saccharum*

officinarum) bajo riego y maíz (*Zea mays*) mecanizado bajo riego. Posteriormente se determinaron los requerimientos climáticos

(precipitación y temperatura) y de la tierra (pendiente, inundación, drenaje, textura/estructura, profundidad del suelo, saturación de bases, pH, carbono orgánico, conductividad eléctrica y sodio intercambiable) de los usos agrícolas seleccionados. Dentro de las características climáticas no se consideraron la humedad relativa ni la radiación debido a que su poca variabilidad espacial y temporal en la zona

de estudio no permite establecer límites de diferenciación para los usos agrícolas evaluados, indicando con esto que los rangos en los cuales varían los valores de los elementos climáticos excluidos se sitúan dentro de los requerimientos exigidos por los cultivos. En el Cuadro 1 se muestran los requerimientos de los usos agrícolas seleccionados, indicando sólo las clases de aptitud en que calificaron las clases de suelos estudiadas.

Cuadro 1. Requerimientos de los usos agrícolas: Banano (*Musa spp.*) bajo riego, Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y Maíz (*Zea mays*) mecanizado, en condiciones de manejo bajo riego.

Características	Banano			Caña de azúcar			Maíz	
	A1	A2	A3	A1	A2	N2	A1	N2
<u>Características climáticas</u>								
Precipitación anual (mm)	> 1500	1250 - 1500	1000 - 1250	> 1500	1250 - 1500	< 1000	> 500	< 300
Temp. media anual (°C)	> 18	16 - 18	14 - 16	22 - 32	20 - 22/32 - 35	< 18	18 - 26	< 14
<u>Características de la tierra</u>								
<u>Humedad:</u>								
Inundación	sin	ligera	moderada	sin	-	moderada y más	sin	moderada y más
Drenaje	bueno moderado	imperfecto	pobre, aireado	bueno, moderado o imperfecto	imperfecto bueno	pobre, no drenable	bueno, moderado o imperfecto	pobre, no drenable
<u>Caract. físicas del suelo:</u>								
Textura/estructura	A (estructura blocosa), AL, FAL, FA, FL, Aa, F	A (estructura blocosa y de vertisol), FAa	Fa, aF fina, aF	A (estructura blocosa, de oxisol y vertisol), Aa, FAa, FL, FA, L, FAL	A (estructura vertisol), Fa, aF, aF fina	A masiva, AL masiva, a, a gruesa	A (estructura blocosa y de oxisol), Aa, FAa, FL, F, FA, L, FAL	A masiva, AL masiva,
<u>Caract. fertilidad del suelo:</u>								
% Saturación de Bases	> 35	20 - 35	< 20	> 50	35 - 50	-	> 50	-
pH	5,7 - 7,5	5,3-5,6/7,6-8,0	4,5-5,2/8,1-8,2	5,6 - 7,5	5,1-5,5/7,6-8,0	> 8,5	5,9 - 7,8	> 8,5
% Carbono Orgánico	> 1,51	0,8 - 1,5	< 0,8	≥ 1,01	0,6 - 1,0	-	≥ 0,81	-
<u>Salinidad y alcalinidad:</u>								
C.E. (dS/m)	< 2	2 - 4	4 - 6	< 5	5 - 8	> 14	< 4	> 12
PSI (%)	< 4	4 - 8	8 - 12	< 10	10 - 15	> 20	< 15	> 25

Fuente: Sys et al. (1993), con modificaciones propias de los autores.

Clases de aptitud de la tierra según Sys et al. (1991):

- A1: Sumamente apta
- A2: Moderadamente apta
- A3: Marginalmente apta
- N1: Actualmente no apta, pero potencialmente apta
- N2: Actual y potencialmente no apta.

Las tres clases de suelo estudiadas, identificadas como A, B y C, se caracterizan principalmente por los siguientes atributos (Pineda et al., 2000): Clase A, con epipedón mayor de 17 cm y textura no arcillosa. Sin moteado, ni gley en el perfil, ni riesgo de inundación. Clase B, con presencia de gley en el perfil y drenaje moderado o imperfecto. Pureza en seco del horizonte A menor o igual a 3. Clase C, con epipedón menor o igual a 17 cm, drenaje algo excesivo a bueno,

posición geomorfológica propia de napa de desborde. Sin moteado ni gley en el perfil, ni riesgo de inundación.

Las características anteriores se expresaron luego en función de las características o cualidades de la tierra, con la finalidad de determinar el grado de aptitud física de cada clase de suelo (evaluación del paisaje y del suelo).

Para la evaluación de tierras, asociadas con las clases de suelos indicadas, se compararon, en

primer lugar, las características o cualidades climáticas del área de estudio con los requerimientos climáticos de los usos agrícolas 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 del trabajo de Pineda et al. (2000), 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, 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. Así mismo, 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 (1988), estimándose así las temperaturas medias mensuales y luego la temperatura promedio anual del área de estudio.

En segundo lugar, se compararon las características de la tierra (características de las tres clases de suelos agrupadas) con los requerimientos edáficos de los usos agrícolas para obtener el grado de aptitud física con base en la característica más limitante (evaluación del paisaje y del suelo), teniendo en cuenta las siguientes consideraciones: El área de estudio se caracteriza por presentar valores de pendiente menores al 2 % y sus suelos son profundos por lo que no representan ninguna limitación para los usos agrícolas evaluados, por lo tanto no se consideraron en dicha evaluación.

Posteriormente, se determinó el grado de aptitud más limitante al comparar las dos evaluaciones anteriores (evaluación por clima y evaluación del paisaje y suelo) para obtener la aptitud física “cualitativa” de la tierra (evaluación final). Para ello se utilizó la clasificación de aptitud de la tierra antes descrita (Sys et al., 1991).

Finalmente, a cada clase de aptitud física “cualitativa” se le estimó una clase de aptitud física “cuantitativa” considerando el rendimiento esperado para cada cultivo 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 constituyen un mejor medio de hacer una evaluación de aptitud que los métodos basados en las cualidades de la tierra (FAO, 1985). En tal sentido, para estimar la aptitud física “cuantitativa” se establecieron las siguientes calificaciones, de acuerdo con los criterios de Sys et al. (1993):

- 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 Y DISCUSIÓN

Evaluación del clima. La temperatura media del área de estudio oscila entre 27,7 y 29 °C; y la precipitación promedio anual es de 1014 mm. Comparando los valores de temperatura media del área de estudio con los requerimientos de cada uso agrícola se obtuvo la clase de aptitud A1 (sumamente apta). Por otro lado, el valor de precipitación media para el área de estudio es inferior a los requerimientos de los usos agrícolas (banano y caña de azúcar), pero 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 factible de ser extendida a la mayor parte del área de estudio. Finalmente, la evaluación del clima para todos los usos agrícolas considerados es A1 (sumamente apta).

Evaluación del paisaje y del suelo. Al confrontar las características del paisaje y del suelo de cada clase de suelo con los requerimientos de cada uso agrícola se obtuvieron las siguientes aptitudes físicas (Cuadro 2, 3 y 4; en cada tabla se resalta en negritas la limitación o característica determinante de la evaluación del paisaje y del suelo):

Cuadro 2. Aptitud física de la Clase de Suelo A

Características de la tierra	Clase de Suelo A	Uso agrícola		
		Banano bajo riego	Caña de azúcar bajo riego	Maíz mecanizado bajo riego
<u>Humedad:</u>				
Inundación	sin	A1	A1	A1
Drenaje	BD	A1	A1	A1
<u>Características físicas del suelo:</u>				
Textura/estructura	FL, F	A1	A1	A1
<u>Características de fertilidad del suelo:</u>				
% Saturación de Bases	> 80	A1	A1	A1
pH	6,6 - 8,4	A2	A2	A1
% Carbono Orgánico	1,01 - 2,5	A1	A1	A1
<u>Salinidad y alcalinidad:</u>				
C.E. (dS/m)	< 2	A1	A1	A1
PSI (%)	≤ 2	A1	A1	A1
Evaluación del paisaje y del suelo		A2	A2	A1
Evaluación por clima		A1	A1	A1
Evaluación final		A2	A2	A1

Clase de suelo A

- Sumamente apta (A1) para maíz mecanizado bajo riego.
 - Moderadamente apta (A2) para banano y caña de azúcar bajo riego, debido a que esta clase de suelo se caracteriza por presentar valores neutros a moderadamente alcalinos (6,6 - 8,4) de pH y estos usos agrícolas requieren valores de pH que oscilan entre 5,6 y 7,5; por lo tanto la limitación está relacionada con la fertilidad que presenta esta

clase de suelo.

Clase de suelo B

- Marginalmente apta (A3) para banano bajo riego, por presentar moderadas condiciones de inundación siendo esta característica determinante de la aptitud de la tierra.
 - Actual y potencialmente no apta (N2) para caña de azúcar bajo riego y maíz mecanizado bajo riego, debido a la misma condición de inundación moderada que presenta esta clase de suelo.

Cuadro 3. Aptitud física de la Clase de Suelo B

Características de la tierra	Clase de Suelo B	Uso agrícola		
		Banano bajo riego	Caña de azúcar bajo riego	Maíz mecanizado bajo riego
<u>Humedad:</u>				
Inundación	moderada	A3	N2	N2
Drenaje	ID	A2	A2	A2
<u>Características físicas del suelo:</u>				
Textura/estructura	Amplio rango	A1	A1	A1
<u>Características de fertilidad del suelo:</u>				
% Saturación de Bases	> 50	A1	A1	A1
pH	5,1 - 6,5	A1	A1	A1
% Carbono Orgánico	1,51 - 2,5	A1	A1	A1
<u>Salinidad y alcalinidad:</u>				
C.E. (dS/m)	< 2	A1	A1	A1
PSI (%)	≤ 4	A1	A1	A1
Evaluación del paisaje y del suelo		A3	N2	N2
Evaluación por clima		A1	A1	A1
Evaluación final		A3	N2	N2

Clase de suelo C

- Sumamente apta (A1) para banano, caña de azúcar y maíz mecanizado, todos bajo riego.

Es importante destacar que esta evaluación del paisaje y del suelo se corresponde con la evaluación final (indicada en negritas al final de

los Cuadros 2, 3 y 4) puesto que la evaluación del clima resultó sumamente apta (A1) para cada uno de los usos agrícolas considerados. En el Cuadro 5 se presenta un resumen de la clasificación final expresada en función de las subclases de aptitud física cualitativa 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. En la Figura 2 se muestra un mapa de subclases de aptitud física basado en los resultados del Cuadro 5.

Cuadro 4. Aptitud física de la Clase de Suelo C

Características de la tierra	Clase de Suelo C	Uso agrícola		
		Banano bajo riego	Caña de azúcar bajo riego	Maíz mecanizado bajo riego
<u>Humedad:</u>				
Inundación	sin	A1	A1	A1
Drenaje	BD	A1	A1	A1
<u>Características físicas del suelo:</u>				
Textura/estructura	FL, F	A1	A1	A1
<u>Características de fertilidad del suelo:</u>				
% Saturación de Bases	> 80	A1	A1	A1
pH	6,1 - 9,0	A1	A1	A1
% Carbono Orgánico	≤ 4	A1	A1	A1
<u>Salinidad y alcalinidad:</u>				
C.E. (dS/m)	< 2	A1	A1	A1
PSI (%)	≤ 4	A1	A1	A1
Evaluación del paisaje y del suelo		A1	A1	A1
Evaluación por clima		A1	A1	A1
Evaluación final		A1	A1	A1

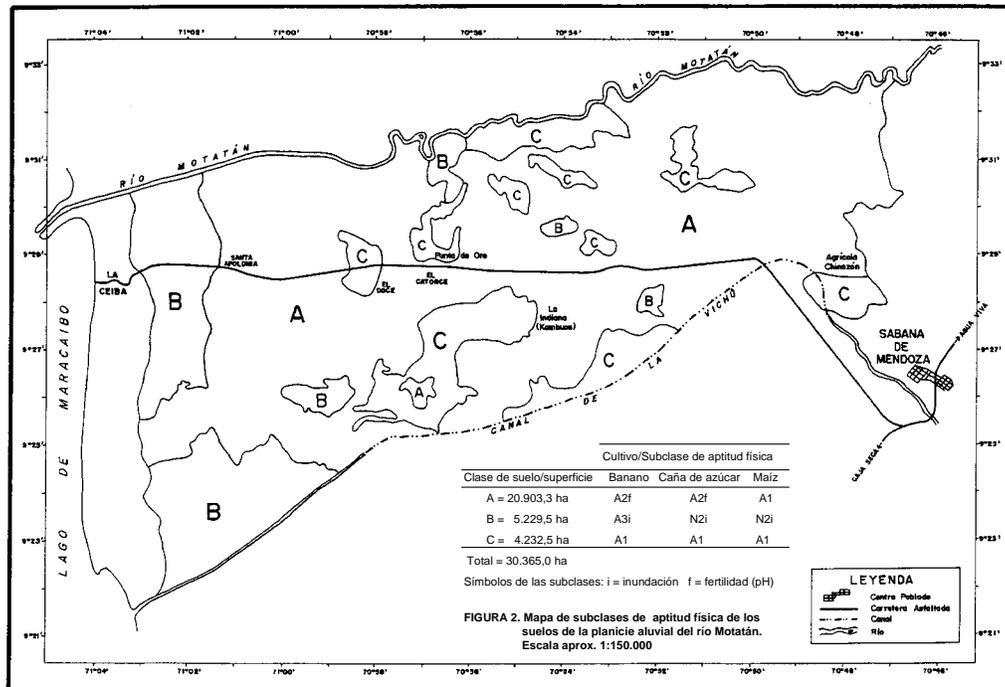


Figura 2. Mapa de subclases de la aptitud física de tres clases de suelo de un sector en la planicie aluvial del río Motatán, estado Trujillo, Venezuela

En el Cuadro 6 se presentan los rendimientos esperados para cada combinación cultivo/clase de suelo considerando los resultados obtenidos (evaluación final) en el Cuadro 5. Así, por ejemplo: La clase de suelo A, cuyo grado de aptitud física “cualitativa” para el uso agrícola

banano bajo riego resultó ser moderadamente apta (A2), se esperaría obtener un rendimiento entre 32,4 y menos de 45,9 toneladas por hectárea (T/ha); es decir, entre un 85 % y un 60 % del rendimiento óptimo esperado que es de 54 T/ha.

Cuadro 5. Subclases de aptitud física cualitativa y superficie de las clases de suelos.

Clase de suelo/superficie	Uso agrícola/subclase de aptitud física		
	Banano	Caña de azúcar	Maíz
A = 20.903,3 ha	A2f	A2f	A1
B = 5.229,2 ha	A3i	N2i	N2i
C = 4.232,5 ha	A1	A1	A1

Símbolos de las subclases de aptitud: i = inundación f = fertilidad (pH)

Cuadro 6. Rendimiento esperado (R) en toneladas por hectárea (T/ha) para cada cultivo y clase de suelo, en función del porcentaje de rendimiento óptimo.

Cultivo	Rendimiento óptimo	Clase de suelo A (20.903,3 ha)	Clase de suelo B (5.229,2 ha)	Clase de suelo C (4.232,5 ha)
Banano	$\geq 54^{(1)}$	$45,9 > R \geq 32,4$	$32,4 < R < 21,6$	$54 \geq R \geq 45,9$
Caña de azúcar	$110 - 150^{(2)}$	$93,5 > R \geq 66$	$R < 44$	$110 \geq R \geq 93,5$
Maíz	$\geq 3^{(2)}$	$3 \geq R \geq 2,55$	$R < 1,2$	$3 \geq R \geq 2,55$

Fuente: ⁽¹⁾ Estimado

⁽²⁾ Jaimes y Pineda (1997)

CONCLUSIONES

La determinación del grado de aptitud física de las tres clases de suelos a los usos agrícolas más importantes del área de estudio permite clasificarlos en un orden del menos limitante al más limitante agronómicamente, resultando la siguiente secuencia: clase de suelo C, clase de suelo A y clase de suelo B.

Los grados de adaptabilidad de los usos agrícolas estudiados constituyen una información útil para la descripción, en términos sencillos, de las clases de suelos que será fácilmente interpretada por los agrotécnicos o agricultores avanzados, ya que será incorporada a la definición final 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 ese suelo a los usos agrícolas estudiados, lo que le permitirá seleccionar el uso más adecuado a las condiciones climáticas y edáficas del área de estudio.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico Humanístico y Tecnológico de la Universidad de

Los Andes (CDCHT-ULA) por el financiamiento otorgado (proyecto NURR-C-196-96-01-A).

LITERATURA CITADA

1. FAO. 1985. 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.
2. Hernández, R. 1988. Zonificación agroclimática del estado Trujillo. Dirección de Hidrología y Meteorología. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Renovables (MARNR). Caracas, Venezuela. 105 p.
3. Jaimes, E. y N. Pineda. 1997. 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.
4. Pineda, N., G. Elizalde, E. Jaimes y G. Ochoa. 2000. Validación de una metodología para definir tipos de suelos en forma sencilla. Parte I. Agronomía Tropical. 50(2): 201-228.

5. Sys, C., E. Van Ranst y J. Debaveye. 1991. Land Evaluation. Part. II. Methods in land evaluation. Agricultural Pub. N° 7. General Administration for Development Cooperation. Brussels, Belgium. 247 p.
6. Sys, C., E. Van Ranst, J. Debaveye y F. Beernaert. 1993. Land evaluation. Part. III. Crop requirements. Agricultural Pub. N° 7. General Administration for Development Cooperation. Brussels, Belgium. 199 p.