



AGRICULTURA DE PRECISIÓN

ARTÍCULO ORIGINAL

CU-ID: <https://cu-id.com/2284/v12n3e03>

Hacia un sistema de información sobre la producción agropecuaria

Towards a System of Information on agricultural production

Dr.C. Arcadio Ríos Hernández¹, Dr.C. Alina del Río Marceau¹¹

¹ Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Boyeros, La Habana, Cuba.

¹¹ UCT Geocuba Investigación y Consultoría.

RESUMEN. Una de las estrategias de desarrollo económico y social de Cuba se basa en el incremento de la producción agropecuaria, especialmente sobre la base del abastecimiento municipal, aprovechando para ello los últimos avances científicos y técnicos. En el presente trabajo se muestran los resultados del primer año de ejecución de un proyecto encaminado al desarrollo de un sistema automatizado para la gestión agropecuaria y de distribución de las producciones generadas en la ciudad de La Habana y sus alrededores. Como zona de estudio se seleccionó el municipio Cotorro, representativo en cuanto a la existencia de áreas agrícolas y pecuarias, centros industriales de procesamiento, unidades de acopio y distribución y otras entidades comprometidas con el abastecimiento de la población. El trabajo comprende un diagnóstico de la existencia de unidades productivas y de sus antecedentes, tipos de cultivo, levantamientos aerofotográficos, determinación y validación de los patrones de cultivo mediante inteligencia artificial con la utilización de las técnicas de procesamiento digital de imágenes y la visión artificial como herramientas para la supervisión y gestión automática de los procesos agrícolas basados en la geolocalización y bases de datos.

Palabras clave: geolocalización, inteligencia artificial, aerofotografía, agricultura.

ABSTRACT. One of the strategies of economic and social development of Cuba is based on the increment of the agricultural production, especially on the base of the municipal self-sufficiency, taking advantage for it of the modern scientific and technical advances. This work shows the results of the first year of carrying out of a project guided to the development of an computing system for the management and distribution of the agricultural productions generated in the city of Havana and its surroundings. As base of the study was selected the municipality Cotorro, representative of the existence of agricultural and cattle farming areas, industrial centers of post-crop processes, storing units and distribution and other entities committed with the supply to the population of agricultural products. The work includes a diagnosis of the existence of productive units and of its records, types of crops, aerophotographic surveys, determination and validation of the patterns of agricultural production by means of artificial intelligence with the use of the techniques of digital processing of images and the artificial vision as tools for the supervision and computerized administration of the agricultural processes based on the geoinformation and databases.

Keywords: geoinformation, artificial intelligence, aerophotographic techniques, agriculture.

INTRODUCCIÓN

En los *Lineamientos para el desarrollo económico y social para el período 2021-2026* se plantea (14) “Avanzar en la gestión estratégica del desarrollo ... de modo que se fortalezcan los municipios ... con ... una sólida base económico-productiva”,

así como (23) “Incrementar la producción sostenible de viandas, hortalizas, granos, frutas. . . el abastecimiento a las grandes ciudades ... con un enfoque territorial ... apoyándose en el Programa de la Agricultura Urbana, Suburbana

¹ Autor para correspondencia: Arcadio Ríos Hernández, e-mail: iagricolaboracion@hab.minag.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-7499-7577>

Recibido: 21/01/2022.

Aprobado: 14/06/2022.

y Familiar” (PCC-Cuba, 2021a). Es por ello que el Ministerio de la Agricultura (Minag) orientó la realización de una serie de estudios para perfeccionar las actividades de producción, acopio, procesamiento y distribución de alimentos con un enfoque de abastecimiento municipal Minag-Cuba, (2017a, 2017b), apoyándose en los avances de la ciencia y la técnica en estos aspectos, teniendo en cuenta el Plan de desarrollo económico y social hasta 2030 (Congreso PCC-Cuba (2021b)), en especial el desarrollo de la agricultura de precisión (Cultura, 2017; Quampos Coult., 2020).

En este sentido se inició el proyecto *Desarrollo y despliegue de un Sistema automatizado para la gestión agropecuaria y de distribución de las producciones generadas en el Polo Productivo Agropecuario Cordón de La Habana* en base a una solicitud realizada por el Gobierno y el Partido de la Capital a la Unidad científica de la Empresa Geocuba, en el sentido de obtener un sistema automatizado que permita realizar una gestión más eficiente de las producciones y la comercialización de productos del agro en la zona del denominado Cordón de La Habana, para el rescate de este importante polo productivo, a partir de la implementación de las tecnologías de la informática y las telecomunicaciones como soporte en la toma de decisiones (Geocuba, 2021).

El proyecto se enmarca dentro de las principales líneas de investigación y desarrollo del programa de Telecomuni-

caciones e Informatización de la Sociedad, en lo referente al desarrollo de nuevas plataformas tecnológicas para el análisis de datos que puedan soportar la toma de decisiones oportunas y acertadas en las diferentes entidades y niveles de dirección, utilizando para ello tecnologías libres como garantía de la soberanía tecnológica de la nación (PCC-Cuba, 2021a; Ríos, 2016).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el cumplimiento del primer objetivo específico del proyecto, referente al análisis de la evolución y situación agropecuaria actual del Cordón de la Habana, los aspectos metodológicos se enfocaron en la realización de un estudio histórico sobre la fundación y desarrollo del Cordón de La Habana, el Sistema de Acopio, Hidropónicos, Programa Alimentario y la Agricultura Urbana y Suburbana, para la elaboración de un informe sobre la evolución y situación agropecuaria actual del Cordón de la Habana, como base para la correcta modelación del Sistema. Como zona de estudio se seleccionó el municipio Cotorro, de la provincia La Habana, representativo en cuanto a la existencia de áreas agrícolas y pecuarias, centros industriales de procesamiento, unidades de acopio y distribución y otras entidades comprometidas con el abastecimiento de la población (Fig. 1).

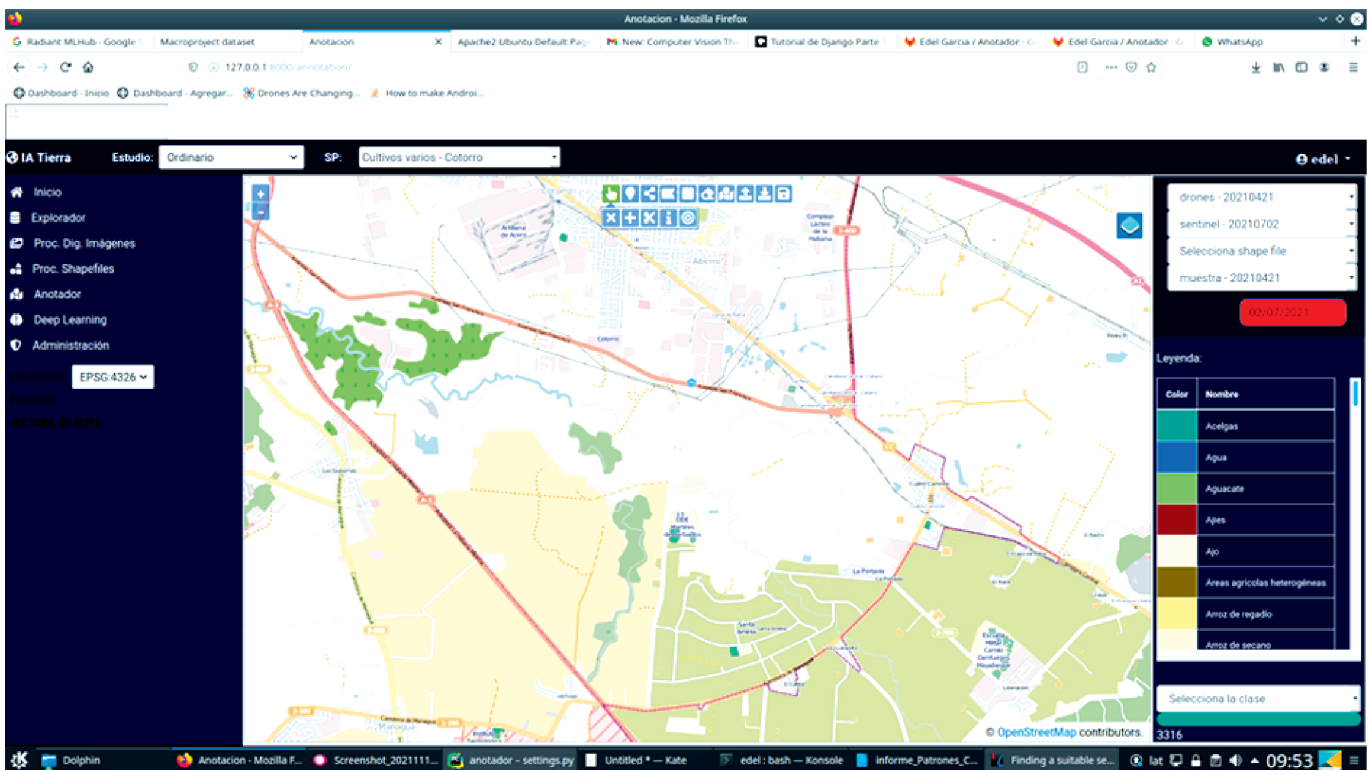


FIGURA 1. Zona de estudio, municipio Cotorro.

El segundo objetivo se basa en la recopilación y análisis de la información y bases de datos existentes sobre las entidades productivas agropecuarias en la zona de estudio, para lo cual se elaboró una metodología de diagnóstico que contempla principalmente los aspectos de: Identificación e información de cada una de las unidades existentes en el municipio dedicadas a actividades de producción, acopio, procesamiento, almacenaje y venta de productos agropecuarios, extensión y uso de la tierra, instalaciones y edificaciones, abastecimiento de agua, producciones y área que ocupan, producciones miniindustriales, forma de comercialización, equipamiento, etc.

Para los trabajos de levantamiento aerocartográficos se elaboró una metodología para el diseño, planificación y ejecución de los vuelos aéreo cartográficos con Vehículos Aéreos No Tripulados MET 30-15-09 (2009), fundamentada en el empleo de técnicas de fotogrametría y levantamiento aéreo con el objetivo de obtener imágenes con calidad para la obtención de mapas a diferentes escalas (Berrío et al., 2015). Se obtuvo la cartografía de geolocalización de las entidades agropecuarias enmarcadas dentro de la zona del Cordón de la Habana (Minag-Geocuba, 2022; ONE-Cuba, 2021).

Otro de los objetivos comprende la determinación y validación de patrones de cultivos mediante inteligencia artificial con la utilización de las técnicas de procesamiento digital de imágenes y la visión artificial como herramientas para la supervisión y gestión automática de los procesos agrícolas basadas en imágenes (Ponvert, 2002, 2003).

Para el objetivo de monitoreo de la zona de estudio según las cartas tecnológicas de los cultivos se confeccionó una metodología establecer y regular los procedimientos de monitoreo de los cultivos agrícolas y frutales de interés para el país en la región de estudio, empleando las tecnologías de vuelos con vehículos aéreos no tripulados, imágenes satelitales, reconocimiento de patrones e inteligencia artificial. Esto permite organizar y concatenar los trabajos que se ejecutan de forma independiente para obtener el reporte de cómo se desarrollan las zonas de interés con la periodicidad requerida, información que se emplea para apoyar la toma de decisiones a las entidades correspondientes (Stehr, 2015). Para ello se emplean los satélites del programa Sentinel-2 que cuentan con una cámara multispectral de alta resolución, que aportan una nueva perspectiva de la superficie terrestre y la vegetación.

En base a los levantamientos aerofotográficos se procede a la creación de la cartografía temática de la zona de estudio y los servicios de mapas en Web, usando como referencia las bases cartográficas especializadas del municipio Cotorro disponibles en la Infraestructura de Datos Espaciales del Minag.

Como objetivo final se encuentra el desarrollo de la Aplicación Web para la Gestión Agropecuaria y distribución de productos, la cual se desarrolla sobre la base de la Plataforma Andariego desarrollada por Geocuba, que implementa las tecnologías de los SIG para la geolocalización de puntos económicos o sociales concatenado con una base de datos, lo que la hace más potente a la hora de realizar evaluaciones que impliquen la variable espacial. Esta primera etapa comprendió la captura de requisitos de software y el análisis y diseño general de la Arquitectura de Datos y de la Arquitectura del Sistema.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resumimos a continuación los resultados obtenidos en el primer año en cada uno de los objetivos específicos del proyecto (A. Ríos, 2021).

Análisis de la evolución y situación agropecuaria actual del Cordón de la Habana. Se realizó un estudio de los antecedentes y desarrollo del plan denominado Cordón de La Habana. Sus objetivos fueron anunciados por Fidel Castro en abril 17 de 1965, pero tuvo su auge hacia 1966. En los alrededores

de la capital se fomentaron numerosas plantaciones de café, especialmente de la variedad caturra, intercaladas con mango y otros frutales, así como frijol gandul. Este proyecto incluyó la construcción de las viviendas de los trabajadores y de los campesinos de toda esa área. Hacia 1968 se habían construido 15 viveros con 115 millones de posturas en bolsas, de ellas 39 millones de café y casi un millón de frutales, 212 kilómetros de cortinas rompevientos, 354 viviendas para los agricultores en los pueblos y 888 en los microplanes, 15 presas terminadas y 67 en construcción o planificadas (Fig. 2). Participaron entusiastamente brigadas de pobladores de la ciudad en el fomento de viveros, la limpieza de las áreas, apertura de huecos y plantación. La gran mayoría de los terrenos no resultaron adecuados para la producción de café por lo que las plantaciones de este cultivo se fueron eliminando, quedando solamente las de mango, que aún permanecen, atendidas por la Empresa de Cultivos Varios Habana. La mayoría de los cafetales después se deterioraron por no resultar completamente aptos los suelos para este cultivo, siendo sustituidos por frutales (Funes & Vázquez, 2015, 2017).

El Sistema de Acopio de productos agrícolas en La Habana, especialmente viandas, hortalizas y granos, se inició como empresas provinciales de acopio, subordinadas a los órganos del Poder Popular. En 1986, con la eliminación del mercado libre campesino, estas empresas se incorporaron al ministerio de la Agricultura, creándose la Unión Nacional de Acopio, no sólo con la función de recibir las cantidades producidas por los productores, sino también su distribución.

En 1988 se construyeron en la periferia de la ciudad de La Habana cuatro Mercados Concentradores, en Ocho Vías, Berroa, Valle Grande y El Trigal. A diferencia del sistema anterior, en que Acopio compraba los productos en las entidades productoras y lo trasladaba a las ciudades, se concebía el traslado directo de los productos por las entidades a los mercados concentradores. Este sistema en la práctica constituyó un intermediario más entre el productor y el consumidor con su correspondiente cadena de pérdidas y mermas, por lo cual no prosperó.

En 1989 se habían duplicado los volúmenes de viandas y hortalizas con relación a lo producido veinte años antes, pero aún resultaba insuficiente. Por eso se trazó el llamado Programa Alimentario, con medidas orientadas al incremento de estos cultivos, fundamentalmente en zonas aledañas a la capital, para llegar a duplicar de nuevo las producciones en corto tiempo. Se construyeron 60 campamentos para unos 20 000 trabajadores que se movilizaban desde la ciudad para los campos de la entonces provincia La Habana. Las afectaciones posteriores del «período especial» impidieron cumplir en su totalidad sus ambiciosos objetivos.

El Movimiento de la Agricultura Urbana se inició a partir de las indicaciones del entonces segundo secretario del Comité Central del PCC Raúl Castro Ruz el 27 de diciembre de 1987 sobre generalizar los organopónicos en el país y el uso de sustratos orgánicos para producir alimentos en zonas urbanas, a partir de la experiencia desarrollada por Hortifar, una dependencia de las FAR que en esa época se encargaba de fomentar la producción hortícola para el uso del organismo y de la población en general. A partir de 1988 se crearon algunos de estos organopónicos.

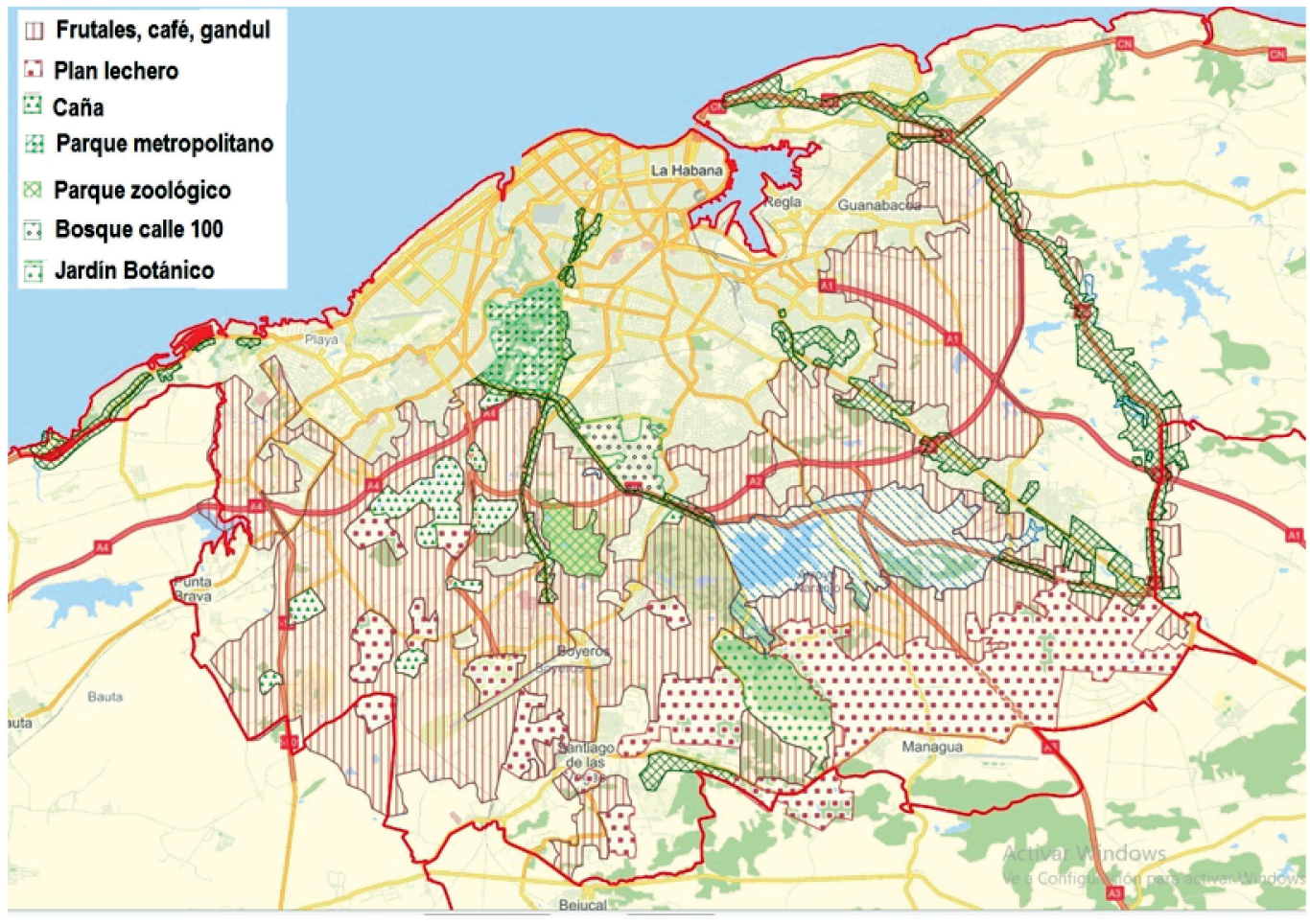


FIGURA 2. Cordón de La Habana, 1968.

El programa de hidropónicos se inició en los primeros años de la Revolución y fue el antecedente del actual movimiento de la agricultura urbana y suburbana. Se basaba en la siembra todo el año de tomate, pimiento, pepino, y otros, en canaletas, usando un sustrato de gravilla de roca basáltica, y más tarde de zeolita, obteniéndose altos rendimientos en el promedio de hasta 120 t/ha al año, con potenciales aún mayores. En 1989 se disponía de 156 ha de hidropónicos, y a inicios de la década del 90 se contaba con 230 ha. Se construyeron grandes hidropónicos en Fontanar, Guanabacoa y en otros lugares de La Habana, Camagüey, etc.

Desde esa época se ha mantenido una permanente y creciente participación de los más diversos productores en este trabajo productivo-extensionista, denominado primero Movimiento de Organopónicos y Huertos Intensivos, posteriormente a partir de 1997, Movimiento de Agricultura Urbana y a partir del 2009 Movimiento de la Agricultura Urbana y Suburbana. La Agricultura Urbana aprovecha los espacios libres dentro de las ciudades para la creación de huertos populares, mientras que por Agricultura Suburbana se entiende la producción agropecuaria en un radio hasta de 10 km en la periferia de los núcleos urbanos. En ambos programas prima el objetivo del autoabastecimiento local, con un mínimo de recursos, con medios de transportación propios, el uso de labores manuales

y tracción animal y la solución local de los principales recursos productivos. Es de destacar que Cuba es un país con un alto porcentaje de población urbana, y con poca fuerza de trabajo en el campo.

En los últimos años se ha intensificado la entrega en usufructo de pequeñas parcelas de tierra para el autoabastecimiento familiar y la venta de los excedentes productivos a la población (Ríos, 2015).

Recopilación y análisis de la información y bases de datos existentes sobre las entidades productivas agropecuarias en la zona de estudio. Se elaboraron los aspectos metodológicos para el censo de las unidades productivas existentes en la zona de estudio. El censo contempla principalmente los aspectos de: Identificación e información de la Unidad, extensión y uso de la tierra, instalaciones y edificaciones, abastecimiento de agua, producciones y área que ocupan, producciones miniindustriales, forma de comercialización, equipamiento, etc.

Realización de levantamientos aerocartográficos de la zona del Cordón de La Habana. Para el cumplimiento de este objetivo se trabajó en la elaboración del proyecto de obtención de imágenes aéreas y la realización del aseguramiento geodésico para la realización de los levantamientos aerocartográficos de la zona del Cordón de la Habana, así como en la confección de los mosaicos de las imágenes capturadas.

Hasta la fecha se han realizado trabajos de levantamiento aéreo en el municipio Cotorro, territorio seleccionado para la realización de los estudios, así como en los municipios La Lisa, Arroyo Naranjo, Boyeros, Guanabacoa y Habana del Este. Durante la realización de los vuelos, en el municipio Cotorro se realizaron 13 vuelos, se obtuvieron 6799 imágenes y se cubrió un área de 7,464.20 ha.

Obtención de la cartografía de geolocalización de las entidades agropecuarias enmarcadas dentro de la zona del Cordón de La Habana. La elaboración de los proyectos de vuelos se realizó teniendo en cuenta el sensor instalado en los drones de ala fija Sky Walker X8 utilizados por la extensión de las áreas de trabajo y su

autonomía de vuelo para la realización de los levantamientos, teniendo en cuenta los parámetros recomendados para la utilización de vehículos aéreos no tripulados en funciones de estudios aéreos. Se comenzó la geolocalización por la zona de estudio (municipio Cotorro), lo que posibilitó establecer los conceptos y fundamentos teóricos que faciliten la comprensión y aplicación del método que se va a automatizar, así como regular la ejecución de los procesos tecnológicos a realizar en la creación del Sistema, lo cual servirá de guía a los desarrolladores del sistema en la construcción del mismo. En la Fig. 3 se muestra una ampliación de una zona de toma de muestras en el poblado de Cuatro Caminos.

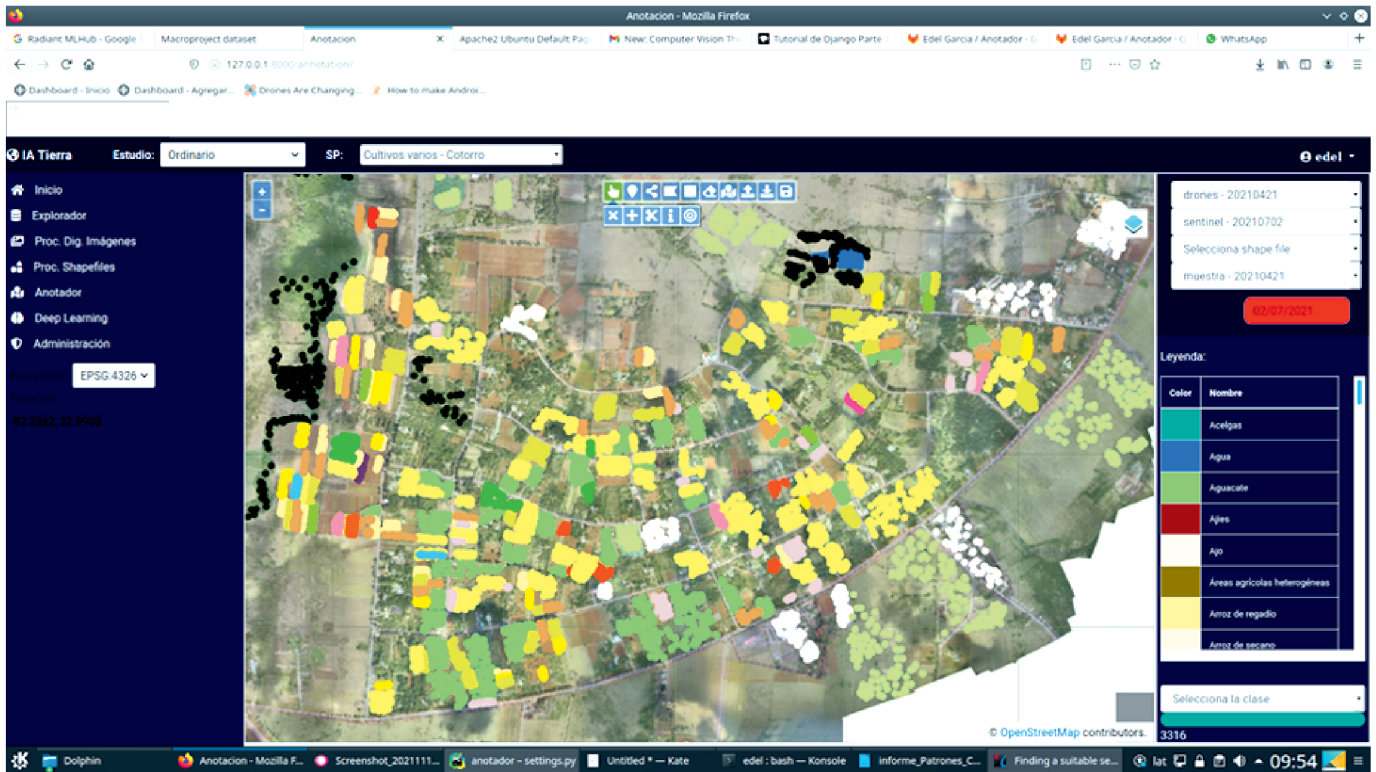


FIGURA 3. Ampliación de zona de toma de muestras correspondiente al poblado Cuatro Caminos.

Determinación y validación de patrones de cultivos mediante inteligencia artificial. Los patrones obtenidos en esta etapa se corresponden con una leyenda elaborada para los principales cultivos agrícolas y frutales de interés para el país. La Fig. 4 muestra el mapa del uso de la tierra en el municipio Cotorro, obtenido mediante levantamiento aerofotográfico. Esta información permite conocer los tipos de cultivos, tamaño de las unidades productivas, su localización, áreas en uso y ociosas, y numerosos otros datos de importancia para la gestión de la producción agrícola. La Tabla 1 indica algunos ejemplos de la información obtenida sobre objetivos relacionados con el uso de la tierra en el municipio, y la Tabla 2 la cantidad de parcelas que ocupan los diferentes grupos de entidades, así como el área total que cubren.

El objetivo es obtener patrones del nivel 6 de la Leyenda, que consta de 52 clases. En estos momentos se han detectado 21 patrones, aunque todos no tienen la misma presencia en el área de estudio y no es suficiente con la realización de sola una toma temporal de los patrones. El total de muestras se dividió en tres ficheros para el trabajo con las redes neuronales artificiales,

Train, Evaluation y Test. La mayor dificultad para la detección de los patrones en las imágenes de drones son los cultivos de ciclo corto y de baja altura, como el boniato, el pepino, etc. Se desarrolló una herramienta Informática para la anotación de los patrones, que permite mostrar el mapa del área de estudio y el orto-mosaico de las imágenes capturadas desde el dron.

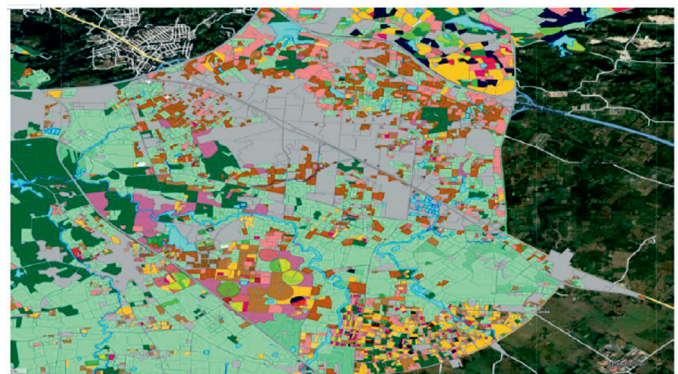


FIGURA 4. Mapa de uso de la tierra del municipio Cotorro.

TABLA 1. Ejemplos de información obtenida sobre objetivos relacionados con el uso de la tierra en el municipio Cotorro

Uso	Parcelas	Área, ha	Uso	Parcelas	Área, ha
No apta	13	8,9	Caña de azúcar	6	2,6
Ociosa	57	228,3	Cítricos	12	10,6
Roturado	216	195,4	Viveros	46	27,9
Bosques	50	177,1	Frutales	228	302,3
Deforestado	23	35,2	Mango	212	222,1
Arroz	31	12,9	Pastos naturales	1 257	1 811,6
Cultivos varios	844	574,4	Pastos cultivados	129	232,7
Embalses	22	66,3	Plátano	299	130,1
Hídricas naturales	49	101,4	Asentamientos urbanos	105	676,6
Lagunas	25	6,0	Asentamientos rurales	55	92,3
Industrias	62	431,9	---	---	---
Educación	14	31,3	Total	4 924	6 578,0

TABLA 2. Resumen de superficie por tipo de poseedor en el municipio Cotorro

Poseedor	Parcelas	Área, ha
CCS	13	8,9
Empresas mixtas	4	25,1
Estatal	1 961	4 292,4
Granjas agropecuarias	33	19,0
Otros	74	69,5
Pequeños agricultores	2 796	2 134,4
UBPC	17	15,9
Total del municipio Cotorro	4 924	6 578,0

Monitoreo de la zona de estudio según las cartas tecnológicas de los cultivos. En esta tarea se trabajó en la confección de la Metodología de Monitoreo de la zona de estudio, así como en la creación del programa de monitoreo según las cartas tecnológicas de los cultivos (IIMA-Cuba, 2006).

Creación de cartografía temática de la zona de estudio y de los servicios de mapas en web. Se ha procedido a la recopilación y preparación de toda la documentación inicial, así como de los ortofotos obtenidos en el marco del proyecto. Se creó la cartografía temática de la zona de estudio, relacionada en esta etapa con el uso y los tipos de suelos, que conllevó la actualización de la información disponible y el proceso de vectorización sobre la ortoimagen de todas las parcelas del terreno.

Para la publicación de la información se implementan servicios de mapas en Web con las siguientes capacidades previstas: Consejos populares, Parcelas (hasta nivel de campo), Tipos de superficie, Uso de Suelos, Tipos de Poseedores, Unidades productivas agropecuarias, Unidades de acopio y comercialización, Zonas de riego, Vías de comunicación, así como Imágenes satelitales y ortofotos generados de levantamientos con vehículos aéreos no tripulados.

Realización de estudios científicos sobre los factores que están influyendo en la producción en la zona de estudio. El conocimiento relacionado con el área del Cordón de la Habana es limitado y existe poca información científica relacionada con este ecosistema productivo. Por ese motivo el proyecto suministra las herramientas para realizar una buena vigilancia tecnológica que permita enfocar el desarrollo tecnológico superando

el estado de arte actual y cubriendo necesidades del mercado.

En el primer año del proyecto comenzó la vigilancia, que incluye: Un análisis interno y externo de la situación y actividad de la zona objeto de estudio haciendo uso de la bibliografía disponible y metodologías participativas; Un cuadro de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de las entidades para la producción, procesamiento y distribución de alimentos en escenarios ambientales sostenibles; Análisis multidisciplinario de las fotografías aéreas que se realicen aportando a las principales incidencias en el área un análisis agroecológico integral haciendo uso de la experiencia acumulada en el campo de las biociencias.

Desarrollo de la aplicación web para la gestión agropecuaria y de distribución de productos. En el desarrollo de la Aplicación Web para la Gestión Agropecuaria y distribución de productos, se inició el diseño y ejecución de la especificación de la arquitectura de datos y de la arquitectura de software de éstos y de un grupo de módulos relacionados con los procesos de la gestión agropecuaria, para obtener el modelo de procesos que dé una visión global del Sistema y de paso a la construcción de software.

La etapa de captura de requisitos de software tiene como objetivo identificar y recoger los requisitos funcionales y no funcionales de la aplicación a definir de forma clara y concisa. Esta tarea comprende el entendimiento del proceso de negocio por parte de los analistas, para entender los requisitos del sistema a desarrollar, ya que para ello se trabaja en extraer los requisitos de los usuarios y ayudarles a visualizar las posibilidades de la solución.

Una vez obtenidos los requisitos de software, se trabajó en el análisis y diseño general de la Arquitectura de Datos y de la Arquitectura del Sistema. La mayor parte de los formularios para gestión de información y los flujos del sistema están siendo desarrollados con el uso del componente para la gestión y publicación de datos dinámicos. Con esta tecnología se ofrecen interfaces para la creación de los modelos, así como para la gestión de la información de los mismos, siendo totalmente configurables y extensibles, de tal manera que se pueda modelar un negocio específico utilizando un mínimo de código en dependencia de la complejidad del negocio.

Una Arquitectura de Software, también denominada arquitectura lógica, es el diseño de más alto nivel de la estructura de un sistema, y consiste en un conjunto de patrones y abstracciones coherentes que proporcionan un marco definido y claro para interactuar con el código fuente del software.

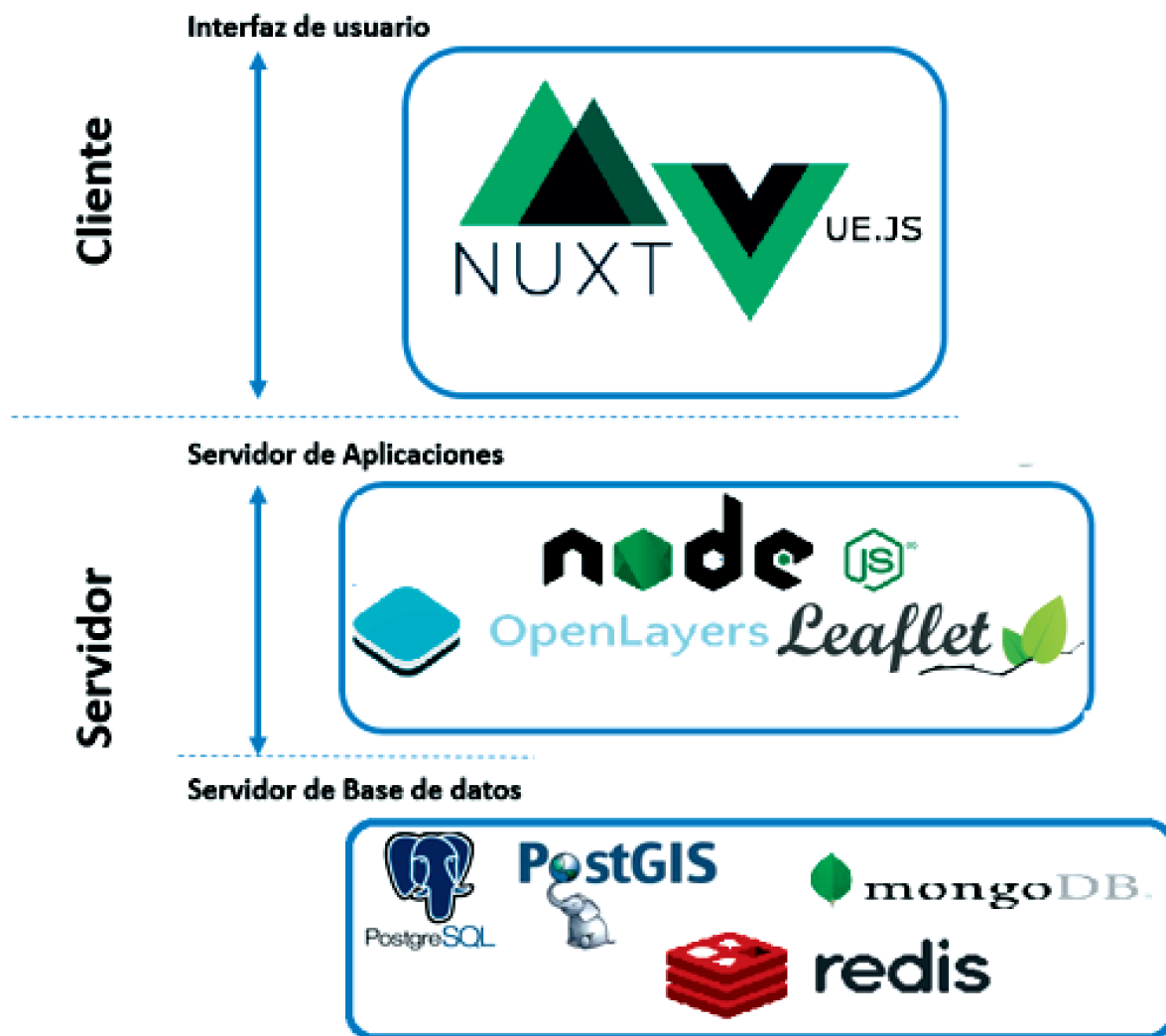


FIGURA 5. Arquitectura del software previsto en el Sistema.

El Sistema se desarrolla sobre la nueva versión de la plataforma Andariego, elaborada por Geocuba que posibilita localización de puntos de interés económico y social para dar una respuesta rápida de información geográfica georreferenciada para el seguimiento y análisis de diferentes indicadores, como base para la toma de decisiones. En la Fig. 5 se muestra un diagrama con la arquitectura de software prevista en el Sistema.

CONCLUSIONES

- Se obtuvo la información sobre la evolución y situación actual de la agropecuaria en La Habana y sus zonas aledañas, como

base para la modelación de un sistema de información y de gestión de estas actividades en los diferentes niveles directivos.

- Mediante técnicas de fotogrametría y levantamiento aéreo se obtuvieron imágenes para la obtención de mapas a diferentes escalas, incluyendo la cartografía de geolocalización de las entidades agropecuarias, cultivos y demás objetivos agropecuarios en el municipio Cotorro, zona de estudio, identificándose 4 924 objetivos que cubren un área de 6 578 ha.
- Comenzó la etapa de desarrollo de software para la creación del Sistema automatizado para la Gestión Agropecuaria y de Distribución de las Producciones generadas en el Polo Productivo Agropecuario Cordón de La Habana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berrió, M. V. A., Mosquera, T. J., & Alzate, V. D. F. (2015). Uso de drones para el análisis de imágenes multispectrales en agricultura de precisión. @ *limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 13(1), 28-40.
- Cultura. (2017). *¿Sabe qué es la Agricultura de Precisión? Hablemos de culturas*. [https://hablemosdeculturas.com/agricultura de precisión/](https://hablemosdeculturas.com/agricultura-de-precision/)
- Funes, A. F., & Vázquez, M. L. L. (2015). *Avances de la agroecología en Cuba*. V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA, La Plata, Argentina.
- Funes, A. F., & Vázquez, M. L. L. (2017). *Avances de la agroecología en Cuba*. Editorial de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.
- Geocuba. (2021). *Desarrollo y despliegue de un Sistema automatizado para la gestión agropecuaria y de distribución de las producciones generadas en el Polo Productivo Agropecuario Cordón de La Habana* [Proyecto de Investigación y Desarrollo Tecnológico]. Geocuba UCT Geocuba Investigación y Consultoría, La Habana, Cuba.
- IIMA-Cuba. (2006). *Tecnologías para las producciones agrícolas en Cuba* (Colectivo de autores). Agrinfor, La Habana, Cuba.
- MET 30-15-09. (2009). *Metodología para la evaluación de la calidad de los productos cartográficos digitales en base a las normas ISO TC/211*.
- Minag-Cuba. (2017a). *Lineamientos y Proyección de la Dirección de Ingeniería Agropecuaria del Minag* (p. 18) [Lineamientos]. Ministerio de la Agricultura, Agrinfor, La Habana, Cuba.
- Minag-Cuba. (2017b). *Plan Estratégico del sector agropecuario y forestal hasta 2030* (p. 63) [Plan estratégico]. Ministerio de la Agricultura, Agrinfor, La Habana, Cuba.
- Minag-Geocuba. (2022). *Infraestructura de Datos Espaciales del Minag* [Datos espaciales]. Ministerio de la Agricultura. <https://minag-geocuba.cu/> La Habana, Cuba.
- ONE-Cuba. (2021). *Anuario Estadístico de Cuba. Serie: Sector Agropecuario* (Sector Agropecuario) [Anuario]. Oficina Nacional de Estadística (ONE), La Habana, Cuba.
- PCC-Cuba. (2021a). *Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2021-2026*. Editora Política, La Habana, Cuba.
- PCC-Cuba. (2021b). *Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030: Propuesta de Visión de la Nación, Ejes y Sectores Estratégicos*. Editora Política, La Habana, Cuba.
- Ponvert, D. D. R. (2002). *Leyenda de categorías de ocupación del suelo para Cuba, una herramienta imprescindible para abordar la cartografía de las coberturas terrestres por teledetección*. III Congreso Nacional de Geomática, La Habana, Cuba.
- Ponvert, D. D. R. (2003). Leyenda de Categorías de Ocupación del Suelo para Cuba. Una herramienta imprescindible para abordar la cartografía de las coberturas terrestres por Teledetección. *Revista de Teledetección. Revista de la Asociación española de Teledetección*, 19, 11-17.
- Quampos Coult. (2020). *Herramientas para la agricultura de precisión* (informe técnico). Quampos Coult. [https://www.Quampos Coult.](https://www.QuamposCoult.com)
- Ríos, A. (2021). *Informe del proyecto Desarrollo y despliegue de un Sistema automatizado para la gestión agropecuaria y de distribución de las producciones generadas en el Polo Productivo Agropecuario Cordón de La Habana. Resultados del año 2021* [Informe de proyecto]. Geocuba, La Habana, Cuba.
- Ríos, H. A. (2015). *La Agricultura en Cuba* (Primera). Infoiima, La Habana, Cuba.
- Ríos, H. A. (2016). Estudio sobre las funciones estatales y empresariales en la ingeniería agrícola en el nuevo contexto. *Memorias de la Convención Internacional Ingeniería Agrícola*, 374, Varadero, Matanzas, Cuba.
- Stehr, N. J. (2015). Drones: The newest technology for precision agriculture. *Natural Sciences Education*, 44(1), 89-91.

Arcadio Ríos Hernández, Investigador Titular, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Carretera de Fontanar, km 2 1/2, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba. Teléf: (53) (7) 645-1731; 645-1353,

e-mail: iagricolaboracion@hab.minag.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-7499-7577>

Alina del Río Marceau, Investigadora, UCT Geocuba Investigación y Consultoría, La Habana, Cuba, e-mail: iagricolaboracion@hab.minag.cu ORCID iD:

CONTRIBUCIONES DE AUTOR:

Conceptualización: A. Ríos, A. del Río. Curación de datos: A. Ríos, A. del Río. Análisis formal: A. Ríos, A. del Río. Captación de fondos: A. del Río. Investigación: A. Ríos, A. del Río. Metodología: A. Ríos, A. del Río. Administración de proyectos: A. Ríos, A. del Río. Recursos: A. del Río. Software: A. Ríos, A. del Río. Supervisión: A. Ríos, Validación: A. Ríos, A. del Río. Visualización: A. Ríos, A. del Río. Redacción–borrador original: A. Ríos, A. del Río. Redacción–revisión y edición: A. Ríos, A. del Río.

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

Este artículo se encuentra sujeto a la Licencia de Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

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.