

## La aptitud de los suelos para la producción de caña de azúcar. Parte 2: Comparación de dos métodos en el ingenio Ciudad Caracas

### The aptitude of the soils for the production of sugarcane. Part 2: Comparison of two methods at 'Ciudad Caracas' sugarcane mill

Nelson C. Arzola Pina<sup>1</sup>, Rubén F. Abraham Vázquez<sup>2</sup>, Joaquín Machado de Armas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Carlos Rafael Rodríguez. Carretera a Rodas, Cuatro Caminos, Cienfuegos, Cuba. C.P. 59430

<sup>2</sup>Ingenio Ciudad Caracas, Santa Isabel de Las Lajas, Cienfuegos, Cuba. C.P. 57400

<sup>3</sup>Fac. de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Carretera a Camajuani km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. C.P. 554830

E-mail: [narzola@ucf.edu.cu](mailto:narzola@ucf.edu.cu); [joaquinma@uclv.edu.cu](mailto:joaquinma@uclv.edu.cu)

**RESUMEN.** Se realizó un estudio comparativo de dos métodos que se utilizan en la determinación de la aptitud de los suelos para la producción de caña de azúcar en Cuba. Se utilizó la información procedente de tres unidades de producción cañera, pertenecientes al ingenio azucarero "Ciudad Caracas" del municipio de Santa Isabel de las Lajas, provincia de Cienfuegos. Las informaciones relativas al suelo de cada unidad productiva fueron determinadas a partir de la información catastral del mapa de suelos con escala 1: 25 000 elaborado por el Ministerio de la Agricultura. Los datos de lluvia se tomaron de los pluviómetros más cercanos y los rendimientos de la caña fueron los reportados por cada unidad de producción. Adicionalmente fue determinada la aptitud de estos suelos para la producción de caña de azúcar, aplicando la información disponible, a ambos métodos (AGRO 24 de 1993 y Arzola de 1999). Los resultados obtenidos indican que los dos sistemas comparados son adecuados para seleccionar los suelos con mayor potencial productivo y constituyen una herramienta muy útil en la toma de decisiones acertadas, referente al mejor uso de la tierra en cada unidad productiva.

**Palabras clave:** Evaluación de tierras, caña de azúcar, ingenio, AGRO 24.

**ABSTRACT.** The object of this study was to compare two methods for determining the aptitude of soils for growing Sugarcane in Cuba. The information was provided by three sugarcane farms owned by Ciudad Caracas sugarcane mill in the municipality of Santa Isabel de Las Lajas in Cienfuegos. The information of the soils from each farm was taken from the 1:25 000 scale cadastral maps designed by Ministerio de la Agricultura (MINAG). Rainfall data was collected from the nearby stations rain gauges. And the sugarcane yield was reported by each farm. The aptitude of the soils was determined by two methods (AGRO 24 de 1993 y Arzola de 1999) using the information available. Results showed that both methods are appropriate for selecting soils with higher productive potential, and are a useful tool for making right decisions for optimizing the land use at each sugarcane farm.

**Key words:** Evaluation of soils, sugarcane, sugarcane mill, AGRO 24.

## INTRODUCCIÓN

En su forma actual la evaluación de tierra busca evaluar y predecir el impacto ambiental de uno o varios tipos de usos. Su principal utilidad es proveer a los responsables de planificación y manejo (a diferentes niveles) las bases para la toma de decisiones más racionales, entendiendo que la planificación del uso de la tierra tiene como objetivo principal asegurar que la superficie del terreno se emplee en tal forma que permita obtener los máximos

beneficios socio-económicos, donde se incluyen la producción de alimentos sin la degradación de los suelos, el agua y el ambiente en general; es decir que a través de las diferentes técnicas de planificación del uso de la tierra se garantice un desarrollo sostenible del sector (Pérez *et al.*, 2004; Urquiza *et al.*, 2011).

La evaluación de tierra, en su forma tradicional puede definirse, como el proceso de estimación del

potencial de la tierra para un tipo de uso específico. En esta oportunidad se pretende comparar el método de evaluación de suelos AGRO24 elaborado por el Ministerio de la Agricultura de Cuba (MINAG), con la evaluación de suelos creado por Arzola, en las condiciones de algunas Unidades de Producción del Ingenio Ciudad Caracas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Por la importancia de proteger los suelos y el entorno en general, han surgido métodos sencillos, que se basan principalmente en la evaluación visual, pero que están al alcance de cualquier agricultor, sin requerir de una inversión que haga imposible su

generalización en los países y productores más desposeídos (Shepherd *et al.*, 2008).

El método de Arzola (1999) integra cinco factores edáficos con su escala de evaluación, ellos son: Profundidad efectiva en cm (PE), Materia Orgánica del Suelo en porcentaje (MO), Inclusiones (I): Gravas, Concreciones y Piedras (porcentaje), Textura del Suelo (T) y Drenaje (D). El número de puntos que identifica un suelo (P) se calcula mediante la suma de las puntuaciones alcanzadas en cada una de las características individuales antes mencionadas, es decir:

$$P = PE + MO + I + T + D \text{ (tabla 1).}$$

**Tabla 1. Evaluación de la aptitud física de los suelos para la producción de caña de azúcar por Arzola (1999)**

| Puntos (P)  | Aptitud del suelo  | Excelente manejo agrícola<br>(t de caña. ha <sup>-1</sup> ) |           | Buen manejo agrícola<br>(t de caña. ha <sup>-1</sup> ) |         |
|-------------|--------------------|---|-----------|--|---------|
|             |                    | Planta  | Retoño    | Planta   | Retoño  |
| < 2,0       | No Apto            | < 75  | < 70      | < 60   | <50     |
| 2,01 - 3,50 | Marginalmente apto | 75,1-110  | 70,1-100  | 60,1-70  | 50,1-55 |
| 3,51-4,50   | Medianamente apto  | 110,1-130   | 100,1-115 | 70,1-75  | 55,1-60 |
| > 4,50      | Apto               | >130  | >115      | >75  | >60     |

El Sistema Automatizado AGRO24 creado por Mesa y Mesa (1993) utiliza 11 variables de suelo y clima, para determinar las categorías de Aptitud de las tierras (Tabla 2).

La fuente de dato principal para este Proyecto fue el Mapa Nacional de Suelos, escala 1:25 000, y los perfiles asociados al mismo. Las precipitaciones fueron tomadas de los pluviómetros instalados en las Empresas Azucareras.

Para la captura de la información se utilizó el Sistema PreAgro24 (INICA, 2 000), el cual permite llevar a formato digital la información contenida en la fórmula que describe los atributos de las Unidades Cartográficas del Mapa Nacional de Suelos, escala 1:25 000. Una vez recopilada en una planilla de trabajo la información obtenida de la fórmula de suelos e introducida en una computadora, la misma pasa a formar parte de una

base de datos llamada PreAgro24. Posterior a esto se crea una interface para los factores que proceden de los perfiles del suelo y se crea una base de datos con la estructura necesaria para ejecutar el AGRO24. Después se crea la Base de Datos resultante a partir de la original y la de AGRO24.

Una vez conformadas las distintas bases de datos se procedió a realizar la evaluación con el sistema automatizado AGRO24 que establece un Rendimiento Mínimo Potencial para la caña de azúcar en cada categoría de aptitud de los suelos (Tabla 3).

Para comparar los rendimientos se realizó una prueba de comparación de medias en distintas cepas de las unidades de producción San Alejo (con tierras A1 y A2), Santa Susana (con tierras A2 y A3) y San Marcos con suelos No Aptos.

Tabla 2. Variables empleadas en la Evaluación con AGRO24 (Mesa y Mesa, 1993)

| Variables                          | Fuente  |
|------------------------------------|---|
| Tipo y subtipo de suelo            | Fórmula de Suelos   |
| Pendiente                          |   |
| Pedregosidad                       |   |
| Rocosidad                          |   |
| Salinidad                          |   |
| Profundidad Efectiva               |   |
| Acidez del Suelo (pH_KCl)          | Perfil de Suelo (siempre que sea posible deben utilizarse datos del SERFE, especificarlo) |
| Aluminio cambiante                 | Perfil de Suelo   |
| Capacidad de Intercambio Catiónico |   |
| Drenaje                            |   |
| Compactación                       |   |
| Precipitaciones medias anuales     | Pluviómetro del área  |

Tabla 3. Rendimiento atendiendo a las categorías establecidas por el sistema AGRO 24 (Mesa y Mesa, 1993) para la Caña de Azúcar

| Categorías             | Rango de Rendimiento |                     |
|------------------------|----------------------|---------------------|
|                        | t ha <sup>-1</sup>   | @ cab <sup>-1</sup> |
| A1: Sumamente apta     | > 53                 | > 62 000            |
| A2: Moderadamente apta | 37 – 53              | 44 000 – 62 000     |
| A3: Marginalmente apta | 22 – 37              | 26 000 – 44 000     |
| N: No apta             | < 22                 | < 26 000            |

## RESULTADOS Y DISCUSION

Al evaluar el resultado productivo de una de las mejores zafras de este Ingenio (zafra 1990/91) para corroborar si existen diferencias entre las producciones de los

suelos de buena aptitud y los no aptos, pues la aptitud de los suelos se clasifica igual por ambos sistemas pero se desconocen las condiciones de producción escogidas, se aprecia que el rendimiento varió en correspondencia con estas clasificaciones (Tabla 4).

Tabla 4. Rendimientos alcanzados con las cepas de primaveras quedadas en unidades con diferentes categorías de aptitud de sus tierras

| Unidades   | Rendimiento (t de caña ha <sup>-1</sup> ) | San Marcos | Santa Susana | Aptitud Agro 24 (Mesa Mesa, 1993) | Aptitud (Arzola, 1999) |
|------------|---|------------|--------------|-----------------------------------|------------------------|
| San Alejo  | 124,1                                     | 41,7 **    | 3,6          | A1 y A2                           | A1 y A2                |
| Sta Susana | 120,5                                     | 38,1 **    |              | A2 y A3                           | A2 y A3                |
| San Marcos | 82,4                                      |            |              | N A                               | NA                     |

Como se puede apreciar, en las primaveras quedadas, no existen diferencias significativas entre los rendimientos obtenidos en San Alejo y Santa Susana pero ambos casos superan, con diferencias altamente significativas, a los de San Marcos. Este resultado se corresponde debido a que las tierras de las dos primeras unidades se evaluaron por ambos sistemas como aptas y las de San Marcos como no aptas.

Es de destacar que para la comparación antes mencionada se seleccionó una zafra donde no existían limitaciones de recursos y en esas unidades se empleaba un manejo agronómico, que si bien no era excelente, se consideraba como bueno, lo que permitía explotar adecuadamente el potencial de rendimiento de estos suelos (Balmaseda y Ponce de León, 1999, 2000; Font, 2008; Hernández *et al.*, 2008; Mesa y Mesa, 1993; Ponce de León y Balmaseda 2009). Lo antes expuesto puede explicar, el motivo por el cual los rendimientos alcanzados estén, para las aptitudes A2 y A3, muy por encima de lo considerado por el AGRO 24, donde se consideran los rendimientos para una agrotecnia media y las plantaciones de primaveras del año. Sin embargo, ambos métodos permiten

seleccionar los mejores terrenos para la caña de azúcar pero los rendimientos reales pueden ser muy superiores a los previstos por el AGRO 24, y similares a los obtenidos por el método de Arzola (1999), lo que depende del manejo agrícola y la variedad seleccionada.

Las cepas retoños también presentan diferencias significativas entre los rendimientos obtenidos en San Alejo y Santa Susana respecto a los de San Marcos, mientras que entre los dos primeros no hay significación. Este resultado expresa correctamente lo aportado por los métodos comparados, pues en San Alejo y Santa Susana solo hay suelos aptos y no existen diferencias en el análisis estadístico para ambas unidades (aunque la media de rendimiento fue superior en San Alejo con mejor composición de aptitud de sus suelos) (Tabla 5).

Los resultados de las diferentes cepas evaluadas sostienen la validez de ambos métodos para la evaluación de los suelos en las condiciones de la empresa y la importancia de la reorganización territorial de la misma a partir de estos procedimientos como un aspecto fundamental a tomar en consideración.

**Tabla 5. Rendimientos alcanzados con retoños en las unidades que tienen diferentes categorías de aptitud de sus tierras**

| Unidades   | Rendimiento (t de caña ha <sup>-1</sup> ) | San Marcos | Sta. Susana | Aptitud AGRO 24 (Mesa y Mesa, 1993) | Aptitud (Arzola, 1999) |
|------------|---|------------|-------------|-------------------------------------|------------------------|
| San Alejo  | 44,7                                      | 7,8 **     | 3,1         | A1 y A2                             | A1 y A2                |
| Sta Susana | 36,9                                      | 10,8 **    |             | A2 y A3                             | A2 y A3                |
| San Marcos | 33,9                                      |            |             | N                                   | N                      |

## CONCLUSIONES

1. Los dos sistemas de evaluación comparados (AGRO 24 y Arzola, 1999) permiten seleccionar los suelos con mayor potencial productivo para el cultivo de la caña de azúcar y destinar a otros usos los de bajo potencial productivo.

2. La selección de los suelos por su categoría de aptitud ha mostrado además de beneficios en el rendimiento, mayor durabilidad de la cepa.

3. Se necesita evaluar la aptitud económica de cada unidad mínima de manejo agrícola para establecer el orden de prioridades de las áreas de acuerdo con los beneficios económicos, de manera que se pueda destinar el dinero disponible a aquellas localidades donde mayores beneficios se puedan alcanzar.

4. Se deben estudiar los suelos de forma más detallada para actualizar el trabajo con el propósito de ganar en la precisión de los resultados obtenidos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Arzola, N. Clasificación de la aptitud económica de los suelos para el cultivo de la caña de azúcar. Memorias del 35 Aniversario del INICA, Ranchuelo, Cuba. 1999.
2. Balmaseda, C. y D. Ponce de León: Profundidad efectiva del suelo. Cañaveral 5 (3): 27-30 julio-septiembre, 1999.
3. Balmaseda, C. y D. Ponce de León: Evaluación de la Aptitud de las Tierras dedicadas al cultivo de la Caña de Azúcar. Manual de Procedimientos. INICA, La Habana, Cuba. 2000, 54 p.
4. Font, L.: Estimación de la calidad del suelo. Indicadores físicos, químicos y biológicos. Tesis en opción al grado científico Doctor en Ciencias Agrícolas. INCA. La Habana, Cuba. 2008, 100 p.
5. Hernández, G.; Y. León; Y. Moreno; P. Bernal; A. Muñoz; A. Suárez; F. Milán; A. García; A. Rodríguez: Conservación del recurso suelo para una agricultura sostenible. Informe Final PR-1139. Archivo IS y Estación Escambray, Cienfuegos, Cuba. 2008.
6. Mesa, A. y A. Mesa: AGRO24. Sistema para el cálculo del potencial productivo de los suelos. Versión 4.0. Agrosoft, CNSF. MINAG. Cuba. 1993.
7. Pérez, H.; N. Arzola; H. Hernández; A. Muñiz; D. Suarez; C. Carballo: Impacto de la TAR en la provincia de Cienfuegos. Fórum Nacional del INICA. Jovellanos, Matanzas, Cuba. 2004.
8. Ponce de León, D. y C. Balmaseda: Evaluación de tierras con fines agrícolas. Editorial Científico-técnica. La Habana, Cuba. 2009, 118 pp. ISBN 978-959-05-0581-2.
9. Shepherd, F.; Stagnari, M.; Pisante J. Evaluación visual del suelo. Cultivos anuales, guía de campo. Editorial PDF-B del Programa Asociación del País. 2008, 16 p.
10. Urquiza, M.N.; C. Alemán; L. Flores; M.P. Ricardo; Y. Aguilar: Manual de procedimientos para Manejo Sostenible de Tierras. Primera Edición CIGEA, Cuba. 2011, 186p.

Recibido: 13/10/2014

Aceptado: 28/05/2015