

Tecnologías de la información y comunicaciones implementadas en la agroindustria en el Ecuador

Information and communication technologies implemented in agribusiness in Ecuador

Juan Carlos Ramos Romero MSc.¹

¹ *Tecnológico Universitario Espíritu Santo, Guayaquil, Ecuador, jramos2@tes.edu.ec.* (2024). Tecnologías de la información y comunicaciones implementadas en la agroindustria en el Ecuador. *STRATEGOS Research Journal*, 4(1), 1-19.

Recibido: 01 abril 2024. Aceptado: 01 mayo 2024. Publicado: 01 junio 2024.

Resumen

Este proyecto corresponde a la línea de investigación de competitividad global y es uno de los resultados del proyecto Competitividad, un medio de internacionalización de las pymes en Guayaquil. Este artículo analiza la implementación de tecnologías de la información y comunicación en la agroindustria de Ecuador. Se destaca el papel crucial de estas tecnologías en la optimización de la producción agrícola y agroindustrial, así como en la toma de decisiones basadas en datos precisos y en tiempo real. Se mencionan tecnologías como la telemetría y la automatización de procesos productivos, que han mejorado la eficiencia y reducción de costos en la industria. Además, se resalta la importancia de la agroindustria en el desarrollo económico y la seguridad alimentaria del país. La implementación de tecnologías en la agroindustria se basa en la Agroindustria 4.0, que incluye componentes como la agricultura de precisión, el análisis de datos, el Internet de las cosas, la biotecnología y la bioeconomía. Sin embargo, aún hay retos en la implementación de estas tecnologías debido a los altos costos y la falta de profesionales especializados. El apoyo gubernamental y la inversión en startups de Agrotech son necesarios para impulsar el desarrollo de la agroindustria 4.0 en Ecuador. Se espera que la agroindustria siga



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

1

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

creciendo y brindando productos más saludables y amigables con el medio ambiente en el futuro.

Palabras claves: agroindustria; tecnología; agroindustria 4.0.; análisis de datos; agointeligencia artificial.

Abstract

This article analyzes the implementation of information and communication technologies in Ecuador's agribusiness. The crucial role of these technologies in the optimization of agricultural and agro-industrial production is highlighted, as well as in decision-making based on precise data and in real time. Technologies such as telemetry and the automation of production processes are mentioned, which have improved efficiency and reduced costs in the industry. In addition, the importance of agro-industry in the economic development and food security of the country is highlighted. The implementation of technologies in agribusiness is based on Agribusiness 4.0, which includes components such as precision agriculture, data analysis, the Internet of Things, biotechnology, and bioeconomy. However, there are still challenges in the implementation of these technologies due to the high costs and the lack of specialized professionals. Government support and investment in Agrotech startups are necessary to promote the development of agribusiness 4.0 in Ecuador. It is expected that the agro-industry will continue to grow and provide healthier and more environmentally friendly products in the future.

Keywords: agroindustry; technology; agribusiness 4.0.; analysis of data; agointelligence artificial.

Introducción

La implementación de tecnologías de la información y comunicaciones ha demostrado ser fundamental para el desarrollo y crecimiento del sector agroindustrial en el país de la mitad del mundo. Ecuador, siendo un país con una gran diversidad de recursos naturales y climas favorables, ha encontrado en la tecnología una aliada para optimizar la producción agrícola y agroindustrial.

La agroindustria ecuatoriana, compuesta por actividades como la agricultura, la ganadería, la pesca y la producción de alimentos procesados, ha encontrado en las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) una herramienta valiosa para mejorar la eficiencia de la cadena productiva. Mediante la implementación de sistemas de gestión y monitorización, los



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

2

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

agricultores y productores pueden tener un mayor control sobre sus actividades y tomar decisiones basadas en datos precisos y en tiempo real.

Una de las tecnologías más utilizadas en la agroindustria ecuatoriana es la telemetría, la cual permite la medición y control remoto de variables ambientales y de producción. Mediante el uso de sensores y dispositivos de medición, los agricultores pueden monitorear parámetros como la temperatura, la humedad, la radiación solar y el consumo de agua o energía, entre otros. Esta información es transmitida y gestionada a través de sistemas de información, permitiendo a los agricultores tomar decisiones más acertadas y precisas en cuanto al riego, la fertilización y el manejo de plagas y enfermedades.

Otra tecnología que ha sido implementada en la agroindustria ecuatoriana es la automatización de los procesos productivos. Mediante la utilización de robots y maquinaria especializada, se ha logrado acelerar y optimizar la producción, reduciendo los costos y aumentando los ingresos de las industrias.

Dentro de esa dinámica resalta la agricultura como la piedra angular de muchas economías pues al desbloquear su potencial mediante la innovación, se abre una vía prometedora para el desarrollo económico (Jewell y Wunsh-Vicent, 2017).

El sector agrario es el suministrador de alimentos de la humanidad (Pérez-Fouget, 2006) por lo tanto su desarrollo es fundamental, no tan solo para la economía, sino para la subsistencia de la humanidad.

Factores como el clima, las regulaciones estatales, el mercado, las normas alimentarias, la mano de obra y otros, afectan a la agroindustria, por lo que la optimización de costos en la producción se ha convertido en un eje transversal y punto crítico en la operación de estas.

El uso de la tecnología en la agricultura es indispensable para mejorar las prácticas agrícolas y así poder responder ante los incesantes cambios de un mundo alimentario agrícola (Vega, 2022). Implementar tecnología que apoye a cumplir los objetivos y enfrentar los retos de esta industria se ha convertido en una necesidad y, además, en una estrategia no tan solo del lado operativo, es decir, labores de campo y fábrica sino desde el la logístico, comercial, administrativo y financiero.



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

3

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

El objetivo del presente artículo es identificar las tecnologías de información y comunicaciones (TICs) implementadas en el sector agroindustrial de Ecuador.

Marco teórico

Ecuador es un país de América del sur, su nombre es dado por la línea imaginaria ecuatorial o ecuador que divide el planeta en dos hemisferios, tiene una población de alrededor de 17 millones de habitantes (INEC, 2022). Agrícola por naturaleza, su suelo fértil lo ha convertido en el primer exportador de banano a nivel mundial. Además, es considerado uno de los principales exportadores de petróleo de la región. Se destacan otros productos de exportación como camarones, cacao y flores.

Las tecnologías de la información y de la comunicación, conocidas como TIC por sus siglas en inglés, se desarrollan a partir de los avances científicos producidos en los ámbitos de la informática y las telecomunicaciones (Carrillo, 2017).

Las TIC son un conjunto de herramientas, dispositivos, sistemas y recursos que se utilizan para adquirir, almacenar, procesar, transmitir y presentar información de manera digital. Estas tecnologías engloban tanto hardware como software, y están diseñadas para facilitar la comunicación, el acceso a la información y la gestión de datos en diversos contextos.

Las TICs engloban un amplio espectro de tecnologías y sistemas, como computadoras, internet, redes de comunicación, software, aplicaciones móviles, dispositivos electrónicos, sistemas de información, entre otros. Su papel en la sociedad moderna es crucial, ya que han transformado la forma en que las personas interactúan, trabajan, se comunican y acceden a la información. (Castells, 2001).

En el ámbito empresarial, las TICs se han convertido en una herramienta imprescindible para mejorar la productividad, gestionar información y facilitar la toma de decisiones. En el campo educativo, las TICs han revolucionado la enseñanza y el aprendizaje, permitiendo el acceso a recursos educativos en línea y el desarrollo de modalidades de aprendizaje a distancia.

Según la división clásica de la actividad económica existen tres sectores de producción: el sector primario, destinado a obtener materias primas de los recursos naturales, como por ejemplo



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

4

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

los alimentos que se consiguen con la agricultura o la pesca; el sector secundario, que se encarga de transformar y procesar estas materias primas para que puedan ser consumidas, utilizando fábricas con maquinaria y tecnologías apropiadas, y, por último, el sector terciario, donde se encuentran todas las actividades relacionadas con los servicios.

Dentro del sector secundario, situamos a la agroindustria, la podemos identificar con todos los procesos de fabricación, es donde la materia prima se transforma en un producto que puede llegar al mercado.

La agroindustria permite que los productos que son perecederos (por ejemplo: leche, carne, aceites, etc.) se puedan almacenar, conservar y distribuir en diferentes formatos y presentaciones.

Según Tórtora (2016), la agroindustria se entiende como el conjunto de actividades económicas y productivas que abarcan la transformación de materias primas agrícolas, ganaderas o forestales en productos elaborados o semielaborados. Estas actividades pueden incluir procesamiento, almacenamiento, distribución y comercialización de productos agropecuarios y agroforestales. La agroindustria juega un papel fundamental en la cadena alimentaria y en el desarrollo económico de muchas regiones.

(FAO, 2013) El sector agroindustrial se define aquí como el subconjunto del sector manufacturero que procesa materias primas y productos intermedios agrícolas, forestales y pesqueros.

La agroindustria es un sector económico clave que desempeña un papel fundamental en la transformación y valorización de los recursos agrícolas, ganaderos y forestales en bienes y productos elaborados. Esta actividad contribuye de manera significativa a la economía del Ecuador y juega un papel crucial en el abastecimiento de alimentos, fibras y materiales para múltiples industrias. Además, la agroindustria es un motor de desarrollo sostenible, ya que puede generar empleo, impulsar la innovación tecnológica y promover la utilización eficiente de recursos naturales.

Uno de los aspectos más destacados de la agroindustria es su aporte a la seguridad alimentaria. La transformación y procesamiento de materias primas agrícolas y ganaderas permiten una mayor durabilidad y disponibilidad de alimentos, reduciendo pérdidas y desperdicios.



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

5

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

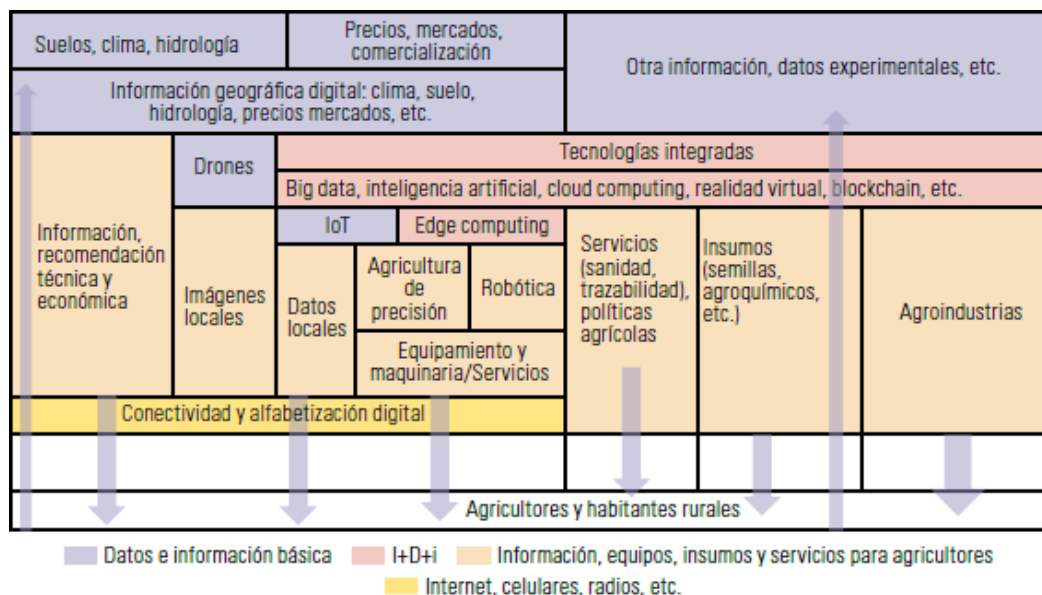
La agroindustria también facilita la distribución de productos agrícolas a nivel nacional y de exportación, lo que ayuda a asegurar que las poblaciones tengan acceso a una variedad de alimentos nutritivos durante todo el año.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación han sabido integrarse con la agricultura para dar respuesta a la necesidad innovadora de la misma, así como a las necesidades del campo. (Rambauth Ibarra, 2022)

La agroindustria es un sector dinámico y en constante evolución. La adopción de nuevas tecnologías y prácticas agrícolas ha aumentado la productividad y eficiencia del sector, permitiendo una producción más sostenible y amigable con el medio ambiente. La aplicación de tecnologías ha optimizado la producción y reducido el impacto ambiental.

Figura 1

Resumen de la participación de las tecnologías digitales en la agricultura



Fuente: Sotomayor (2021) CEPAL



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

Las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC), en el contexto agroindustrial, se refieren a la aplicación y uso de tecnologías digitales para mejorar la producción, gestión y comercialización de productos agrícolas y agroindustriales. Estas tecnologías abarcan una amplia gama de herramientas, dispositivos y aplicaciones que permiten la recopilación, procesamiento y transmisión de datos e información relevante para el sector.

El Banco Mundial en su informe identifica los grandes ámbitos en que las TICs contribuyen en la agroindustria, desde una perspectiva agrícola:

- Incremento de la productividad lo que implica que los productores aumentan sus ingresos.
- Robustecimiento de las instituciones agrícolas producto de la mejora del mercado.
- Mejora considerable de servicios en la agricultura.
- Sinergia de las cadenas de valor agrícolas, regionales y globales
- Mejoramiento de los procesos de producción agroindustriales.
- Los costos de producción son calculados con mayor precisión y en tiempo real.

Además, se pueden agregar las siguientes contribuciones de las TIC en mayor detalle:

- Optimización de la gestión de los negocios agrícolas
- Impulso a la creación de redes y diferentes alianzas estratégicas, con naturalezas y propósitos diferentes.
- Gestión de riesgos del agua y demás recursos naturales.
- Posibilidad de trazabilidad e inocuidad de los alimentos
- Acceso a la información verificada en tiempo real. Estos datos pueden ser agrometeorológicos, de mercado, de políticas, etc.

Desde el punto de vista de la industria alimentaria, por su naturaleza, las áreas que mayor uso hace de las TIC es la comercial y el consumo. Estas tecnologías se aplican cada vez más en la gestión de la cadena de suministro, especialmente en las grandes cadenas minoristas de alimentos; en el suministro de información, no sólo sobre la nutrición y función de los alimentos, sino también en relación con los métodos de producción; en la compra y venta a través del comercio electrónico; en la interacción del producto con el consumidor a través del desarrollo de envases inteligentes, que pueden indicar, entre otras cosas, el mejor momento para consumir un producto como una fruta o verdura; y en la gestión de las reservas alimentarias del país. Los nanosensores y sensores



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

7

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

juegan un papel muy importante en algunas de las aplicaciones mencionadas, sobre todo la enorme contribución de las TIC a la trazabilidad de los productos.

Materiales y métodos

Se ha utilizado una metodología conceptual-descriptiva, a partir de exploración de diferentes fuentes bibliográficas de revisas indexadas y bases de datos científicas.

La investigación es de tipo cualitativa, que permitió encontrar las características y cualidades de las tecnologías implementadas en las empresas agroindustriales.

Para el presente artículo, se aplicaron métodos teóricos y empíricos de investigación. Los primeros permitieron la sistematización teórica de los conceptos estudiados. Mediante el análisis y la síntesis se pudo estudiar a profundidad las mismas, así como el objeto de investigación.

La investigación se realizó durante julio y agosto del año 2023 a partir de contenidos especializados y vigentes en el agro, pertinentes a la tecnología en la agroindustria. Se identificaron bases de datos no uniformes entre sí, de organismos estatales de Ecuador y otros países de América Latina, asimismo de entidades internacionales, que han logrado conceptualizar a la tecnología e innovación en términos teóricos y prácticos en los distintos entornos del sector agroalimentario. Se clasificaron y seleccionaron temas específicos de contenido relevante para los distintos agentes que intervienen en el sector. Los términos empleados para la búsqueda fueron principalmente tecnología, agroindustria, y tecnología agroindustrial en Ecuador.

De la bibliografía revisada, se puede identificar que las tecnologías implementadas actualmente en el sector agroindustrial se enfocan en la denominada Agroindustria 4.0, sus componentes como agricultura de precisión, análisis de datos o big data, Internet de las cosas, biotecnología y bioeconomía.

Los métodos empíricos permitieron el diseño de una entrevista estructurada que se aplicó a gerente de tecnología, superintendente de fábrica y coordinadores de operaciones de una muestra de 3 empresas agroindustriales representativas del Ecuador.



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

8

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

Con la información obtenida de todas estas fuentes, así como con la recolección de información de fuentes secundarias, se pudo realizar un levantamiento de información que sirvió de base para obtener las tecnologías utilizadas en las empresas agroindustriales del Ecuador.

Resultados

Existe una estrecha relación entre la tecnología y el progreso de las naciones, y el campo agrícola no es la excepción, justo en ese pequeño espacio entre la conversión de los alimentos y su cultivo es donde nace la agroindustria.

En los países industrializados, la agricultura y la agroindustria están tecnológicamente desarrolladas a la par que las demás ramas de la industrial (Valenzuela, 2021).

Quevedo (2013), indica que uno de los componentes importantes de la agroindustria es el factor tecnológico pues es mediante este que se logra desarrollar un proceso que desplaza la producción tradicional campesina e introduce la maquinaria como motor de la producción agraria y de transformación de la producción, además instrumentaliza el conocimiento científico para aumentar la rentabilidad de los cultivos.

Según Valenzuela (2021), No hay una tecnología única, sino varias que permiten llegar a un mismo objetivo (producto) variando los factores de producción, principalmente el capital (maquinaria) y el trabajo (mano de obra).

Para Odepa (2010) las nuevas tecnologías de procesamiento apuntan a mejorar la calidad de las manufacturas agroindustriales, reducir energías y residuos, y generar nuevos productos, todo ello con el objetivo de mejorar el factor de competitividad del sector y lograr un diferenciador en el mercado.

Sachón (2018) dice que líderes industriales y sectores enteros se enfrentarán a nuevos retos competitivos y correrán el riesgo de verse afectados por la disrupción. Según Quevedo (2013), la innovación tecnológica y la aplicación de la ciencia agraria permiten que en el campo se generen condiciones para su modernización; en este contexto, la agroindustria es el resultado de un mayor nivel de inversión en tecnología y de las ventajas comparativas del territorio en el cual se asienta, como condiciones climáticas, salarios, legislaciones, etc.



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

9

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

El trabajo coordinado de los distintos entes gubernamentales es clave, de la cooperación entre el Ministerio de producción, comercio exterior, inversiones y pesca, sector privado, sociedad civil, cooperación internacional y el apoyo del CONGOPE, surgió una estrategia que se basa en tres ejes principales: integración productiva sostenible; desarrollo territorial competitivo; y, entorno favorable; cada uno de estos ejes incidirá directamente en la búsqueda de una mejora competitiva a partir de la eficiente utilización de recursos, en promover el uso de tierras desperdiciadas para generar ventajas competitivas, y sin afectar el medio ambiente, promoviendo condiciones para el desarrollo sostenible de los agronegocios.

Para las empresas ecuatorianas es primordial implementar estrategias de este tipo, que fortalezcan cadenas de valor sostenibles y así lograr competitividad sistémica; De esta forma, y aprovechando las ventajas territoriales del país, se pueden personalizar los productos a los requerimientos de los mercados más diversos y exigentes del mundo.

En el año 2050, la demanda mundial de alimentos se duplicará, impulsada por el crecimiento previsto de la población y de la economía que sacará de la pobreza a los consumidores de bajos ingresos. (Da Silva, 2013) Esto nos marca a la agroindustria como una fuente de ingresos para la sociedad.

La nutrición es una de las ramas de la ciencia que impulsa el desarrollo tecnológico. Se debe entender la estrecha relación que existe entre la psicología y la fisiología humana y los alimentos y bebidas.

Según Da Silva (2013) los aspectos más importantes de esta relación son:

- Comprensión de la estructura de los alimentos y su influencia en la nutrición y fisiología humana.
- Función de los constituyentes de los alimentos y viscosidad de los alimentos en la ingesta energética.
- Producción, formulación y separación de componentes bioactivos y el efecto de los mecanismos de procesamiento y de ejecución en la biodisponibilidad como parte de una dieta normal.

Valenzuela (2021), indica que como la agroindustria ha experimentado avances notables en cuanto a la tecnología de su maquinaria procesadora, tanto en lo relativo a la capacidad de procesamiento como en la diversidad de productos que se pueden procesar, cuando se escucha de



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

10

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

tecnología agroindustrial se suele estar refiriendo al grado de modernidad tecnológica de la planta o maquinaria. Aunque esto último no sea específicamente correcto por el carácter más amplio que puede tener el concepto de tecnología, según lo señalado antes, en las principales empresas de la agroindustria es su tecnología de procesamiento la que determina, previa estimación de la demanda nacional y extranjera, las necesidades de las distintas materias primas y de la mano de obra especializada en las áreas, trátase de ejecutivos, administrativos y operativos.

En la agroindustria, se utilizan diversas tecnologías para mejorar la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad de las actividades agrícolas y agroalimentarias.

Al conjunto de tecnologías que se centran en la digitalización de los procesos agrícolas para mejorar la eficiencia, la sostenibilidad y la rentabilidad se lo denominada Agro 4.0, esta innovación está compuesta de equipos (hardware), software y sistemas que mejoran cada una de las fases del proceso productivo agrícola, haciéndolo más rápido, económico y sostenible.

De acuerdo con Berger (2019), la agricultura de precisión involucra un conjunto de estrategias de manejo orientadas hacia un uso más eficiente de los recursos y por tanto contribuye a una intensificación sostenible.

Según Basco (2018), la fase de la cuarta revolución industrial es la fase de la digitalización del sector manufacturero y está impulsado por el aumento de los volúmenes de datos, el rendimiento de los sistemas computacionales y la conectividad.

Muchas de las tecnologías que hoy forman parte de la industria 4.0, ya existían, pero ahora convergen de forma que generan disrupciones significativas.

En la siguiente imagen podemos observar los pilares tecnológicos de la industria 4.0:



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

11

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

Figura 2

Pilares tecnológicos de la industria 4.0



Fuente: AMETIC

Algunas de las tecnologías más comunes utilizadas en la agroindustria incluyen:

- Agricultura de precisión: Utiliza tecnologías de información geográfica (GIS), sensores remotos y sistemas de posicionamiento global (GPS) para recopilar datos sobre el suelo, el clima y los cultivos. Esto permite una gestión más precisa de insumos agrícolas como agua, fertilizantes y pesticidas, reduciendo costos y minimizando el impacto ambiental.
- Drones: Se utilizan para monitorear cultivos, identificar áreas con problemas, mapear terrenos y aplicar productos fitosanitarios de manera más precisa.

Estos dispositivos son utilizados para sobrevolar los campos de cultivos. Generalmente, están equipados con diversos sensores que les permiten recopilar datos. Una de las formas más comunes de utilizarlos es con una cámara de alta resolución. Asimismo, se pueden obtener imágenes de los campos desde el aire, de las cuales se pueden extraer diversos datos como la fertilidad de la tierra o el crecimiento de los cultivos.



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

12

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

- **Sensores y monitoreo inteligente:** Los sensores de humedad del suelo, temperatura, humedad relativa, etc., se utilizan para recopilar datos en tiempo real sobre las condiciones ambientales y el estado de los cultivos.

Los distintos sensores permiten obtener información sobre la temperatura, el suelo o la humedad. Con estos datos es posible saber las necesidades que pueden tener los cultivos en cada momento y tomar las medidas adecuadas. Un ejemplo sería conocer la cantidad de fertilizante adecuada para cada cultivo. De esta forma se logra optimización de los recursos.

- **Automatización y robótica:** Se implementan robots y maquinaria autónoma para tareas como siembra, cosecha, riego y clasificación de productos agrícolas, lo que reduce la dependencia de mano de obra humana y mejora la eficiencia.

Al igual que en la industria, mediante el uso de brazos robóticos o de vehículos autónomos en la agricultura 4.0, es posible, automatizar la realización de diversas tareas de mantenimiento de los campos o el estado de los cultivos usando sensores, y tomar las medidas necesarias.

- **Internet de las cosas (IoT):** Conecta diversos dispositivos y maquinaria agrícola a través de internet, permitiendo la recopilación y análisis de datos en tiempo real, lo que facilita la toma de decisiones basadas en datos.
- **Biotechnología:** Se emplean técnicas de ingeniería genética para desarrollar cultivos resistentes a plagas y enfermedades, con mayor rendimiento y calidad, y adaptados a condiciones específicas.

Bruzzone (2008) menciona las ventajas de las aplicaciones biotecnológicas en el campo agrícola, por ejemplo, la siembra directa, que ha demostrado ser una técnica sustentable que generara aprovechamiento y rentabilidad de todos los recursos que conllevan a un mayor nivel de ingresos para el productor.

- **Sistemas de riego inteligente:** Utilizan tecnologías como el riego por goteo o la aspersión controlada para optimizar el uso del agua en la agricultura.
- **Análisis de datos y big data:** Permite el análisis de grandes cantidades de información agrícola, facilitando la toma de decisiones basadas en datos y la identificación de patrones y tendencias.



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

13

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

Con la información recopilada se pueden realizar análisis que permitan conocer las necesidades actuales del cultivo o realizar predicciones de problemas que puedan surgir, por ejemplo, plagas y se pueden tomar medidas y así no afecten a la producción.

- Tecnología de conservación y procesamiento de alimentos: Incluye técnicas como la refrigeración, la congelación, la liofilización y el envasado al vacío, que ayudan a conservar los alimentos y extender su vida útil.
- Energías renovables: Se emplean fuentes de energía renovable, como paneles solares o biogás, para reducir el consumo de energía y las emisiones de carbono en la agroindustria.

Estas tecnologías están transformando la agroindustria, permitiendo una producción más eficiente, sostenible y competitiva en el contexto actual. Además, el avance tecnológico continuo seguirá generando nuevas oportunidades para mejorar el sector agrícola y alimentario en el futuro.

Discusión de Resultados

El concepto de Industria 4.0 tiene un poco más de 10 años, desde su presentación en Hannover ha ganado mucho protagonismo en muy poco tiempo.

En cuanto a sistemas de integración, las agroindustrias ecuatorianas cuentan con estas soluciones implementadas, la mayoría hace más de 10 años, obteniendo resultados favorables y optimizando la obtención de costos y favoreciendo el control de operación. Además, tienen previsto actualizar o mejorar las aplicaciones actuales en los próximos años.

En el mundo de la agroindustrial la tendencia es desarrollar la automatización de los procesos productivos usando máquinas y sistemas autónomos. La agroindustria local sigue trabajando arduamente en esta actividad, tiene avances significativos, aunque aún hay mucho camino por recorrer.

Existen agroindustrias que automatizaron completamente sus procesos de cosecha, otra que ha avanzado más del 60% de su fábrica y envasado, pero otros procesos, sobre todo del tipo netamente agrícola, como siembra, riego, fumigación o roza son exclusivamente de dominio humano.



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

14

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

Uno de los pilares más usados por la agroindustria ecuatoriana es el cloud computing o computación en la nube. De los entrevistados todos afirmaron contar con, al menos, un servicio o sistema en la nube, sea ésta pública o privada. Además, más de la mitad tienen implementado su sistema de producción o core del negocio en alguna nube.

Además, todos cuentan con servicio de colaboración en la nube, el más utilizado es office 365 y en segundo lugar Google Workspace. También comentan que las herramientas de mensajería instantánea y reuniones virtuales son las más utilizadas de todo el paquete.

Las tecnologías de inteligencia artificial (IA), como el aprendizaje automático, la visión por computadora y el análisis de datos, son sumamente importantes para superar muchos desafíos, lo que permite a la agroindustria y las partes interesadas utilizar información basada en datos y tomar las mejores decisiones para optimizar los recursos.

La big data o análisis de grandes datos es una tarea pendiente de todas las empresas agroindustriales de Ecuador, están conscientes que están recopilando una gran cantidad de información, pero aún no poseen algún proyecto que implemente esta tecnología. Se cuenta con un gran potencial por la cantidad de máquinas, equipos, sensores, cámaras, cosechadoras y otros dispositivos que forman parte de internet de las cosas pero aún no están siendo aprovechados para el respectivo análisis y obtención de resultados que generan alguna ventaja competitiva o mejora a los diferentes procesos.

La integración de la IA en la agricultura le permite recolectar y analizar enormes cantidades de datos de fuentes variadas, como las condiciones del clima, las estructuras y condiciones del suelo, el estado de salud de las plantas y los datos históricos del campo o de las ventas. Uno de los beneficios significativos de la IA en la agroindustria es la automatización de tareas repetitivas mediante el uso de maquinaria inteligente y robótica, lo que ayuda con el problema de la escasez de mano de obra y permite que la industria se centre en la planificación estratégica.

Lamentablemente esta tecnología no se está aplicando en la agroindustria ecuatoriana, se conoce sobre el tema, se tiene mucho interés y aseguran que será beneficioso para el sector, pero no se tiene planes concretos para implementarla en el corto plazo.

Otras tecnologías que no han sido implementadas son realidad aumentada, simulación de entornos virtuales y manufactura aditiva.



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

15

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

La ciberseguridad se ha convertido en una necesidad de todas las empresas sin diferenciar sector, tamaño o giro del negocio. Las empresas del sector agroindustrial consultadas han tomado medidas de seguridad y dos tercios cuentan con un área de seguridad de la información y cuentan con planes concretos de implementación de seguridad de información como programas de concientización, SOC, SIEM o servicios gestionados.

Conclusiones

La agroindustria ecuatoriana se encuentra en desarrollo continuo y se ve en la necesidad de implementar tecnología para optimizar sus procesos de producción y disminuir sus costos operativos, esto para mantener la competitividad interna y poder cumplir con las cuotas internacionales conseguidas.

Los sistemas integrados, el cloud computing, las soluciones móviles, la automatización de los procesos productivos y la geolocalización son las tecnologías que más se encuentran implementadas en la agroindustria ecuatoriana.

Los altos costos de las soluciones de agro 4.0 y la falta de profesionales locales especializados con formación en el área hace que la tarea de implementar la tecnología mencionada en las industrias nacionales sea un verdadero reto.

Además, se debe tener en cuenta que las empresas con experiencias en este tipo de implementaciones se encuentran fuera del territorio nacional, por lo que traer el personal para un despliegue local hace que el costo del proyecto se incremente considerablemente, entre pasajes, estadía, viáticos y otros costos adicionales.

El soporte del fabricante es otro de los factores que se debe tomar en cuenta, gracias a las tecnologías de la información se puede realizar de forma remota, lo cual presenta una pequeña ventaja actualmente, aunque no siempre se lo puede ejecutar de manera virtual y se incurre nuevamente en los costos detallados anteriormente.

La agroindustria seguirá evolucionando en el futuro, obligada por distintos factores, desde el desarrollo de la ciencia, la tendencia de consumo y las necesidades del ser humano. Por lo que se menciona los impulsores de la tecnología agroindustrial en el futuro:



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

16

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

- Salud y bienestar: Contribuir a la prevención de enfermedades y un envejecimiento más digno.
- Sostenibilidad: Optimizar el uso de recursos para minimizar los desechos y el consumo de energía.
- Inocuidad: La garantía de que los alimentos que consumimos son seguros y no representan un riesgo para la salud humana.
- Competitividad: Eficiencia en la producción y costos. Los productos deben satisfacer las necesidades del mercado.
- Normativas generales de control alimentario.

El apoyo gubernamental es ineludible para el desarrollo de la agroindustria. No se trata solamente de incentivos monetarios únicos (aunque tampoco se los debe descartar), sino de crear políticas públicas que fomenten la implementación de tecnología en los agros garantizando la demanda alimentaria del mercado local y los miles de plazas de trabajo que genera este sector productivo en el país.

Se necesita una mayor inversión en las Startups de Agrotech a nivel nacional. Este tipo de empresas impulsan de manera significativa la aplicación y difusión de las tecnologías a costos razonables, además generan experiencia en las diferentes entidades donde implementan tecnología, diversifican el mercado y brindan soluciones innovadoras.

Muchas de las tecnologías que hoy forman parte de la agroindustria 4.0 ya existían (y son usadas) y eran desarrolladas mucho antes de que exista este término, pero la convergencia de éstas y la aplicación en un campo poco explotado como la agricultura son las que han generado esta disrupción.

Coincidió con Sachón (2018), que afirma que cuando esté plenamente desarrollada, la industria 4.0 promete ofrecer sistemas de producción reconfigurables y herramientas, máquinas, instalaciones y productos capaces de comunicarse entre sí y con los trabajadores. Es un hecho que la agroindustria crecerá de forma exponencial y nos brindará mejores productos, más sanos y amigables con el medio ambiente.

La agrointeligencia artificial se convertirá en el pilar fundamental de la industria debido a su facilidad de integración con artefactos y máquinas agrícolas. Para el 2032 se espera



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

17

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

que alcance los 11130 millones de dólares y dominará el mercado en la etapa de pronóstico, la gran cantidad de datos creados y almacenados en la nube, junto con el uso de herramientas analíticas (big data), ayudan a identificar inconvenientes y administrar de mejor forma la agroindustria.

La agroindustria es uno de los negocios de primera línea (ya lo vivimos en la última pandemia) y que son esenciales para la vida humana por lo que debe ir a la par con el avance de la ciencia y tecnología, el Ecuador no debe estar ajeno a este cambio de paradigma global, por lo que es necesario que implemente tecnología en sus procesos agroindustriales para garantizar la seguridad alimentaria de su población.

Referencias bibliográficas

- Agro 4.0: la tecnología a favor de la agroindustria.* (s/f). Thomsonreutersmexico.com. Recuperado el 4 de agosto de 2023, de <https://www.thomsonreutersmexico.com/es-mx/soluciones-de-comercio-exterior/blog-comercio-exterior/agro-4-0-la-tecnologia-a-favor-de-la-agroindustria>
- Arce Quesada, S. (2019). La innovación agroindustrial: componentes, tendencias y acciones. *e-Agronegocios*, 6(1), 25–37. <https://doi.org/10.18845/rea.v6i1.4938>
- Barrero, J. M. (2023, agosto 1). *Cuáles son las 5 innovaciones esenciales que están cambiando al agro.* Forbes Argentina. <https://www.forbesargentina.com/innovacion/una-empresa-familia-mujer-celulas-inmortales-revolucionaron-medicina-llegaron-acuerdo-despues-decadas-n38166>
- Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garnero, P. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el Futuro.* Inter-American Development Bank.
- Camila Andrea, R. B., & Riveros Rey, C. E. (2023). *Estado del arte: aplicaciones de la agricultura 4.0.* <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/4678>
- Cardona, C. A. (2012). *Estado de la agroindustria y las TIC en las instituciones educativas del municipio de Pereira.*
- Carpio Santos, L. K. (2018). El uso de la tecnología en la agricultura. *Pro Sciences*, 2(14), 25–32. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol2iss14.2018pp25-32>
- Carrillo, M. (2017, agosto 29). *Agricultura y Cambio climático: El uso de las TIC en la nueva agricultura.* Blueberries Consulting. <https://blueberriesconsulting.com/agricultura-cambio-climatico-uso-las-tic-la-nueva-agricultura/>



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

18

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2013). *Agroindustrias Para El Desarrollo*. Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Grupo Calero. (2020, septiembre 21). *Concepto de Agroindustria*. Calero Group. <https://www.calero-group.com/concepto-de-agroindustria/>
- Melgar, M. (2018). Agricultura digital o Agricultura 4.0. *Sugar Journal (USA)*, 81(5), 33–37.
- Pérez-Foguet, A. (2006). *Tecnologías de producción y agroindustria para el desarrollo*. Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteres,.
- Rambauth Ibarra, G. E. (2022). Agricultura de Precisión: La integración de las TIC en la producción Agrícola. *Computer and Electronic Sciences: Theory and Applications*, 3(1), 34–38. <https://doi.org/10.17981/cesta.03.01.2022.04>
- Ramírez, T. Q. (2013). *AGROINDUSTRIA Y CONCENTRACIÓN DE LA PROPIEDAD DE LA TIERRA*.
- Sachon, M. (2018). Los pilares de la industria 4.0. *Revista de Antiguos Alumnos del IESE*, 148.
- Sandra. (2021, octubre 5). *Agricultura 4.0. Nuevas tecnologías en la agricultura*. ATRIA Innovation. <https://www.atriainnovation.com/agricultura-4-0-nuevas-tecnologias-en-la-agricultura/>
- Sotomayor Echenique, O., Ramírez, E., Martínez, H., Europea, U., & FAO. (2021). *Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/46965>
- Tortora, M., & Farías, P. (2016). *Manual de Agroindustria: alimentos, fibras y energía*. Editorial Alsina.
- Valenzuela Silva, L. A. (2021). *TECNOLOGÍA Y AGROINDUSTRIA. Trilogía (Santiago)*, Universidad Tecnológica Metropolitana.
- Vega Abad, C. R., & Castillo Ortega, Y. (2022). El proceso de producción agroindustrial en el cantón La Troncal. Una propuesta de mejora desde las tecnologías emergentes. *Pro Sciences*, 6(45), 328–344. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol6iss45.2022pp328-344>



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

19

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>