



Sistema de innovación agroindustrial que promueve el desarrollo económico sostenible

Agroindustrial innovation system that promotes sustainable economic development

Sistema de inovação agroindustrial que promove o desenvolvimento econômico sustentável

Darío Javier García-Camacho ^I
dario.camacho@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0002-6616-3016>

Rosa Isabel Subiaga-Delgado ^{II}
rosa.subiaga@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-4089-4534>

Pablo José Morcillo-Valencia ^{III}
pablo.morcillo.valencia@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8471-745X>

Sabrina Sofía Reina-Tello ^{IV}
sabrina.reina.tello@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0006-0117-627X>

Correspondencia: dario.camacho@utelvt.edu.ec

Ciencias Económicas y Empresariales
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de abril de 2024 * **Aceptado:** 01 de mayo de 2024 * **Publicado:** 12 de junio de 2024

- I. Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Magíster en Administración y Dirección de Empresas Mención en Logística Empresarial, Ingeniero en Comercio Exterior, Ecuador.
- II. Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Magíster en Administración de Empresas Mención Planeación, Ingeniero Comercial, Ecuador.
- III. Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ingeniero Químico, Máster Universitario en Ciencia y Tecnología Química en la Especialidad en Química Inorgánica e Ingeniería Química, Ecuador.
- IV. Estudiante de la Carrera de Ingeniería Química en la Facultad de Ingenierías de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador.

Resumen

El objetivo de este ensayo fue describir los sistemas de innovación agroindustrial y el desarrollo económico sustentable en Ecuador a través de la revisión de la literatura, artículos de investigación, portales internacionales en la materia y organismos institucionales inherentes al estudio. Se ha encontrado que, En el sector agroindustrial en Ecuador, la implementación de la digitalización agroindustrial 3.0, 4.0 y 5.0 puede mejorar la eficiencia, la calidad y la sostenibilidad de la producción, así como reducir los costos y aumentar la competitividad. Sin embargo, también presenta desafíos, como la necesidad de adaptar la infraestructura y la capacitación de los trabajadores a las nuevas tecnologías La implementación de fuentes de energía renovables es un aspecto importante de la economía circular en Ecuador que puede contribuir tanto a la sostenibilidad ambiental como al desarrollo social. Al reducir la dependencia de recursos no renovables y promover el uso de fuentes de energía limpias como la solar y la eólica, en Ecuador se puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y promover un sistema energético más sostenible. Esto también puede tener repercusiones sociales positivas al crear oportunidades de empleo en el sector de las energías renovables y reducir los costes energéticos para los hogares y las empresas y con ello acercarse a la sostenibilidad medioambiental.

Palabras clave: Agroindustria; Digitalización agroindustrial; Economía circular.

Abstract

The objective of this essay was to describe agroindustrial innovation systems and sustainable economic development in Ecuador through a review of the literature, research articles, international portals on the subject and institutional organizations inherent to the study. It has been found that, In the agroindustrial sector in Ecuador, the implementation of agroindustrial digitalization 3.0, 4.0 and 5.0 can improve the efficiency, quality and sustainability of production, as well as reduce costs and increase competitiveness. However, it also presents challenges, such as the need to adapt infrastructure and worker training to new technologies. The implementation of renewable energy sources is an important aspect of the circular economy in Ecuador that can contribute to both environmental and to social development. By reducing dependence on non-renewable resources and promoting the use of clean energy sources such as solar and wind, Ecuador can reduce greenhouse gas emissions and promote a more sustainable energy system. This can also have

positive social impacts by creating employment opportunities in the renewable energy sector and reducing energy costs for households and businesses, thereby moving closer to environmental sustainability.

Keywords: Agroindustry; Agroindustrial digitalization; Circular economy.

Resumo

O objetivo deste ensaio foi descrever os sistemas de inovação agroindustrial e o desenvolvimento econômico sustentável no Equador através de uma revisão da literatura, artigos de pesquisa, portais internacionais sobre o tema e organizações institucionais inerentes ao estudo. Verificou-se que, no setor agroindustrial do Equador, a implementação da digitalização agroindustrial 3.0, 4.0 e 5.0 pode melhorar a eficiência, qualidade e sustentabilidade da produção, bem como reduzir custos e aumentar a competitividade. No entanto, também apresenta desafios, como a necessidade de adaptar a infraestrutura e a formação dos trabalhadores às novas tecnologias. A implementação de fontes de energia renováveis é um aspecto importante da economia circular no Equador que pode contribuir para o desenvolvimento ambiental e social. Ao reduzir a dependência de recursos não renováveis e promover a utilização de fontes de energia limpa, como a solar e a eólica, o Equador pode reduzir as emissões de gases com efeito de estufa e promover um sistema energético mais sustentável. Isto também pode ter impactos sociais positivos, criando oportunidades de emprego no setor das energias renováveis e reduzindo os custos energéticos para as famílias e as empresas, aproximando-se assim da sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: Agroindústria; Digitalização agroindustrial; Economia circular.

Introducción

La alimentación y la agricultura se encuentran en la actualidad en una encrucijada. Si se revisa el pasado se verá que, a lo largo de las últimas décadas, la producción agrícola ha mejorado notoriamente a la hora de cubrir las necesidades alimentarias de una población mundial en crecimiento.

Sin embargo, el progreso a menudo ha venido acompañado de consecuencias sociales y medioambientales, como la escasez de agua, la degradación del suelo, presiones sobre los ecosistemas, la pérdida de biodiversidad, la disminución de la población de peces y bosques y unos altos niveles de emisiones de gases de efecto invernadero. El potencial productivo de la base de

recursos naturales ha sufrido daños en muchos lugares del mundo y esto ha puesto en entredicho la fertilidad del planeta.

Por otra parte, la importancia de la alimentación y los sistemas agroalimentarios son tan necesarios que constituyen la base incluso para la vida de la humanidad. Es así como en 2022, se estimó en situación de hambre alrededor de 800 millones de personas, lo que significa que su alimentación diaria no les aportó la energía necesaria para funcionar y desarrollarse de manera adecuada. En el mismo año, 2400 millones de habitantes en el mundo sufrieron de inseguridad alimentaria y nutricional (inSAN) moderada o grave y 3100 millones de personas no tuvieron la posibilidad de optar a una dieta saludable, es decir, que su alimentación no les aportó las vitaminas y minerales que el organismo necesita para funcionar de manera óptima y gozar de buena salud, además de no consumir alimentos, uno o varios tiempos de comida, siendo un mayor porcentaje de personas afectadas, aquellas que viven en el área rural (FAO, IFAD, PAHO, WFP, UNICEF, 2023). Se calcula que, en 2050, la población del planeta será de 10 000 millones de personas. Para alimentarlos a todos habrá que ir más allá de producir más con menos. La calidad y la diversidad serán la piedra angular que permitirá vincular la productividad y la sostenibilidad, y atajar las necesidades de la población.

En tal sentido, la visión de la FAO en favor de una alimentación y una agricultura sostenibles se basa en que los alimentos son nutritivos y accesibles para todos y en que los recursos naturales se gestionan de tal forma que se preservan las funciones de los ecosistemas para responder a las necesidades humanas del presente y el futuro. Conforme a esta visión, los agricultores, pastores, pescadores, técnicos forestales y otros habitantes de zonas rurales se hacen escuchar, se benefician del desarrollo económico y gozan de un empleo decente. Los hombres y las mujeres de zonas rurales viven seguros, controlan sus modos de vida y tienen acceso equitativo a los recursos, que usan de manera eficiente (FAO, PMA, UNICEF, OMS, IFAD, 2021).

Para alcanzar lo anterior se tiene que la tecnología agrícola, también conocida como “agritech”, hace más eficaz y cómodo el trabajo en el campo. Cada año surgen nuevas innovaciones agrícolas y, en ocasiones, tecnologías revolucionarias. A medida que la industria sigue modernizándose y creciendo, cada vez es más importante que los asesores agrícolas, productores de alimentos y gestores tecnológicos estén al día respecto a la más alta tecnología agrícola. Además, se considera que abarca una amplia gama de disciplinas y dispositivos que mejoran la producción agrícola. La tecnología agrícola incluye vehículos, robótica, ordenadores, satélites, drones, dispositivos móviles

y software. El uso de la tecnología de análisis de macrodatos e inteligencia artificial (IA) en la agricultura es también un ejemplo de cómo el sector agrícola se está adoptando los avances tecnológicos. Es decir, los cambios en la agricultura y la gestión del campo durante las últimas décadas han sido revolucionarios. El empleo de nuevas tecnologías agrícolas y de vanguardia en la agricultura puede atribuirse gran parte del éxito reciente en la mejora de la gestión y el aumento de las cosechas.

En relación al desarrollo económico se tiene que, la era digital ha marcado la revolución de las formas de hacer negocio, la lucha contra la brecha tecnológica entre los distintos sectores de las economías ha cobrado importancia, pues en su reducción se fundamenta la inclusión de nuevos consumidores a los mercados que estas abren vertiginosamente, además, constituyen un bastión para la preservación del medio ambiente. En este proceso de cambio, es indispensable voltear la mirada hacia un modelo alternativo que modifique la forma tradicional de producir, regresando a la naturaleza los nutrientes necesarios para su recuperación, así mismo, proveer al proceso de industrialización de nutrientes técnicos provenientes del reciclaje. Es tiempo de velar por un proceso productivo sustentable, tal como lo expresa (OEA, 2022).

Contextualizando esta temática, para Armas, (2023) el sector agroindustrial es una importante arista dentro del proceso de desarrollo de la economía en Ecuador que aprovecha la abundancia productiva primaria y la transforma en bienes que poseen un mayor valor agregado.

Esta situación de aprovechamiento del sector rural según (Registro Oficial Ecuador, 2021) se vio agravada en las dos últimas décadas del siglo pasado, cuando se priorizó la sustitución de importaciones y se invirtió en la “modernización” del campo, aplicando políticas de desarrollo rural complementarias a las necesidades de la industria. Se asumieron y universalizaron los patrones de producción derivados de la “revolución verde” para impulsar, casi a cualquier costo, el crecimiento productivo, sin considerar el impacto en el ambiente, ni la conservación del suelo o el agua. Las políticas se concretaron generalmente mediante programas sectoriales calificados como de “lucha” contra la pobreza rural, apoyando principalmente a los pequeños agricultores y campesinos con posibilidades de vincularse a las cadenas productivas, siguiendo lineamientos establecidos por los organismos multilaterales.

Este desarrollo rural propuesto (Consejo Nacional de Planificación, 2021) requiere de un enfoque integral, lo que implica reconocer las particularidades de estos territorios, como el vínculo íntimo entre sus habitantes y el uso y manejo de los recursos naturales circundantes, lo que determina la

existencia de diversas actividades económicas, complementarias e interrelacionadas. En este marco la integralidad del desarrollo rural debe propender a dinamizar los múltiples territorios para generar condiciones para una vida digna armónica, integrando las innovaciones tecnológicas con las prácticas, costumbres y saberes locales. Esto implica que se debe fomentar la producción nacional con responsabilidad social y ambiental, promoviendo el manejo eficiente de los recursos naturales y el uso de tecnologías duraderas y ambientalmente limpias, para garantizar el abastecimiento de bienes y servicios de calidad.

En este ensayo se describirán los sistemas de innovación agroindustrial y el desarrollo económico sustentable a través de la revisión de la literatura, artículos de investigación, portales internacionales en la materia y organismos institucionales inherentes al estudio.

Desarrollo

El actual ambiente competitivo de los mercados se determina por la continua globalización que crea cambios en el funcionamiento de la producción y procesamiento de la industria, el cual es un factor importante en la toma de decisiones de países y organizaciones, que están en constante evolución (Moro, y otros, 2023). El sector agroindustrial ha sido por años la columna vertebral de la economía en países en desarrollo, y un fuerte demandante de mano de obra calificada y no calificada. Su contribución a otros sectores, da como resultado una expansión industrial y crecimiento prolongado, en el suministro de materia prima y demanda de diversos productos (Hollas, y otros, 2023).

La agroindustria es la actividad económica que añade valor a la materia prima que procede del sector agropecuario por medio de procesos de transformación o preparación para uso alimentario y no alimentario. En efecto, genera estrechas relaciones con los eslabones de la cadena de suministro, la creación de empleo, demanda de productos de otras industrias y provoca un impacto característico en el desarrollo económico (Bertha, 2020). Este sector se considera como una de las mejores herramientas para reducir la pobreza en las comunidades, suministrar empleos en la región e intensificar la competitividad (Jurburg & Álvaro, 2019).

La agroindustria implica la producción y venta de productos agrícolas utilizando técnicas que combinan la labor manual y la maquinaria, con el objetivo de maximizar la rentabilidad en un período de tiempo más corto. Según Farooq, Riaz, Abid, Umer, & Zikria, (2020) el incremento en la demanda de soluciones innovadoras en la agricultura, con el propósito de optimizar la eficacia y

cuantía de los alimentos, ha generado una mayor necesidad de industrialización e intensificación en este ámbito.

No obstante, la adopción de la tecnología en la mecanización puede ser lenta en general, y puede haber rezagos sustanciales en la adopción las mismas. Esto se debe a que la adopción de nuevas tecnologías a menudo se necesitan transformaciones importantes en la forma en que se produce y organiza la producción, lo que puede ser costoso y llevar mucho tiempo (Juhász, Squicciarini, & Voigtländer, 2020). Adicionalmente, puede haber otros factores que frenen la adopción de nuevas tecnologías, como la falta de acceso al crédito o la información, o la resistencia de los trabajadores u otros actores involucrados.

No obstante, este sector no ha aplicado todo el potencial de crecimiento prologando, y así carece de implementar nuevas tecnologías, alto desarrollo de productos y organización en toda la cadena productiva (Dal Moro, Pauli, & Carmo, 2023). Si bien es cierto, el mundo se encuentra en constante evolución y los adelantos tecnológicos suponen un avance en la gestión empresarial, logrando innovación en los sistemas que determinan participar y crecer económicamente; hoy día la ejecución de herramientas tecnológicas se ha convertido en un instrumento principal para el diseño, producción y comercialización de bienes y servicios en diferentes sectores de la economía, particularmente en la agroindustria.

En atención a lo anterior, los Gobiernos deben considerar tanto la investigación como la transferencia de tecnología de los sectores público y privado para fortalecer su sistema general de innovación. Reorientar el actual respaldo público a la agricultura constituye una oportunidad valiosa de revitalizar los sistemas públicos de investigación agrícola, invertir en educación superior con orientación agrícola y crear las condiciones apropiadas para aprovechar las tareas de investigación y desarrollo del sector privado. A su vez, el sector privado puede promover un acceso más rápido a nuevas tecnologías para los agricultores (Friedman, 2022).

En los países desarrollados, las empresas privadas contribuyen aproximadamente con la mitad del gasto total en investigación y desarrollo dirigido a las necesidades de los agricultores, y en las grandes economías emergentes, como China, India y Brasil, aportan nada menos que una cuarta parte del gasto. Algunas de las herramientas normativas para alentar una mayor participación privada en forma de investigación y desarrollo en la agricultura son: reducir las limitaciones a la participación en el mercado, alentar la competencia, eliminar las regulaciones onerosas y reforzar los derechos de propiedad intelectual (Banco Mundial, 2020).

Es importante considerar que la (FAO, 2024) menciona cinco principios importantes para una alimentación y agricultura sostenible, entre los que se encuentran:

1. Aumentar la productividad, el empleo y el valor añadido en los sistemas de alimentación.
2. Proteger e impulsar los recursos naturales.
3. Mejorar los medios de subsistencia y fomentar el crecimiento económico sostenible.
4. Potenciar la resiliencia de las personas, de las comunidades y de los ecosistemas.
5. Adaptar la gobernanza a los nuevos retos.

Además de lo antes presentado, señala que existen enfoques, prácticas, políticas y herramientas que interrelacionan varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que integran las tres dimensiones del desarrollo sostenible: el crecimiento económico, la inclusión social y la protección del medio ambiente y que implican la participación y las alianzas entre los distintos actores.

Ahora bien, se ha encontrado en la literatura referencias sobre los sistemas de innovación agroindustriales, tal es el caso de la Eco-innovación en la agroindustria, la cual consiste en una nueva estrategia de negocios que incorpora la sostenibilidad en todas las operaciones bajo un enfoque de ciclo de vida y cooperación a través de la cadena de valor. Implica un conjunto coordinado de modificaciones o nuevas soluciones de productos, servicios, procesos, enfoques de mercado y estructuras organizativas que conducen a un mejor rendimiento y un aumento de la competitividad de la empresa (Arce, 2020).

Por lo tanto, las innovaciones que se desarrollen con el objetivo de optimizar el sector agrario y el desarrollo socioeconómico deben ser compuestas de forma que procuren armonía entre los diferentes espacios. La obtención de ese equilibrio no es tarea sencilla y explica en parte la razón por lo cual muchas innovaciones implementadas en el sector agrícola y pecuario fracasan, ya que la mayoría de ellas buscan maximizar la productividad del sector, pero dejan de lado el campo social, ecológico y cultural (Melendez, 2023).

Por otra parte, se encuentra la implantación de sistemas inteligentes de recogida de residuos, mediante geolocalización y sensorización de contenedores para medición de nivel y detección de materiales, permitirán una recogida más eficiente. Esto se logra a través de innovaciones como la Agricultura De Precisión, agricultura inteligente o Agricultura 3.0, surgió de la necesidad de controlar y gestionar de forma más eficiente todos los insumos que intervienen en la producción de cultivos. La búsqueda de la agricultura de precisión y la tecnología agrícola asociada a ella ha llevado al desarrollo de nuevos métodos y herramientas agrícolas (Sáiz & Rovira, 2022).

El Sistema Mundial de Posicionamiento por Satélite (GPS) fue la tecnología revolucionaria que hizo posible esta era de la agricultura., éste ayuda a encontrar desviaciones dentro de un espacio de producción agrícola determinado, lo que permite un uso más eficaz de los recursos disponibles. De ahí surgió la idea de la agricultura sostenible y una serie de opciones de automatización (EOS SAT, 2023).

Otro de los sistemas de innovación lo constituye la tecnología agrícola integrada y conectada en red, bautizado como Agricultura 4.0, avance que pasa de la agricultura inteligente a la agricultura conectada, realidad aumentada, el Internet de las Cosas (IoT), drones y satélites forman parte del nuevo entorno agrícola.

Su uso se relaciona con la toma de decisiones en el sector agrícola a través de datos almacenados en la nube y accesibles a través de herramientas digitales. Con la ayuda de estos datos analizados, los agricultores y otros agentes de la industria pueden tomar mejores decisiones. con el objetivo de optimizar todas las etapas del proceso de producción y mejorar la supervisión, la gestión y el control del negocio (Camanzi & Troiano, 2021).

Dentro de esta misma línea se encuentra la considerada tecnología agrícola 5.0, o “agricultura digital”, se refiere a la próxima generación de métodos y herramientas agrícolas para maximizar el rendimiento de las cosechas y otros resultados agrícolas. Una de estas tecnologías es la 5G, que actualmente está experimentando un rápido desarrollo y mejorará el alcance y la accesibilidad de los últimos logros tecnológicos en todo el mundo.

Todas estas herramientas facilitan la eficiencia en la recogida de datos: cuántos datos pueden recogerse en un espacio o tiempo determinados; la precisión de los datos: cuánto se acerca una medición a la verdad; la puntualidad: rapidez con la que los datos pueden procesarse en información práctica y transmitirse a los usuarios finales.

Los expertos en agricultura coinciden en que las herramientas y tecnología agrícola más valiosas de la agricultura digital, en lo que se refiere a ventajas competitivas, son el software de gestión agrícola de vanguardia, las soluciones basadas en el espacio (especialmente las que proporcionan imágenes de satélite de alta resolución), los sensores de proximidad, los instrumentos de conectividad y los algoritmos basados en datos para la predicción de amenazas (Farooq, Riaz, Abid, Umer, & Zikria, 2020).

Además de los sistemas de innovación mencionados anteriormente, se encuentran además aquellos relacionados con la biotecnología los cuales tienen un papel esencial en la Economía Circular

gracias a estos procesos convertiremos diferentes fuentes de compuestos orgánicos, incluyendo residuos en materias primas. A partir de materias primas de origen no fósil se fabricarán nuevos polímeros para elaborar plásticos, pinturas, recubrimientos, cosméticos, adhesivos, lubricantes, fertilizantes, entre otros (Abad, Batlles, González, & Belmonte, 2021).

La nanotecnología permite también el desarrollo de nuevos materiales y técnicas de conservación que alargarán la durabilidad de los productos alimenticios, reduciendo así su desperdicio. Los progresos empleados a través de la nanotecnología son muy claros en la agricultura moderna de precisión, los empaques inteligentes de alimentos, fitomejoramiento de variedades usando nanotrasportadores de genes, así como en la síntesis de nanomateriales para fabricar entre otras cosas, nanofertilizantes, nanoplaguicidas, nanoherbicidas y nanosensores. Por otra parte, estudia los materiales cuyo tamaño corresponde a la escala atómica y molecular (1-100 nm); destacando diversos materiales naturales y/o sintetizados como las nanopartículas (NPs) metálicas de Ag, Cu, Fe, Mg, Zn, etc., así como las derivadas del carbón (nanotubos de carbón, grafeno, etc.) (Flores, y otros, 2020).

En lo que respecta a la agricultura, los estudios relacionados con este tipo de materiales han avanzado y se prevé un importante crecimiento en los resultados de investigación, debido a la posibilidad de incrementar con su uso, la producción alimentaria sustentable, ya que la penetración a las plantas por el follaje o por las raíces, puede ser más eficaz, ya que se requirieren menores volúmenes de los agroproductos, debido a que se aplican en muy pequeñas cantidades (Ahmadian, Jalilian, & Pirzad, 2021).

En relación a las innovaciones relacionadas con la implementación de las Energías renovables se menciona en la literatura el bombeo solar de agua y el eólico los cual son una alternativa segura, económica y sustentable, que permite incorporar la energía del sol y el viento para su funcionamiento, dejando atrás el uso de combustibles o luz eléctrica, es una excelente opción para lugares donde el acceso a la red es eléctrico es difícil o no existe (Banco Mundial., 2020).

Según otros autores como Salazar, (2020) en relación a la energía solar, ésta es empleada, efectivamente, para el secado controlado de productos agrícolas y evitar las pérdidas entre cosechas y consumo. La alta humedad hace que los cultivos sean propensos a infección por hongos, ataque de insectos y plagas. Los secadores solares remueven la humedad sin el ingreso de polvo, y el producto puede ser preservado por un periodo más largo de tiempo El secador combina un sistema de colectores solares de alta eficiencia con un invernadero, para reducir la humedad de la especie

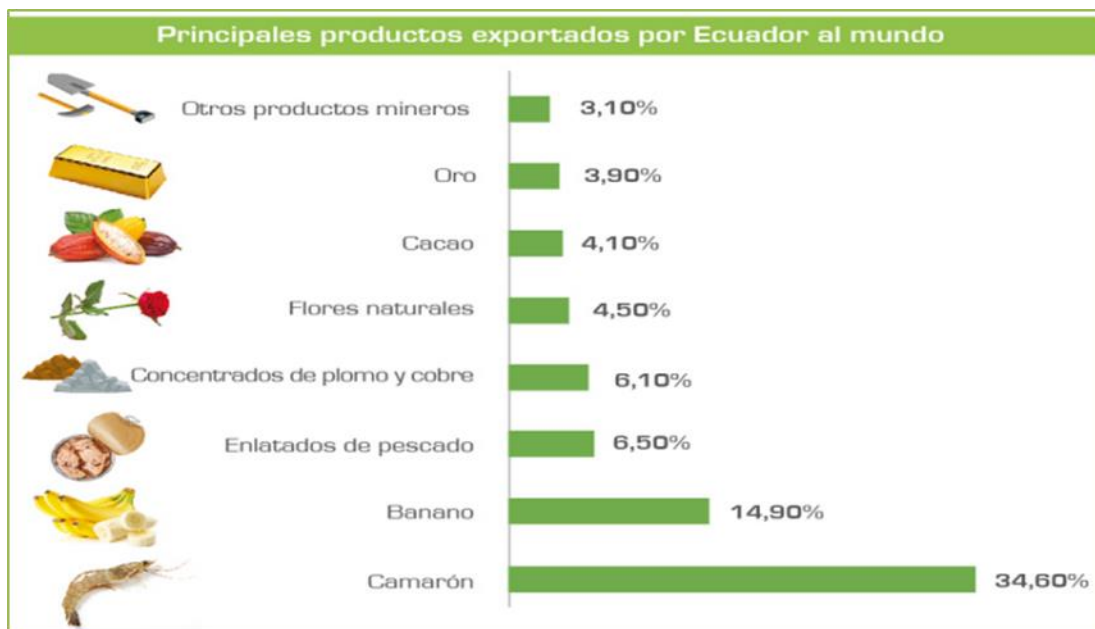
vegetal. Uno de los principales beneficios es el ahorro económico, cada secador es capaz de evitar la emisión de aproximadamente cuarenta (40) toneladas de CO₂ por año al no utilizar gas licuado de petróleo (GLP).

Por último, el biodigestor es una tecnología que es capaz de producir combustible y fertilizante a partir de residuos orgánicos como materia prima. La principal importancia de estos reactores es que permiten reducir la contaminación de residuos orgánicos animales o humanos en relación con el medio ambiente. Un biodigestor de 10 m³ produce 39 kw/h suficiente para proporcionar energía diaria para encender las luces de una residencia, electrodomésticos, granja o pequeña industria, e incluso maquinarias industriales (Salgado, Sánchez, Oleas, & Vaca, 2024).

En la línea de las ideas anteriores y contextualizando esta revisión se tiene que el crecimiento del sector agroindustrial en Ecuador contribuye con la disminución de la pobreza, la estabilidad económica y un mejor bienestar para la población, pero su crecimiento se ve afectado por la variabilidad climática (fenómeno del niño y sequías), la degradación ambiental, uso de tecnologías elementales, entre otros.

Durante las últimas dos (2) décadas, se ha mantenido cierto dinamismo y ha significado un importante motor dentro de la estructura productiva ecuatoriana como se muestra en la siguiente imagen donde se identifica los principales productos exportados por Ecuador.

Figura 1: Principales productos exportados por Ecuador al mundo

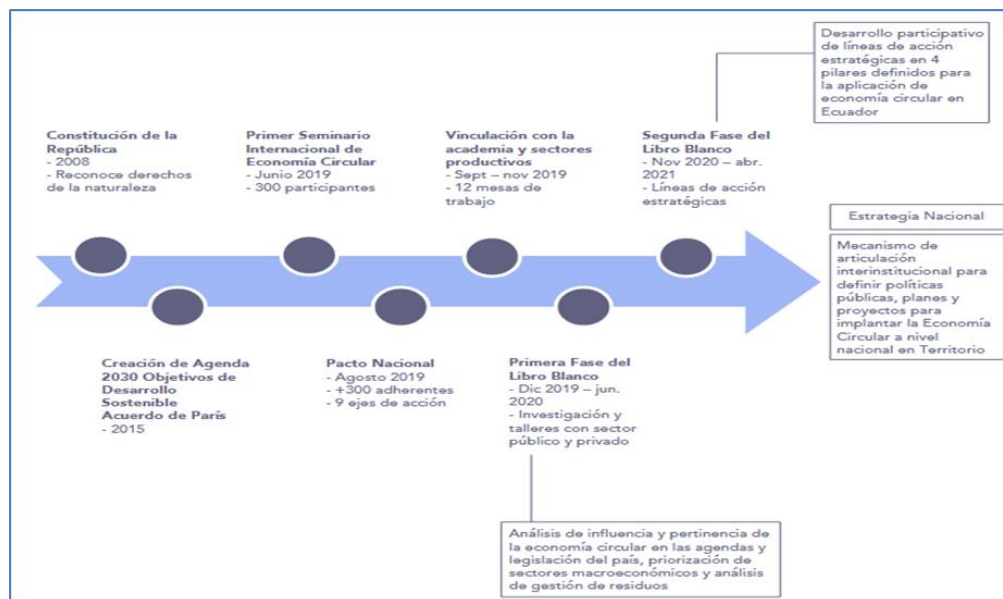


Nota: Fuente: Banco Central de Ecuador. Ministerio de Producción y comercio Exterior, inversiones y pesca (2022)

Ahora bien, en cuanto a los avances tecnológicos en el sistema agroindustrial relacionado con la economía circular (EC) tiene sus propias características en Ecuador. Las PYMES ecuatorianas enfrentan dificultades en su desarrollo tecnológico, con la mayoría de ellas trabajando con tecnología manual y con un bajo nivel de adopción de tecnologías avanzadas, a pesar de la tendencia global hacia la I4.0, que implica el uso de tecnologías para agregar valor a la producción y los servicios (Rodríguez & Trujillo, 2021).

En Ecuador enfrentan desafíos significativos en cuanto a su desarrollo tecnológico y su acceso a recursos, a pesar del marco legal favorable. El bajo nivel de adopción de tecnologías avanzadas y la limitada disponibilidad de recursos y acceso al crédito son aspectos que requieren atención para promover el crecimiento y la competitividad de las PYMES en el país (Rodríguez & Aviles, 2020).

Figura 2: Proceso de implementación del Pacto para la implementación la Economía Circular en Ecuador



Nota: Fuente: Libro Blanco de Economía Circular en Ecuador

El Pacto nació como un acuerdo para la transformación del modelo de desarrollo económico lineal del país hacia un modelo circular. Para el sector agroindustrial, según el Libro Blanco de Economía Circular del Ecuador, el número de personas empleadas es de 149.651 (Ministerio de producción y comercio exterior, 2021) un 56.6% de los residuos sólidos producidos corresponden a residuos orgánicos y unas 604 ton/día que corresponde a apenas el 8.5% de residuos orgánicos se recuperan

mediante varios métodos de digestión anaeróbica y compostaje en el país. Estos datos dan cuenta de que hay mucho trabajo por desarrollar en este importante sector de la economía.

Conclusiones

Una de las alternativas propuestas para el impulso de actividades que contribuyan al desarrollo sustentable y sostenible desde la agroindustria se refiere a la posibilidad de reutilizar, renovar o reciclar los productos, prolongando la vida útil de los mismos y, aminorando así, la velocidad en la que se generan residuos contaminantes. A este proceso se le conoce como economía circular y se presenta como una opción válida a la hora de fomentar el desarrollo social y agroindustrial, en Ecuador, en aquellas regiones que exhiben características propensas para potenciar una dinámica socio productiva con ese modelo.

En Ecuador la economía circular se ha convertido en un paradigma importante para el aprovechamiento de los recursos por medio de la reducción, reúso y reciclaje de residuos en procesos de producción a diferente escala. Esta forma de generar una economía sostenible conlleva beneficios para todos los sectores del país.

El sector del agroindustrial en Ecuador figura desde hace algunas décadas como el segundo sector después del petrolero que mantiene la economía del país, logrando de esta forma una alta demanda de mano obra considerando la calificada y la no calificada a pesar de ello algunos expertos destacan las falencias existentes en este sector en cuanto a transformación y valor agregado de carácter tecnológico siendo estos obstáculos para el total desarrollo de este sector.

Finalmente, la implementación de fuentes de energía renovables es otro aspecto importante de la economía circular en Ecuador que puede contribuir tanto a la sostenibilidad ambiental como al desarrollo social. Al reducir la dependencia de recursos no renovables y promover el uso de fuentes de energía limpias como la solar y la eólica, en Ecuador se puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y promover un sistema energético más sostenible. Esto también puede tener repercusiones sociales positivas al crear oportunidades de empleo en el sector de las energías renovables y reducir los costes energéticos para los hogares y las empresas.

Referencias

1. Abad, E., Batlles, A., González, M., & Belmonte, L. (2021). Implications for sustainability of the joint application of bioeconomy and circular economy: a worldwide trend study. *Sustainability*, 13(13), 7182, <https://doi.org/10.3390/su13137182>.
2. Ahmadian, K., Jalilian, J., & Pirzad, A. (2021). Nano-fertilizers improved drought tolerance in wheat under deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, 244, 106544.
3. Arce, S. (2020). La innovación agroindustrial: componentes, tendencias y acciones. *Revista E-Agronegocios*, 6(1). <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/eagronegocios/article/view/4938>.
4. Armas, A. (2023). La eco-innovación en la agroindustria. *Revista industrias*, <https://revistaindustrias.com/la-eco-innovacion-en-la-agroindustria/>.
5. Banco Mundial. (2020). La innovación agrícola y la tecnología son la clave para reducir la pobreza en los países en desarrollo, según un informe del Banco Mundial. Banco Mundial, <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2019/09/16/agricultural-innovation-technology-hold-key-to-poverty-reduction-in-developing-countries-says-world-bank-report>.
6. Banco Mundial. (2020). Los sistemas agropecuarios y alimentarios de América Latina y el Caribe están listos para una profunda transformación. Recuperado de. Banco Mundial., <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/11/12/agriculture-food-systemslatinamericaca>.
7. Camanzi, S., & Troiano, L. (2021). The evolutionary transformation of modern agri-food systems: emerging trends in consumption, production, and in the provision of public goods. *Agricultural and Food Economics*, 9, N° 24, <https://doi.org/10.1186/s40100-021>.
8. Consejo Nacional de Planificación. (2021). Plan Nacional de Desarrollo 2021- 2025. Registro Oficial Suplemento 2021. <https://iste.edu.ec/wp-content/uploads/2022/08/PLAN-NACIONAL-DE-DESARROLLO-2021-2025.pdf>.
9. Dal Moro, L., Pauli, J. S., Neckel, A., Pivoto, D., Guedes, C., & Carmo, V. (2023). Sustainability in agribusiness: Analysis of environmental changes in agricultural production using spatial geotechnologies. *Environmental Development*, (45), 10 doi:<https://doi.org/10.1016/j.envdev.2023.100807>.

10. EOS SAT. (2023). Tecnología Agrícola: Evolución, Retos Y Su Impacto. EOS SAT, <https://eos.com/es/blog/tecnologias-en-la-agricultura/>.
11. FAO. (2024). Alimentación y agricultura sostenibles. FAO, <https://www.fao.org/sustainability/es/>.
12. FAO, IFAD, PAHO, WFP, UNICEF. (2023). Panorama regional de la seguridad alimentaria y nutricional - América Latina y el Caribe. FAO; IFAD; PAHO; WFP; UNICEF. ISBN, 978-92-5- 137537-2.
13. FAO, PMA, UNICEF, OMS, IFAD. (2021). The State of Food Security and Nutrition in the World 2021 The world is at a critical juncture. FAO, PMA, UNICEF, OMS, IFAD., <https://www.fao.org/state-of-food-security-nutrition/2021/en/>.
14. Farooq, M., Riaz, S., Abid, A., Umer, T., & Zikria, Y. (2020). Role of IoT technology in agriculture: A systematic literature review. *Electronics*, 9(2), 319. <https://doi.org/10.3390/electronics9020319>.
15. Flores, E., Lira, R., Acosta, R., Méndez, B., García, J., Díaz, E., y otros. (2020). Synthesis and characterization of calcium phosphate nanoparticles and effect of the agitation type on particles morphology. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 19(1), 285-298.
16. Friedman, L. (2022). Conflicto sociopolítico e impacto territorial del extractivismo minero. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 32(1), 49-72. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v32n1.98485>.
17. Hollas, C., Rodríguez, H., Bolsan, A., Venturin, v., Bortoli, M., Antes, F., y otros. (2023). Swine manure treatment technologies as drivers for circular economy in agribusiness: A techno-economic and life cycle assessment approach. *Science of The Total Environment*, 857, 159494. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159494>.
18. Juhász, R., Squicciarini, M., & Voigtländer, N. (2020). Technology adoption and productivity growth: Evidence from industrialization in France. *National Bureau of Economic Research.*, <https://doi.org/10.3386/w27503>.
19. Jurburg, D., & Álvaro, C. (2019). Analyzing the main competences required for the implementation of Industry 4.0 in the Uruguayan agro-industry sector. Montevideo: Universidad de Montevideo.

20. Melendez, J. (2023). Economía agroalimentaria circular: tendencias gerenciales para la sostenibilidad de los sistemas de producción. *Revista Venezolana De Gerencia*, 664-684. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.28.e9.41> 28(No. Especial 9),
21. Ministerio de producción y comercio exterior. (2021). Libro Blanco de Economía Circular de Ecuador. Ministerio de producción y comercio exterior, https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/Libro-Blanco-final-web_mayo102021.pdf.
22. Moro, L., Pauli, J., Maculan, L., Neckel, A., Pivoto, D., Guedes, C., y otros. (2023). Sustainability in agribusiness: Analysis of environmental changes in agricultural production using spatial geotechnologies. *Environmental Development*, <https://doi.org/10.1016/j.envdev>.
23. OEA. (2022.). Enfrentando la inseguridad alimentaria en las américas: buenas prácticas y lecciones aprendidas durante la pandemia del covid-19. Washington, D.C.: 1 vol. ISBN: . Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos.
24. Registro Oficial Ecuador. (2021). PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2021, 2025. Registro Oficial Suplemento 544 de 23-sep.-.
25. Rodríguez, L., & Trujillo, G. (2021). Revolución industrial 4.0: La brecha digital en Latinoamérica, *Agronegocios*, 6(11), 147162. <https://doi.org/10.35381/r.k.v6i11.1219>.
26. Rodríguez, R., & Aviles, V. (2020). Las PYMES en Ecuador. Un análisis necesario. *Digital Publisher*, 5(1), 191-200.
27. Sáiz, V., & Rovira, F. (2022). From smart farming towards agriculture 5.0: A review on crop data management. *Agronomy*, <https://doi.org/10.3390/agronomy10020207> 10(2): 207.
28. Salazar, E. (2020). Evaluación de dos sistemas de secado para productos agrícolas y semillas de interés alimentario y comercial, Florencia, Alajuela. Costa Rica: Tesis, docinade, Inst. Tecnológico de Costa Rica.
29. Salgado, I., Sánchez, T., Oleas, J., & Vaca, M. (2024). Economía circular para el desarrollo agroindustrial y social en Ecuador. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 26(1), 297-322.

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).