

MANEJO SOSTENIBLE DEL CULTIVO

ARTÍCULO ORIGINAL

Contribución al manejo sostenible del cultivo de la caña de azúcar en Cuba

Contribution to sustainable management of sugar cane crop in Cuba

M.Sc. Ledyá Benítez-Puig, M.Sc. Yudith Viñas-Quintero, Dr.C. Mario E. de León-Ortiz, Ing. Sergio Guillén-Sosay,

Dr.C. René Gallego-Domínguez

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN. La agricultura cañera cubana requiere del empleo de prácticas de manejo sostenible de tierras que garanticen el indispensable aumento de las producciones. El trabajo se realizó con el objetivo de exponer el desarrollo de procedimientos que permitan determinar el potencial productivo de los suelos, el conocimiento de los factores edáficos limitantes, la cartografía de las unidades de producción, la correcta ubicación de las plantaciones y la toma de apropiadas medidas de manejo. Este procedimiento se desarrolló a partir de un amplio estudio que comenzó con la evaluación de las tierras. El catastro cañero fue actualizado y para manejar la base cartográfica se utilizó el Sistema de Información Geográfica MapInfo 8.0, con información primaria gráfica y de atributos para la creación de diferentes capas, que permitieron obtener un conocimiento integrado, emitir recomendaciones de manejo adecuadas y la representación geográfica de los resultados. La clasificación cuantitativa y los datos de rendimientos para evaluar los suelos, permitieron determinar el potencial agroproductivo. Las tierras de mayor aptitud fueron destinadas para caña (86%) y las áreas no aptas se propusieron para otros cultivos, según las características de los suelos. El conocimiento de los potenciales y factores limitantes, estableció las bases para la planificación adecuada, ahorro de insumos y se sugirieron cambios en las alternativas tecnológicas. El acercamiento de la caña a la industria facilitó el incremento del fondo de tierras en 27,8 % y contribuyó al ordenamiento territorial. El estudio posibilitó establecer un procedimiento preciso para alcanzar la sostenibilidad del agroecosistema cañero.

Palabras clave: caña de azúcar, evaluación de tierras, ordenamiento territorial, potencial productivo de los suelos.

ABSTRACT. Cuban sugarcane agriculture requires the employ of sustainable land management practices to ensure to increase the productions. The aim of the article was to expose the development of procedures that allowed the determination of soils potential production, the knowledge of soil limiting factors, mapping production units, the correct sugarcane crop location and appropriate decisions of crop management. This procedure was developed from a comprehensive study beginning with land evaluation. The registry of sugarcane areas was updated and to handle cartographic base it was used the Geographic Information System MapInfo 8.0, with graphical primary information and attributes for the creation of different layers, allowing to obtain an integrated knowledge, an appropriate recommendations for management of tillage and geographic representation of the results. The quantitative classification and yield data to evaluate soils capacity to produce sugarcane, allowed determine the land agroproductive potential. The more suitable soils were designated to crop sugarcane (86 %) and the non suitable areas were proposed for other crops, accordingly to the soils characteristics. The potential and knowledge of limiting factors, established the bases for the appropriate planning, saving of consumables and changes in the technological alternatives. The nearing of sugarcane areas to sugar mill allowed to increase agricultural land area in 27.8 % and contributed to spatial planning of the land. This work permitted to establish an accurate procedure to reach the sugarcane crop sustainability.

Keywords: sugarcane, land evaluation, land spatial planning, productive potential of the soil.

INTRODUCCIÓN

Ante la tensa situación económica del país a inicios del siglo XXI y el brusco deterioro de los precios del azúcar en el mercado internacional, el rendimiento agrícola del cultivo de la caña de azúcar declinó a niveles críticos, por lo que fue

necesario la adopción de nuevos métodos de trabajo, con el empleo de las capacidades científico-técnicas en la búsqueda de soluciones inmediatas y viables para salir de la crisis, bajar los costos, elevar la eficiencia y diversificar la producción.

El suelo es el medio donde crecen y se desarrollan las plantas, de ahí su importancia para poder definir las tecnologías a emplear para su uso, manejo en el cultivo de la caña de azúcar (INICA, 2014).

En los cultivos juega un rol muy importante el área, el uso de la tierra según su potencial productivo y la organización y conservación del recurso suelo, para el logro de altos rendimientos agrícolas.

La formulación de las operaciones de manejo agrícola sin considerar la variabilidad espacial de las características de las tierras, no tener en cuenta sus cambios temporales y el uso irracional del recurso suelo, así como la inadecuada planificación, traen consigo rendimientos bajos e inestables (Arcia, 2012).

La evaluación sistemática del potencial productivo de la tierra y las alternativas de manejo constituyen las bases para la planificación (Urquiza *et al.*, 2011). Permiten seleccionar las mejores opciones y poner en práctica las medidas necesarias que protegen los recursos para el futuro, mediante modelos que se adapten a las circunstancias cambiantes. Estos criterios están contenidos en procedimientos desarrollados por el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), que partiendo de la evaluación de las tierras, constituyó el eslabón que une los estudios básicos de los recursos naturales con la toma de decisiones para el ordenamiento territorial, en la búsqueda de producciones estables.

El ordenamiento territorial se llevó a cabo a través de un catastro especializado y Sistema de Información Geográfica (SIG), garantizó la utilización racional del espacio físico, al conocer el potencial productivo del suelo, el acercamiento del cultivo a la industria, la organización y el control del área para

el cálculo de fertilizantes, herbicidas y estimados de producción.

El trabajo se realizó con el objetivo de exponer el desarrollo de procedimientos que permiten la determinación del potencial productivo de los suelos, el conocimiento de los factores edáficos limitantes y la cartografía de las unidades de producción, la correcta ubicación del cultivo de la caña y la toma de medidas apropiadas para su manejo.

MÉTODOS

El procedimiento propuesto (Figura 1), resultó de un amplio estudio, iniciado con la evaluación de tierras que se realizó bajo un procedimiento uniforme, desde el punto de vista biofísico, para condiciones de secano en toda el área geográfica (2 128 029,9 ha), perteneciente al entonces Ministerio del Azúcar de Cuba. Para la información edafológica se utilizó el Mapa Nacional de Suelos, escala 1:25 000 con los perfiles asociados al mismo (Hernández *et al.*, 1999). El modelo de base empleado fue el Sistema Automatizado AGRO24, desarrollado por Mesa y Mesa (1993), que utiliza doce variables, de suelo y clima para determinar las categorías de aptitud de las tierras, cuyos coeficientes y rendimientos básicos pueden ser ajustados, lo que facilitó la automatización de la evaluación para el tipo de utilización de la tierra para caña de azúcar. Se utilizaron series de precipitaciones mayores a diez años y las unidades de tierra que resultaron sumamente aptas (A1; >53 t ha⁻¹ de caña) y medianamente aptas (A2; 37–53 t ha⁻¹ de caña), fueron destinadas al cultivo y las restantes se evaluaron nuevamente, con el mismo procedimiento, para asignarles otros usos.

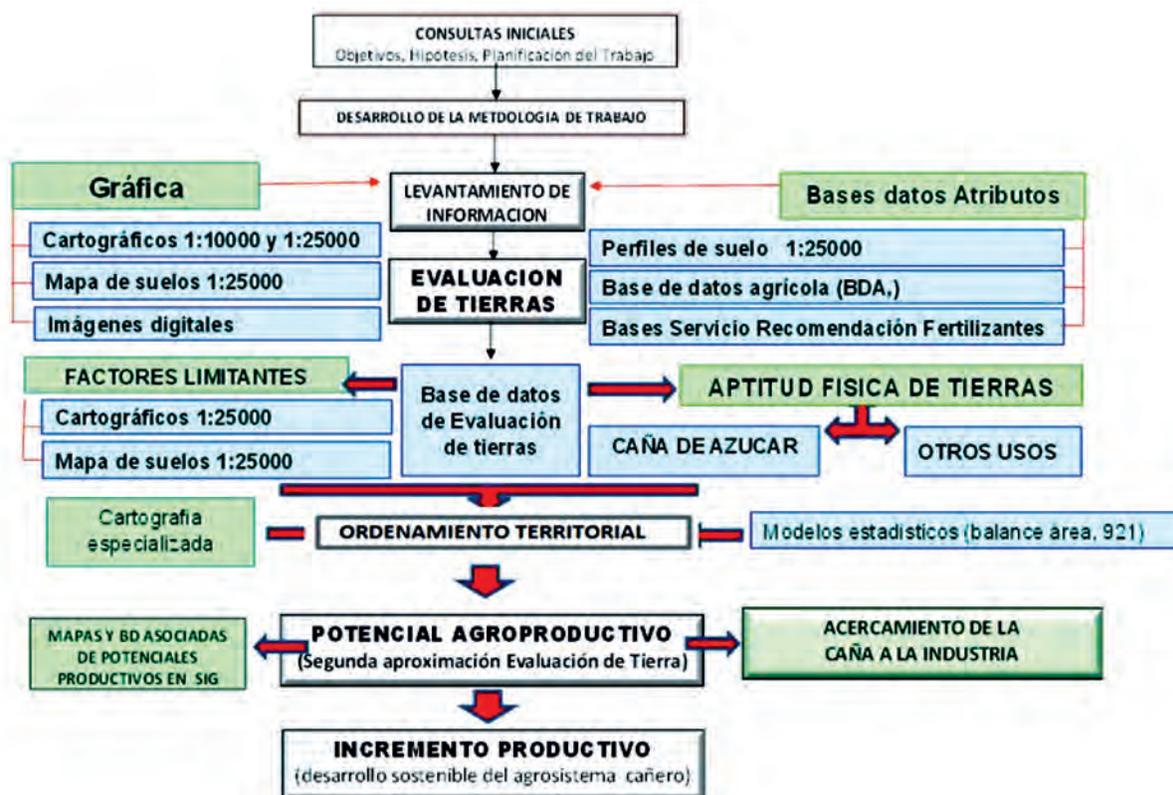


FIGURA 1. Procedimiento de trabajo desarrollado por el INICA, para el incremento productivo y desarrollo sostenible de la Agroindustria Azucarera del país.

Se estableció el SIG MapInfo 8.0 y se actualizó el catastro cañero con la información primaria gráfica y de atributos, la primera compuesta por mapas 1:10 000 y 1:25 000 de catastro especializado de las Unidades Empresariales de Base (UEB) del país, de suelo según Mapa Nacional a escala 1:25 000 con perfiles asociados y los resultantes de la Evaluación de las Tierras. La referencia de atributos consideró los factores edáficos limitantes, bases de datos del Servicio de Recomendación de Fertilizantes del INICA (SERFE) y agrícolas de las empresas, así como modelos estadísticos de balance de áreas, con lo que se crearon las diferentes capas de información.

Todo ello permitió obtener un soporte de conocimiento integrado para emitir adecuadas recomendaciones de fitotecnia, facilitó la toma de decisiones y el ordenamiento territorial para el establecimiento de un programa perspectivo, acercó las áreas dedicadas al cultivo a la industria con vistas a incrementar el fondo de tierra plantada en las proximidades de los centrales, a una distancia máxima de 20 km y buscar el máximo de producción en las mismas, para lo cual se determinó el Potencial Agroproductivo en una primera aproximación, que se inscribe a la Evaluación de Tierras, dentro de un proceso de aproximaciones sucesivas, en una segunda, que considera cada cepa dentro del ciclo del cultivo, según estructura territorial (cierre junio 30/2012) y utilizó para la estimación el método deductivo del Tercer Cuartil, que emplea la clasificación cuantitativa y los datos de rendimientos para evaluar los suelos. Para el procesamiento de la información se utilizó el paquete estadístico SPSS13.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La representación geográfica de los resultados del estudio de suelo se logró mediante el uso de la tecnología SIG, la cual posibilitó el procesamiento de un amplio volumen de información tanto gráfica como de atributos, para la obtención de

mapas temáticos. Estos son herramientas indispensables para el análisis y la representación de mapas en la evaluación de tierras, para establecer metodologías de regionalización, zonificación y lotificación del cultivo de caña de azúcar (Pellegrino, 2012).

Se ha utilizado también estos sistemas en Ecuador (Viñas, 2012) y su empleo fue muy útil en el estudio de suelo y factores limitantes para el manejo integral de la caña de azúcar en el ingenio Eculos, S.A. En Cuba realizaron la primera aplicación Lamelas *et al.*, (2013) y Delisles (2015), con amplios beneficios para el manejo de toda la información agrícola.

El proceso de evaluación de tierras no determina por sí mismo los cambios en el uso que deberán adoptarse, pero facilita datos sobre la base de los cuales puede llegarse a estas decisiones, para que cada área deba ser utilizada de tal manera que provea el máximo beneficio para la sociedad, sin la degradación de los recursos (Pérez, *et al.*, 2013). Del total de las áreas evaluadas, 86% resultaron aptas para caña de azúcar, de ellas 51% A_1 y A_2 , destinadas a partir de este resultado a dicho cultivo, solo 14% fueron no aptas. A partir de la aptitud de cada unidad de tierra y su capacidad de producción, se propusieron otros usos, para darle a la misma la utilización adecuada según las características de los suelos de la zona en estudio (Figura 2). Estudios similares se realizaron en México, donde el 74% de la superficie evaluada permite el uso agrícola cañero de forma sostenida con algunas limitaciones (Aguilar *et al.*, 2013).

La información y las recomendaciones de la evaluación de la tierra representan solamente uno de múltiples elementos en el proceso de planificación del uso de la misma (FAO, 2010).

Según Arzola (2013), el estudio de los factores edáficos limitativos para un cultivo, constituye la base para la selección de las medidas agronómicas a emplear y el establecimiento de las diferentes categorías de aptitud, las cuales se relacionan con aspectos económicos, por cuanto expresan el porcentaje de disminución de los rendimientos.

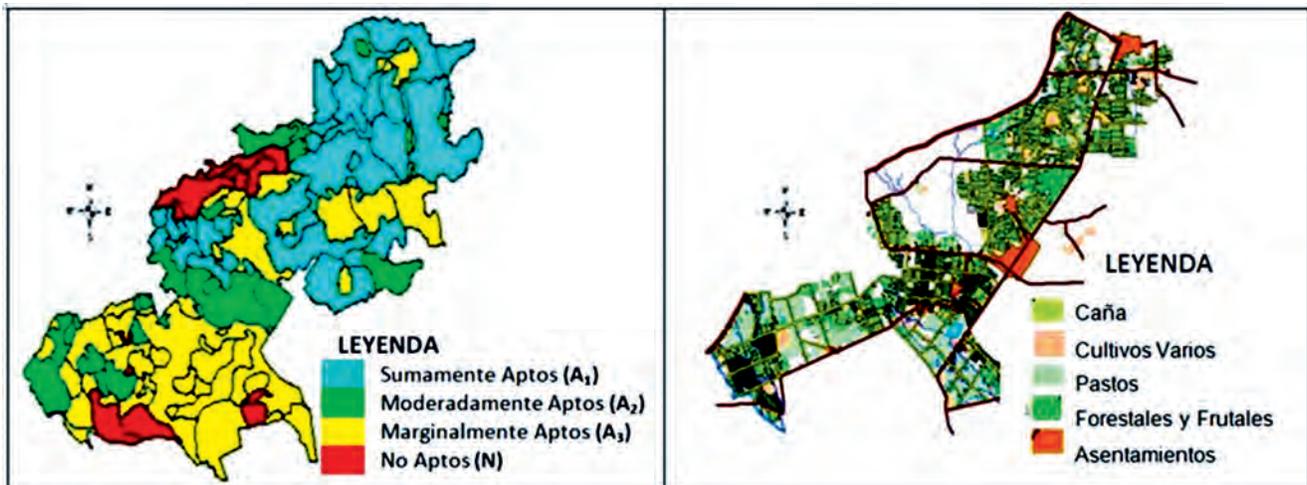


FIGURA 2. Evaluación de las tierras y propuesta de ubicación de cultivos, base del ordenamiento del territorio en áreas de la UEB 30 de Noviembre, provincia de Artemisa.

El factor de mayor incidencia en las tierras evaluadas como No Aptas, fue la profundidad efectiva de los suelos. De la superficie con esta categoría de aptitud, 71% presenta esa limitación, la cual se manifestó en casi todos los tipos de suelos. En áreas de la UEB 30 de Noviembre, en la provincia de Artemisa se realizó la división del territorio en dos zonas de trabajo considerando los factores profundidad efectiva, compactación y drenaje (Figura 3). La identificación y localización de estas limitantes, sugirió

cambios tecnológicos, con lo que se logra disminuir 10% de los costos de la labranza en general, al tener predefinida la alternativa adecuada para cada sitio específico, así como reducción del gasto de combustible.

Contar con la cartografía de los territorios facilitó la caracterización de los factores limitantes de mayor incidencia en

el manejo tecnológico de las UEB. Se introdujo al SIG la base cartográfica y de datos asociados, lo que unido a la evaluación de las tierras, constituyó el soporte para el cambio de uso de la misma y el ordenamiento del territorio. Las áreas de mayor potencial productivo se designaron para el cultivo de la caña, las cuales garantizan la producción prevista.

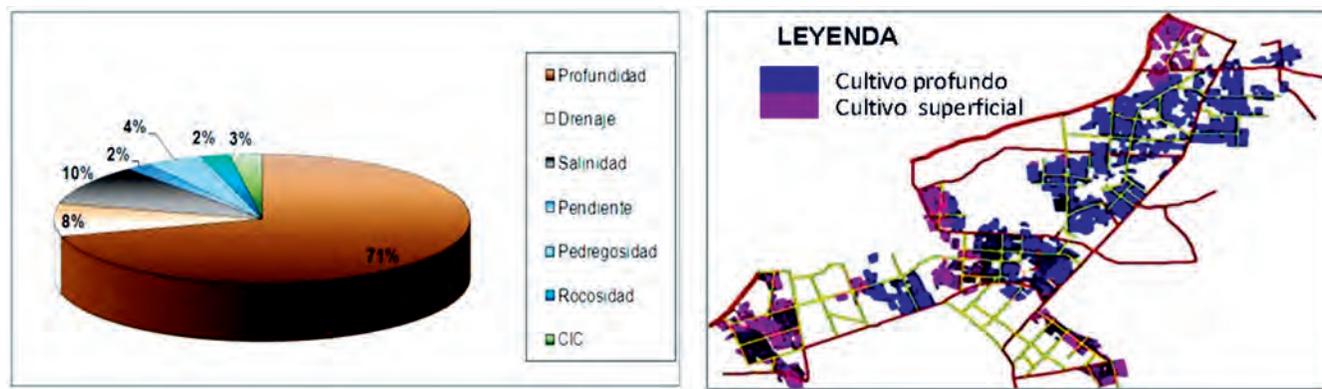


FIGURA 3. Principales factores edáficos limitantes evaluados y cambios en las tecnologías de laboreo en función de la profundidad efectiva, compactación y drenaje de los suelos en áreas de la UEB 30 de Noviembre.

El ordenamiento del territorio, garantiza la disponibilidad oportuna de información confiable y significativa que permite el control del área, con el consecuente manejo sostenible de las tierras, además de asegurar el uso racional del espacio físico, la eficiente utilización de los recursos puestos a disposición del proceso, la información precisa del recurso suelo y es un requisito para la planificación y el manejo integrado del mismo, donde cada parcela sea utilizada de manera eficiente, teniendo en cuenta no solo aspectos físicos, sino también elementos del relieve, el clima, así como el entorno económico y social en que se encuentra y las actividades realizadas por el hombre

(Mena *et al.*, 2007).

Se ejecutó la segunda aproximación de la evaluación de tierras, considerando rangos de rendimientos de caña de azúcar ajustados a los históricos alcanzados por cepas del cultivo, con la obtención del Potencial Agroproductivo (Tabla 1) y bases de datos espacial y temática detalladas, hasta nivel de bloque cañero en todas las UEB del país (Figura 4), así como el levantamiento de los factores edáficos que limitan la producción para definir el manejo apropiado, todo lo cual garantiza un programa de desarrollo perspective eficiente que promueve la sostenibilidad de la agricultura.

TABLA 1. Potencial agroproductivo para caña de azúcar por tipo de cepa y territorio

| Provincia | Primavera Quedada | Primavera del año | Fríos t/ha | Socas | Retoños | Retoños Quedados | Media |
|-------------|----------------------|----------------------|---------------|-------|---------|---------------------|-------|
| Artemisa | 88,8 | 63,4 | 79,8 | 66,3 | 54,0 | 79,7 | 432,0 |
| Mayabeque | 80,4 | 51,1 | 68,7 | 52,5 | 41,0 | 65,4 | 359,1 |
| Matanzas | 90,9 | 61,2 | 82,4 | 70,3 | 57,3 | 74,7 | 436,8 |
| Cienfuegos | 76,8 | 56,9 | 59,0 | 51,2 | 50,8 | 56,9 | 351,6 |
| Villa Clara | 74,7 | 46,6 | 63,9 | 52,4 | 52,4 | 61,0 | 351,0 |
| S. Espíritu | 93,0 | 61,3 | 82,2 | 62,6 | 51,6 | 75,5 | 426,2 |
| C. Ávila | 72,6 | 44,0 | 63,0 | 67,6 | 53,4 | 65,6 | 366,2 |
| Camagüey | 80,3 | 51,6 | 72,5 | 51,6 | 43,3 | 68,4 | 367,7 |
| Las Tunas | 78,0 | 58,9 | 72,3 | 56,9 | 42,9 | 69,9 | 378,9 |
| Holguín | 71,5 | 45,3 | 65,1 | 50,1 | 44,1 | 59,9 | 336,0 |
| Granma | 75,8 | 55,9 | 64,9 | 52,1 | 48,3 | 64,5 | 361,5 |
| S. Cuba | 81,7 | 53,2 | 75,6 | 58,4 | 51,4 | 69,4 | 389,7 |
| Guantánamo | 89,0 | 57,8 | 82,1 | 63,5 | 56,1 | 75,7 | 424,2 |

Con los resultados de la primera evaluación de tierras, se obtuvo la producción mínima potencial en las diferentes subclases de aptitud, la cual sobrepasó los 59 millones de toneladas con un manejo adecuado del cultivo. A partir de este trabajo se dejaron

736 000 ha necesarias para la producción planificada, lo que permitió el ahorro de insumos y el apropiado manejo de la caña de azúcar. En las restantes se ubicaron otros cultivos según la idoneidad de los suelos.

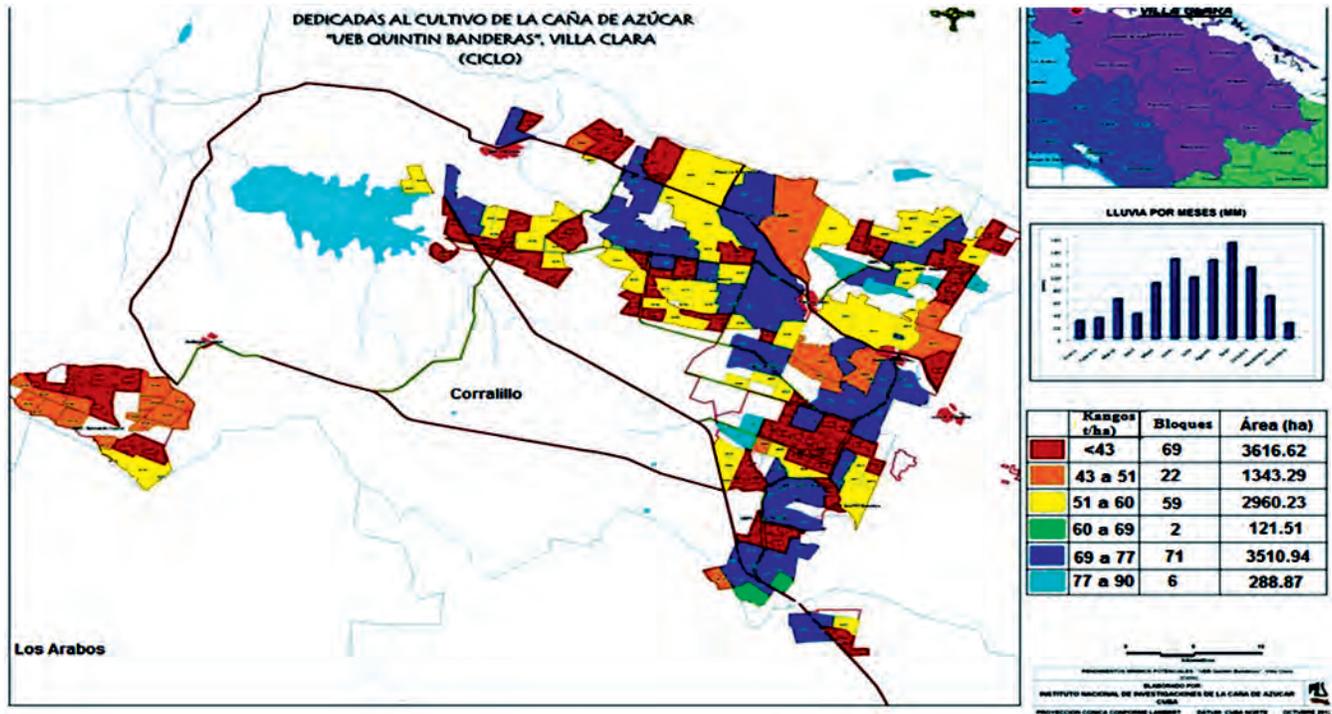


FIGURA 4. Potencial agroproductivo a nivel de bloque cañero en la Unidad Empresarial de Base Quintín Banderas de la provincia Villa Clara.

El potencial productivo de las tierras, posibilitó eliminar 6% de las áreas no aptas para caña, con la incorporación de 2% de las A₁ (sumamente aptas) y 3% de A₂ (moderadamente aptas) (Figura 5). Además se crearon las condiciones para desarrollar el acercamiento del cultivo a los centrales y realizar los ajustes necesarios para el incremento del fondo de tierra destinado a caña de azúcar en 27,8% y más de 204 mil ha, con la indicación de cambio de uso de la tierra, de las cuales 27,3% pertenecen a otros organismos, todo lo cual genera cambios en el ordenamiento territorial.

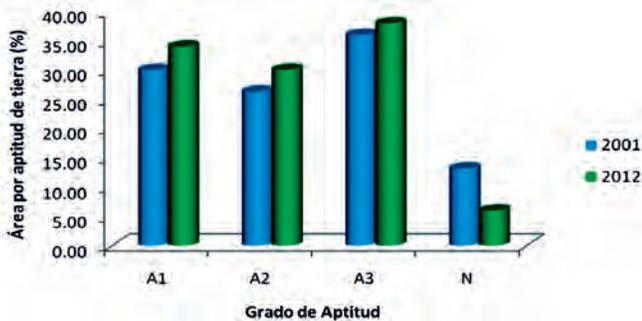


FIGURA 5. Comparación del porcentaje de área ocupado por las diferentes categorías de aptitud en los años 2001 y 2012.

Con el manejo expuesto, se cuantificó la contribución del potencial agroproductivo de los suelos, al incremento de los rendimientos de la caña de azúcar en el país (Figura 6), al ordenamiento territorial y al manejo sostenible de las tierras.

El conocimiento del potencial productivo de los suelos dedicados al cultivo, contribuye a una mejora en el desempe-

ño de la conservación ambiental e importantes ahorros en la esfera económica del sector, lo que garantiza producciones de azúcar a costos competitivos, promueve la sostenibilidad de la agricultura y la industria, unido al beneficio que reporta a los productores contar con la información precisa de sus tierras y las recomendaciones personalizadas de medidas de manejo agrícola, que garantizan el incremento de los rendimientos.

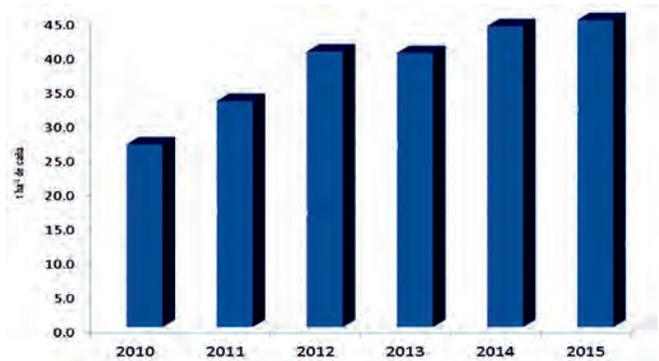


FIGURA 6. Incremento de los rendimientos de la caña de azúcar en los últimos 6 años.

CONCLUSIONES

- A partir del estudio de la evaluación de las tierras, se destinan para caña de azúcar las de mayor aptitud (86%) y las áreas no aptas se proponen para cultivos varios, pastos, forestales y frutales, según las características de los suelos.
- El conocimiento del potencial agroproductivo de los suelos

permite establecer las bases para una adecuada planificación, incremento de los rendimientos y manejo sostenible de las tierras en Cuba.

- La identificación y localización de los factores edáficos limitantes, entre los cuales la mayor incidencia está dada por la profundidad efectiva con 71%, sugiere cambios en

las alternativas tecnológicas para cada unidad mínima de manejo.

- El acercamiento del cultivo a los centrales posibilita el incremento del fondo de tierras destinado a caña de azúcar en 27,8% y contribuye al ordenamiento territorial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, N., OLVERA, L.A., GALINDO, G.: (2013). Evaluación de aptitud de tierras al cultivo de caña de azúcar en la Huasteca potosina, México, por técnicas geomáticas. *Revista de Geografía Norte Grande*, 55: 141-156, 2013. ISSN: 0379-8682, E-ISSN: 0718-3402.
- ARCIA, J.: *Principios metodológicos para el establecimiento de sistemas agrícolas: Su ejemplo en caña de azúcar*, La Habana, Cuba, 2012. ISBN: 9783659047237.
- ARZOLA, N., FUNDORA, O., DE MELLO, R.: *Manejo de Suelos para una Agricultura Sostenible*, 509pp., Jaboticabal: FCAV/UNESP, SP, Brasil, 2013. ISBN: 978-85-61848-11-8.
- DANIELS, J. AND ROACH, B.T.: Taxonomy and Evolution, Chapter 2. In: *Sugarcane Improvement Through Evolution*. D.J. Heinz Editor, Elsevier, Amsterdam, 1987.
- DE ARMAS, C. y GONZÁLEZ, L.: Caña de Azúcar. Paradigma de sostenibilidad, pp. 163-170. 1ra ed. *PUBLINICA*, La Habana, Cuba, 1986. ISBN 959-7023-24-6.
- DELISLES, P. D.: *Las técnicas geomáticas aplicadas en la agricultura [en línea] 2015*, Disponible en: <https://www.lamjol.info/index.php/CE/article/download/2067/1864> [Consulta: noviembre 01 2015].
- FAO: *¿Qué es la evaluación de tierras? Recursos de la Tierra [en línea] 2010*, Disponible en: <http://www.fao.org/> [Consulta: noviembre 15 2015].
- HERNÁNDEZ, A.; PÉREZ, J.; BOSCH, D.; RIVERO, L.; CAMACHO, E.: *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba.*, ed. L.L Barcaz, Ed. AGRINFOR, t. 1, ISBN-959-246-022-1, La Habana, Cuba, 1999.
- INICA: *Informe Nacional sobre la Evaluación de la Aptitud Física de las Tierras dedicadas al cultivo de la caña de azúcar*, Editorial: Publica, La Habana, 2002.
- INICA: *Potencial agroproductivo de los suelos dedicados al cultivo de la caña de azúcar en Cuba*, 26pp., Informe final del proyecto, Editorial: Publica, La Habana, 2013.
- INICA: *Instructivo técnico para el manejo de la caña de azúcar*, 302pp., La Habana, Cuba, 2014. ISBN: 978-959-300-036-9.
- LAMELAS, F., BENÍTEZ, L., ROQUE, R., FERNÁNDEZ, I., FERRER, M., VIÑAS, Y., GARCÍA, S.: "Sistema de Información Geográfica como una herramienta para la planificación de la operación y manejo de los recursos hídricos en la empresa Héctor Molina" *Revista Cuba & Caña* La Habana, Cuba, 2: 21-27, 2013., ISSN: 1028-6527.
- MENA, C.; ORMAZÁBAL, Y.; LLANOS, J. L., DÍAZ, J.: "Desarrollo de un Sistema de Información Geográfica para mejorar la Gestión del Agua de Riego del Embalse Convento Viejo", *Agricultura Técnica*, Chile, 67(1): 49-5, 2007. ISSN: 0365-2807; ISSN-e: 0718-5820.
- MESA, A. Y MESA, A. AGRO24. *Sistema para el cálculo del potencial productivo de los suelos*. Versión 4.0. Agrosoft, CNSF. MINA, 1993.
- PELLEGRINO, D. G, GRAZIANO, P.S.: "Correlation of physical and chemical attributes of soil with sugarcane yield", 47(4): 613-620, [en línea] 2012, Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718 [Consulta: noviembre 01 2015].
- PÉREZ, F. H., SANTANA, I., RODRÍGUEZ, H.: *Manejo sostenible de tierras en la producción de caña de azúcar*, 290pp., Ed. AMA. Primera edición, Cuba, 2013. ISBN: 978-959-300-051-2.
- URQUIZA, M.N., ALEMÁN, C., FLORES, L., RICARDO, M., AGUILAR, Y.: *Manual de procedimientos para manejo sostenible de tierras. Programa de Asociación de Países. Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía*, pp. 19-21, CIGEA, Cuba, 2011. ISBN: 978-959-287-027-7.
- Viñas, Y., Benítez, L., Villegas, R., Marín, R., Cervera, G., Arzola, N., Arcia, J., De León, M., Matos, J., Zuaznábar, R., Naranjo, I., Valdés, J., Chamorro, R., Calderón, A., Sarmientos, J. y Villa, G.: "Aplicación de Sistemas de Información Geográfica para el manejo integral de la caña de azúcar en Ecuador", *Revista Cuba & Caña*, 2: 8-14, 2012. ISSN: 1028-6527.
- SANTANA, O., FIGUEREDO, M. MATOS: Impacto en la producción azucarera cubana pp. 67-78, *Editorial Publica*, La Habana, Cuba, 2003. ISBN: 959-7140-03-9.

Recibido: 13/11/2017.

Aprobado: 28/02/2018.

Ledyá Benítez Puig, Inv. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Carretera CUJAE km 11/2, Boyeros, La Habana, Cuba. CP 19390. E-mail: ledya-bp@gmail.com

Yudith Viñas Quintero, E-mail: yudith@inica.azcuba.cu

Mario E. de León Ortiz, E-mail: mleon@inica.azcuba.cu

Sergio Guillén Sosa, E-mail: sergio.guillen@inica.azcuba.cu

René Gallego Domínguez, E-mail: gallego@inica.azcuba.cu

Nota: La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.