

Implementación de Sistema de Información Geográfica en áreas agrícolas de la Unidad Agrícola “Ceiba Mocha”



Implementation of a Geographic Information System in agricultural areas of the “Ceiba Mocha” Agricultural Unit

<https://cu-id.com/2284/v14n4e08>

✉ Antonio China-Hort^{I*}, Meivy Hernández-Ricardo^{II},
✉ Lilibeth Rodríguez-Izquierdo^I, ✉ Javier Arcia-Porrúa^{III}

^IUniversidad de Matanzas, Matanzas, Cuba.

^{II}Dirección GEOCUBA, Matanzas, Cuba.

^{III}Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN: El presente trabajo, tiene como objetivo implementar un Sistema de Información Geográfica (SIG) para el monitoreo de las áreas agrícolas de la UBPC “Ceiba Mocha” cercanas a las comunidades “El Rosario”, “Horacio Rodríguez” y “Buen Retiro”, para mejorar la eficiencia en los procesos de gestión. Para ello se empleó el software libre QGIS ver. 3.22. Fue utilizada la información agrícola de la UBPC Ceiba Mocha y las metodologías para la obtención de la base cartográfica especializada. La UBPC no cuenta con un SIG aplicado a la agricultura por lo que la digitalización de todas sus áreas constituye un avance tecnológico para reflejar la información correspondiente en bases de datos digitales de cada área de cultivo y sistemas de riego empleados. Los resultados de esta investigación aportaron una salida gráfica digital de precisión con mapas temáticos, tablas y reportes.

Palabras clave: agricultura, digitalización, SIG.

ABSTRACT: The objective of this work is to implement a Geographic Information System (GIS) for monitoring the agricultural areas of UBPC Ceiba Mocha close to El Rosario, Horacio Rodriguez and Buen Retiro communities, to improve efficiency in management processes. For this, the free software QGIS ver 3.22, the agricultural information of the UBPC Ceiba Mocha and the methodologies for obtaining the specialized cartographic base were used. The UBPC does not have a GIS applied to agriculture, so the digitalization of all its areas constitutes technological advance to reflect the corresponding information in digital database of each cultivation area and irrigation system used. The results of this investigation provided a precision digital graphic output with thematic maps, tables and reports.

Keywords: Agriculture, Digitalization, GIS.

INTRODUCCIÓN

La agricultura mundial enfrenta hace décadas, el desafío constante de aumentar la producción agrícola en respuesta a la creciente demanda de la población. Este aumento, a su vez, se ha producido de dos formas: con la expansión de nuevas áreas agrícolas, y dentro de cada área, con el aumento de los rendimientos. El aumento de los rendimientos es posible mediante la generación de nuevas tecnologías que van desde el empleo y tratamiento de semillas sanas y mejoradas, hasta el uso de herramientas e insumos modernos y más eficientes.

En ese contexto, la digitalización constituye una tendencia cada vez más omnipresente. Representa un proceso socio técnico que consiste en aplicar innovaciones digitales y comprende fenómenos y tecnologías como: la gran cantidad de datos, internet de las cosas (IoT), realidad aumentada, sensores, integración de sistemas, inteligencia artificial, aprendizaje automático, entre otros (Alm et al., 2016). Se espera que la digitalización transforme radicalmente la vida cotidiana y los procesos productivos en la agricultura y las cadenas de suministro de alimentos, fibras y bioenergía asociadas (Smith, 2018). Autores como Rotz et al. (2019), refieren que ya son visibles los primeros signos de transformación.

*Autor para correspondencia: Antonio China-Hort, e-mail: tonychinea71@gmail.com

Recibido: 16/02/2024

Aceptado: 10/09/2024

En el sector agrícola, varios conceptos han surgido para expresar diferentes formas de digitalización en los sistemas de producción, las cadenas de valor y, más ampliamente, los sistemas alimentarios. Estos incluyen las llamadas Fincas Inteligentes o Smart Farming [Blok & Gremmen \(2018\)](#). Los datos obtenidos se utilizan para interpretar el pasado y predecir el futuro, para tomar decisiones más oportunas o precisas, a través de un monitoreo constante y consultas específicas de ciencia de big data ([Janssen et al., 2017](#)).

Dentro de la revolución agrícola, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) facilitan la definición de las propiedades y características del suelo para lograr una productividad óptima, resolver los problemas del uso adecuado de los recursos, los altos costos y el impacto medioambiental ([Ríos, 2021](#)).

En Cuba, se han dado pasos en el desarrollo y uso de estas tecnologías de la información y la comunicación, pero todavía existen brechas en la llamada transformación digital, sobre todo en los contextos de las producciones agropecuarias. Los avances tecnológicos y la innovación sostenida por esa vía, es condición esencial en el incremento de la productividad y por tanto garantía para progresar en cuanto a la soberanía y seguridad alimentaria y nutricional del país ([Muñoz et al., 2022](#)). Los SIG se han empleado en varias disciplinas donde se incluye la actividad de riego y drenaje, determinación de factores limitantes para el uso y manejo de los suelos en el cultivo de la caña de azúcar, cálculo de potenciales de rendimientos de algunos cultivos y otros resultados ([Chinae & Rodríguez, 2021](#)).

El sistema QGIS, es un software libre y de código abierto que proporciona una aplicación SIG para el manejo y análisis de información geográfica que puede utilizarse en forma de mapas. Posee complementos que facilitan el análisis de imágenes multispectrales y los resultados que de ello derivan, proporcionan datos que permiten mejorar el desempeño en la actividad agrícola ([Zavala & Rodríguez, 2021](#)).

El presente trabajo tiene como objetivo, implementar un Sistema de Información Geográfica (SIG) para el monitoreo de las áreas agrícolas de la UBPC “Ceiba Mocha” cercanas a las comunidades “El Rosario”, “Horacio Rodríguez” y “Buen Retiro”, para mejorar la eficiencia en los procesos de gestión.

MATERIALES Y MÉTODOS

La UBPC Ceiba Mocha se localiza en el municipio Matanzas. Presenta una estructura dispersa, distribuida en los alrededores del Consejo Popular Ceiba Mocha, en un radio aproximado de 2,5 a 3,3 km, partiendo de un punto situado en el centro del mismo. Las coordenadas del punto son: 22° 43' 49" de latitud Norte y 81° 43' 23" de longitud Oeste, (Proyección Cónica Conforme de Lambert, con origen Cuba Norte); aproximadamente a 17 km al suroeste de

la ciudad de Matanzas, unida a ella a través de la Carretera Central. Esta situación le confiere particular relevancia por el importante rol que la UBPC debe jugar en el abastecimiento de productos agrícolas a la población de la capital provincial. Otros asentamientos poblacionales cercanos que tienen un vínculo funcional importante con la UBPC son “La Ceiba” y “El Rosario” por el Norte, La Rosita por el Sureste y San Simón al Oeste. Se corresponde con la parte alta de la subcuenta del río San Agustín, porción oeste de la cuenca hidrográfica del río San Juan.

La información de campo tomada de los recorridos por las áreas de producción de la UBPC en compañía de directivos y productores, así como, las consultas al Informe de Balance de la Unidad del año 2022, permitieron su caracterización estructural y organizativa. De ahí, fueron definidos la totalidad de los datos e información más relevante para el proceso de digitalización.

La revisión documental de los archivos de la UBPC sirvió de base para la caracterización de los suelos existentes según la clasificación de [Hernández et al. \(2019\)](#). En la misma predominan los suelos Ferralítico rojo típico.

Para la digitalización de las bases de datos de las áreas agrícolas de la UBPC comprendidas en las comunidades El Rosario, Horacio Rodríguez y Buen Retiro, se empleó la metodología para la obtención de la base cartográfica especializada agropecuaria, tabacalera, forestal y máquinas de riego de pivote central, emitida por UCT GEOCUBA IC según las normas NC-ISO Registro No, 025-2021 ([NC- ISO 9001:2015, 2015](#); [NC- ISO 14001:2015, 2015](#); [NC- ISO 45001:2018, 2018](#)).

La identificación de los usos de la tierra en las bases de datos digitales se realizó de acuerdo al Nomenclador único de los usos de la tierra del catastro nacional ampliado ([ICGC-Cuba., 1980](#)). En el caso de la tenencia de la tierra se empleó una imagen satelital actualizada para la definición de contornos de cada una de las fincas. El proceso de investigación en cada etapa se realizó por muestreo directo en el terreno acompañado de los principales productores del área de estudio.

La confección de las bases de datos digitales, se realizó mediante la readecuación de los componentes geográficos y temáticos de las bases de datos tanto espaciales, como temáticas disponibles. Se utilizó el catastro especializado de la agricultura y el procesamiento digital de las bases de datos disponibles; la exportación digital de la información geográfica se realizó mediante el software libre QGIS ver. 3.22. Se emplearon las coordenadas planas rectangulares del Sistema Geodésico Nacional (Datum Geodésico NAD27, Cuba Norte). La compatibilidad de escalas de trabajo se determinó a partir del análisis de las distintas bases de datos espaciales. Se tomó la escala 1:25 000 para las salidas.

Las herramientas de edición de QGIS sirvieron para la vectorización de las Máquinas de Riego de Pivote Central (MPC) dibujadas a partir de la técnica buffer la cual ofrece una circunferencia calculada según las dimensiones de cada MPC. Los contornos de los polígonos y cuadrantes de las MPC correspondientes a las parcelas agrícolas, se vectorizaron a partir de la cartografía digital existente en la UBPC y fue utilizado el método de edición directa o dibujo sobre la pantalla de la PC.

Se digitalizaron las áreas ocupadas por un total de 5 MPC las cuales fueron enumeradas de la siguiente forma: MPC números 1, 2, 5, 6 y 7. Se vectorizaron los cuadrantes correspondientes a cada una de ellas y en otra capa se digitalizaron sus caminos y guardarrayas. Se realizó el cálculo del área a partir de la herramienta “Calculadora de campos” de QGIS.

Para validar este proceso de edición, se superpusieron imágenes satelitales tomadas del software libre SAS.PLANET, sobre el mapa catastral para así, facilitar la visualización de los detalles que brindan estas imágenes digitales. En el procedimiento se mantuvo el mismo criterio de enumeración de parcelas y fincas (agrupación de una o varias parcelas de un mismo poseedor) que presenta el catastro nacional con vistas a actualizaciones futuras del sistema informativo de la UBPC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El SIG ofreció un adecuado nivel de operatividad para realizar la digitalización y actualización de las parcelas, fincas y MPC de la UBPC Ceiba Mocha, con vistas a analizar el comportamiento y distribución territorial de sus áreas agrícolas y administrativas.

La [Figura 1](#) muestra la distribución territorial de las áreas agrícolas y áreas administrativas de la UBPC. La información nos ofrece en el plano general y particular la posición de cada una de las parcelas, fincas y MPC, la ubicación en el mapa de las edificaciones administrativas y las vías de acceso desde éstas hasta las áreas de producción. Este resultado permite realizar el cálculo de las distancias en el entorno productivo tal y como se muestra más adelante en la [Figura 2](#).

En el ejemplo que se presenta a continuación, se realizó un cálculo de la distancia (línea naranja con nodos o puntos) tomada desde las oficinas de la UBPC hasta el límite sur de la Unidad donde se localizan las MPC No. 5, 6 y 7 con una distancia total a recorrer de 3,8 km ([Figura 2](#)). La vía recorrida es la más cercana entre estos dos puntos y presenta características adecuadas para el transporte por esta. El SIG ha sido útil para efectuar cálculos económicos con mayor precisión sobre los gastos de insumos tales como, combustibles y lubricantes necesarios para el transporte y las maquinarias agrícolas, así como, la facilidad para elaborar tablas de distancias para esos fines.

[Chinae et al. \(2022\)](#) en estudios similares evidenciaron el papel de los SIG como herramienta eficaz para la representación estructural de las unidades productoras y empresas azucareras, que permiten la toma de decisiones técnico-gerenciales y garantizan mayor rigor del trabajo y más eficiencia en su aplicación.

En la [Figura 3](#) se observa una selección (color rojo) de un cuadrante correspondiente a la MPC No. 2. Esta muestra datos que describen la parcela, con flechas de color rojo se resalta el área (5,56 ha) y el uso de la tierra (yuca). El resultado anterior,

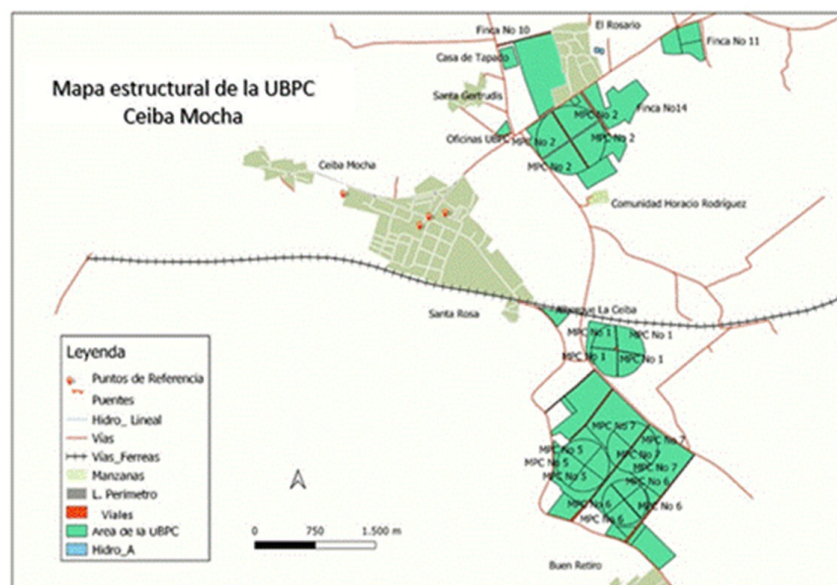


FIGURA 1. Mapa de la estructura territorial de las áreas agrícolas y áreas administrativas de la UBPC “Ceiba Mocha”.

coincide con investigaciones realizadas por [Dresele \(2022\)](#) y [Rios \(2021\)](#) que utilizaron los SIG para la recopilación de datos, el rendimiento de los cultivos y análisis espacial de las parcelas objeto de estudio. Esto agrega una dimensión completamente nueva a los datos recopilados y al proceso de toma de decisiones. Además, refieren un papel y un valor importantes de la información espacial para simplificar e ilustrar los datos referidos a una parcela en el ecosistema agrícola.

Al desplegar los mapas digitales resultantes, fue posible obtener la información asociada al mismo con el simple movimiento del cursor (mouse) sobre este, de modo que, se pueden visualizar barras de información detalladas. Además, se definieron los atributos de mayor peso con la ejecución de consultas SQL que dio paso a las tablas o bases de datos digitales creadas ([Tabla 1](#)).

Según [Perez et al. \(2019\)](#) con el empleo de SQL como Sistema de Gestión de Base de Datos (SGBD), se le añaden disímiles funcionalidades de análisis a los componentes geométricos del SIG como son: la determinación de las relaciones espaciales, la manipulación de geometrías y la exportación de ficheros a extensiones conocidas.

El cálculo del área total ocupada por las MPC en la UBPC Ceiba Mocha es de 72,12 ha distribuidas estructuralmente en cuadrantes con el predominio de los cultivos de frijol, maíz, plátano y boniato.

En la [Figura 4](#) se realizó un acercamiento a una sección de un mapa resultante, correspondiente a las MPC No. 5, 6 y 7. En estas se observa el uso actual de las tierras en cada cuadrante. Con esta información contenida en el SIG ha sido posible realizar una valoración del área ocupada por cada cultivo, información adecuada para trazar estrategias de rotación de cultivos apropiadas para la conservación de las propiedades de los suelos existentes en la Unidad. También facilita el cálculo de la demanda de producciones agrícolas destinadas para los consumidores.

La [Tabla 2](#) muestra una descripción de datos agronómicos de las tres fincas y la casa de tapado que componen el área en estudio. Puede apreciarse que existe un adecuado manejo de los cultivos a partir de una rotación técnicamente estructurada donde se cumplen las exigencias para este tipo de planificación, estando las áreas distribuidas por cuadrantes y bajo sistemas de riego.

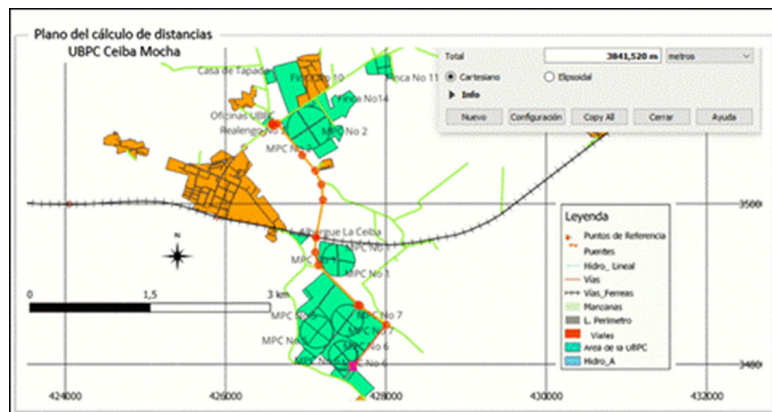


FIGURA 2. Mapa digital con un ejemplo del cálculo de distancias en la UBPC “Ceiba Mocha”.

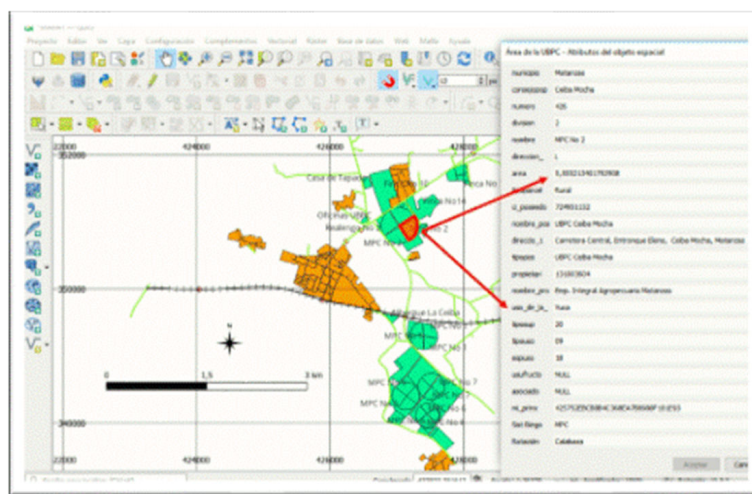


FIGURA 3. Mapa con la selección de un cuadrante de la MPC No. 2 y despliegue de la información asociada.

TABLA 1. Base de datos digital con los atributos correspondientes a las MPC de la UBPC “Ceiba Mocha”.

No. MPC	Cuadrante	Área (ha)	Realengo (ha)	Cultivo precedente	Cultivo actual	Cultivo a plantar
1	I	13,42	1 yuca y plátano	Col	Maíz	Col
	II			Frijol	Yuca	Col
	III			Maíz	Plátano	-
	IV			Frijol	Boniato	Tomate
2	I	23,0	0,1 plátano	Frijol	Maíz	Frijol
	II			Frijol	Boniato, Malanga y Frijol	Calabaza
	III			Boniato	Yuca	Boniato y Calabaza
	IV			Yuca	Maíz	Frijol
5	I	13,3	0,8 limpias	Maíz	frijol	Boniato
	II			Maíz	Col	Frijol
	III			Yuca	Boniato	Maíz
	IV			Maíz	Tomate	Boniato
6	I	9,6	2 limpias	Maíz	Plátano	-
	II			Maíz	Yuca	-
	III			Maíz	Frijol	Boniato
	IV			Maíz	Frijol	Yuca
7	I	12,8	3 yuca y boniato	Maíz	Frijol	Yuca
	II			Plátano	Plátano	-
	III			Calabaza	Col	Maíz
	IV			Boniato	Frijol	Maíz



FIGURA 4. Acercamiento a una sección de mapa resultante de las MPC No. 5, 6 y 7 que muestra detalladamente el uso de las tierras en los cuadrantes que las conforman en la UBPC “Ceiba Mocha”.

TABLA 2. Base de datos digital con los atributos correspondientes a las fincas y casa de tapado de la UBPC “Ceiba Mocha”.

Finca No.	Área (ha)	Sistema de riego	Cultivo actual	Cultivo a plantar
10	15,0	Aspersión de cobertura total	Frijol, Yuca, Boniato y Plátano	Plátano, Maíz
11	5,5	Secano	Plátano y Frijol	Plátano y otros en rotación
14	9,5	Secano	Pastos Naturales	-
Casa de Tapado	2,0	-	No está en uso	-

López (2014) plantea que los SIG son herramientas apropiadas para el monitoreo de los cultivos, pues a través de estos es posible realizar análisis de manera espacial tomando en cuenta la heterogeneidad que se presenta en las áreas agrícolas, para así establecer programas de manejos más óptimos, y en consecuencia obtener una mayor producción.

La información digitalizada para la representación y cálculo del área de las parcelas pertenecientes a las Fincas No. 10, 11, 14 y casa de tapado de la UBPC jugó un papel importante en la organización y control de la superficie agrícola pues constituye la base fundamental para los cálculos de fertilizantes, herbicidas, empleo de medios de control

biológico, estimados de producción, pago de salarios, uso de combustibles, entre otros elementos técnico-económicos, coincidiendo con lo planteado por [Zavala & Rodríguez \(2021\)](#).

Según [Chambilla \(2019\)](#), la información recolectada también puede ser usada para evaluar con mayor precisión la densidad óptima de siembra, estimar recursos necesarios y predecir con más exactitud la producción de los cultivos.

El acercamiento realizado a la sección del mapa resultante de las Fincas No. 10, 11, 14 y casa de tapado ([Figura 5](#)) muestra la distribución espacial de sus áreas de producción respecto a los principales asentamientos poblacionales, la ubicación de las vías de acceso a cada finca y facilitó el cálculo de las distancias en el entorno productivo. Estos resultados coinciden con lo planteado por [Cerón & Barrios \(2019\)](#) que destacan como elemento fascinante de los SIG, los análisis espaciales, la combinación de información de fuentes diversas, heterogéneas e independientes, por medio de la aplicación de operaciones especiales, con el fin de obtener conjuntos completamente nuevos de datos cargados de conocimiento.

La estandarización de la información según el nomenclador del catastro nacional y las posibilidades que brindan los SIG permitió codificar todos los datos alfanuméricos con vistas a que ningún elemento digitalizado se repita. Para ello, se definió un identificador numérico que abarca desde la estructura de la UBPC, uso y tenencia de la tierra, aspectos de gran significación a la hora de identificar de forma particular el número de una parcela, finca o tenedor. Las bases de datos resultantes tienen la capacidad de ser actualizadas periódicamente según los cambios que sucedan desde el punto de vista productivo y organizativo en la UBPC, tal y como lo facilitan los SIG por su propiedad de “final abierto” ([Chinae et al., 2022](#)).

CONCLUSIONES

El estudio facilitó la captura, almacenamiento, análisis y gestión de la información espacial y temática de la UBPC que se revierte en el incremento de la eficiencia económica de su sistema productivo.

El desarrollo del SIG permitió la confección de mapas temáticos, tablas y reportes gráficos de contenido agrícola con información georreferenciada y de alta precisión.

El empleo del SIG, viabilizará el control de la superficie agrícola, el fondo de áreas por cultivos plantados y la proyección a plantar como base para los cálculos de los insumos destinados a la producción.

Los beneficios son palpables, las consultas y análisis de la información que se ofrece, mejorarán el control de la actividad productiva, el aprovechamiento y uso racional de los recursos naturales con enfoque sostenible.

RECOMENDACIONES

La tecnología de SIG implementada en la UBPC Ceiba Mocha requiere de un proceso de capacitación a sus directivos, especialistas y productores sobre sus potencialidades con énfasis en el software QGIS que facilitará las actualizaciones periódicas a realizar sobre las bases de datos espaciales y temáticas en función de los cambios que acontezcan en el proceso productivo de la UBPC.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alm, E., Colliander, N., Lind, F., Stohne, V., Sundström, O., Wilms, M., & Smits, M. (2016). Digitizing the Netherlands: How the Netherlands can drive and benefit from an accelerated digitized economy in Europe. *Boston Consulting Group*.

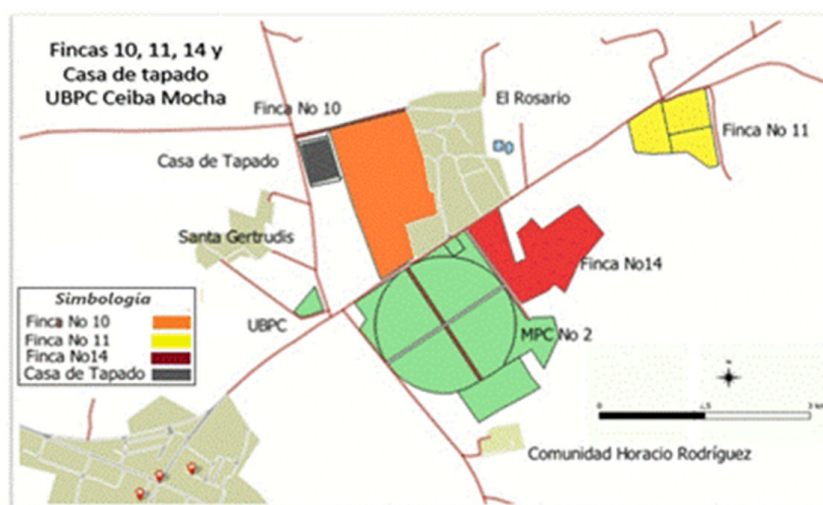


FIGURA 5. Acercamiento a una sección de mapa resultante de las Fincas No. 10, 11, 14 y casa de tapado de la UBPC Ceiba Mocha.

- Blok, V., & Gremmen, B. (2018). Agricultural technologies as living machines: Toward a biomimetic conceptualization of smart farming technologies. *Ethics, Policy & Environment*, 21(2), 246-263, ISSN: 2155-0085, Publisher: Taylor&Francis.
- Cerón, M. M., & Barrios, D. (2019). Agricultura de precisión: Una contribución a la gestión de los agronegocios desde la modelación. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 32, 7-13.
- Chambilla, D. (2019). *Implementación de sistemas de información geográfica para el manejo integrado de la mosca de la fruta en SENASA* [Trabajo de Investigación para optar el Grado de Bachiller en Arte y Diseño Empresarial]. Universidad San Ignacio de Loyola. Repositorio institucional-USIL.
- Chinae, H. A., & Rodríguez, I. L. (2021). Comportamiento geoespacial de algunas propiedades del suelo en el cultivo de la caña de azúcar. *Revista Ingeniería Agrícola*, 11(1), 3-8., ISSN: 2227-8761.
- Chinae, H. A., Rodríguez, I. L., & Muñoz, M. I. (2022). Distribución espacial de sistemas de riego mediante tecnologías de la información geográfica en áreas cañeras. *Revista Ingeniería Agrícola*, 12(2), 12-19, ISSN: 2306-1545, Publisher: Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola.
- Dresel, S. (2022). *El poder de los SIG en la agricultura: Más importante que nunca en tiempos de crisis*. <http://www.agritask.com>
- Hernández, J. A., Pérez, J. J. M., Bosch, I. D., & Castro, S. N. (2019). La clasificación de suelos de Cuba: Énfasis en la versión de 2015. *Cultivos Tropicales*, 40(1), ISSN: 0258-5936, Publisher: Ediciones INCA.
- ICGC-Cuba. (1980). *Nomenclador único de usos de la tierra*. Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, (ICGC), Departamento de catastro, La Habana, Cuba.
- Janssen, S. J. C., Porter, C. H., Moore, A. D., Athanasiadis, I. N., Foster, I., Jones, J. W., & Antle, J. M. (2017). Towards a new generation of agricultural system data, models and knowledge products: Information and communication technology. *Agricultural systems*, 155, 200-212, ISSN 0308-521X, Publisher: Elsevier.
- López, M. A. (2014). Tecnologías de Información Geográfica: Una alternativa en el sector agrícola de Sinaloa. *Conference paper*. <https://www.researchgate.net/publication/264971487>
- Muñoz, G. R., Ramírez, C. Z. D., & Donéstevez, Z. G. M. (2022). Transformación digital de la agricultura en Cuba: Estado y perspectivas: Digital transformation of agriculture in Cuba: State and perspectives. *Anuario Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 13, 153-172, ISSN: 2218-3639.
- NC- ISO 9001:2015. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos con orientación para su uso*. Comité Técnico de Normalización NC/CTN 56 de Gestión de la Calidad, Aseguramiento de la Calidad y Evaluación de la Conformidad, La Habana Cuba. Publicado por Secretaria General de ISO en Ginebra. Suiza.
- NC- ISO 14001:2015. (2015). *Sistema de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso*. Comité Técnico de Normalización NC/CTN 56 de Gestión de la Calidad, Aseguramiento de la Calidad y Evaluación de la Conformidad, La Habana Cuba. Publicado por Secretaria General de ISO en Ginebra. Suiza.
- NC- ISO 45001:2018. (2018). *Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Requisitos con orientación para su uso*. Comité Técnico de Normalización NC/CTN 56 de Gestión de la Calidad, Aseguramiento de la Calidad y Evaluación de la Conformidad, La Habana Cuba. Publicado por Secretaria General de ISO en Ginebra. Suiza.
- Perez, G. C. A., Pérez, A. J. J., Hernández, S. L., Gustabello, C. R., & Becerra, de A. 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.
- Rios, H. R. (2021). La agricultura de precisión. Una necesidad actual. *Revista Ingeniería Agrícola*, 11(1), 67-74, ISSN: 2306-1545, Publisher: Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola.
- Rotz, S., Duncan, E., Small, M., Botschner, J., Dara, R., Mosby, I., Reed, M., & Fraser, E. D. G. (2019). The politics of digital agricultural technologies: A preliminary review. *Sociologia ruralis*, 59(2), 203-229, ISSN: 0038-0199, Publisher: Wiley Online Library.
- Smith, M. J. (2018). Getting value from artificial intelligence in agriculture. *Animal Production Science*, 60(1), 46-54, ISSN: 1836-5787, Publisher: CSIRO Publishing. <https://doi.org/10.1071/AN18522>.
- Zavala, G., & Rodríguez, J. (2021). *Desarrollo de un complemento de código abierto en PyQGIS para la automatización del análisis de imágenes multiespectrales aéreas destinadas a la agricultura de precisión* [Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero en Sistemas Computacionales)]. Universidad De Guayaquil, Ecuador.

Antonio China-Hort, Lic., Universidad de Matanzas. Autopista a Varadero, km 3 ½. Matanzas, Cuba.

Meivy Hernández-Ricardo, Ing., Dirección GEOCUBA Matanzas. Calle Jagüey No. 13102 e/ Lara de Escoto y Nueva, Playa, Matanzas, Cuba. e-mail: meivyh994@gmail.com.

Lilibeth Rodríguez-Izquierdo, MSc., Universidad de Matanzas. Autopista a Varadero, km 3 ½. Matanzas, Cuba. e-mail: lilyrodiz83@gmail.com.

Javier Arcia-Porrúa, Dr.C., Investigador Titular, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, La Habana, Cuba. e-mail: javierarcia54@gmail.com.

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

CONTRIBUCIONES DE AUTOR: **Conceptualización:** Lic. Antonio China Hort, Ing. Meivy Hernández Ricardo. **Curación de datos:** Lic. Antonio China Hort, Ing. Meivy Hernández Ricardo, M. Sc. Lilibeth, Rodríguez Izquierdo. **Análisis formal:** Lic. Antonio China Hort, M. Sc. Lilibeth Rodríguez Izquierdo, Dr. C. Javier Arcia Porrúa. **Investigación:** Lic. Antonio China Hort, Ing. Meivy Hernández Ricardo, M. Sc. Lilibeth Rodríguez Izquierdo, Dr. C. Javier Arcia Porrúa. **Metodología:** Lic. Antonio China Hort, Dr. C. Javier Arcia Porrúa. **Supervisión:** Dr. C. Javier Arcia Porrúa, Lic. Antonio China Hort. **Validación:** Lic. Antonio China Hort, Ing. Meivy Hernández Ricardo, M. Sc. Lilibeth Rodríguez Izquierdo, Dr. C. Javier Arcia Porrúa. **Redacción-borrador original:** Lic. Antonio China Hort. **Redacción-revisión y edición:** Javier Arcia Porrúa, Lic. Antonio China Hort.

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/)