

Calidad y Sostenibilidad en el Sector Agroindustrial. Mejora Continua y Prácticas Innovadoras para un Futuro Responsable

Quality and Sustainability in the Agroindustrial Sector. Continuous Improvement and Innovative Practices for a Responsible Future.

DOI: <https://doi.org/10.17981/bilo.6.2.2024.07>

Fecha de recepción: 15/07/2024. Fecha de Publicación: 31/07/2024

Oscar Romero-Bobadilla

Instituto Tecnológico de Piedras Negras, México.
L20430286@piedrasnegras.tecnm.mx

Hannia-Citlaly Rodriguez-López

Instituto Tecnológico de Piedras Negras, México.
L20430369@piedrasnegras.tecnm.mx

Fernanda-Ximena Ochoa-Nava

Instituto Tecnológico de Piedras Negras, México.
L20430268@piedrasnegras.tecnm.mx

Anacristina Zerrweck-Faz

Instituto Tecnológico de Piedras Negras, México.
L20430306@piedrasnegras.tecnm.mx

José-Eduardo Paz-Chávez

Instituto Tecnológico de Piedras Negras, México.
L20430498@piedrasnegras.tecnm.mx

Alexander Troncoso-Palacio

Universidad de la Costa, atroncos1@cuc.edu.co
<https://orcid.org/0000-0001-6034-695x>

Como citar en IEEE este artículo: Romero-Bobadilla y Otros, «Calidad y Sostenibilidad en el Sector Agroindustrial: Mejora Continua y Prácticas Innovadoras para un Futuro Responsable.» *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, vol. 6. No. 2. pp. 57-64, 2024. Online. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/bilo/article/view/5948>

Resumen

Este proyecto se enfoca en la implementación de estrategias de mejora continua y la adopción de prácticas

innovadoras dentro del sector agroindustrial. Históricamente, las empresas han perseguido la maximización de sus beneficios mediante el uso eficiente de recursos, una estrategia que, aunque efectiva en términos económicos, puede conllevar consecuencias negativas para el medio ambiente, especialmente en las áreas donde se obtienen las materias primas. Con el objetivo de elevar los estándares de calidad y promover la sostenibilidad, es fundamental impulsar prácticas responsables que aseguren una producción eficiente y respetuosa con el entorno. A través de enfoques avanzados y sostenibles, este proyecto busca garantizar un futuro equilibrado y consciente para las generaciones futuras, beneficiando tanto al medio ambiente como a la economía agrícola. La promoción de prácticas que respeten los recursos naturales es esencial para mantener un desarrollo sostenible y fomentar una prosperidad duradera. En este contexto, la integración de metodologías de mejora continua y la innovación se presentan como herramientas clave para enfrentar los desafíos actuales del sector agroindustrial, asegurando así una producción que no solo sea rentable, sino también responsable y sostenible.

Palabras Claves: Mejora continua, Prácticas innovadoras, Agroindustrial, Calidad, Sostenibilidad.

Abstract

This project is all about making things better, bit by bit, and trying out new ideas in the agro-industrial sector. Historically, companies have tried to make as much money as they can by using resources in the best way they can. This is a good strategy for making money, but it can have bad effects on the environment, especially in the places where raw materials are found. We can all do our part to raise quality standards and promote sustainability by embracing responsible practices that ensure efficient and environmentally friendly production. We're working hard to make sure that future generations will have a balanced and conscious future, benefiting both the environment and the agricultural economy. It's so important to respect natural resources to maintain sustainable development and foster lasting prosperity. That's why we're excited to present continuous improvement methodologies and innovation as key tools to address the current challenges of the agro-industrial sector, ensuring production that is not only profitable but also responsible and sustainable.

Keywords: Continuous improvement, Innovative practices, Agroindustrial, Quality, Sustainability.

Introducción

La agroindustria en Colombia es crucial para la economía del país, abarcando desde la producción agrícola hasta la transformación y comercialización de productos. La diversidad climática permite cultivar una amplia gama de productos como café, banano, flores, cacao y palma de aceite, que no solo abastecen al mercado nacional, sino que también generan ingresos significativos por exportaciones. Sin embargo, el sector enfrenta desafíos como la necesidad de mejorar la infraestructura rural, adaptarse al cambio climático y adoptar tecnologías avanzadas para ser más productivo y sostenible. La calidad es un factor clave para la competitividad de la agroindustria colombiana, siendo fundamental cumplir con estándares rigurosos y obtener certificaciones internacionales como Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) e ISO [1].

Además, las certificaciones de comercio justo y orgánicas ayudan a asegurar prácticas comerciales equitativas y sostenibles, lo cual es esencial para acceder a mercados globales exigentes. El apoyo gubernamental y la inversión en investigación y desarrollo son esenciales para fomentar la innovación y fortalecer la cadena de valor agrícola. Programas que promuevan la asociatividad y el acceso a créditos para pequeños y medianos productores son vitales para el crecimiento del sector. En conjunto, el desarrollo sostenible y la responsabilidad social empresarial son fundamentales para asegurar que el avance de la agroindustria beneficie a todos los actores involucrados, desde los agricultores hasta los consumidores.

Estado del arte

Durante los últimos años el sector agroindustrial en Colombia aún enfrenta desafíos significativos. Uno de los principales retos es la falta de acceso a financiamiento para los pequeños agricultores. Muchos de ellos carecen de los recursos necesarios para invertir en tecnología y mejorar sus prácticas agrícolas. Además, la falta de infraestructura en algunas zonas rurales dificulta la comercialización y transporte de los productos. No obstante, estos desafíos también presentan oportunidades. Existen programas gubernamentales y organismos internacionales que están enfocados en brindar apoyo financiero a los pequeños agricultores. Además, la mejora de la infraestructura rural es una prioridad en la agenda política del país. Estas iniciativas podrían contribuir a

superar los desafíos y promover un desarrollo más inclusivo y sostenible en el sector agroindustrial [2].

Según [3], la Agroindustria en Colombia se refiere a todas aquellas actividades que involucran la producción, procesamiento, transformación y comercialización de productos agrícolas y ganaderos. Esto incluye no solo la agricultura y la ganadería en sí, sino también las industrias que agregan valor a los productos primarios, como la manufactura de alimentos, la producción de biocombustibles, la fabricación de insumos agrícolas y más. No solo es un componente vital de la producción de alimentos y materias primas, sino que también desempeña un papel esencial en la economía del país. Su contribución económica es innegable y tiene un impacto significativo en varios aspectos clave.

Esta disciplina agrícola hoy se completa con una estampa de tintes futuristas: la de una explotación completamente digital monitorizada con sensores, técnicos que supervisan datos en el ordenador o en su móvil y siguen las recomendaciones de algoritmos de 'machine learning', tractores con GPS, robots y drones que se suman a la maquinaria agrícola tradicional. La agricultura de precisión implica tomar la mejor decisión posible, en el lugar correcto y en el momento adecuado. Es decir, se trata de actuar exactamente donde es necesario, no de matar moscas a cañonazos aplicando tratamientos demasiado generalistas [4].

Durante los últimos treinta años, el país ha instalado varios sistemas de cultivos y ganado; transformó grandes extensiones de tierra fértil en pobre e improductiva, y el aumento de su gasto en investigación agrícola fue la mitad del que registró la región entre 2000 y 2007. Esto hace que sea necesario desarrollar metodologías para implementar prácticas sostenibles, como la fijación de nitrógeno, el control biológico, la labranza cero, el aumento de la biodiversidad y el uso de los sistemas integrados. Para afrontar estos desafíos y resolver los problemas del agro colombiano es necesario implementar con urgencia la gestión de sistemas integrados para aumentar la eficiencia, usar de forma más racional el agua y desarrollar sistemas que permitan el empleo inteligente de insumos, entre muchos otros [5].

La agricultura de precisión es aquella basada en técnicas que tienen en cuenta las particularidades en el desarrollo de los cultivos, el estado del suelo o los factores climáticos y se aleja de aplicaciones más tradicionales y homogéneas. Su meta es mejorar la eficiencia de la producción [6]. Permite detectar enfermedades en los cultivos; generar mapas de estrés de las plantas, ya sea por exceso de calor o falta de agua y nutrientes; recopilar datos en corto tiempo y analizarlos para tomar decisiones. En Colombia, la punta de lanza de la agricultura de precisión la llevan los ingenios azucareros del Valle del Cauca y otros cultivos de gran extensión como la palma aceitera, en donde la tecnificación ha permitido ahorrar recursos, hacer eficiente la producción agrícola y generar progreso en el sector [7]. Otros usos de la agricultura de precisión incluyen medir la biomasa, o masa biológica de los cultivos, para conocer la cantidad de materia viva producida por plantas, animales, hongos o bacterias, y hacer aspersión optimizada de fungicidas, fertilizantes y nutrientes. Esto abriendo paso a su vez, a lo que sería la agricultura sostenible.

De acuerdo con [8, 9], en la agricultura sostenible no solo importa el qué sino también el cómo. Es un modelo que honra y cuida la tierra, y garantiza la seguridad alimentaria. El consumo responsable es bienvenido. Por el crecimiento de la población mundial, que a 2050 se calcula será de casi 9.700 millones de personas, y por la alta demanda de alimentos, cuya productividad se tendrá que incrementar en un 70 %, es una necesidad esencial implementar el modelo de agricultura sostenible para garantizar la seguridad alimentaria para las generaciones presentes y futuras, y para la protección de la tierra, el agua y los recursos naturales. La agricultura sostenible, a diferencia de la agricultura convencional que traspasa los límites, se caracteriza por la producción segura para el consumo, a través del uso eficiente de los recursos y prácticas amigables con el medio ambiente, y que a su vez mitiguen el cambio climático. Por ende, su interés se centra en el rendimiento social, económico y ambiental.

Es aquí donde la AP tiene un papel importante, ya que existen tecnologías y prácticas que permiten al productor obtener buenos resultados económicos, además de procesos agrícolas más eficientes, responsables y rentables, que demandan mano de obra calificada y, en consecuencia, promueven una producción más sostenible [5]. La agricultura de precisión consiste en el uso de la tecnología de la información para adecuar el manejo de suelo y cultivos a la variabilidad presente dentro de un lote. Involucra el uso de sistemas de posicionamiento global (GPS) y de otros medios electrónicos para obtener datos del cultivo. La información obtenida puede usarse para implementar planes de manejo de la variabilidad. El uso de las tecnologías de la agricultura de precisión puede ayudar a aumentar la rentabilidad a través de un aumento del valor del rendimiento (cantidad o calidad), de una reducción en la cantidad de insumos, o de ambos simultáneamente [10].

Los alimentos en mal estado o inseguro desde el punto de vista higiénico y bacteriano pueden afectar la salud. En otras palabras, pueden enfermar gravemente a los consumidores finales. Como resultado, la reputación de tu empresa estará en riesgo y tendrás que asumir multas significativas. En casos extremos, las autoridades competentes pueden cerrar o liquidar permanentemente tu negocio. Por estas razones es muy importante que implementes un sistema de gestión como ISO 22001; normas especiales de la industria alimentaria. De esta forma reduces los riesgos de contaminación relacionados con la manipulación o preparación de alimentos [11]. Con un enfoque estratégico y colaborativo, el sector agroindustrial en Colombia tiene el potencial de seguir creciendo y contribuyendo al desarrollo económico del país [2].

Metodología

Para la realización de esta investigación se inició con la elaboración de un estado del arte de una forma metódica sobre los temas de la agroindustrial, calidad, sostenibilidad, mejora continua y agricultura de precisión para un futuro responsable. Esta investigación está dirigida a los comerciantes, emprendedores y agricultores, para que tengan mayor consciencia sobre los beneficios a largo plazo que se obtienen al hacer uso y aplicación de las tecnologías de precisión aplicada en la agricultura, además de la aplicación de métodos y técnicas sostenibles para asegurar la producción y consumo responsable de los productos y fortalecer la resiliencia y capacidad de adaptación a riesgos relacionados con el clima. Posteriormente, se realizó un estudio mediante encuestas a los comerciantes locales sobre los temas investigados para saber si cuentan con conocimiento sobre estos temas y los beneficios que conlleva la aplicación de estas tecnologías. De igual manera se asistió a conferencias y expos en donde se pudo recabar más información respecto a la Agroindustria. Finalmente, se concluyó con el análisis de la información recabada que podemos tener una visión integral sobre la importancia de implementar tecnologías de precisión y prácticas sostenibles en la agroindustria.

Desarrollo

Mediante una investigación cualitativa y bibliográfica, se logró recolectar información significativa sobre el conocimiento en las áreas de calidad, sostenibilidad y agricultura de precisión. Este proceso involucró la realización de encuestas detalladas a comerciantes locales, cuyo propósito fue obtener datos específicos que puedan servir para evaluar los beneficios asociados con la implementación de tecnologías de precisión en sus operaciones. La información recopilada tiene como objetivo proporcionar una métrica clara y objetiva que permita contrastar y analizar las ventajas potenciales de adoptar estas tecnologías avanzadas, mejorando así la tanto la eficiencia como la sostenibilidad en la cadena de suministros de frutas y verduras.

Resultados

Después de haber realizado una encuesta a 20 comerciantes, se consiguió recopilar la siguiente información: Se encontraron 12 muestras de un total de 20 que selecciona sus proveedores principalmente en función del mejor precio, en lugar de la calidad.

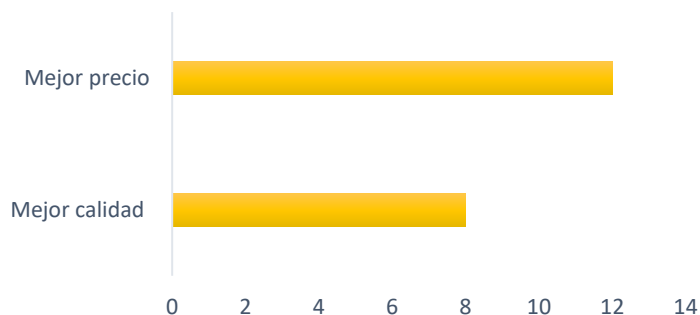


Fig. 1 Selección de proveedores. *Fuente: Creación propia*

Esto sugiere que la mayoría de las muestras priorizan los costos sobre los estándares de calidad, lo cual podría tener implicaciones en la sostenibilidad y eficiencia a largo plazo.

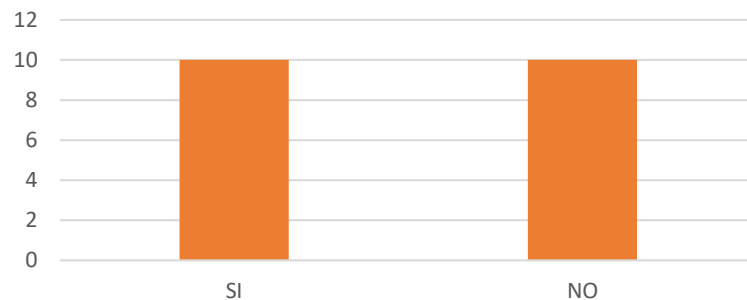


Fig. 2 Certificaciones de los productos en venta. *Fuente: Creación propia*

Podemos observar que el 50% de los vendedores no cuentan con ninguna certificación para la venta de sus productos. Esta situación indica una división equitativa en el cumplimiento de los estándares de calidad y esto podría reflejar variaciones en la confianza del consumidor y en la consistencia de los productos ofrecidos en el mercado.

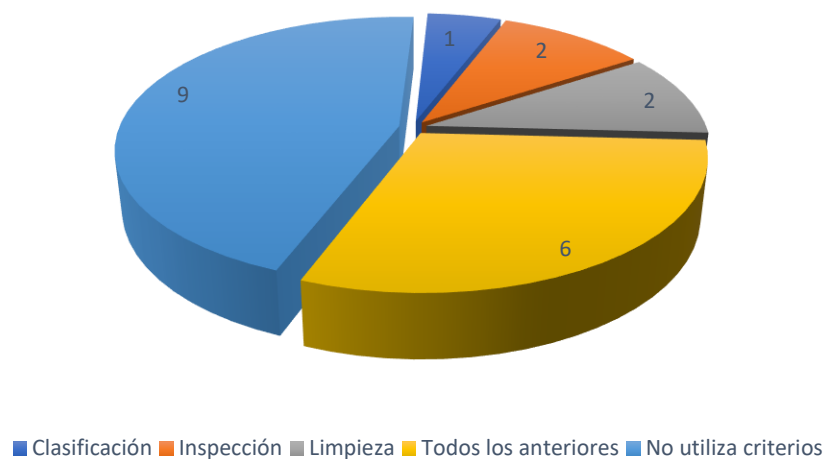


Fig. 3 Criterios de selección de productos. *Fuente: Creación propia*

Esto sugiere que una proporción significativa de vendedores carece de un proceso estructurado para asegurar la calidad, lo que puede afectar la consistencia y confiabilidad de los productos ofrecidos.

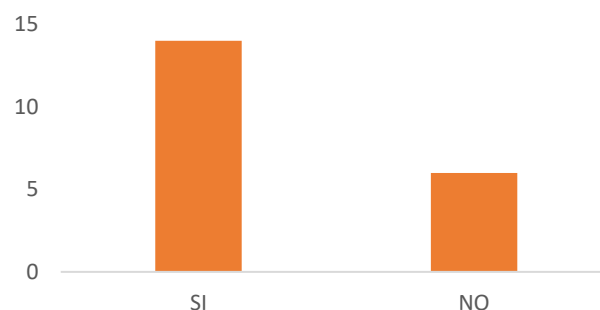


Fig. 4 Prácticas Sostenibles. *Fuente: Creación propia*

Nos indica que una adopción mayoritaria de métodos responsables con el medio ambiente, lo que sugiere un compromiso significativo con la sostenibilidad en el sector agroindustrial.

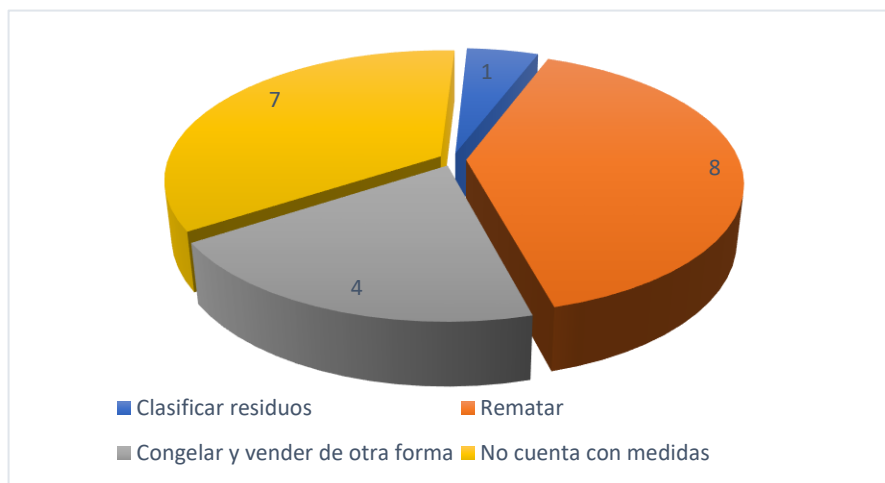


Fig. 5 Medidas para reducir el desperdicio de producto. *Fuente: Creación propia*

Revela que una parte considerable de los negocios no implementa estrategias para minimizar el desperdicio, lo cual puede tener un impacto negativo en la eficiencia y sostenibilidad del sector.

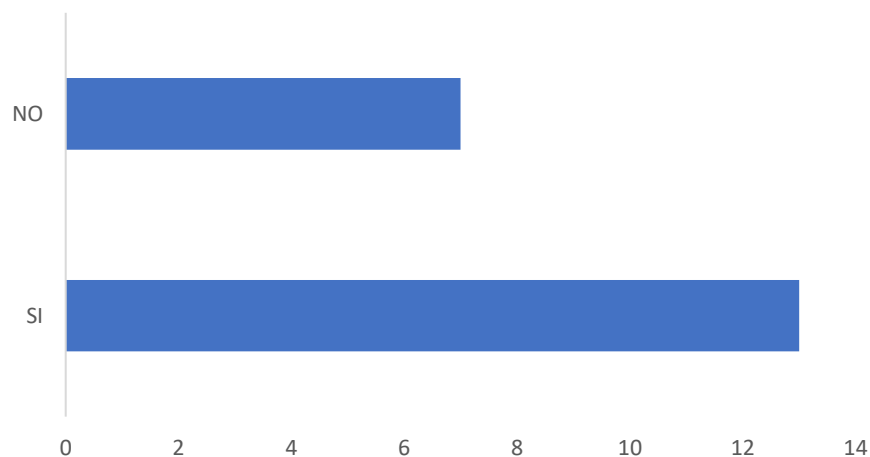


Fig. 6 Utilización de Agricultura de Precisión. *Fuente: Creación propia*

Lo que se muestra es que los consumidores valoran y prefieren los cultivos con métodos innovadores, lo cual impulsa la adopción de tecnologías avanzadas en el sector agroindustrial para satisfacer la demanda del mercado.

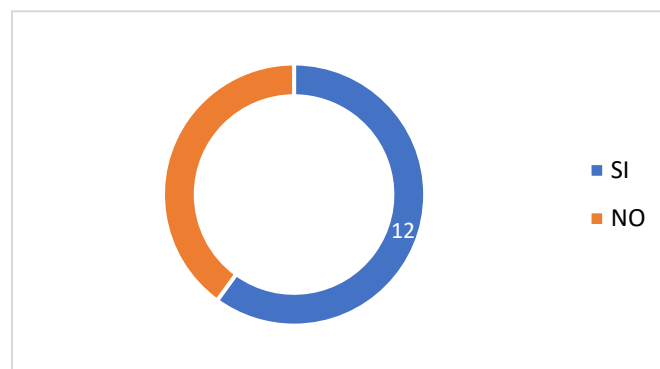


Fig. 7 Implementación de Tecnologías Innovadoras. *Fuente: Creación propia*

Más de la mitad de los comerciantes están adoptando tecnologías avanzadas en sus procesos, lo que sugiere una tendencia creciente hacia la innovación en el sector. Sin embargo, aún existe una porción significativa que no ha incorporado estas tecnologías lo que podría limitar su competitividad a largo plazo.



Fig. 8 Cambios en la industria en los últimos años y su impacto. Fuente: Creación propia

Demuestra que, aunque la mayoría de los emprendedores están viendo un crecimiento positivo, hay un segmento significativo que enfrenta para aumentar o mantener su base de clientes, lo que podría requerir de utilizar estrategias para su mercado y adaptación de demandas en el sector.

Conclusiones

Con las encuestas realizadas, se puede constatar que, si bien la mayoría de las personas poseen conocimientos básicos sobre agricultura de precisión y tecnologías asociadas, estos conocimientos no siempre cumplen con los estándares de calidad necesarios para aprovechar al máximo dichas tecnologías. Nuestra investigación ha demostrado que es fundamental mantener una mejora e innovación constantes en las tecnologías de precisión. La evolución tecnológica es acelerada, y para mantenernos competitivos y eficientes, debemos adoptar nuevas herramientas y técnicas que mejoren la precisión y eficacia de las prácticas agrícolas. Asimismo, la sostenibilidad se ha convertido en un componente crucial de la agricultura moderna. Las prácticas sostenibles no solo contribuyen a preservar el medio ambiente, sino que también favorecen la salud a largo plazo de los cultivos y del suelo. Esto implica el uso de tecnologías que permiten una utilización más eficiente de los recursos, como el agua y los fertilizantes, y que reducen el impacto ambiental negativo.

Las futuras investigaciones deberían centrarse en: Desarrollar programas de capacitación accesibles y fáciles de usar para mejorar los conocimientos y habilidades de los agricultores en tecnologías de agricultura de precisión. Investigar los beneficios económicos y ambientales de adoptar tecnologías de precisión y prácticas sostenibles a gran escala. Explorar nuevas tecnologías y técnicas que puedan mejorar aún más la precisión y sostenibilidad en los sistemas agrícolas. Al abordar estas áreas, los investigadores podrán contribuir al avance de la agricultura de precisión y ayudar a crear un panorama agrícola más sostenible y productivo.

Agradecimientos

Los autores expresan su gratitud al **Programa Delfín México** a través del **Instituto Tecnológico de Piedras Negras** por el apoyo proporcionado para la elaboración de este documento, el cual se inscribe dentro de la línea de investigación “Innovación y Competitividad en las Organizaciones”, y forma parte del proyecto INDEX titulado “Uso de Metodologías y Herramientas para la Mejora e Innovación en Procesos Empresariales” que

recibió la aprobación de la **Universidad de la Costa** bajo el código **SIGP GRA.1302-01-001-16**, según acto administrativo, con fecha 19 de mayo de 2021.

Referencias

- [1] K. J. Rodríguez Robayo, F. E. Martínez Camelo y C. A. Herrera Heredia, Hacia la reconversión productiva del cultivo de cebolla de rama en la cuenca del lago de Tota (Boyacá, Colombia). Corporacion Colomb. Investig. Agropecu. (Agrosavia), 2021. Accedido el 30 de julio de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7404623>
- [2] “El sector agroindustrial en Colombia: Avances y desafíos en 2023 - Solunion Colombia”. Solunion Colombia. [En línea]. Disponible: <https://www.solunion.co/blog/el-sector-agroindustrial-en-colombia-avances-y-desafios-en-2023/>
- [3] J. C. Castrillón. “¿Qué es la agroindustria en Colombia? - Agro enlace”. Agroenlace. [En línea]. Disponible: <https://agroenlace.co/que-es-la-agroindustria-en-colombia/#:~:text=La%20Agroindustria%20contribuye%20de%20manera,de%20alimentos%20y%20productos%20relacionados>
- [4] “¿Qué es la agricultura de precisión? La gestión digital del campo”. BBVA NOTICIAS. [En línea]. Disponible: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-agricultura-de-precision-la-gestion-digital-del-campo/>
- [5] D. J. Pérez Ortega, F. A. Bolaños Alomia y A. Marco da Silva. “Variables que influyen en la aplicación de la agricultura de precisión en Colombia: Revisión de estudios”. SciELO Colombia- Scientific Electronic Library Online. [En línea]. Disponible: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-87062022000100015
- [6] “¿Qué es la agricultura de precisión? La gestión digital del campo”. BBVA NOTICIAS. [En línea]. Disponible: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-agricultura-de-precision-la-gestion-digital-del-campo/>
- [7] “Agricultura de precisión, más eficiente y amigable con el campo”. Agronet inicio. [En línea]. Disponible: <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Agricultura-de-precisión,-más-eficiente-y-amigable-con-el-campo.aspx#:~:text=En%20Colombia,%20la%20punta%20de,generar%20progreso%20en%20el%20sector>
- [8] Digital Alcaldía de Medellín. “La agricultura sostenible: Clave en el bienestar de las sociedades”. Alcaldía de Medellín. [En línea]. Disponible: <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/la-agricultura-sostenible-clave-en-el-bienestar-de-las-sociedades/#:~:text=La%20agricultura%20sostenible,%20a%20diferencia,vez%20mitiguen%20el%20cambio%20climático>
- [9] J.-M. Mier-Tous; F. Pineda-Vides; J. Hernández-Ureche; A. Troncoso-Palacio; J. Andrade-Perez; y J.-I. Padilla-Barrios. «Una Revisión Preliminar de la Literatura Sobre los Retos en la Agricultura Sostenible de América Latina», Bol. Innov. Logist. Oper., vol. 5, n.º 1, pp. 95–105. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.17981/bilo.5.1.2023.09>
- [10] E. García y F. Flego. “Agricultura de precisión”. Universidad de Palermo, UP | Buenos Aires, Argentina. [En línea]. Disponible: <https://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/pdfwebc&T8/8CyT12.pdf>
- [11] “ISO 22001: Un sistema de gestión para asegurar la inocuidad en alimentos - Full Audits”. Full Audits. Accedido el 29 de julio de 2024. [En línea]. Disponible: <https://fullaudits.com/iso-22001-un-sistema-de-gestion-para-asegurar-la-inocuidad-en-alimentos/>