

Transformación digital de la agricultura en Cuba: estado y perspectivas

Digital transformation of agriculture in Cuba: state and perspectives

*Dr. C. Roberto Muñoz-González, rmunoz@uclv.edu.cu,
<https://orcid.org/0000-0002-7635-3932>;*

*Dr. C. Zulma D. Ramírez-Cruz, zulmadrc@uclv.edu.cu,
<https://orcid.org/0000-0002-0530-2409>;*

Grizel M. Donéstevez-Sánchez, grizel@uclv.edu.cu, <http://orcid.org/0000-0001-7332-088x>

Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Cuba

Resumen

En la actualidad la ciencia, la tecnología y la innovación se han imbricado de tal forma, que toman cuerpo dialéctico en la llamada transformación digital; misma en la que coexisten dos niveles de avance: uno básico denominado tecnologías “maduras” y otro mucho más moderno que denominan “de frontera”; ambos niveles también operan e impactan las actividades socio-productivas de la agricultura y en muchos países del mundo se encausan por medio de las agendas públicas digitales en función del desarrollo socioeconómico. En el contexto de Cuba los procesos de digitalización de la sociedad se enfocan también hacia la llamada transformación digital; sin embargo, en el sector de la agricultura esas transformaciones son mucho más lentas, aunque se aprecian avances especialmente en la llamada agricultura de precisión. El objetivo del presente trabajo es tipificar el estado y principales perspectivas de esos procesos en el país; ello demandó el uso de la metodología del materialismo dialéctico y varios de sus métodos específicos, además de otras herramientas necesarias a tales fines.

Palabras clave: desarrollo, informatización, tecnologías digitales, agricultura, Cuba.

Abstract

At present, science, technology and innovation have intertwined in such a way that they take on a dialectical body in the so-called digital transformation; same in which two levels of progress coexist: a basic one called “mature” technologies and another much more modern one called “frontier”; both levels also operate and impact the socio-productive activities of agriculture and in many countries of the world they are channeled through digital public agendas based on socioeconomic development. In the context of Cuba, the digitization processes of society are also focused on the so-called digital transformation; however, in the agricultural sector these transformations are much slower, although advances can be seen, especially in the so-called precision agriculture. The objective of the present work is to typify the state and main perspectives of these processes in the country; this demanded the use of the dialectical materialism methodology and several of its specific methods, in addition to other tools necessary for such purposes.

Keywords: development, computerization, digital technologies, agriculture, Cuba.

Introducción

Uno de los fenómenos más importantes y contradictorios que se viene dinamizando particularmente desde los años ochenta a nivel mundial es la digitalización de la sociedad. Durante la pandemia de la COVID-19 las tecnologías digitales han ganado relevancia y jugado un importante papel en el funcionamiento de la economía y la sociedad, incidiendo particularmente en las áreas de la salud, la educación, el trabajo, la logística, la producción y el comercio.

Para la agricultura contemporánea la transformación digital es decisiva. Según Trendov, Varas y Zeng (2019), en el contexto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la agricultura digital tiene el potencial para generar incrementos de la productividad agrícola, mejorar la eficiencia en función de los costos, así como provocar beneficios sociales y culturales, mediante una mayor comunicación, inclusividad e impactos virtuosos en el medioambiente. Pero los desafíos que tiene ante sí la humanidad son enormes, por ejemplo, en cuanto a la seguridad alimentario-nutricional, pues el crecimiento previsto de la población mundial, de 7 600 millones de personas en 2018 a más de 9 600 millones en 2050, entrañará un importante incremento de la demanda de alimentos. (UN DESA, 2017)

A lo anterior, se unen otros problemas vinculantes como son la marcada disminución en la disponibilidad de recursos naturales, como el agua dulce y las tierras cultivables productivas, los diversos daños medioambientales que el propio hombre provoca sobre la naturaleza en sus actividades socio-productivas no responsables, la injusta concentración monopólica de tierras, los fenómenos migratorios y la rápida tasa de urbanización con sus consabidas consecuencias socioeconómicas; asimismo, la desigual distribución de los alimentos, la tendencia al alza de los precios y los conflictos geopolíticos, son, entre otros muchos, fenómenos que amenazan la propia sobrevivencia de la especie humana.

Cuba ha avanzado en sus agendas de desarrollo y uso de las tecnologías de la información y la comunicación, pero todavía tiene un largo trecho por recorrer respecto a la llamada transformación digital, sobre todo en los ámbitos de la agricultura. 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 alimentario-nutricional (SAN) del país, proceso que se viene ordenando y proyectando para su logro sostenible en los venideros años.

Sin embargo, el país tendrá que seguir enfrentando enormes retos que se asocian entre otros muchos factores a la herencia de deformación estructural provocada históricamente

por la manera como la nación fue insertada en la división internacional del trabajo, pero particularmente a la persistencia y profundización del bloqueo económico, comercial y financiero de los Estados Unidos de América en contra del país y todo lo que ello implica especialmente en términos de acceso a financiamiento y tecnologías. Pero los propios impactos de esos factores obstaculizadores en el desarrollo y el bienestar de la población, hacen cada vez más necesaria la transformación digital de todos los procesos socio-productivos, entre ellos los vinculados a la agricultura.

El trabajo tiene como propósito fundamental tipificar el estado y perspectivas generales de esos procesos en Cuba y algunos avances en la agricultura digital con plataformas de desarrollo en territorios del país como es el caso de la provincia de Villa Clara. Ello demandó el uso de la metodología del materialismo dialéctico y varios de sus métodos específicos, además de otras herramientas necesarias para alcanzar los propósitos planteados.

Las pesquisas realizadas hasta el momento, revelan que las discusiones y análisis críticos en torno al tema, aún no logran alcanzar el nivel que demanda esta problemática en el país y sus territorios. Asimismo, en las actividades de campo, capacitación y talleres efectuados en el territorio de Villa Clara con actores gubernamentales y otros vinculantes, todavía se aprecia desconocimiento y falta de información en torno a la transformación digital y a las fortalezas de la provincia para avanzar en esa dirección y poder introducir en la práctica socioeconómica tales avances, en la medida de las posibilidades y circunstancias.

Métodos

Epistémica general

Al abarcar todos los procesos de la actividad humana, la transformación digital es objeto de reflexión y discusión desde diferentes perspectivas analíticas y disciplinarias. Autores de disímiles filiaciones filosóficas, intereses ideológicos y propósitos investigativos, exponen en la literatura científica características, ventajas y desventajas de tales avances digitales y sus impactos en la sociedad y la economía, en medio de un mundo complejo y contradictorio, en donde aún millones de personas se encuentran ancladas en la era analógica, por lo general debido a razones socioeconómicas y culturales.

Diversas perspectivas epistémicas y metodológicas acerca de la temática se pueden encontrar en artículos científicos, libros, informes de investigación de diferentes autores y organismos internacionales, en función de contribuir a la comprensión e

implementación práctica de los procesos de transformación digital en la sociedad y la economía; entre ellos, autores como Medina, *et al.* (2022); Dini, Gligo y Patiño (2021); Cruz y Aedo (2021); Ríos, (2021); Sotomayor, *et al.* (2021); Mosiashvili y Pareliussen (2020); Basco, *et al.* (2020); Trendov, *et al.* (2019); Gal, *et al.* (2019); Del Porto (2019); Pupo (2019); Pérez, *et al.* (2019); Puig (2018); Del Río, *et al.* (2017); Berrío, *et al.*, (2015), entre muchos otros.

De igual manera, instituciones y organizaciones nacionales e importantes entes supranacionales, entre los que destacan las pertenecientes al sistema de Naciones Unidas como la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL); la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); el Programa Mundial de Alimentos (PMA); el Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición (CSAM); otras como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y algunas más específicas que actúan como operadores móviles en todo el mundo y compañías proveedoras del amplio ecosistema móvil.

Desde la perspectiva epistemológica, el concepto de transformación digital suele ser polisémico y a veces en la literatura y divulgación científicas se la refiere, entre otras, como Tecnologías digitales emergentes, Cuarta Revolución Industrial, Industria 4.0, Manufactura Avanzada, y aun cuando cada uno de esos conceptos puede tener sus propias particularidades epistémicas, por lo general todos se refieren al proceso de revolución digital que se opera desde fines de los años ochenta y que progresivamente ha venido transformando las formas de ser y hacer de la economía y la sociedad.

Por ejemplo, Dini, Gligo y Patiño (2021) consideran que existen dos niveles de avance en el uso de las tecnologías digitales: un nivel básico que denominan como tecnologías “maduras” (la Internet, correo electrónico, telefonía celular, etc.), que son las que ya están en una etapa de madurez tecnológica y cuyo uso no determina necesariamente reestructuraciones de fondo en las empresas que las adoptan; y un segundo nivel mucho más moderno que denominan “de frontera” (analítica de grandes datos, inteligencia artificial, robótica avanzada, Internet de las cosas (IoT) y otras), cuya incorporación requiere de ajustes profundos en las estrategias empresariales, especialmente en la organización, sistemas productivos y de relacionamiento con clientes y proveedores, así como en las estrategias competitivas y modelos de negocios.

La CEPAL (2021) considera que el proceso de revolución digital ha pasado de una economía conectada, caracterizada por la masificación del uso de Internet y el despliegue de redes de banda ancha, al desarrollo de una economía digital resultado de la expansión

del uso de plataformas digitales como pueden ser los modelos de negocios de oferta de bienes y servicios, hasta llegar en la actualidad a la economía digitalizada o de transformación digital, que basa sus modelos de producción y consumo en la incorporación e integración de tecnologías digitales avanzadas en todas las dimensiones de la vida humana: económicas, sociales y medioambientales.

En tanto la agricultura ha ido evolucionando mediante el desarrollo de actividades que le han permitido ajustarse a las condiciones de distintas zonas geográficas y necesidades de cada época (Schwember y Contreras, 2011), y su progreso ha estado condicionado por los avances técnico-científicos y la evolución de las nuevas tecnologías.

Según Best y Vargas (2020), la agricultura ha pasado históricamente al menos por cuatro etapas en su desarrollo tecnológico: la primera que denominan agricultura 1.0 caracterizada por el uso del arado; la agricultura 2.0 que es el periodo de la revolución industrial e inicio de la mecanización agrícola; la tercera que corresponde a la agricultura 3.0 en donde ya se emplea la agricultura de precisión o inicio de uso de asesoramiento e inteligencia en máquinas, y la cuarta que se despliega actualmente conocida como la agricultura 4.0 o revolución asociada a uso de inteligencia artificial y BIG DATA para el escalamiento tecnológico agrícola. Tales etapas deben asumirse como un proceso de superación dialéctica en cuanto al desarrollo socioeconómico y tecnológico de la agricultura.

A pesar de los extraordinarios adelantos en la transformación digital, persiste la convivencia y fusión de la economía tradicional portadora de sus sistemas organizativos, productivos y de gobernanza particulares, con la economía digital y sus dinámicas innovadoras en los modelos de negocios, la producción, la organización empresarial y la gobernanza (CEPAL, 2021). Esa coexistencia revela disímiles asimetrías y contradicciones y vuelve difícil los procesos de adecuación organizativa, institucional y normativa, especialmente para los países que pertenecen al grupo de los llamados subdesarrollados o de menor desarrollo relativo.

En esos contextos asimétricos, signados por estructuras económicas, sociales y políticas inequitativas, los riesgos apuntan a una mayor desigualdad, menor competitividad debido especialmente a la concentración socioeconómica en unas pocas corporaciones de “países centros” que dominan producción y mercados globales, pero además a una creciente polarización geopolítica y a la persistencia de crisis institucionales, entre otros.

Resulta necesario asentar la idea de que la digitalización de los procesos socio-productivos bajo el patrón dominante de las relaciones de producción capitalistas,

refuerzan el carácter fetichista del sistema, en donde la relación obrero-capitalista queda prácticamente oculta, al acentuarse a grado sumo la apariencia de que las relaciones entre los hombres son realmente relaciones entre cosas; esta fetichización o metamorfosis, profundiza las relaciones de subordinación del trabajo al capital de una manera mucho “más natural”. (Medina, *et al.*, 2022)

Por medio de un sistema de instrumentos de política, las agendas públicas digitales pueden mejorar la coordinación y coherencia de mecanismos, aprovechar las sinergias y fortalecer el seguimiento y el monitoreo de las acciones de gobierno en materia de impulso a la economía digital en diversos sectores y espacios socioproductivos. Es importante, que al diseñar e implementar su agenda digital nacional, todo país deberá alinearla a las agendas locales, por la necesidad de lograr mayor coordinación de los ejes concebidos en la agenda digital y los planes de desarrollo estratégicos locales.

La Agenda digital para América Latina y el Caribe (CELAC, 2022), que esencialmente parte de los propósitos y filosofía de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, concibe a la vez un sistema y ruta crítica de cooperación en ese campo, para enfrentar con mayor efectividad los desafíos de corto, mediano y largo plazos, sobre todo en cuanto a la inclusión y progresiva disminución de las asimetrías digitales. Ello supone, entre otras medidas, importantes transformaciones en cuanto a infraestructuras, formación y capacitación de los recursos humanos. En concordancia, es necesario atender y desarrollar lo que se ha dado en llamar ecosistemas digitales.

En el desarrollo de los llamados ecosistemas digitales, las políticas públicas resultan decisivas en la conducción del fomento socio-productivo de un país o localidad y en la capacidad de interconexión intersectorial e interinstitucional que se pueda alcanzar mediante ellas. Por tanto, las agendas generales de políticas públicas también necesitan ser transformadas, como parte del proceso de armonización del sistema socioeconómico particular, con las agendas específicas de informatización y transformación digital de la sociedad.

En resumen, se puede señalar que las tecnologías digitales operan como verdaderos procesos de transformación digital, en la medida de su capacidad instrumental para diseñar, producir y comercializar bienes y servicios de diversas cadenas y sectores de la economía, además de los avances que pueda lograr en achicar las brechas entre las pequeñas, medianas y grandes empresas (OECD *et. al.*, 2020). No obstante, los avances o estancamientos en la dirección mencionada, mucho tienen que ver con el carácter de las

relaciones sociales de producción en que ocurren tales procesos y en donde es decisiva la vocación de servicio público de los entes que conforman el sistema institucional.

Resultados y discusión

Transformación digital en el sector de la agricultura y algunas de sus complejidades

Los avances de las tecnologías de la información y la comunicación en el sector de la agricultura, muestran que cada vez son más las zonas agrícolas que avanzan en el desarrollo de estructuras socio-productivas digitales con efectos positivos en varios ámbitos, con ventajas en cuanto a competitividad, comunicación y calidad de vida para los trabajadores agrícolas y en general para toda la población de las zonas rurales (Fig. 2). Ello significa progreso en el desarrollo rural de una manera mucho más integral.

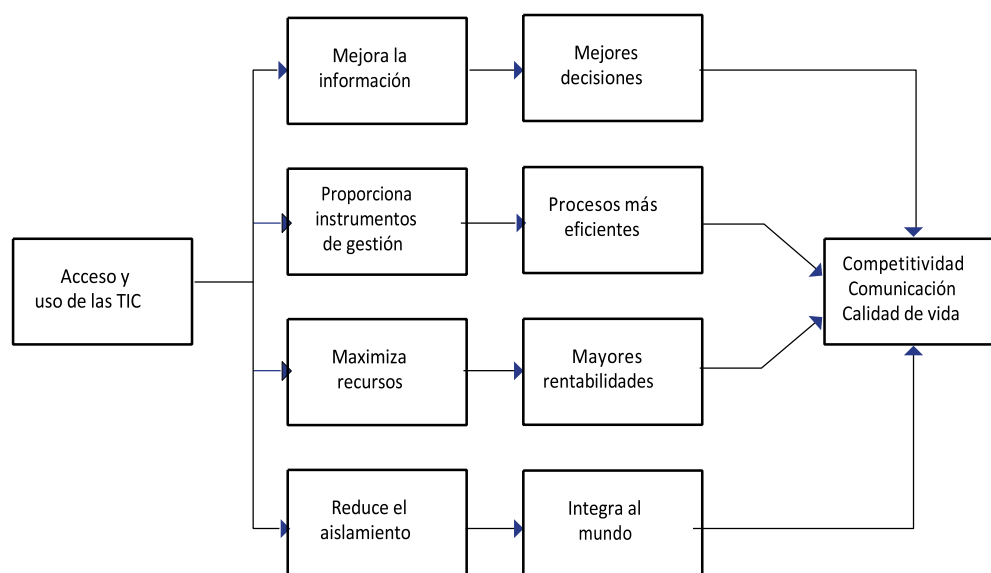


Figura 2: Causa-efecto del uso de las TIC en zonas agrícolas con estructuras socio-productivas digitales. Fuente: Fundación para la Innovación Agraria (FIA)-Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (2011). De las comunidades virtuales al proyecto Yo Agricultor. Serie FIA IDI, Chile, Plataforma Agropecuaria.

La FAO (2018) considera que en la actualidad las tecnologías digitales están transformando la agricultura y la producción alimentaria debido a la ubicuidad, portabilidad y movilidad de las mismas. Ellas permiten ejercitar y desplegar ideas innovadoras con un elevado impacto potencial en la producción y la alimentación, de lo que se deriva su importancia en el desarrollo de la soberanía y seguridad alimentaria y nutricional para los países y sus localidades.

Pero el gran reto de la transformación digital en la agricultura no se encuentra en la tecnología en si misma, sino en el carácter del contexto socio-productivo y político que

condiciona la manera como esa tecnología es utilizada y en función de quienes se hace. Por lo general, los obstáculos suelen ser de tipo técnico y socioeconómico, y pueden diferir no solo de manera espacial, sino además temporal, si se tienen en cuenta las relaciones sociales de producción en que ocurren las transformaciones, así como la velocidad de los cambios en el tiempo.

Cruz y Aedo (2021) señalan algunas de las principales barreras para la implementación de procesos digitales de transformación en la agricultura, destacando las siguientes:

- a) deficiente infraestructura tecnológica de las zonas rurales,
- b) elevados costos de las tecnologías,
- c) bajos niveles de alfabetización digital,
- d) escasos mecanismos de formación continua de los adultos (menos aún en el uso de TIC) y el limitado acceso a servicios básicos.

A lo que se une el hecho de que varias de las innovaciones digitales, generalmente no suelen estar diseñadas para funcionar en escalas de pequeña producción o agricultura familiar (IICA- BID - Microsoft 2021, FAO, 2019), ello dificulta mucho más las dinámicas transformadoras de esos actores socio-productivos, aunque se aprecian mecanismos de adaptación e innovación en ese campo, dentro de los pequeños y medianos productores agrícolas.

Otros frenos a la transformación digital y en particular en la pequeña producción o agricultura familiar, pudieran vincularse con la resistencia al cambio, la falta de competencias, la ausencia de colaborador tecnológico, cuestiones de seguridad, la no prioridad del tema por los propios productores o entidades gubernamentales, así como la no armonización o ausencia de normativas o legislaciones reguladoras efectivas. (Siemens y Berger, 2016); (OCDE, 2017)

Es necesario agregar que no obstante las complejidades y obstáculos en el desarrollo de la transformación digital en la agricultura, un aspecto importante es la voluntad de los actores que hacen parte del sistema institucional y empresarial, en avanzar por ese camino no simplemente como alternativa, sino como un proceso imprescindible en la actualidad. Como parte del uso práctico de las tecnologías digitales en el sector agrícola se encuentra la llamada agricultura de precisión (AP), la que tiene significativos avances en todo el mundo, y en Cuba es tal vez en donde más se ha podido adelantar de manera más sostenida y con progresos notables en algunas de sus áreas.

La agricultura de precisión: algunos puntos claves

Por lo general se considera como agricultura de precisión a los procesos en donde se aplican las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en tareas o actividades agrícolas, con el fin de mejorar la productividad de los cultivos y disminuir el impacto medioambiental.

Del Porto (2019) define la agricultura de precisión como aquella tecnología que incluye entre otros, el uso de sistemas de posicionamiento global, como el GPS; sistemas de información geográfica (SIG), percepción remota, monitores de rendimiento, sensores de suelo, así como el uso de drones y robots.

Según la *International Society of Precision Agriculture* (ISPA), la agricultura de precisión es una estrategia de gestión que recoge, procesa y analiza datos temporales, espaciales e individuales y los combina con otras informaciones para respaldar las decisiones de manejo de acuerdo con la variabilidad estimada, y así mejorar la eficiencia en el uso de recursos, la productividad, la calidad, la rentabilidad y la sostenibilidad de la producción agrícola. (ISPA, 2019)

Ríos (2021) considera entre las principales características de la agricultura de precisión, el uso de diferentes tecnologías que de manera precisa permiten controlar parámetros como temperatura, cantidad de agua y fertilizantes necesarios para cada tipo de cultivo, guiar o supervisar tractores sin operadores humanos para que puedan realizar operaciones asignadas a esas máquinas, y todo ello tan solo desde un teléfono celular, un ordenador o algún otro dispositivo electrónico.

En síntesis, es posible mencionar cuatro ventajas de la agricultura de precisión, que a la vez son determinantes para la mayoría de los procesos productivos en cualquier ámbito económico: 1) maximizar la producción, 2) optimizar el uso de los recursos, 3) humanizar el trabajo de los agricultores y 4) disminuir el impacto ambiental.

El propio Ríos (2021) opina que entre las tecnologías que más se emplean en la agricultura de precisión se encuentran las siguientes:

- *Imágenes de satélite.* Se basa en la utilización de imágenes que ponen de manifiesto las características de los cultivos en espectros no visibles para el ojo humano como lo es el infrarrojo.
- *Maquinaria de conducción autónoma.* Se conduce por sí sola y está ligada por un GPS que es capaz de cubrir una parte por completo de una parcela. Posee guiado ultra preciso, transmisión de datos en tiempo real, control desde un ordenador portátil o tablet, reducción de costos, etc. Puede ser terrestre, aéreo o marítimo.

- *Drones*. Estos aparatos cada vez toman más fuerza debido a que cuentan con cámaras multi espectrales y térmicas que permiten obtener datos y características precisas de las explotaciones agrícolas, portar distintos sensores de medición, obtener datos de grandes extensiones desde el aire, no sufren el efecto de las nubes ni hay que hacer tantas correcciones como a las fotos de satélites, además que son mucho más baratos que un satélite.
- *Sensorización en parcelas*. Se trata de estaciones meteorológicas que son baratas y específicas, utilizan sensores para medir la humedad ambiental, humedad y la temperatura en distintos niveles del suelo, la dirección y velocidad del viento, la radiación solar, la pluviometría, etc.
- *Mapeo del suelo*. Se utiliza un dispositivo que se pasea por la parcela puede ser aéreo o terrestre y permite evaluar las características del suelo, por ejemplo, pH, conductividad eléctrica, textura, macronutrientes principales; contribuyendo así a valorar los productos a aplicar según las necesidades locales.
- *Sistemas de Información Geográfico (SIG)*. Estos sistemas brindan soporte para aumentar la eficiencia de las tareas a realizar en los cultivos. En varios países como Cuba y Brasil se utilizan especialmente en la agricultura cañera. Permiten analizar diversas fuentes de información geográfica disponibles en la actualidad, como son: las imágenes aéreas y los datos de cosecha de las maquinarias agrícolas; lo que posibilita la obtención de indicadores productivos que sientan las bases para la aplicación de técnicas avanzadas. (Ríos, 2021)

Un breve resumen permite afirmar que los beneficios de la agricultura de precisión son sustanciales y variados, pues mediante el sistema de herramientas y procedimientos que la conforman, es posible, entre otros muchos beneficios, definir propiedades y características del suelo en función de una productividad óptima, además tributa a la solución de problemas en el uso adecuado de los recursos, a evitar los altos costos y minimizar el impacto medioambiental, e igualmente facilita la aplicación óptima de insumos según las necesidades del suelo y los cultivos. Sin dudas un camino efectivo por el que se debe transitar en la búsqueda de la soberanía y seguridad alimentaria y nutricional de los pueblos y comunidades.

La informatización de la sociedad y la transformación digital de la agricultura en Cuba

A. Sobre la informatización de la sociedad

El Plan de Desarrollo para el 2030 y el conjunto de políticas, planes, estrategias, programas y proyectos que lo estructuran, constituyen matriz en el diseño y aplicación de las actuales agendas de desarrollo socioeconómico del Gobierno y Estado cubano. Como parte de esas proyecciones se encuentra la agenda digital, misma que viene profundizando y ampliando los procesos de digitalización en diversos ámbitos de la actividad social, productiva y de servicios, incluida la agricultura y los sistemas agroalimentarios del país. La informatización de la sociedad cubana es un proceso por la que transita el país desde hace varios años como parte de la gestión gubernamental, pero ahora más enfocada a la transformación digital. La creación de la infraestructura para su desarrollo ha sido uno de los grandes retos del país, ante las múltiples complejidades para acceder principalmente a financiamientos y tecnologías necesarias a tales fines; pero ello constituye una etapa imprescindible para seguir avanzando hacia la transformación digital y su progresiva generalización.

Desde los años sesenta del siglo pasado se comienzan a dar en Cuba los primeros pasos sobre lo que hoy se denomina informatización de la sociedad. Entre algunos de los principales sucesos se pueden mencionar la fusión de los organismos más importantes relacionados con el tratamiento de la información que hacían parte de la Dirección de Cálculo Electrónico de la entonces Junta Central de Planificación, así como la adquisición de equipos de computo primero en Francia y luego en otros países. En la década del setenta se inicia la formación de los primeros informáticos, primero en la Universidad La Habana y luego en las otras dos universidades que existían entonces en el país, además se produce la primera computadora que fuera denominada CID-201, y se crea el Instituto de Sistemas Automatizados y técnicas de Computación (INSAC). (Amoroso, 1994)

Posteriormente, en 1987, surge el Joven Club de computación y electrónica, Institución creada por iniciativa del presidente cubano Fidel Castro; mientras que en la década de los noventa, en pleno Periodo Especial, se aprueban los primeros Lineamientos Generales para la Informatización de la Sociedad cubana. Un importante avance ocurre con la creación del Ministerio de la Informática y las Comunicaciones (MIC) en el año 2000, con la misión fundamental de fomentar el uso masivo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en la economía nacional, la sociedad y al servicio del ciudadano. Otro suceso significativo ocurre a partir de la creación e inicio de

las actividades docentes y productivas de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), en el curso académico 2002-2003.

A partir de entonces ocurre un proceso sostenido y dinámico de institucionalización, con la aprobación de un conjunto de normas y regulaciones que llegan hasta nuestros días y que se reflejan en las políticas, estrategias, planes y programas, encaminadas a fortalecer y desarrollar la informatización de la sociedad, pero enfocadas a la transformación digital del país, que avanza con múltiples dificultades en medio de los impactos de la COVID-19 y de los formidables obstáculos que representan las medidas restrictivas y hostiles de los Estados Unidos de América contra el país.

A pesar de todos los problemas y obstáculos, se han logrado avances en el uso de líneas móviles por la población desde 2017 hasta 2021 (Tabla 1). Tres de cada cuatro dispositivos móviles en el país tienen conexión a Internet y el tráfico de datos aumentó en 2,4 veces en 2021 respecto al 2020. (Concepción, 2022)

Tabla 1. Conectividad en Cuba

Años	Cantidad de líneas móviles (Millones)
2021	7 000,0
2020	6 661,8
2019	6 042,6
2018	5 373,3
2017	4 613,8

Fuente: Concepción (2022)

Asimismo, hasta el año 2021 el 68 % de los usuarios nacionales se encontraban conectados; se incrementó el ancho de banda internacional contratado por el país y los espacios públicos de conexión inalámbrica (WIFI) con 1095; todas las cabeceras municipales disponían de la 4G y el 80 % de los Consejos Populares con conexión a internet hasta ese año; igualmente se ha expandido el comercio electrónico en varios ámbitos y modalidades (ventas por aplicación Viajando, TuEnvío, Terminales de puntos de ventas, EnZona y Transfermóvil, entre otros). También se amplía y desarrolla con importantes perspectivas la Televisión digital. (Concepción, 2022)

Pero el camino que debe recorrer el país en la dirección deseada es largo y lleno de dificultades. Se pudiera decir que en lo fundamental Cuba se encuentra aún en el nivel de desarrollo de las tecnologías digitales, que algunos autores (Dini, Gligo y Patiño, 2021), denominan como tecnologías “maduras” (la Internet, Correo electrónico, Telefonía celular, Sitio web, Banca electrónica, Comercio electrónico, Gobierno electrónico, etc.),

pero se avanza en las tecnologías digitales llamadas de “de frontera” (analítica de grandes datos, inteligencia artificial, robótica avanzada, Internet de las cosas, etc.), aunque su desarrollo se concentra en pocas áreas de la sociedad y la economía, por lo que todavía no logran sistematizarse, ser sostenibles, ni impactar de forma significativa la economía y mucho menos el sector de la agricultura.

B. Sobre la transformación digital de la agricultura

Debido a múltiples factores la agricultura en Cuba no es eficiente ni sostenible. Se destacan factores que se vinculan al propio carácter de la deformación estructural asociadas al subdesarrollo y a las formas históricas de tenencia y explotación de la tierra, que constituyen la base del llamado problema agrario campesino en Cuba (Donéstevez y Muñoz, 2017); pero además fallas en las estrategias y políticas agrarias en cuanto a inversión, empleo, uso de los suelos, la organización y la disciplina tecnológica.

Más de sesenta años de Revolución en el país, no han podido desdibujar de manera sustancial las deformaciones estructurales de la economía y en particular en el sector de la agricultura, en donde persisten problemas con el desarrollo rural en general (Díaz, 2022) y debilidades respecto a la soberanía alimentaria. No obstante, como ha sido dicho, es necesario considerar el peso de los impactos negativos que tiene sobre la agricultura, como en todos los otros ámbitos económicos y sociales del país, el bloqueo económico, comercial y financiero de los Estados Unidos de América por varias décadas.

En los tres últimos decenios, al interior del problema agrario campesino, se aprecia un significativo proceso de transformaciones en las formas de propiedad y gestión de la tierra en el país, pero que no llegan a revertirse en incrementos sostenidos de productividad. En el período que va desde 1992 hasta 1998, la superficie agrícola del tipo de economía socialista del país, pasó de un 85,4 % a un 83,8 %. En el año 2012, inicios del proceso de actualización del modelo de desarrollo económico y social, se redujo hasta 64,7 %, para alcanzar en 2019 el 62,5 % del fondo de tierra agrícola, es decir que entre 1992 y 2019 el decrecimiento ha sido del 22,9 %. (García, 2021)

Al cierre de 2020 Cuba disponía de una superficie agrícola de 6 400,8 millones de hectáreas, pero solo se encontraban cultivadas 3 120,9 millones, lo que representa el 48,7 % del total. A ello se une una tendencia decreciente en los rendimientos agrícolas de productos principales de la dieta alimentaria de la población cubana, como el arroz, los tubérculos y raíces, el plátano y las hortalizas, entre otros. (ONEI, 2021)

Por otro lado, llama la atención que el sector agropecuario cubano cuenta con cerca de un millón de trabajadores, pero en los últimos cinco años solo aporta al PIB en promedio un

4,0 % a precios corrientes (ONEI, 2021). Ello puede ser expresión de los problemas de productividad agrícola asociada a la efectividad y rendimiento de la fuerza de trabajo en ese sector, la ineficiencia en el manejo de suelos y cultivos, así como la pobre eficacia de las políticas agroindustriales, entre otros problemas.

Las urgencias en el desarrollo agrícola y adelanto en la soberanía y seguridad alimentaria y nutricional, constituyen asunto estratégico para Cuba, no solo por la relevancia que tiene la alimentación en sí misma para la población, sino además por el hecho de que el país invierte cada año en importación de alimentos alrededor de 2000 millones en moneda libremente convertible, expresión de los problemas que existen en la producción nacional de alimentos.

De ahí que el Plan de Soberanía Alimentaria y Educación Nutricional contemple entre sus prioridades, disminuir la dependencia de las importaciones de alimentos e insumos, garantizar la calidad e inocuidad y disminución de las pérdidas y desperdicios de alimentos, consolidar los sistemas alimentarios locales y movilizar los sistemas educacionales, de la cultura y de la comunicación para poder avanzar en tales propósitos (PSAEN, 2020).

El logro de esos propósitos, supone seguir afinando los procesos de desarrollo y aplicación de la ciencia, la tecnología y la innovación, en donde resulta decisiva la transformación digital en el sector agroalimentario nacional y a nivel de los territorios y localidades; procesos que deben regularse y avanzar con la Ley de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional (Ley SSAN).

Los esfuerzos deben colocarse en aquellas tecnologías digitales capaces de tributar en la transformación hacia una agricultura y sistemas alimentarios más productivos, sostenibles y resilientes, incluyendo las actividades económicas rurales asociadas a la agricultura, los territorios y las localidades, como pueden ser el turismo, la artesanía local y los servicios ambientales comunitarios, entre otros.

El uso de las tecnologías digitales en el sector agrícola se viene dando en el país especialmente desde la década de los años ochenta. Desde ese periodo se comenzó a trabajar particularmente la robótica en Cuba, impulsada entonces por el Centro de Matemática Física y Automatización de La Habana (ICIMAF) y otras áreas asociadas. Con el tiempo se fueron incorporando otras universidades, institutos de investigación y organismos de la administración central del Estado.

La Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV) también trabaja los temas de la automatización desde esa misma época en colaboración con el ICIMAF; en aquellos

inicios como parte del Grupo de Investigaciones en Mecatrónica Aplicada a la Soldadura (GIMAS), que ha tenido continuidad en el Grupo de Automatización, Robótica y Percepción (GARP), liderado por el Dr. C. Luis Hernández Santana, profesor del Departamento de Control Automático de la UCLV. Este proyecto participa en el Programa y el Grupo Nacional para el Desarrollo de la Robótica en el país, en el que participan especialistas y científicos de universidades, empresas y centros de toda la Isla. Entre los principales progresos en el campo de las tecnologías digitales que actualmente tiene el país en la agricultura, se deben mencionar de manera particular los que se vinculan a la agricultura de precisión, con desarrollos de mayor alcance en la agricultura cañera y arroceras.

A continuación se presentan algunos de esos avances que permiten tener la certeza de que las perspectivas pueden ser esperanzadoras, si se logran alinear las políticas nacionales y locales de desarrollo y todas las potencialidades científicas y de innovación que posee el país, vinculadas directa o indirectamente a las actividades de la transformación digital de la agricultura cubana.

- a) Sistema de Información Geográfico para la agricultura cañera en la provincia de Villa Clara.

Este sistema fue desarrollado por un grupo de especialistas de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas y de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de (ETICA) de Villa Clara. Como resultado de esta investigación, se obtuvo una plataforma integradora de la información espacial relacionada con las áreas de cultivo de la caña de azúcar de la provincia, de conjunto con los datos de cosecha proporcionados por las novedosas maquinarias agrícolas que se han venido importando al país desde hace algunos años. Con base a esta información y de conjunto con geoalgoritmos, es posible la obtención de indicadores productivos que sustenten la toma de decisiones administrativas y la planificación de futuras contiendas. (Pérez *et al.*, 2019)

Téngase en cuenta que en la cosecha de caña de azúcar se requiere una gran organización de la mano de obra, las máquinas y el tiempo. Como refiere Pérez *et al.*, (2019), con frecuencia se presentan inconvenientes con las particularidades del suelo, imprevistos, cansancio del operario, etc., y para hacer frente a estos problemas, se instalan pilotos automáticos a las cosechadoras de la caña de azúcar. Mediante el uso del piloto automático se evita el error de trayectoria de la cosechadora, disminuyendo el daño a los cultivos por pisoteo de la máquina, y reduciendo el margen de accidentes en canales de drenaje y postes.

El uso de cosechadoras Cañeras Case IH Austoft 8000 (A8000), equipadas de un novedoso sistema automatizado compuesto por diversos sensores que se encuentran distribuidos por toda la máquina, hacen muy eficiente esta actividad. Los módulos de control captan la información y se lo envían al motor de rendimiento, el cual se encarga de exportar los datos de cosecha generados durante la operación de la máquina. La operación contenida en dichos datos constituye la base para el empleo de las técnicas avanzadas de cultivo, como parte de la agricultura de precisión. (Peñate, 2019)

- b) Creación de la Infraestructura de Datos Espaciales para la gestión agrícola del macizo cañero del norte de Villa Clara.

Este proyecto es expresión de la cooperación y complementariedad en la ciencia y la innovación en el país, teniendo en cuenta que se lleva adelante de manera conjunta y coordinada por la Unidad Científica Técnica GEOCUBA, Investigación y Consultoría, perteneciente al Grupo Empresarial GEOCUBA en colaboración con la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, la Empresa GEOCUBA Villa Clara y Sancti Spíritus, el Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA) de Villa Clara, la Empresa de Ingeniería y Proyectos Azucareros (IPROYAZ) perteneciente al Grupo Empresarial de la Industria Azucarera de Cuba, así como la Universidad Agraria de La Habana. (GeoCuba IC, 2018)

- c) Uso de drones y otros avances tecnológicos para identificar plagas en campos cañeros cubanos.

El uso de aplicaciones de la agricultura de precisión con la utilización de drones y otros medios satelitales y de las nuevas tecnologías de la información para identificar plagas, por ejemplo, constituyen aplicaciones realizadas desde al año 2009 en los campos cañeros de la unidad empresarial de base (UEB) Jesús Rabí en Matanzas. También el empleo de esa técnica está presente en varias unidades para la determinación de la humedad de los suelos, la explotación de la maquinaria, el riego y otras actividades.

Los datos obtenidos mediante esa técnica, permiten evaluar los índices de explotación y principales deficiencias de la maquinaria agrícola en la zafra y en labores de atención agrícola, así como la determinación del potencial azucarero. Igualmente tributa al diseño de un sistema de control del combustible muy efectivo a partir de los datos reportados por equipos y de variedades de caña sometidas a la molienda diariamente durante la zafra. (Ríos, 2021)

Sin embargo, aún no se aprecian los impactos del uso de esas tecnologías en el sector agroindustrial azucarero, pues las fallas y los problemas que afectan la productividad agrícola e industrial son múltiples, persistentes en el tiempo provocando que la producción de azúcar mantenga una tendencia a la baja en los últimos años.

En la misma óptica de la producción de alimentos, también se gesta por investigadores de la UCLV otros proyectos como el encaminado al área del riego. El desarrollo de novedosas tecnologías y procedimientos para el empleo eficiente de recursos hídricos constituye una meta en el sector agrícola de Cuba, con mucha más razón si se tienen en cuenta la disminución significativa de los ciclos hídricos y de las reservas acuíferas.

El Sistema de Supervisión y Control Remoto para Máquinas de Riego de Pivote Central "VISIÓNPIVOT", posibilita a los agricultores accionar y monitorear en tiempo real las máquinas de riego de pivote central. Este proyecto realiza experimentalmente pruebas de campo y de funcionamiento del sistema en el polo productivo Valle del Yabú, municipio de Santa Clara. (Peñate, 2019)

d) Sistema automatizado para el estudio y control de los arrozales. SAECA

El prototipo del sistema "SAECA" es un proyecto de I+D ejecutado por la Unidad Científico Técnica GEOCUBA Investigación y Consultoría, de conjunto con un grupo de centros de investigación y empresas del país. "SAECA" permite disponer de datos georreferenciados relevantes y confiables, para gestionar, facilitar y apoyar la toma de decisiones sobre el estado de las plantaciones y los problemas de irrigación, infestación de malezas, plagas y enfermedades en los arrozales del país. La investigación y puesta a punto del prototipo se realizó en tres polígonos de investigación, ubicados en el territorio oriental, en los arrozales de la empresa Fernando Echenique de la provincia de Granma. (Del Río *et al.*, 2017)

C. Retos y perspectivas principales para Cuba

Obstáculos-Retos:

- La deformación estructural heredada, que entre otras consecuencias genera diversas formas de dependencia económica, comercial y financiera exterior, a lo que se añade la baja dotación de recursos naturales, así como los efectos climatológicos asociados a la ubicación geográfica de la Isla en el Mar Caribe.
- La persistencia y ahondamiento de los colosales obstáculos económicos, comerciales y financieros que representa el bloqueo de los Estados Unidos de América contra Cuba, para acceder a las tecnologías y a dispositivos que permitan la creación de infraestructuras pertinentes para la gestión agrícola.

- Escasa percepción de decisores a nivel de territorios y localidades, en cuanto a qué deben y pueden hacer desde las funciones a ellos asignadas, en materia de transformación digital de la agricultura a escala de esos espacios de desarrollo socioeconómico.
- La crisis económica estructural que padece el mundo, unida a los efectos de la pandemia provocada por la COVID-19 y a los impactos económicos, sociales y políticos de los conflictos geopolíticos actuales.

Fortalezas-Perspectivas:

- Las demandas del proceso de ordenamiento y proyección que se generan por el Plan de Soberanía Alimentaria y Educación Nutricional de Cuba, la Constitución de la República y la Ley de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Educación Nutricional, así como de la Política de Transformación Digital, en tanto ejes estimuladores de la transformación digital de la agricultura.
- Voluntad política en rediseñar y actualizar los procesos y mecanismos de capacitación de los directivos y autoridades, en concordancia con los más exigentes contenidos relacionados con las tecnologías digitales en la solución de los problemas agroalimentarios.
- La creación en el país de políticas, programas y otros mecanismos propulsores de ciencia, tecnología e innovación y la colaboración gubernamental sistemática con los académicos, institutos y centros de investigación en sus distintos niveles de existencia, en función de la transformación digital con propósitos de avanzar en el desarrollo socioeconómico del país.
- Capacidad de movilización de los actores sociales vinculados directamente a programas y proyectos de seguridad alimentario-nutricional nacionales y locales, para fortalecer la gestión y eficiencia de los programas sociales vigentes.
- Mecanismos de integración sectoriales, interinstitucionales, multidisciplinarios y multinivel, para coordinar, cooperar y fortalecer las acciones a ejecutar.
- Madurez del Programa de Desarrollo Integral de la Montaña y el Programa de Agricultura Urbana y Suburbana.
- Potencialidades del extensionismo agrícola para la promoción, acompañamiento, difusión y ampliación de la transferencia, introducción y adopción/aplicación de los resultados de la ciencia y la tecnología en el sector de los pequeños productores agropecuarios del país, con vista a mejorar la producción de alimentos para todos.
- Emprendimiento y cultura innovadora tradicional del campesino cubano.

Conclusiones

1. *La transformación digital debe alcanzar todos los eslabones de los sistemas socio-productivos y asumirse como un proceso integrado, con enfoque de totalidad, en donde riesgos y vulnerabilidades sean coordinados y compartidos entre los múltiples actores que conforman el sistema.*
2. *En la agricultura el proceso de transformación digital debe ser eje innovador, para progresar en cuanto a soberanía y seguridad alimentario-nutricionales en cada país, sus territorios y comunidades.*
3. *En Cuba ha habido avances en los últimos años en cuanto al cumplimiento de la Política Integral de la Informatización de la Sociedad, a pesar de las restricciones impuestas principalmente por el bloqueo económico, comercial y financiero de los Estados Unidos.*
4. *Los avances más significativos en la transformación digital de la agricultura cubana se aprecian en la llamada agricultura de precisión, especialmente en los ámbitos de la producción cañera y arroceras.*
5. *Las regulaciones y ordenamiento de los procesos de digitalización de la sociedad y economía cubanas, en concordancia con la Política Integral de la Informatización de la Sociedad y de la Política de Transformación Digital, el Programa Nacional de Informatización, unido a diversos mecanismos creados como el Consejo Nacional de Innovación, garantizan en perspectivas la transformación digital del país, más allá de los obstáculos y retos que deberá seguir enfrentado la nación.*

Referencias bibliográficas

1. Amoroso, Y. (1994). Breve exposición de la informática en Cuba: la protección y comercialización del software. El régimen de protección de los datos. *Revista General de Información y Documentación*, 4(2), 195-205.
2. *Anuario Estadístico de Cuba*. (2020). Oficina Nacional de Estadísticas e Información, ONEI. <http://www.one.cu>
3. Best, S. y Vargas, P. (2020). *Aplicación de la agricultura tecnológica 4.0*. Informativo N° 148, Ministerio de la Agricultura de Chile. <http://www.inia.cl>
4. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). *Tecnologías digitales para un nuevo futuro (LC/TS.2021/43)*. https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/4011/S2012079_es.pdf
5. Concepción, A. (2022). *Transformación digital en la sociedad cubana*. <http://www.cuba.cu/tag/transformacion-digital>
6. Cruz, S., y Aedo, M. (2021). *Análisis de las políticas públicas e iniciativas privadas que apoyan el uso de las tecnologías digitales en las mipymes agrícolas y agroindustriales en México*,

- Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/73)*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
7. Del Porto, C. (2019, 2 de abril). Agricultura de Precisión. Granma, internet@granma.cu (mailto: internet@granma.cu) <http://www.granma.cu/cuba/2019>.
 8. Del Río, et al. (2017). *Lista de requisitos para la personalización sobre la plataforma soberana GENESIG del sistema de información geográfica para la gestión de la producción del arroz*. GEOCUBA IC.
 9. Díaz, L. (2022). ¿Déficit de producción de alimentos en Cuba o la diatriba entre desarrollo agrícola y desarrollo rural? *Revista Economía y Desarrollo*, 166(1).
 10. Dini, N., Gligo y Patiño, A. (2021). *Transformación digital de las mipymes: elementos para el diseño de políticas*, *Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/99)*., Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
 11. Donéstevez, G. y Muñoz, G. (2017). *Políticas y régimen agrario en la transición socialista en Cuba, en Políticas pública y procesos rurales en Cuba. Aproximaciones desde las ciencias sociales*. RUTH CASA Editorial.
 12. FAO (2018). Panorama de la Pobreza Rural en América Latina y el Caribe. Soluciones Del Siglo XXI Para Acabar Con La Pobreza En El Campo. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Santiago: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
 13. FAO. (2018). Agricultura Digital. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <http://www.fao.org/digital-agriculture/es/>.
 14. Fundación para la Innovación Agraria (FIA)-Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2011). De las comunidades virtuales al proyecto Yo Agricultor. Serie FIA IDI, Chile, Plataforma Agropecuaria.
 15. García, J. (2021). *La cuestión agraria en el modelo económico social de desarrollo socialista en Cuba. Crítica de la Economía Política*. Editorial Feijoo.
 16. GEOCUBA IC. (2018). *Creación de la Infraestructura de Datos Espaciales para la gestión agrícola del macizo cañero del norte de Villa Clara*. GEOCUBA IC.
 17. Guevara, E. (1977). *Escritos y Discursos*. (tomo 5). Editorial Ciencias Sociales.
 18. IICA- BID – Microsoft. (2021). *Habilidades Digitales en la Ruralidad: Un Imperativo Para Reducir Brechas en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Principal fuente de financiamiento para el desarrollo de América Latina y el Caribe. MICROSOFT. <http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/14462/BVE21030190e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 19. ISPAG. (2019). Definición de Agricultura de Precisión. International Society of Precision Agriculture. <http://www.ispag.org>
 20. Medina, Z. et al. (2022). La Cuarta Revolución Industrial y el sistema de contradicciones del capitalismo. *Revista Economía y Desarrollo*, 166(1).
 21. OCDE. (2017). *Going Digital: Making the Transformation Work for Growth and Well-Being*. MCM 2017. <https://www.OECD.org/mcm/documents/C-MIN-2017-4%20EN.pdf>
 22. OECD et al. (2020). *Latin American Economic Outlook 2020: Digital Transformation for Building Back Better*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/e6e864fb-en>
 23. Peñate, G. (2019, 30 de julio). Robótica en Cuba: por un futuro promisorio, <https://www.uclv.edu.cu/robótica-en-cuba-por-un-futuro-promisorio>
 24. Pérez, et al. (2019). Sistema de Información Geográfica para la agricultura cañera en la provincia de Villa Clara. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 13(2), 30-46.
 25. República de Cuba. (2020). *Plan de Soberanía Alimentaria y Educación Nutricional (PSAEN)*. Ministerio de la Agricultura.
 26. Ríos, R. (2021). La Agricultura de Precisión. Una necesidad actual”. *Revista Ingeniería Agrícola*, 11(1). <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/index>
 27. Schwember, A., y Contreras, S. (2011). *Mejoramiento vegetal. Su importancia para la producción agrícola*. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. AppData/Local/Temp/42_8_Mejoramiento_vegetal.pdf
 28. Siemens y Berger (2016). *España 4.0, el reto de la transformación digital de la economía*. http://w5.siemens.com/spain/web/es/estudioidigitalizacion/Documents/Estudio.Digitalizacion.Espana40_Siemens.pdf.
 29. Trendov, N., Varas, S., & Zeng, M. (2019). *Tecnologías Digitales en Agricultura y las Zonas Rurales. Un Documento de Orientación*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
 30. UN DESA. (2017). *World Population Prospects: Key findings and advance tables*. New York: UN DESA.