

# Resultados de la implementación y funcionamiento del servicio de Ordenamiento Territorial en agricultura cañera



<https://cu-id.com/2284/v14n2e07>

## Results and impacts of the implementation and operation of the Territorial Planning service in sugarcane agriculture

①Yudith Viñas-Quintero\*, ①Elier Pérez-Herrera, ①Martín R. Hernández-Macías,  
①Lorenzo González-Dyer, ①Iliá Lugo-Ruiz, ①Alfredo L. Rivera-Lafferte,  
①Yuniesky Torres-Cruz, ①Yaniel Fuentes-Acosta, ①Alegna Rodríguez-Fajardo,  
①Gerardo Cervera-Duverger

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

**RESUMEN:** El Ordenamiento Territorial es una disciplina científica, dirigido a lograr la organización física del espacio. El trabajo tuvo como objetivo exponer los principales resultados de la implementación y funcionamiento de este servicio en la agricultura cañera, que permite mayor fiabilidad en el control de la tierra y su uso, soporte para la toma de decisiones en los programas de siembra, variedades, cálculo de fertilizantes, herbicidas, estimados de producción, bloquificación e identificación de factores limitantes. Su implementación y funcionamiento definieron las bases para la actualización del Catastro Especializado en el área cañera del país. Contribuyó a la ejecución del programa de acercamiento de las áreas al central, permitió contar con una estrategia de planificación agrícola que favorece el uso correcto de las tierras, así como la determinación de las áreas vulnerables en las empresas, con vistas a enfrentar las afectaciones del cambio climático. Constituyó la expresión geoespacial de los servicios científico-técnicos que ofrece el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar al productor. Posibilitó la bloquificación de las áreas cañeras y la compactación de los bloques. El servicio facilita la toma de decisiones eficientes para establecer tecnologías integrales, con repercusión en el incremento de los rendimientos agrícolas.

**Palabras clave:** caña de azúcar, control de la tierra, bloquificación, planificación agrícola, sistemas de información geográficos.

**ABSTRACT:** Territorial Planning is a scientific discipline, aimed at achieving the physical organization of the space. The objective of the work was to present the main results of the implementation and operation of this service in sugarcane agriculture, which allows greater reliability in the control of the land and its use, support for decision making in planting programs, varieties, calculation of fertilizers, herbicides, production estimates, blocking and identification of limiting factors. Its implementation and operation defined the bases for updating the Specialized Cadastre in the sugarcane area of the country. It contributed to the performing of the program to bring the areas closer to the plant, allowing us to have an agricultural planning strategy that favors the correct use of the land, as well as the determination of vulnerable areas in the sugar mill companies with a view to facing the effects of climatic change. It constituted the geospatial expression of the scientific-technical services offered by the Sugarcane Research Institute to the farmer. It made possible the blocking of the sugarcane areas and the compaction of the blocks. The service facilitates efficient decision-making to establish comprehensive technologies, with impact on increasing agricultural yields.

**Keywords:** sugarcane, land control, blocking, agricultural planning, geographic information systems.

### INTRODUCCIÓN

El desarrollo de un país necesita de medidas estructurales, definidas por políticas y estrategias. Uno de los pilares fundamentales es la gestión del territorio

en función de los objetivos sociales, económicos, urbanísticos y de medio ambiente, donde son indispensables los instrumentos jurídicos de ordenamiento y planificación.

\*Autor para correspondencia: Yudith Viñas-Quintero, e-mail: [vinasyudith@gmail.com](mailto:vinasyudith@gmail.com)

Recibido: 14/09/2023

Aceptado: 20/02/2024

El ordenamiento es un tipo de política desde la cual se pretende hacer posibles, determinados modelos de territorios, de espacios rurales y ciudades. Según [Arzeno \(2019\)](#) es una tecnología de gobierno que aparenta tener el poder de capturar los intereses de la mayoría, codificarlos, interpretarlos y traducirlos en instrumentos de regulación. Algunos enfoques se orientan a la protección de los espacios en los que se desarrolla la agricultura, destacando la función que éstos cumplen dentro de las regiones metropolitanas: servicios ambientales para la ciudad, mantenimiento del paisaje, preservación del patrimonio cultural, entre otros ([Mussetta et al., 2019](#)).

Además de las actividades básicas en la ordenación del territorio, como la generación de mapas temáticos y las consultas espaciales, es importante aplicar normas y regulaciones sobre el uso del suelo y planeación territorial. La creciente diversidad de estudios que analizan el cambio de uso del suelo, pone de manifiesto que la configuración espacial del uso del suelo, es un factor clave en la resolución de muchos problemas ambientales ([Cano-Salinas et al., 2016](#)).

De acuerdo con lo planteado por [Brizuela & Sione \(2000\)](#), para realizar una adecuada planificación, llevar a cabo análisis de producción y lograr mejores resultados, resulta necesario utilizar un sistema de información geoespacial que permita relacionar los datos espaciales y temporales de todos los recursos involucrados.

La agricultura cañera de nuestro país está necesitada de trascendentales cambios, con profundas implicaciones económicas y sociales. El Ordenamiento Territorial (OT), con el empleo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), constituye una poderosa herramienta para la realización de estos cambios, que permitan reducir el margen de error en las decisiones relacionadas con el planeamiento agrícola.

La tecnología de los SIG permite construir una cultura de análisis con referencia geográfica, principio fundamental para el desarrollo sostenible. Se definen como la integración funcional de hardware, software y procedimientos, para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis y representación de datos, espacialmente, georreferenciados ([Jiménez-Córdova et al., 2016](#)). El empleo de los SIG en sectores como la agricultura, brindan soporte para aumentar la eficiencia de los cultivos. Específicamente, en la agricultura cañera, estos permiten analizar diversas fuentes de información geográfica disponibles en la actualidad ([Perez-García et al., 2019](#)).

El trabajo tuvo como objetivo exponer los principales resultados de la implementación y funcionamiento del servicio de ordenamiento territorial en las Empresas Agroindustriales Azucareras (EAA), pertenecientes al Grupo Empresarial Azucarero AZCUBA.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las premisas del OT en las EAA del Grupo Empresarial AZCUBA, se remontan a los años 80 del pasado siglo, con la creación de los grupos de proyección territorial. En aquella época utilizaban herramientas como los teodolitos, para la medición de las áreas cañeras y se elaboraban mapas temáticos de forma manual.

Como resultado de investigaciones realizadas por el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), se han desarrollado e implementado servicios científicos técnicos dirigidos a la producción, premisas del ordenamiento territorial en las EAA de AZCUBA. Entre ellos se destacan el Servicio de Recomendación de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE), Recomendación de Variedades y Semillas (SERVAS), Servicio Fitosanitario (SEFIT) y el de Control Integral de Malezas (SERCIM); todos brindan información sobre el manejo a realizar al cultivo de la caña de azúcar.

Otro importante antecedente lo constituyó la evaluación de tierras realizada en las áreas del entonces Ministerio del Azúcar (MINAZ) en el año 2001, cuyos resultados permitieron el reordenamiento y diversificación de la industria azucarera y el Catastro Especializado en la Agricultura Cañera, componente espacial de la información agrícola de AZCUBA, y unido a las investigaciones generadas por los servicios del INICA, las bases de datos y modelos estadísticos de las EAA, en soporte SIG, brindaba una solución integral para la actualización de las áreas, administración de campos, presupuesto e insumos necesarios, disponibilidad de mano de obra a emplear en la agricultura; a la vez sirve de soporte al proceso de toma de decisiones en las unidades productoras del país. Es sin dudas, un componente esencial para el ordenamiento del sector azucarero.

El trabajo de acercamiento de las áreas cañeras a los centrales para ubicar el cultivo en un radio de 20 km alrededor de la torre de los ingenios, así como la determinación de los potenciales agroproductivos de los suelos por tipo de cepa, también formaron parte de los antecedentes del ordenamiento.

La primera empresa del MINAZ con un SIG aplicado al control y manejo de sus áreas fue "Patria o Muerte" en Ciego de Ávila, en el año 1996. En el año 2001 la Empresa "Abraham Lincoln", en la antigua provincia La Habana, inició la implantación del SIG, posteriormente, en el año 2004, continuaron las empresas "Héctor Molina", provincia La Habana, "Ecuador", Ciego de Ávila, "Argentina" en Camagüey, "Antonio Guiteras", Las Tunas y "Fernando de Dios" en Holguín. Finalmente, en el año 2007, las empresas azucareras del MINAZ contaban con el catastro especializado actualizado por GEOCUBA y establecido el SIG, para mantener una

base de datos actualizada con un gran volumen de información.

El Flujograma de trabajo para el establecimiento del OT, con el empleo de los SIG en la agricultura cañera se muestra en la [Figura 1](#).

El OT constituyó un servicio científico técnico especializado a brindar por el INICA, a través de su red de estaciones experimentales, en estrecha interacción con las antiguas empresas azucareras y agropecuarias del MINAZ, actualmente, unidades productoras de AZCUBA.

Para ejecutar las tareas en el OT e introducirlas en el SIG se recopiló tanto la información gráfica como bases de datos de atributos. La información primaria gráfica constaba de los mapas por bloques 1:10 000; cartográficos a escala 1:10 000; 1:25 000; 1:50 000 y 1:100 000; mapa de suelo 1:25 000; imágenes digitales; fotos aéreas o satelitales; mapas catastrales 1:10 000, que se recogían en los departamentos de OT, así como en las unidades productoras de las empresas. Se recopilaban Catastros Especializados, Mapas Cartográficos, Fotos Aéreas, entre otros, en las oficinas de GEOCUBA.

Las bases de datos más importantes eran las resultantes de la Evaluación de Suelo realizada en el INICA; base de Datos Agrícola (BDA u otro sistema análogo); la de los Sistemas de Recomendación Agrícola (SERFE, SERVAS, SEFIT, SERCIM); modelos estadísticos (balance de áreas, uso y control de suelo); bases de datos de la estructura vial (inicio, final, categoría, estado técnico); inventario de los sistemas de riego; información estadística por pluviómetro de la mayor cantidad de años posible. Ambas informaciones eran validadas, tanto la gráfica como la de atributos.

El OT se llevó a cabo, a través de un catastro y SIG, que garantizó la utilización racional del espacio físico,

al conocer el potencial productivo del suelo, acercamiento del cultivo a la industria, organización y control del área para el cálculo de fertilizantes, herbicidas y estimados de producción.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La formulación de las operaciones de manejo agrícola sin considerar la variabilidad espacial de las características de la tierra, 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](#)).

Con el desarrollo e implementación del OT en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba, se establecieron las bases para la actualización del Catastro Especializado por el servicio de Ordenamiento Territorial, definiendo las posibles formas de utilización de las diversas áreas en que se ha dividido el espacio, formando parte de la política de estado sobre el Desarrollo Sostenible, que involucra la toma de decisiones concertadas de los actores sociales, económicos, políticos y técnicos, para la ocupación ordenada y uso sostenible del territorio. Con este servicio se cubre 100% del área cañera del país, que constituye una gran fortaleza de soporte geoespacial y herramienta informática, para la mapificación y manejo de bases de datos asociadas ([Figura 2](#)).

Cada empresa cuenta con una comisión topográfica, responsable de mantener, debidamente, actualizada la base catastral digital soportada en un SIG, de elaborar las tareas técnicas de las áreas a fomentar, velando que con la orientación de los surcos, se eviten los procesos erosivos, se logre el máximo aprovechamiento de la luz solar, eficiencia de la maquinaria e introducción del riego.

Un SIG no es más que la agrupación de datos, procedimientos, hardware, software y recursos

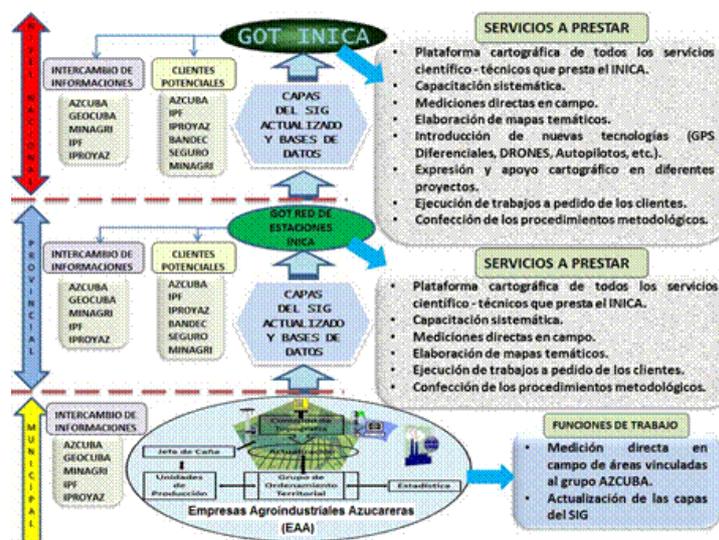
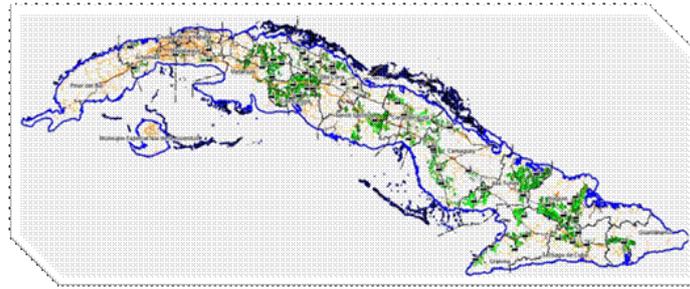


FIGURA 1. Flujograma de trabajo en el OT.



**FIGURA 2.** Áreas cañeras pertenecientes a las 57 Empresas Agroindustriales Azucareras de AZCUBA.

humanos (Santovenia, Tarragó y Cañedo, 2009; citado por [Radicelli et al. \(2019\)](#), que se utilizan para trabajar con datos geográficos, y que, generalmente, se aplican a sistemas informáticos, los cuales son utilizados para la investigación en ciencias de la tierra. La aplicación de los SIG en diversas áreas del conocimiento ha experimentado un gran desarrollo en las últimas dos décadas, especialmente, para resolver problemas en la toma de decisiones y la organización de un territorio determinado ([Pardo-Carrasco, 2017](#)).

El creciente desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y de los servicios de posicionamiento, han potenciado la disponibilidad de información geográfica de diversos sectores de la sociedad. Ello, a su vez, ha inducido la creación de los SIG como herramientas capaces de procesar la gran cantidad de datos existentes y proveer nueva información ([Humboldt, 2006](#)).

El servicio constituyó la expresión cartográfica de los servicios científico-técnicos que ofrece el INICA al productor cañero como se muestra en la [figura 3](#). Se trabaja en la implementación de la base de datos única (BDU) que sirva de base para la acción y toma de todos los datos de los servicios científicos técnicos desarrollados por el INICA sobre la plataforma del OT.

El servicio llevó a cabo la ejecución del programa de acercamiento de las áreas cañeras al central ([Figura 4](#)). La implementación del OT permitió contar con una estrategia de planificación agrícola para el uso correcto de las tierras, acorde a sus potencialidades y limitaciones ([Figura 5](#)), con el levantamiento de los factores limitantes que afectan, negativamente, el crecimiento y desarrollo del cultivo. En Cuba, 70% de los suelos presenta, al menos un factor limitante. Se ha generado un aumento en 2,5 millones de hectáreas de

suelos con problemas de compactación y mal drenaje, conllevando a que 60% de la superficie del país se encuentra afectada, con peligro de conducir a los procesos de desertificación ([Socarrás et al., 2022](#)).

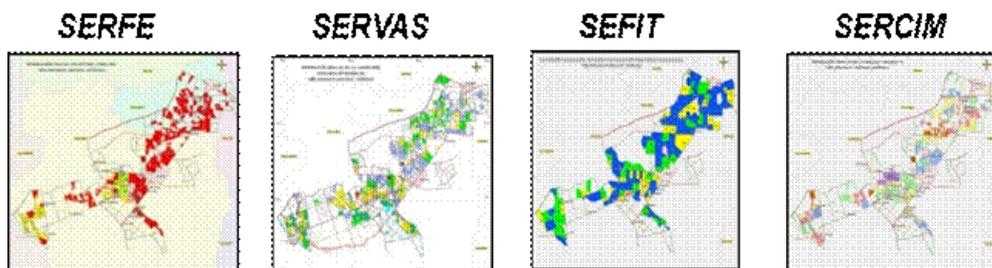
Específicamente, en la agricultura, los SIG juegan un papel primordial, que posibilitan, entre otros, la clasificación, mapeo y cartografía de cultivos con información georreferenciada, identificación de etapas fenológicas de las plantas, monitoreo del riego y la predicción de rendimientos ([Aguilar-Rivera, 2015](#); [Mulla, 2013](#); [Ustin & Gamon, 2010](#)). Todo ello basado, fundamentalmente, en fuentes de información como las imágenes satelitales, fotogrametrías aéreas y los datos de cosecha de las maquinarias agrícolas.

Un SIG es un sistema que integra y relaciona diversos componentes y herramientas que permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de grandes cantidades de datos procedentes del mundo real que están vinculados a una referencia espacial ([Lozza, 2019](#)).

Se determinaron las áreas cañeras de las empresas, que por su ubicación geográfica están dentro de las 15 zonas vinculadas al programa de enfrentamiento al cambio climático, Tarea Vida, y por lo tanto llevan una atención especial para prevenir posibles afectaciones, sobre todo al recurso suelo ([Figura 6](#)).

Se ejecutó el proyecto de bloquificación en todas las empresas cañeras del país, con lo cual se logró el ordenamiento de los bloques cañeros, con la consiguiente compactación de los mismos, constituyendo un elemento de gran importancia para el proceso de planificación, organización y control de la producción. El resultado final de este proceso se muestra en la [Tabla 1](#).

Las [Figuras 7 y 8](#) exponen otros resultados y salidas del servicio de OT.



**FIGURA 3.** Expresión cartográfica de los servicios científico-técnicos brindados por el INICA.

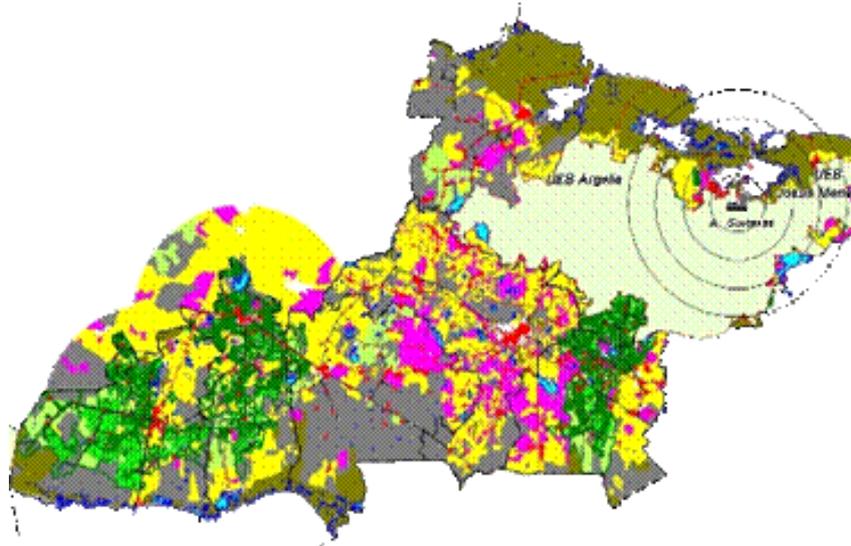


FIGURA 4. Acercamiento de las áreas cañeras al central.

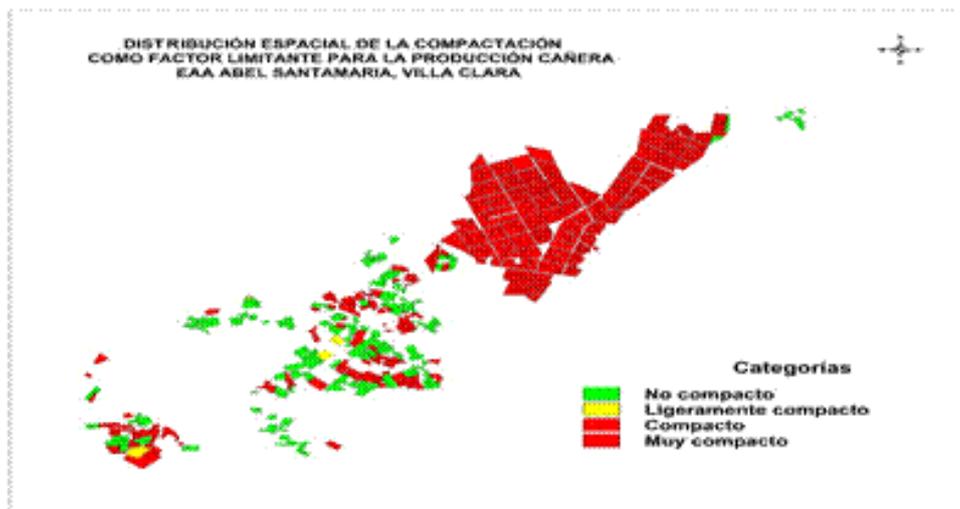


FIGURA 5. Distribución espacial de factor limitante compactación en suelos cañeros.

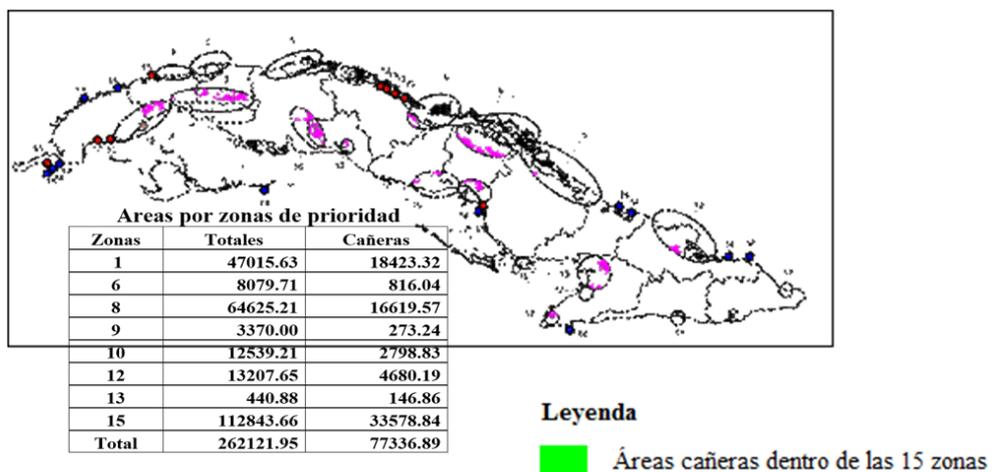
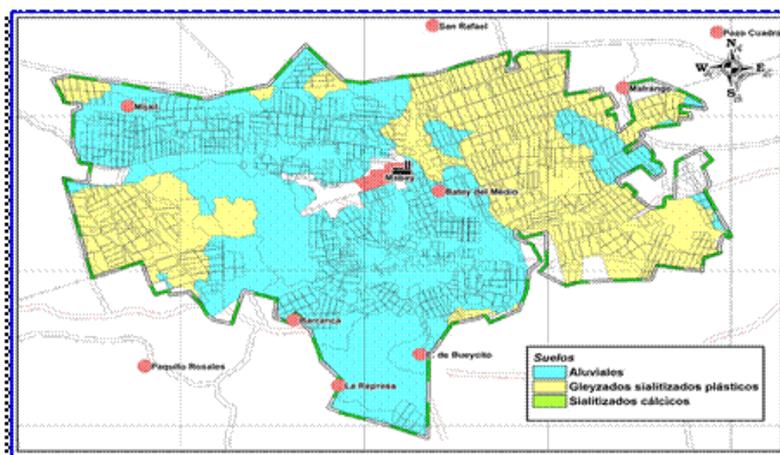


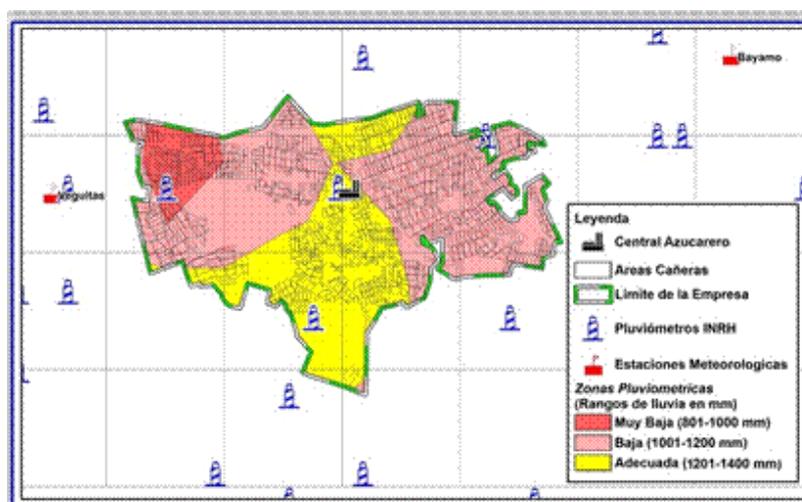
FIGURA 6. Zonas cañeras priorizadas en la Tarea Vida.

**TABLA 1.** Resultado final del trabajo de bloquificación por Empresas Azucareras.

EAA	PUNTO DE PARTIDA			PROYECTO			Diferencias
	Área Total	Cantidad de Bloques	Promedio de área por Bloque	Área Total	Cantidad de Bloques	Promedio de área por Bloque	
Artemisa	39056,70	663	56,78	35952,50	543	65,75	120
Mayabeque	39056,70	663	56,78	35952,50	543	65,75	120
Matanzas	53987,22	932	58,34	53607,22	723	73,76	209
Villa Clara	88929,83	2519	47,60	88929,83	1916	58,00	603
Cienfuegos	71155	1533	45,76	71155	1094	62,98	448
Sancti Spirits	50594,16	841	55,82	50594,16	940	51,99	+ 99
C. de Ávila	72473,90	1099	67,62	72473,90	966	75,02	133
Camagüey	126256,59	1999	63,36	127628,57	1956	65,46	43
Las Tunas	95904,92	1858	51,60	95904,92	1615	59,50	243
Holguín	84144,21	1682	50,47	90289,3	1458	60,50	224
Granma	60215,32	953	62,63	60215,32	923	64,61	30
Stgo de Cuba	45430,91	1383	32,74	45708,41	826	50,05	557
Guantánamo	12515,9	410	25,13	12515,9	260	48,14	150
<b>TOTAL</b>	<b>839 721,36</b>	<b>16 535</b>	<b>49,38</b>	<b>840 927,53</b>	<b>13 763</b>	<b>57,8</b>	<b>2979</b>



**FIGURA 7.** Agrupamientos Agroproductivos de los suelos, EAA Arquímedes Colina, provincia Granma.



**FIGURA 8.** Zonas pluviométricas en la EAA Arquímedes Colina, provincia Granma.

## CONCLUSIONES

- El sector azucarero cuenta con la implementación del servicio de OT para la planificación agrícola del cultivo de la caña de azúcar y la toma eficiente de decisiones, que permitan el incremento de los rendimientos y conservación de los suelos.
- El ordenamiento territorial y la planificación agrícola en el cultivo de la caña de azúcar se sustentan sobre la base del conocimiento científico-técnico para el control de la tierra y su uso.
- El empleo de los Sistemas de Información Geográfica para el ordenamiento territorial en la agricultura cañera permite el manejo eficiente de la información y su representación espacial

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Rivera, N. (2015). Percepción remota como herramienta de competitividad de la agricultura. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(2), 399-405, ISSN: 2007-0934, Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Arcia, J. (2012). *Principios metodológicos para el establecimiento de sistemas agrícolas: Su ejemplo en caña de azúcar*; La Habana, Cuba.
- Arzeno, M. (2019). Orden desorden y ordenamiento territorial como tecnología de gobierno. *Revista Estudios Socioterritoriales*, 25, 116.
- Brizuela, A., & Sione, W. (2000). *Elaboración de un SIG para apoyar la planificación de la empresa agropecuaria, en Argentina*. Empresa agropecuaria, Argentina. [http://www.cicyttp.org.ar/.../investigacion\\_sig\\_planificacion\\_agropecuaria.pdf](http://www.cicyttp.org.ar/.../investigacion_sig_planificacion_agropecuaria.pdf)
- Cano-Salinas, L., Rodríguez-Laguna, R., Valdez-Lazalde, J. R., Beltrán-Hernández, R. I., González-Ramírez, C. A., & Acevedo-Sandoval, O. A. (2016). Perspectiva del diseño cartográfico para estudios de uso del suelo y ordenamiento territorial: Una revisión internacional, técnica y normativa. *Terra Latinoamericana*, 34(4), 409-417, ISSN: 0187-5779, Publisher: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo AC.
- Humboldt, A. V. (2006). Los sistemas de información geográfica. *Geoenseñanza*, 11(1), 107-116.
- Jiménez-Córdova, A., Vargas-Tristán, V., Salinas-Castillo, W., Aguirre-Bortoni, M., & Rodríguez-Cabrera, D. (2016). Aptitud agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en el sur de Tamaulipas, México. *Investigaciones geográficas*, 53, 58-74, ISSN: 0188-4611, Publisher: Instituto de Geografía, UNAM.
- Lozza, H. F. (2019). *Sistema para la aplicación de los datos de la misión satelital SAOCOM en la agricultura*. ISBN: 2525-0949.
- Mulla, D. J. (2013). Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps. *Biosystems engineering*, 114(4), 358-371.
- Mussetta, P. C., Dalmasso, C., Pérez, M. A., & Lettelier, M. D. (2019). El ordenamiento territorial frente al debilitamiento de los espacios agrícolas periurbanos. Aportes para repensar los desafíos de la política en el caso del Área Metropolitana de Mendoza. *RevIISE, Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, 14(14), 161-175.
- Pardo-Carrasco, S. C. (2017). Uso de sistemas de información geográfica (SIG) en la valoración del potencial piscícola a nivel municipal. *Orinoquia*, 21(2), 13-21, ISSN: 0121-3709, Publisher: Instituto de Investigaciones de la Orinoquia Colombiana.
- Perez-Garcia, C. A., Pérez-Atray, J. J., Hernández-Santana, L., Gustabello-Cogle, R., & Becerra-de Armas, e. (2019). Sistema de Información Geográfica para la agricultura cañera en la provincia de Villa Clara. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 13(2), 30-46, ISSN: 2227-1899, Publisher: Universidad de las Ciencias Informáticas. DOI: <https://doi.org/10.37135/chk.002.08.02>.
- Radicelli, C., Pomboza, M., Villacrés, P., & Bodero, E. (2019). Sistemas de información geográfica y su aplicación en las ciencias sociales: Una revisión bibliográfica. *Revista Chakiñan de Ciencias Sociales y Humanidades*, 8, 24-35, ISSN: 2550-6722, DOI: <https://doi.org/10.37135/chk.002.08.02>, Publisher: Universidad Nacional de Chimborazo.
- Socarrás, Y., Olivera, D., Terry, E., Hernández, A., Bernal, A., & González, P. J. (2022). Efectos de diferentes sistemas de manejo sobre las propiedades físicas de un Cambisol tropical, Cuba. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(S1), 565-571.
- Ustin, S. L., & Gamon, J. A. (2010). Remote sensing of plant functional types. *New Phytologist*, 186(4), 795-816, ISSN: 0028-646X, DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03284.x>. Publisher: Wiley Online Library.

Yudith Viñas-Quintero, MSc., Inv., Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Carretera CUJAE km 1<sup>1/2</sup>. CUJAE. Boyeros.

Elier Pérez-Herrera, Especialista, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Carretera CUJAE km 1<sup>1/2</sup>. CUJAE. Boyeros, e-mail: [eliefelipe1963@gmail.com](mailto:eliefelipe1963@gmail.com).

Martin Rubén Hernández-Macías, MSc., Inv., Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Carretera CUJAE km 1<sup>1/2</sup>. CUJAE. Boyeros, e-mail: [martin.hernandez@eticaar.azcuba.cu](mailto:martin.hernandez@eticaar.azcuba.cu).

*Lorenzo González-Dyer*, MSc., Inv., Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Carretera CUJAE km 1<sup>1/2</sup>. CUJAE. Boyeros, e-mail: [lorenzogdyer@gmail.com](mailto:lorenzogdyer@gmail.com).

*Ilia Lugo-Ruiz*, MSc., Inv., Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Carretera CUJAE km 1<sup>1/2</sup>. CUJAE. Boyeros, e-mail: [ilia.lugo@inica.vc.azcuba.cu](mailto:ilia.lugo@inica.vc.azcuba.cu).

*Alfredo L. Rivera-Lafferte*, MSc., Inv., Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Carretera CUJAE km 1<sup>1/2</sup>. CUJAE. Boyeros, e-mail: [alfredo.rivera@eticacm.azcuba.cu](mailto:alfredo.rivera@eticacm.azcuba.cu).

*Yuniesky Torres-Cruz*, MSc., Inv., Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Carretera CUJAE km 1<sup>1/2</sup>. CUJAE. Boyeros, e-mail: [yunieskys.torres@inicalt.azcuba.cu](mailto:yunieskys.torres@inicalt.azcuba.cu).

*Yaniel Fuentes-Acosta*, Especialista, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Carretera CUJAE km 1<sup>1/2</sup>. CUJAE. Boyeros, e-mail: [yaniel.fuentes@inica.hl.azcuba.cu](mailto:yaniel.fuentes@inica.hl.azcuba.cu).

*Alegna Rodríguez-Fajardo*, MSc., Inv., Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Carretera CUJAE km 1<sup>1/2</sup>. CUJAE. Boyeros, e-mail: [alegna.rodriguez@inicas.azcuba.cu](mailto:alegna.rodriguez@inicas.azcuba.cu).

*Gerardo Cervera-Duverger*, MSc., Inv., Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Carretera CUJAE km 1<sup>1/2</sup>. CUJAE. Boyeros, e-mail: [gerardo.cd@inicagm.azcuba.cu](mailto:gerardo.cd@inicagm.azcuba.cu).

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

**AUTHOR CONTRIBUTIONS:** **Conceptualization:** Y. Viñas. **Data curation:** Y. Viñas, E. Pérez. **Formal analysis:** Y. Viñas, E. Pérez, M.R. Hernández, L. González, I. Lugo, A.L. Rivera, Y. Torres, Y. Fuentes, A. Rodríguez, G. Cervera. **Investigation:** Y. Viñas, E. Pérez, M.R. Hernández, L. González, I. Lugo, A.L. Rivera, Y. Torres, Y. Fuentes, A. Rodríguez, G. Cervera. **Methodology:** Y. Viñas, E. Pérez. **Supervision:** Y. Viñas, E. Pérez. **Validation:** E. Pérez, M.R. Hernández, L. González, I. Lugo, A.L. Rivera, Y. Torres, Y. Fuentes, A. Rodríguez, G. Cervera. **Roles/Writing, original draft:** Y. Viñas. **Writing, review & editing:** Y. Viñas, E. Pérez. 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.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)