

**ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES DESAFÍOS DEL SECTOR AGROPECUARIO
COLOMBIANO PARA LA TRANSICIÓN A TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD DE LA
INDUSTRIA 4.0.**

Elaborado por:

Sebastián Romero Vanegas
Esp. Gerencia de Proyectos

Sergio Andrés Villamizar Lozano
Esp. Gerencia de procesos de calidad e innovación

Angelica María Flórez Flórez
Esp. Gerencia de procesos de calidad e innovación

Directora
Luz Marina Sánchez Ayala

Seminario de Investigación Especialización

Universidad Ean

Bogotá

29/03/2024

ANALISIS DE DESAFIOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA
TRANSICION A TECNOLOGIAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

Tabla de Contenido

1.	Resumen	5
2.	Planteamiento del Problema	6
3.	Descripción del problema.	6
3.1	Pregunta de investigación.....	7
4.	Objetivos	8
4.1	Objetivo general.....	8
4.2	Objetivos específicos.	8
5.	Marco Teórico	9
5.1	El sector agropecuario	9
5.2	La industria 4.0.....	10
5.3	La transformación digital	11
5.4	La industria 4.0 en el sector agropecuario	12
6.	Metodología.....	17
6.1	Enfoque, alcance y diseño de la investigación.....	17
6.2	Antecedentes del sector agropecuario.....	19
6.3	Datos Estadísticos	20
6.4	Herramienta de análisis sectorial	24
7.	Análisis y discusión de los resultados	27
	¿Cuáles son las prácticas y herramientas implementadas en los mercados colombianos que promueven la implementación de tecnologías 4.0?	28
	¿Qué impacto ha tenido el uso de las tecnologías 4.0 en el desarrollo del sector agropecuario colombiano?	30
	¿En relación con el sector agropecuario cuales son los beneficios y desafíos económicos ambientales y sociales asociados con el uso de tecnologías 4.0?	32
	¿En relación con el sector agropecuario cuales son los beneficios y desafíos políticos, legales y tecnológicos asociados con la industria 4.0?	34
	¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta el sector Agropecuario Colombiano en la adopción de tecnologías de conectividad de la industria 4.0.?.....	37
8.	Conclusiones	42
9.	Recomendaciones	44
10.	Bibliografía	45

Listado de Tablas

Tabla 1: Influencias del macroentorno PESTEL.....	24
Tabla 2: Documentos para el análisis de resultados.....	25
Tabla 3: Análisis PESTEL de Prácticas y Herramientas en Mercados Colombianos	29
Tabla 4: Análisis PESTEL de Impacto de las Tecnologías 4.0	31
Tabla 5: Análisis PESTEL de Beneficios y Desafíos Económicos, Ambientales y Sociales .	34
Tabla 6: Análisis PESTEL de Beneficios y Desafíos Políticos, Legales y Tecnológicos	36
Tabla 7: Análisis PESTEL de Principales Desafíos en la Adopción de Tecnologías 4.0	38
Tabla 8: Análisis PESTEL en el sector agropecuario colombiano con la implementación de tecnologías 4.0.....	39

Listado de Figuras

Figura 1: Comparación PIB sectores primarios	20
Figura 2: Crecimiento en ventas % de sectores primarios	21
Figura 3: Evolución de las empresas en el sector agropecuario de Colombia	22
Figura 4: Evolución de los empleos generados por las empresas en el sector agropecuario de Colombia	22

1. Resumen

El documento explora algunas definiciones sobre el sector agropecuario y su relación con la transformación digital e incursión en las industrias 4.0 debido a la necesidad en el desarrollo del sector, identificado a partir de la aplicación de una herramienta de análisis sectorial (PESTEL) evidenciando como mejorar la productividad, eficiencia y sostenibilidad mediante la adopción de nuevas tecnologías de conectividad. De este modo se pretende realizar un análisis que permita identificar mediante información documental basado en los avances realizados por Tovar (2023), Santos (2018), Rodríguez (2021), entre otros, los principales desafíos del sector agropecuario colombiano para la transición a tecnologías de conectividad de la Industria 4.0 que a su vez posibiliten una mejor competitividad y nivelación de brechas en relación con los principales sectores primarios del país.

Palabras clave: Agropecuario, Industria 4.0, Transformación Digital, Desafíos, tecnologías Digitales.

The document explores some definitions about the agricultural sector and its relationship with digital transformation and incursion into industries 4.0 due to the need in the development of the sector, identified from the application of a sector analysis tool (PESTEL) showing how to improve productivity, efficiency, and sustainability through the adoption of new connectivity technologies. In this way, the aim is to carry out an analysis that allows identifying through documentary information based on the advances made by Tovar (2023), Santos (2018), Rodríguez (2021), among others, the main challenges of the Colombian agricultural sector for the transition to Industry 4.0 connectivity technologies that in turn perhaps enable better competitiveness and leveling of gaps in relation to the main primary sectors of the country.

Keywords: Agriculture, Industry 4.0, Digital Transformation, Digital technologies.

2. Planteamiento del Problema

El sector agropecuario colombiano se encuentra en un momento crucial de su desarrollo, identificando la necesidad de mejorar la productividad, eficiencia y sostenibilidad mediante la adopción de tecnologías de conectividad de la Industria 4.0. Sin embargo, esta transición evidencia la existencia de varios desafíos hacia el sector. A pesar de los avances tecnológicos en el sector agropecuario, la falta de conectividad necesaria, como la cobertura 4G, limita el aprovechamiento de dichas tecnologías (Universidad EAFIT, 2020). Este problema no solo afecta la implementación de soluciones tecnológicas, sino que también crea brechas con otros sectores primarios del país.

El uso de nuevas tecnologías digitales y la adquisición de conocimiento no solo transformarán los métodos de producción, sino que también conducirán inevitablemente a la aparición de nuevos tipos de trabajo y a la adopción de nuevas formas de trabajar. Esto requerirá cambios significativos en las estructuras internas de las empresas del sector y en las relaciones entre ellas (Wiesner, 2018).

Es esencial identificar y analizar los principales desafíos del sector para emitir recomendaciones que faciliten la adopción generalizada de tecnologías de conectividad en el sector agropecuario colombiano. Un análisis exhaustivo de estos obstáculos proporcionará una base sólida para que el sector pueda iniciar una transición efectiva hacia 4.0 en el país.

3. Descripción del problema.

El sector agropecuario colombiano representa en promedio entre el 7% y 8% de la actividad económica del país (DANE, 2022) ubicándose entre los 5 sectores más representativos para el

país y con más de 25.000 establecimientos en el sector, de aquí su importancia para el desarrollo económico del país. A pesar de esto el sector agropecuario se encuentra rezagado en el uso de tecnologías de la industria 4.0 situándose en desarrollos inferiores al promedio de los demás sectores a nivel nacional reflejando el hecho de que en variables claves para el éxito empresarial moderno como lo es las ventas por internet solo el 17% de las empresas hacen uso de este canal en comparación de un 38% que puede llegar a usar empresas de otros sectores (Cámara de Comercio de Bogotá, 2019). Al superar estos desafíos para la implementación de tecnologías de la industria 4.0 se puede potencializar la competitividad del sector agropecuario en el país, así como su sostenibilidad a lo largo del tiempo.

3.1 Pregunta de investigación.

¿Cuáles son los principales desafíos que debe enfrentar el sector agropecuario en Colombia en busca de su transición a la conectividad de las tecnologías de la industria 4.0 para ser competitivos nivelando brechas con demás sectores primarios del país?

4. Objetivos

4.1 Objetivo general.

Realizar el Análisis de los Desafíos del Sector Agropecuario Colombiano para la transición a tecnologías de conectividad de la Industria 4.0 que permitan su competitividad y nivelación de brechas con principales sectores primarios del país.

4.2 Objetivos específicos.

1. Identificar los principales desafíos que enfrenta el sector Agropecuario Colombiano en la adopción de tecnologías de conectividad de la industria 4.0.
2. Realizar el análisis de los principales desafíos del Sector Agropecuario Colombiano en materia de productividad, eficiencia y sostenibilidad para la transición a tecnologías de conectividad 4.0.
3. Emitir recomendaciones al Sector Agropecuario Colombiano para abordar los principales desafíos identificados mediante los resultados del análisis.

5. Marco Teórico

5.1 El sector agropecuario

El sector agropecuario constituye uno de los sectores más importantes para el desarrollo y crecimiento económico de un país llegando a alcanzar entre el 4% y más del 25% del PIB, adicionalmente el crecimiento de la agricultura puede representar una efectividad entre dos y cuatro veces más de incremento en la adquisición económica para poblaciones con menos recursos (Banco Mundial, 2023), es por esto que los sistemas para la gestión y desarrollo tecnológico de la agricultura son fundamentales para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenibles planteados en la agenda 2030.

En Colombia el sector agropecuario representa entre el 7% y 8% del PIB nacional, generando desarrollos no solo económicos sino sociales donde generan aproximadamente un 15% de los empleos del país involucrando poblaciones de las zonas rurales e integrando ecosistemas donde se involucran pequeños, medianos y grandes productores de las diferentes regiones del país (FINAGRO, 2023).

La historia del sector agropecuario en Colombia demuestra que el sector era con gran diferencia el más importante para la economía en los inicios del siglo XX, sin embargo a raíz de su crecimiento exponencial que generó fallas en aspectos de justicia y equidad y las grandes épocas de violencia en el campo colombiano, millones de personas fueron desplazadas de sus tierras y obligadas a trasladarse a las grandes urbanizaciones generando las primeras grandes brechas en el desarrollo del sector agropecuario en el país y el distanciamiento con otros sectores primarios (Berry, 2017).

Con el fin de contrastar estas brechas generadas en el sector agropecuario, desde el 2015 impulsado por el gobierno nacional colombiano se desarrolló el informe con la misión para la

transformación del campo, en el cual se busca la generación de políticas de Estado para que la sociedad rural colombiana desarrolle su potencial y así se garantice el desarrollo de las oportunidades económicas en el sector, planteados a través de tres principios los cuales son: enfoque territorial participativo, desarrollos de procesos integrales y desarrollo rural competitivo y sostenible (Departamento Nacional de Planeación, 2015).

En el marco del desarrollo rural competitivo y sostenible con el fin de impulsar el sector a nivel nacional el gobierno se fundamenta en la implementación y aplicación de las tecnologías, la innovación agropecuaria, las TIC y el manejo de la información, pues todas estas determinan un factor fundamental en la competitividad y la sostenibilidad en el tiempo del sector agropecuario (Corral, 2022), que a su vez hacen un aporte al desarrollo económico y social del país y aportando a los retos globales y los objetivos de desarrollo sostenibles.

A pesar de la imperativa necesidad de impulsar estrategias nacionales que promuevan el desarrollo tecnológico del sector agropecuario, es necesario que el gobierno realice esfuerzos adicionales ya que por la naturaleza del país existen más de 180 políticas relacionadas con los ecosistemas y la biodiversidad que no se encuentran completamente integradas, generando brechas entre sectores y haciendo más visible la necesidad de una cooperación nacional en políticas de acuerdo a lo mencionado por (Echeverri, y otros, 2023), que a su vez impacten el desarrollo tecnológico del sector.

5.2 La industria 4.0.

La llamada industria 4.0 se denomina también como la cuarta revolución industrial, representada principalmente por el acoplamiento de tecnologías de la información dentro de los procesos de fabricación y la inclusión de la transformación digital en las empresas y organizaciones, incorporando actividades de apoyo por medio de las tecnologías de la

información y comunicación, usándolas como herramientas que permiten innovar en áreas como monitoreo, optimización, simuladores, entre otras, permitiendo transformar y mejorar ágilmente y de manera rápida los procesos organizacionales (Chasipanta, 2023).

La Industria 4.0 representa un cambio fundamental en el desarrollo de las actividades laborales y cotidianas y todo tipo de relacionamiento. Todos los avances tecnológicos existentes en los múltiples campos del conocimiento y la incorporación y surgimiento de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en la mayoría de las actividades realizadas por la humanidad y sus organizaciones, marcan el concepto de lo que se puede considerar una nueva era, donde se combina lo físico, lo digital y lo biológico en la industria con el fin último de enfocarse hacia la creación de valor (Foro Económico Mundial, 2024).

La industria 4.0 busca que en cualquier sector se avance aplicando la mejora de eficiencia y calidad, manteniendo la sostenibilidad de la producción, todo en el marco de la reducción de costos y mejora de indicadores y de la competitividad. Sin embargo, la aplicación de las herramientas otorgadas por estos avances a nivel de industria, también plantean nuevos retos y desafíos, como la necesidad de adaptación e incorporación de nueva infraestructura, seguido de la necesidad de capacitación de los colaboradores sobre las nuevas tecnologías, entre otros (Flórez Martínez, Zambrano, & Perdomo Villamil, 2020).

5.3 La transformación digital

La transformación digital según lo señala (Alfonso, 2017) obedece a un proceso en el que una empresa u organización incorpora dentro de su estructura una o varias tecnologías nuevas con el fin de permitirle hacerse más eficiente y de este modo lograr mayor productividad, tratándose de

un cambio que se debe incorporar también hacia los colaboradores, y que como resultante traerá beneficios a los actores involucrados, como lo son la empresa, sus clientes y colaboradores.

La Transformación digital surge a partir de diferentes efectos combinados de varios tipos y formas de innovación digital que, a su vez, al combinarse generan nuevos actores, prácticas, estructuras, creencias y valores que logran ejercer efectos de cambio profundo en las reglas o la normalidad de hacer las cosas que existen dentro de organizaciones o sectores, tal como lo señala (Hinings, 2018).

Por otra parte, (Khin, 2019) establece que la transformación digital permite a las empresas crear nuevo valor a partir del impacto que ofrecen las nuevas tecnologías digitales, enfocándose en afirmar específicamente que la digitalización más que un fin, es un acelerador de la transformación de las organizaciones y empresas, debido a que promueve el trabajo interdisciplinario mancomunado entre los colaboradores, aportando agilidad y flexibilidad a cada una de las funciones de la organización. En la perspectiva de (Pérez, 2021), esto ha facilitado el surgimiento e incorporación de nuevas formas de trabajo, dándole nuevas características, por ejemplo, es más colaborativo, ágil y flexible, logrando principalmente que los equipos sean más eficientes, reduciendo en gran medida, el margen de error y los tiempos de espera ante las respuestas a los clientes o partes interesadas, sin embargo, se debe considerar también que estos nuevos estilos de trabajo demandan la adquisición de habilidades digitales y tecnológicas contemporáneas.

5.4 La industria 4.0 en el sector agropecuario

La implementación de tecnologías de la Industria 4.0 en el sector agropecuario colombiano ha supuesto un cambio trascendental en las últimas décadas. *“La innovación en la agricultura no depende estrictamente de conocimiento nuevo o de punta”* (Trigo, 2009). Anteriormente, el país

se enfrentaba a desafíos significativos relacionados con la falta de acceso a tecnologías modernas, la baja productividad y una infraestructura limitada en este sector vital. De acuerdo a lo mencionado por (Bujang, & Bakar, 2019) sectores de la agricultura como lo es el sector cafetero nacional presenta grandes rezagos en calidad de vida y productividad comparado con economías internacionales como lo son las de Brasil y Vietnam, esto debido a una problemática de falta de aprovechamiento de potencial en los usos de los terrenos sumado a un carente acceso a tecnologías y problemas inherentes al sector rural como la falta de inversión pública y el conflicto armado que alteran las dinámicas sociales del sector. Sin embargo, con la irrupción de la era de la Industria 4.0, se han abierto nuevas perspectivas para mejorar la eficiencia, calidad y sostenibilidad de las actividades agrícolas y ganaderas.

La creciente disponibilidad de tecnologías digitales, como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y el big data, han desempeñado un papel fundamental en la transformación del sector agropecuario colombiano. Este cambio se caracteriza por la transición hacia una Agricultura Inteligente y de Precisión, que integra herramientas como la IA, la IoT, Blockchain y el metaverso, entre otras. Según (Ojeda-Beltrán, 2022), estas acciones añaden valor a toda la cadena productiva y, por ende, benefician a los actores involucrados.

En la actualidad se ha demostrado que la adopción de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) potencia la automatización, eficiencia y precisión en las labores agrícolas y ganaderas en Colombia, es por esto que el Gobierno dentro de su plan nacional de desarrollo en conjunto con Ministerio de tecnología de la información y comunicaciones ha destinado inversiones para la apropiación de tecnologías basadas en IoT, IA e industria 4.0 para el campo (MINTIC, 2019; Tapias, 2021). Los agricultores y ganaderos han integrado estas herramientas para supervisar con mayor precisión las condiciones del suelo y los cultivos. Esta

implementación ha optimizado la gestión del riego y los fertilizantes, así como el uso de maquinaria agrícola, mediante la instalación de sensores conectados a través del IoT, se ha facilitado el monitoreo en tiempo real de aspectos críticos como la humedad del suelo, los niveles de nutrientes y la salud de los cultivos. Esto ha capacitado a los agricultores para tomar decisiones más informadas y proactivas, ajustando los niveles de riego y fertilización según las necesidades específicas de cada cultivo y zona de cultivo. Además, la aplicación de algoritmos de inteligencia artificial ha desempeñado un papel crucial al predecir rendimientos agrícolas y detectar tempranamente enfermedades o plagas. Esta capacidad de anticipación ha posibilitado una respuesta rápida y efectiva para mitigar riesgos y maximizar la producción agrícola de manera sostenible.

Del mismo modo, el análisis de grandes volúmenes de datos a través del big data ha proporcionado perspectivas valiosas para optimizar los procesos de producción, identificar tendencias y oportunidades de mercado, y mejorar la toma de decisiones a nivel estratégico. Es por esto por lo que según (Hernández J. P., 2022) en conjunto con la inteligencia artificial y la capacidad de las máquinas para aprender y adaptarse se pueden generar sistemas de procesamiento ilimitado y alimentar el crecimiento de big data, los cuales se pueden llegar a ser aprovechados en un sector como el agropecuario colombiano. Esta convergencia de tecnologías de la Industria 4.0 ha abierto un amplio abanico de posibilidades para el sector agropecuario colombiano, impulsando la modernización y la competitividad en un contexto global cada vez más exigente. Muchos procesos desarrollados a partir de nuevas tecnologías como el internet de las cosas, big data, la nube, inteligencia artificial e impresión 3D ha llevado a que países que son potencia mundial como Estados Unidos o Japón generen mejoras agrícolas que son monetizarles y tangibles en aspectos de productividad y competitividad (Rüsch & Hofmann, 2017).

ANÁLISIS DE DESAFÍOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA TRANSICIÓN A TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

La adopción de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y la inteligencia artificial (IA) ha tenido un impacto significativo en la sostenibilidad ambiental del sector agropecuario colombiano. La implementación de la agricultura de precisión, habilitada por estas tecnologías, ha permitido una gestión más eficiente de los recursos naturales, como el agua y los fertilizantes, lo que a su vez ha contribuido a reducir el impacto ambiental de las actividades agrícolas. Según (Hernández, y otros, 2022) la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios depende del equilibrio entre el uso del recurso, la producción y la combinación de tecnologías como el IoT y la IA ha sido clave para conservar los recursos productivos, proteger el medio ambiente y lograr la calidad de la producción.

Además, la digitalización de la cadena de valor agroalimentaria, a través de sistemas de trazabilidad basados en blockchain, por ejemplo, proporciona transparencia y seguridad en la producción, procesamiento, distribución y comercialización de alimentos, permitiendo una mayor transparencia y seguridad en la cadena de suministro, lo que es fundamental para garantizar la calidad y la autenticidad de los productos agropecuarios colombianos en los mercados nacionales e internacionales. Esto es especialmente importante en un contexto global donde la trazabilidad y la seguridad alimentaria son cada vez más importantes para los consumidores y los reguladores. Blockchain es una TIC transformadora que tiene el potencial de revolucionar la forma en que se utilizan los datos para la agricultura, desde la administración se puede aplicar para la gestión de procesos transversales para el desarrollo del sector agropecuario como lo es la administración de almacenes, silos, cadenas de suministro, entre otros, o como es mencionado por (Saurabh, S., Dey, K., 2021) una herramienta para transmisión de datos en tiempo real de productos y procesos.

ANÁLISIS DE DESAFÍOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA TRANSICIÓN A TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

La integración de tecnologías de la Industria 4.0 en el sector agropecuario colombiano no solo puede mejorar la eficiencia y la productividad, sino que también tiene el potencial de fomentar la inclusión y el desarrollo rural. El sector agropecuario es un componente clave en el desarrollo económico de los países debido a su importante participación en el producto interno bruto de los mismos y desarrollo de la sociedad (Abioye, 2020). La conectividad digital y el acceso a información y servicios a través de plataformas en línea pueden cerrar la brecha entre áreas urbanas y rurales, brindando a los pequeños agricultores acceso a mercados más amplios y oportunidades de negocio. Además, los programas de capacitación y asistencia técnica en tecnologías digitales pueden empoderar a las comunidades rurales, permitiéndoles aprovechar al máximo los recursos disponibles y mejorar sus medios de vida.

Si bien la implementación de estas tecnologías promete mejoras significativas en la competitividad, sostenibilidad y capacidad del agro colombiano para enfrentar desafíos futuros, es crucial adoptar un enfoque estratégico y tomar medidas adecuadas para garantizar su éxito. Esto incluye la inversión en infraestructura, la capacitación de los agricultores en el uso de nuevas tecnologías, el desarrollo de políticas de apoyo y la promoción de la colaboración entre el gobierno, el sector privado y la sociedad civil. Con un enfoque integrado y colaborativo, la Industria 4.0 puede convertirse en un motor clave para el desarrollo agrícola sostenible en Colombia.

6. Metodología

6.1 Enfoque, alcance y diseño de la investigación

Según el problema planteado, se establece que el presente documento y la investigación realizada se caracterizan por aplicar con un enfoque descriptivo y no experimental, una investigación cualitativa realizada a partir de fuentes documentales.

Como lo ilustra (Ñaupas Paitán, 2018) se denomina investigación aplicada a aquella que se fundamenta en resultados de otras investigaciones consideradas como básicas, de carácter puro y enfocada hacia un objeto de estudio específico, para el caso que atañe a la investigación del documento actual, se considera investigación aplicada debido a que se realizará enfocada en un sector específico, se aplicará al sector agropecuario, sus características y a su relación con la industria 4.0.

La investigación descriptiva, tal como lo menciona (Ñaupas Paitán, 2018) tiene como objeto principal la recopilación de aspectos, dimensiones, propiedades, relaciones, sectores y cualquier otra característica que permita entender, describir y deducir acerca del objeto de estudio. Este estudio se enmarca como descriptivo porque el tema a investigar abarca un sector estudiado ampliamente y del que se puede recolectar información para su descripción posterior.

Para (Hernández- Sampieri, 2023) la investigación cualitativa se centra en el objetivo principal de la comprensión del objeto de estudio, a partir de su exploración en su ambiente natural y teniendo en cuenta la relación del mismo con el contexto en el que se encuentra, adicionalmente, señala que este tipo de investigación deberá prevalecer principalmente cuando el propósito es examinar profundizando en significados e interpretación del objeto de estudio, lo cual a su vez se puede realizar a partir de ciertos alcances que inician por medio de la exploración y la descripción, pudiendo limitar el estudio a estos dos apartados precisamente o

también la relación y explicación entre fenómenos o conceptos. Esto precisamente se alcanza en la presente investigación por medio de la recopilación de información documental sobre el sector u objeto de estudio.

Por otra parte y de acuerdo con (Bernal Torres, 2022) la principal preocupación del modelo de investigación cualitativa no es prioritariamente medir, sino cualificar, es decir, lograr interpretar y describir la situación, objeto o sujeto de estudio, esto a partir de los elementos determinantes que se encuentren y que permitan entender una situación y contexto, sus propiedades y sus dinámicas usando principalmente elementos de carácter teórico que sean aceptados por la comunidad científica y conceptualizando la realidad en base de la información obtenida.

Por otra parte las investigaciones de este tipo suelen partir de una problemática y/o tema inicial amplio y conforme se avanza se van identificando diferentes problemas generales para posteriormente llegar al problema de investigación, que suele ser más específico, y es allí en donde se debe pretender dirigir y centrar el estudio (Martínez M. , 2006), sin olvidar que la investigación deberá ser preferiblemente de carácter multimetódico e interpretativo como lo indica (Vasilachis, 2009),

Teniendo en cuenta lo señalado por los autores del presente capítulo, se señala que el documento actual incorpora una investigación cualitativa que se centra en la descripción del sector agropecuario y su relación con la industria 4.0, con enfoque descriptivo a partir del análisis de los estudios previos sobre el tema de estudio que se han realizado por parte de otros autores, adicionalmente se considera una investigación de tipo documental debido a que la metodología se basa en la búsqueda de un conjunto de documentos, su selección y clasificación para el análisis posterior del sector, lo que finalmente permitirá presentar los hallazgos y recomendaciones como finalidad del desarrollo de la investigación.

6.2 Antecedentes del sector agropecuario

Durante el transcurso del siglo XX el sector agropecuario colombiano experimentó cambios significativos, en los cuales logró posicionar al país como una de las principales naciones en la exportación de cultivos como el café, el banano o las flores a nivel mundial, esto lo llevó a convertirse en un pilar de la economía nacional llegando a tener una contribución de hasta el 25% del PIB en la década de 1960, sin embargo el sector agropecuario también enfrentó grandes desafíos debido a la desigualdad en la distribución de tierras y el conflicto armado, lo que llevó a que en el periodo transcurrido entre 1990 y 2011 la contribución del sector tuviese una tendencia a la disminución en su participación del PIB llegando a cifras inferiores al 6% (Junguito, Perfetti, & Becerra, 2014).

Durante los últimos años del siglo XX e inicios del siglo XXI el sector agropecuario mostró un comportamiento muy preocupante para la economía nacional, época en la que el sector agropecuario apenas pudo alcanzar la mitad del crecimiento en comparación con el que presentó el PIB nacional que se ubicó sobre el 5,9%, esto sumado a que el país generó una bonanza económica durante los años 2003 y 2007 generó brechas entre los desarrollos e inversiones para el agro colombiano y los demás sectores del país. Adicional a esto el sector agropecuario se ubicó en crecimientos inferiores al promedio de Latinoamérica en donde el crecimiento del sector agropecuario en Colombia fue cercano al 2,3% y en Latinoamérica alcanzó a llegar al 2,6% generando brechas y desigualdades no solo con los sectores primarios de Colombia sino con el sector agropecuario de toda la región (Departamento Nacional de Planeación, 2015).

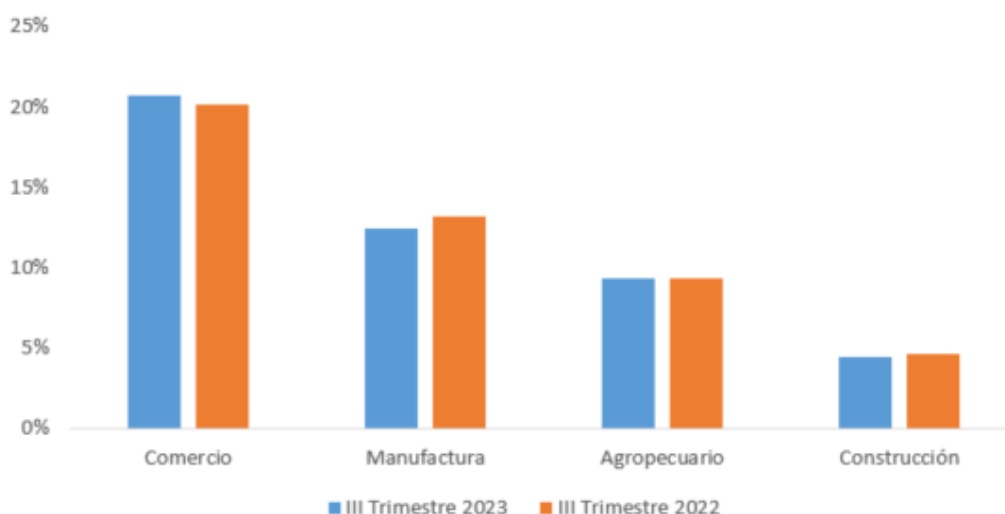
Hoy en día el sector agropecuario ha venido repuntando su participación e importancia para la economía colombiana generando una tendencia positiva en la participación del PIB llegando a

cifras cercanas al 8% (DANE, 2022), sin embargo, para continuar con su desarrollo enfrenta desafíos en cuanto a la modernización y equidad de tierras que garanticen desarrollos económicos competitivos y sostenibles (Departamento Nacional de Planeación, 2015).

6.3 Datos Estadísticos

El sector agropecuario colombiano ha venido repuntando su participación e importancia para el sector económico lo que lo ha llevado a posicionarse dentro de los tres sectores primarios más importantes para el país, en la figura 1 se puede evidenciar la importancia relativa de los sectores comparando el PIB del tercer trimestre del 2022 y el tercer trimestre del 2023 (Cámara de Comercio de Bogotá, 2023).

Figura 1: Comparación PIB sectores primarios

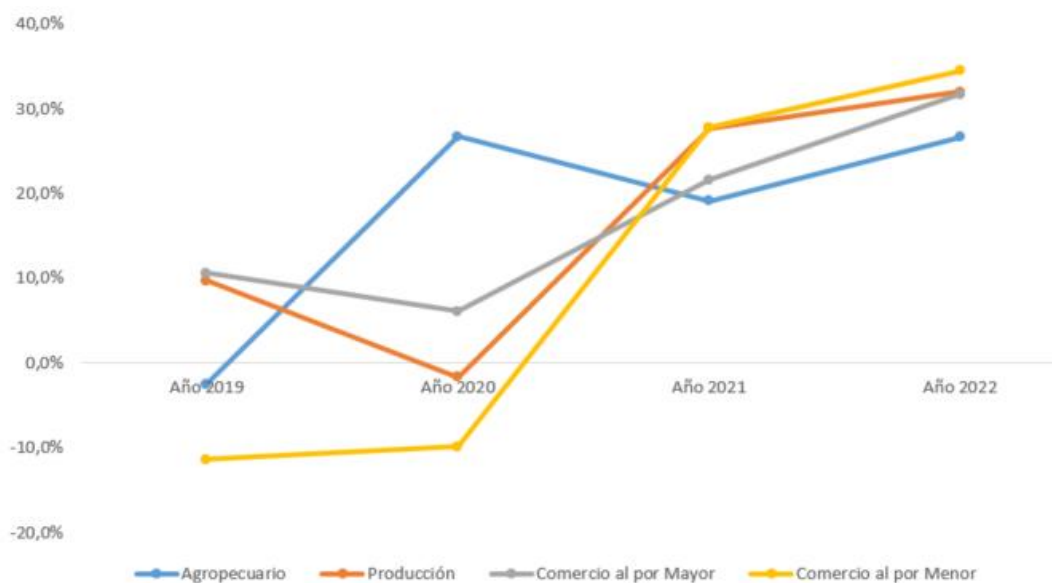


Fuente: Elaboración propia con base en datos DANE Cuentas nacionales 2023

Basados en los datos recopilados por (EMIS, 2024) se puede determinar que el crecimiento en porcentaje de ventas del sector agropecuario fue el más alto en el 2020 como se

puede observar en la Figura 2, superando a los demás sectores primarios, a pesar de este crecimiento en el comportamiento demuestra que el sector agropecuario todavía se encuentra por debajo de otros sectores primarios pero con una tendencia positiva en el periodo comprendido entre 2019 y el 2022 que junto con la evolución del desarrollo tecnológico y el cierre de brechas puede proyectar mayor participación del sector en el país.

Figura 2: Crecimiento en ventas % de sectores primarios

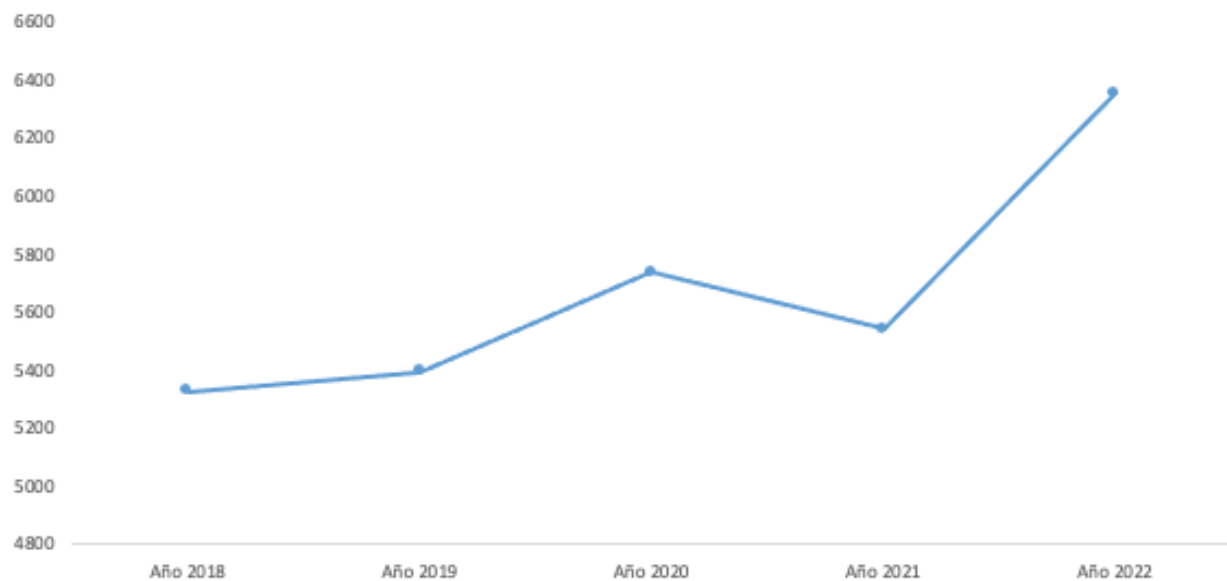


Fuente: Elaboración propia con base en (EMIS, 2024)

En consecuencia con el repunte que ha venido presentando el sector agropecuario desde el año 2014 se pueden proyectar crecimientos en el sector pues de acuerdo con los datos recopilados por (EMIS, 2024) en el periodo comprendido entre 2018 y 2022 las empresas en la industria han crecido más de un 19% como se puede observar en la figura 3 y en relación con la cantidad de empleos que genera en Colombia el sector ha crecido en más de 48.000 empleos en un lapso de 5 años con una tendencia positiva como se puede evidenciar en la figura 4.

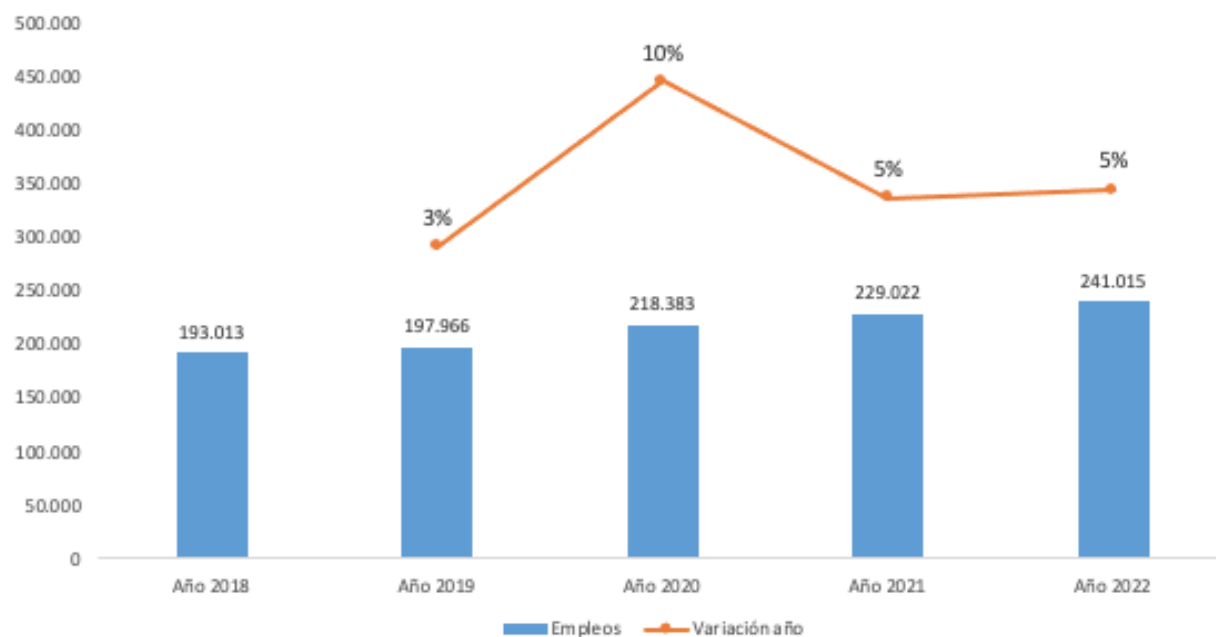
ANÁLISIS DE DESAFÍOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA TRANSICIÓN A TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

Figura 3: Evolución de las empresas en el sector agropecuario de Colombia



Fuente: Elaboración propia con base en (EMIS, 2024)

Figura 4: Evolución de los empleos generados por las empresas en el sector agropecuario de Colombia

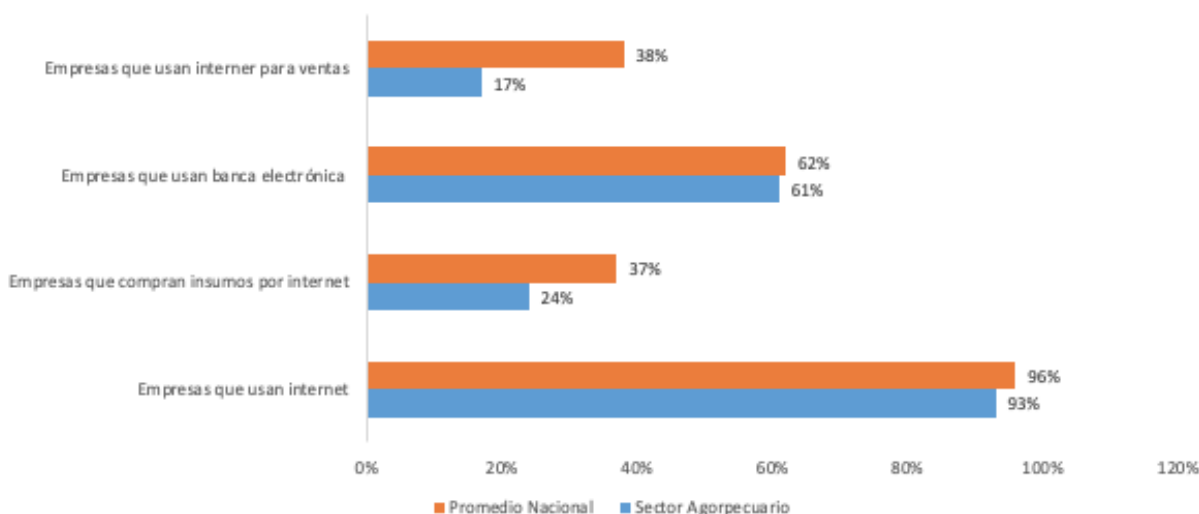


Fuente: Elaboración propia con base en (EMIS, 2024)

ANÁLISIS DE DESAFÍOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA TRANSICIÓN A TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

A pesar del crecimiento que se ha venido experimentando por el sector agropecuario, de acuerdo con una encuesta realizada por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y recopilado en un análisis por (Cámara de Comercio de Bogotá, 2019), se puede determinar que todavía existen brechas en el uso de tecnologías y conectividades básicas en relación con los demás sectores que componen la economía del país como se puede evidenciar en la figura 5.

Figura 4: Porcentaje de uso de tecnologías del sector agropecuario vs el promedio nacional



Fuente: Elaboración propia con base en (Cámara de Comercio de Bogotá, 2019)

Para finalizar se encuentra que, con los datos analizados, el sector agropecuario tiene tendencias positivas, su crecimiento económico lo lleva a posicionarse nuevamente en los sectores primarios más importantes para el país y con gran relevancia para el PIB, pero también se evidencia que aún hay brechas tecnológicas que deben cerrarse para que el sector explote su máximo potencial y logre igualar tendencias globalmente.

6.4 Herramienta de análisis sectorial

Una de las herramientas más reconocidas para el análisis del entorno de algún objeto de estudio es la herramienta de análisis PESTEL, la cual será utilizada en la presente investigación y que está compuesta por una serie de elementos que permiten realizar un análisis externo, considerando factores como: Políticos, económicos, socioculturales, tecnológicos, ecológicos y legales, en la **Tabla 1** se indican los entornos sujetos al análisis y sus tópicos principales.

Tabla 1: Influencias del macroentorno PESTEL

Análisis Pestel		
Factores Políticos	Factores Económico	Factores Socioculturales
Estabilidad Gubernamental	Estado del Sector	Demografía
Política Fiscal	Tipo de Intereses	Educación
Política de Disponibilidad	Inflación	Cambios de estilo de vida
Factores Tecnológicos	Factores	Factores Legales
Nuevos descubrimientos y aplicaciones	Ambientales/Ecológicos	Legislación general
	Buenas prácticas ambientales	Reglamentación
Gasto público en investigación	Consumo de recursos, Agua	

Adaptado de: (Maldonado Pinto, 2018)

Esta herramienta será la seleccionada para profundizar en el análisis sectorial que permite tener un detalle en los desafíos que enfrenta el sector agropecuario en el marco de las tecnologías 4.0.

Con el fin de desarrollar adecuadamente un análisis de la herramienta, a lo largo del numeral 7 se desarrollaran cuatro preguntas que van encaminadas a la resolución de los objetivos específicos planteados en el proyecto, de tal modo que con una serie de documentos y fuentes secundarias se pueda tener un análisis de las mismas permitiendo tener un diagnóstico de los

ANÁLISIS DE DESAFÍOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA TRANSICIÓN A TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

desafíos del sector agropecuario para la transición a tecnologías de la industria 4.0, las preguntas que se revisaran son las siguientes:

- ¿Cuáles son las prácticas y herramientas implementadas en los mercados colombianos que promueven la implementación de tecnologías 4.0?
- ¿En relación con el sector agropecuario cuales son los beneficios y desafíos económicos ambientales y sociales asociados con el uso de tecnologías 4.0?
- ¿En relación con el sector agropecuario cuales son los beneficios y desafíos políticos, legales y tecnológicos asociados con la industria 4.0?
- ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta el sector Agropecuario Colombiano en la adopción de tecnologías de conectividad de la industria 4.0.?

De este modo se desarrollará el análisis Pestel que se podrá evidenciar al finalizar el numeral 7.

Análisis y discusión de los resultados, luego de analizar los documentos descritos en la **Tabla 2**.

Tabla 2: Documentos para el análisis de resultados

Autor	Documento
Perfetti (2013)	Políticas para el desarrollo: de la agricultura en Colombia
Junguito (2014)	Desarrollo de la agricultura colombiana
Vanegas (2001)	Colombia: alcances y lecciones de su experiencia en reforma agraria
Beltrán (2022)	Plataformas Tecnológicas en la Agricultura 4.0: una Mirada al Desarrollo en Colombia
Cerón (2020)	Tan cerca y tan lejos de la agricultura 4.0 en Colombia
Camargo (2022)	Economía naranja y desarrollo tecnológico en Colombia: retos y desafíos en la era de la industria 4.0
Marín (2023)	Aproximación conceptual a las variables del marketing agropecuario
Sarasti (2015)	Sistemas de Información enfocados en tecnologías de agricultura de precisión y aplicables a la caña de azúcar, una revisión

ANÁLISIS DE DESAFÍOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA TRANSICIÓN A TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

Martínez (2023)	Estrategias para usar el aprendizaje automático para predecir el comportamiento de los estudiantes durante las transiciones educativas
Bullón-Salazar (1997)	Tecnología, información y administración de datos
Tizziani (2022)	La intervención de plataformas digitales en el trabajo doméstico remunerado en Argentina
Bagó (2019)	Hacia una economía de plataformas responsable
Fajardo (2020)	Beneficios de la implementación de las tecnologías de la industria 4.0 en la cadena de frío en Walmart México
Aguilera-Castillo (2021)	Cambio tecnológico, automatización, innovación y mercado laboral en América Latina: un nuevo reto para la integración regional
Cerdán (2018)	Desafíos actuales para la reducción del riesgo de desastres. Nuevos escenarios y cambios de paradigmas
Tovar (2023)	Agricultura 4.0: uso de tecnologías de precisión y aplicación para pequeños productores
Massolo (2016)	Introducción a las herramientas de gestión ambiental
Muñoz (2023)	Uso y apropiación de las tecnologías de la información de cara a las Industrias 4.0 en el sector turístico-hotelerero en la ciudad de Medellín
Santos (2018)	El uso de la tecnología en la agricultura
Rodríguez (2021)	Adopción de servicios tecnológicos en el sector agropecuario colombiano
Baruch (2021)	Cuarta Revolución Industrial: gobierno y buena gobernanza
Merino (2022)	Tecnología 4.0 para el servicio al usuario de estudios jurídicos privados en Ambato
Taddeo (2020)	Tecnologías 4.0 como interfaces de aprendizaje
Corzo-Ussa (2022)	La industria 4.0 y sus aplicaciones en el ámbito militar
Rojas-Berrio (2020)	Tecnologías Digitales Emergentes en Emprendimientos y Mipymes (Colombia)
Valenzuela (2016)	Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el posconflicto colombiano

ANÁLISIS DE DESAFÍOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA TRANSICIÓN A TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

Yunga (2022)	El efecto de la tecnología en la desigualdad de ingresos. Implicaciones de la brecha digital: evidencia para los países miembros de la OCDE
Cáceres (2022)	El reto de las empresas de América Latina frente a las disrupciones tecnológicas
Altieri (1992)	La agroecología y el desarrollo rural sostenible en América Latina
García (2013)	La tecnología, factor imprescindible para el desarrollo

Fuente: Elaboración propia

7. Análisis y discusión de los resultados

La aplicación de tecnologías de la Industria 4.0 en el sector agrícola de Colombia presenta desafíos y oportunidades únicas para el desarrollo sostenible y la competitividad (Barajas, 2023).

Las tecnologías como Internet de las cosas, big data y la inteligencia artificial pueden aumentar la eficiencia, la rentabilidad y el control de la cadena de suministro, pero hay que abordar las prácticas tradicionales del sector y las ventajas y desventajas de la adopción de estas tecnologías. La transformación digital exitosa depende también del uso y la apropiación de las tecnologías de la información en industrias culturales y creativas (Sanchez, 2023)

La digitalización de las pequeñas y medianas empresas en Colombia puede beneficiarse aún más de las herramientas de computación en la nube de acuerdo con lo descrito por (Ortiz, Fernández, Cadavíd, & Gallego, 2018), las cuales generan ahorros en costos, eficiencias y nuevas oportunidades de negocios.

Como lo señala (Sampietro-Saquicela, 2020) las oportunidades y desafíos de la transformación de la Industria 4.0, incluyen cambios en el trabajo, la educación, la inclusión social y los efectos ambientales, teniendo en cuenta el contexto anterior, y con el fin de interpretar asertivamente la información consultada y de dar respuesta a la pregunta de investigación y el cumplimiento de los objetivos de la investigación se plantean cinco preguntas

clave que serán una guía para la investigación, las preguntas planteadas abordan temas fundamentales enfocándose en la identificación de los desafíos y ventajas de la adopción de tecnologías de conectividad de la Industria 4.0, centrándose en comprender a profundidad el panorama actual y futuro del sector agropecuario colombiano en el contexto de la cuarta revolución industrial.

¿Cuáles son las prácticas y herramientas implementadas en los mercados colombianos que promueven la implementación de tecnologías 4.0?

En los mercados colombianos, se están implementando diversas prácticas y herramientas para promover la adopción de tecnologías 4.0 en el sector agropecuario, entre estas prácticas se incluye la capacitación y formación especializada para productores y trabajadores del sector, así como la facilitación de subsidios y financiamiento para la adquisición de equipos tecnológicos, además, se promueven alianzas público-privadas para desarrollar soluciones innovadoras, se impulsan plataformas digitales de comercialización y se fomenta el uso de sensores y dispositivos IoT para monitorear y controlar variables clave en la producción, así mismo, se emplean herramientas de análisis de datos y análisis predictivo para optimizar la toma de decisiones. Estas iniciativas buscan mejorar la eficiencia, sostenibilidad y competitividad del sector agropecuario en Colombia.

Un tema de interés para los investigadores es la evolución de las prácticas agrícolas en Colombia, especialmente en el contexto de la cuarta revolución industrial. (Perfetti, 2013) y (Junguito, 2014), es que las reformas políticas y el uso de nuevas tecnologías son necesarios para abordar los problemas que enfrenta el sector agrícola (Vanegas, 2001), destaca la lucha histórica

ANÁLISIS DE DESAFÍOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA TRANSICIÓN A TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

por llevar a cabo una reforma agraria importante, que es un tema crucial para el crecimiento del sector. (Beltrán, 2022) presenta una visión más actualizada que se enfoca en el potencial de las plataformas tecnológicas en la era de la agricultura 4.0, especialmente las creadas por AGROSAVIA, para mejorar la competitividad y la sostenibilidad del sector, estas plataformas pueden explorar cómo se integran conceptos de agroecología y sostenibilidad en estas prácticas en constante transformación. A su vez (Cerón, 2020) señala que las plataformas tecnológicas y la agricultura 4.0 son cruciales para el sector agrícola colombiano. Según (Camargo C. P., 2022), es muy relevante el uso de la tecnología en el mercado global, especialmente en la relación al sector tecnológico de Colombia y las dificultades que enfrenta actualmente. (Marín, 2023) ofrece una perspectiva adicional al discutir cómo la adopción de tecnologías 4.0 afecta las variables de marketing en la industria agrícola.

Los hallazgos de estos estudios sugieren que la implementación de tecnologías 4.0 en el sector agrícola colombiano es crucial para su competitividad y crecimiento.

Tabla 3: Análisis PESTEL de Prácticas y Herramientas en Mercados Colombianos

Aspecto PESTEL	Perfetti (2013)	Junguito (2014)	Vanegas (2001)	Beltrán (2022)	Cerón (2020)	Camargo (2022)	Marín (2023)
Político/ Legal	Reformas políticas para abordar problemas agrícolas	Necesidad de reformas políticas para enfrentar desafíos del sector agrícola	Lucha histórica por reforma agraria significativa	Potencial de plataformas tecnológicas en agricultura 4.0	Crucialidad de plataformas tecnológicas y agricultura 4.0	Relevancia de tecnología en mercado global y sector tecnológico colombiano	Impacto de tecnologías 4.0 en variables de marketing agrícola
Económico	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Beneficios y desafíos de plataformas tecnológicas	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Sociocultural	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Integración de conceptos de	No Aplica	No Aplica	No Aplica

ANÁLISIS DE DESAFÍOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA
TRANSICIÓN A TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

Aspecto PESTEL	Perfetti (2013)	Junguito (2014)	Vanegas (2001)	Beltrán (2022)	Cerón (2020)	Camargo (2022)	Marín (2023)
				agroecología y sostenibilidad			
Tecnológico	Uso de nuevas tecnologías en sector agrícola	Uso de nuevas tecnologías para abordar desafíos sectoriales	No Aplica	Desarrollo y potencial de plataformas tecnológicas en agricultura 4.0	Crucialidad de tecnologías 4.0 en sector agrícola	Relevancia de tecnología en mercado global	Adopción de tecnologías 4.0 en variables de marketing agrícola
Ambiental/ Ecológico	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Integración de conceptos de agroecología y sostenibilidad	No Aplica	No Aplica	No Aplica

Fuente: Elaboración propia

¿Qué impacto ha tenido el uso de las tecnologías 4.0 en el desarrollo del sector agropecuario colombiano?

La aplicación de tecnologías 4.0 ha mejorado la eficiencia y la productividad de las actividades agrícolas y ganaderas en Colombia. La utilización de sensores y dispositivos inteligentes ha mejorado el monitoreo y el control de los cultivos y el ganado, optimizando el uso de recursos como el agua y los fertilizantes, sin embargo, la adopción generalizada de la agricultura 4.0 en Colombia sigue siendo un desafío a pesar de estos avances.

Se han propuesto diferentes iniciativas desde el sector privado y desde el sector público, una de ellas es la creación de un sistema de información completo basado en agricultura de precisión para la caña de azúcar, que utiliza tecnologías de información y comunicación para optimizar el uso de recursos y el rendimiento del cultivo (Sarasti, 2015) que de ser aplicado podría ser replicado en varios productos del sector.

ANALISIS DE DESAFIOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA TRANSICION A TECNOLOGIAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

El aprendizaje automático y las tecnologías de análisis de datos han mejorado la toma de decisiones en muchos campos, incluida la agricultura (Martínez S. C., 2023). En la educación superior, estas tecnologías también han sido cruciales para mejorar los procesos de evaluación y aprendizaje, han permitido predecir el comportamiento de los estudiantes durante las transiciones educativas y optimizar el aprendizaje, recopilaron y analizaron los datos producidos por los estudiantes, esto replicado al sector agropecuario ha traído beneficios a lo que se le debe sumar que la creciente accesibilidad a la información debido a los avances en la tecnología de la comunicación ha hecho que la gestión de datos sea cada vez más crucial para las organizaciones (Bullón, 1997), la incorporación de plataformas digitales en el sector agrícola ha aumentado significativamente la eficiencia y la transparencia, lo que ha mejorado la competitividad del sector. La tendencia en cuestión no se limita a la agricultura; las plataformas digitales también han tenido un impacto en otros campos, como el trabajo doméstico (Tizziani, 2022) y la economía en general (Bagó, 2019), sin embargo, la rápida expansión de estas plataformas ha generado inquietud sobre su regulación, especialmente en términos de derechos laborales y responsabilidad social, pero visto en términos generales se ha logrado modernizar el sector y esto ha traído beneficios, económicos, sociales y ambientales.

Tabla 4: Análisis PESTEL de Impacto de las Tecnologías 4.0

Aspecto PESTEL	Sarasti (2015)	Martínez (2023)	Bullón-Salazar (1997)	Tizziani (2022)	Bagó (2019)
Económico	No Aplica	Mejora en toma de decisiones en agricultura	No Aplica	Impacto en economía general y regulación	Impacto en economía general y regulación
Sociocultural	No Aplica	No Aplica	Mejora en procesos educativos	Impacto en trabajo doméstico	Inquietud sobre regulación y responsabilidad social

ANALISIS DE DESAFIOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA TRANSICION A TECNOLOGIAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

Aspecto PESTEL	Sarasti (2015)	Martínez (2023)	Bullón-Salazar (1997)	Tizziani (2022)	Bagó (2019)
Tecnológico	Propuesta de sistema de información para agricultura de precisión	Mejora en toma de decisiones en agricultura	Crucialidad de gestión de datos	Uso de plataformas digitales en agricultura	Uso de plataformas digitales en varios campos
Legal	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Necesidad de regulación y responsabilidad social

Fuente: Elaboración propia

¿En relación con el sector agropecuario cuales son los beneficios y desafíos económicos ambientales y sociales asociados con el uso de tecnologías 4.0?

El uso de tecnologías 4.0 en el sector agropecuario de Colombia ha demostrado beneficios significativos en términos económicos, ambientales y sociales. Las tecnologías agrícolas y ganaderas han mejorado la eficiencia y la productividad, lo que aumenta la rentabilidad y la competitividad en el mercado. Un ejemplo claro es que las cadenas de frío han experimentado un aumento en la eficiencia de los procesos y los costos gracias a la incorporación de tecnologías de la industria 4.0, como el Internet de las cosas, los big data y la inteligencia artificial (Fajardo, 2020), sin embargo, la falta de industrialización en las regiones de Colombia dificulta la adopción de tecnología en el sector agrícola, pero a pesar de estos obstáculos, los cambios derivados de la inclusión de la transformación tecnológica en el sector agrícola ha sido esencial para mantener la competitividad y reducir la desigualdad.

La incorporación de tecnologías avanzadas en los sistemas de producción puede generar dificultades económicas, particularmente para los pequeños productores que tienen recursos limitados y debido a que se deben contemplar actualizaciones constantes, estas pueden resultar en costos adicionales, lo que exacerba estos problemas.

El desempleo tecnológico también puede resultar del uso de la tecnología, como se ha visto en América Latina (Aguilera, 2021). Por otra parte, (Cerdán, 2018) afirma que incorporar la reducción del riesgo en los esquemas de desarrollo puede ayudar a abordar estas dificultades y se debe contemplar que en respuesta a los cambios tecnológicos, las empresas de América Latina deben reconsiderar sus modelos económicos y adoptar la gestión del conocimiento y la innovación tecnológica.

Se ha demostrado que el uso de tecnologías 4.0 en la agricultura tiene importantes beneficios ambientales, particularmente en la gestión eficiente del agua y los fertilizantes. La agricultura de precisión, Internet de las cosas, el análisis de datos e inteligencia artificial son algunas de las tecnologías que tienen el potencial de mejorar la productividad y reducir los efectos ambientales (Tovar, 2023) señala que se ha descubierto que la agricultura 4.0, que combina tecnologías digitales para optimizar la producción, puede ayudar a reducir costos, aumentar la rentabilidad y disminuir el impacto ambiental. Además, se ha encontrado que las tecnologías de agricultura de precisión pueden reducir costos, aumentar la rentabilidad de los cultivos y reducir el impacto ambiental.

La gestión de datos, la operación de equipos tecnológicos y el desarrollo y mantenimiento de software son algunos de los campos en los que las tecnologías 4.0 han creado nuevas oportunidades laborales. Asimismo, para potencializar y mejorar la experiencia de los visitantes, la industria turística y hotelera ha visto una falta de conocimiento y adopción de estas tecnologías, lo que ha dificultado su implementación (Muñoz, 2023) mientras que la agrícola ha experimentado una gran evolución tecnológica, esto que ha brindado un mejoramiento laboral y competitividad en la producción y comercialización (Santos, 2018).

ANALISIS DE DESAFIOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA TRANSICION A TECNOLOGIAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

Tabla 5: Análisis PESTEL de Beneficios y Desafíos Económicos, Ambientales y Sociales

Aspecto PESTEL	Fajardo (2020)	Aguilera-Castillo (2021)	Cerdán (2018)	Tovar (2023)	Massolo (2016)	Muñoz (2023)	Santos (2018)
Económico	Aumento de eficiencia y productividad, mejora en cadena de frío	Desempleo tecnológico	Reconsideración de modelos económicos	Beneficios económicos en gestión de recursos naturales	Mejora de calidad del agua y beneficios ambientales	Creación de empleos en campos tecnológicos, mejora de seguridad laboral	Brecha digital y posible pérdida de empleos
Tecnológico	Uso de tecnologías 4.0 en cadena de frío	Desempleo tecnológico	Incorporación de reducción de riesgo de desastres	Beneficios ambientales en gestión de recursos naturales	Aplicación de Directiva Marco de Agua, beneficios ambientales	Creación de empleos en campos tecnológicos	Posible brecha digital
Ambiental/ Ecológico	No Aplica	No Aplica	Incorporación de reducción de riesgo de desastres	Reducción del impacto ambiental	Marco de Agua, beneficios ambientales	No Aplica	No Aplica

Fuente: Elaboración propia

¿En relación con el sector agropecuario cuales son los beneficios y desafíos políticos, legales y tecnológicos asociados con la industria 4.0?

En el sector agropecuario colombiano, la implementación de tecnologías 4.0 presenta múltiples ventajas y desventajas. Por un lado, según (Camargo, 2022), la implementación de estas tecnologías puede mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de la industria. Sin embargo, la falta de industrialización en algunas partes del país impide su adopción. La adopción de servicios tecnológicos también se ve obstaculizada por la disparidad entre la investigación agrícola y las demandas del consumidor (Rodríguez, 2021), la transformación tecnológica en el sector agropecuario es necesaria a pesar de estos desafíos para mantener la competitividad y la sostenibilidad pues en gran parte el desarrollo equitativo y sostenible del sector agropecuario en

Colombia depende de políticas públicas que bordean estas barreras y fomentan la adopción de tecnologías 4.0.

La adopción de tecnologías 4.0 en el sector agrícola puede resultar en una mayor colaboración y coordinación entre el gobierno y las organizaciones agrícolas, lo que podría resultar en políticas más efectivas y adaptadas (Baruch, 2021). Los avances tecnológicos y la cambiante demanda de alimentos requieren esta transformación, sin embargo, el uso proactivo de estas tecnologías por parte del gobierno para mejorar la prestación de servicios y la reorganización interna es necesario para que estas políticas sean exitosas (Baruch, 2021) además, enfatiza en la importancia de propuestas de políticas efectivas y ajustes para el sector agrícola. Aunque estas tecnologías son prometedoras, pueden surgir obstáculos como la necesidad de un sistema de gobernanza multisectorial y la consideración de teorías políticas y estudios de casos (Baruch, 2021). Sin embargo, la necesidad de establecer marcos regulatorios claros y actualizados para garantizar la seguridad y la privacidad de los datos recopilados a través de estas tecnologías puede generar obstáculos políticos.

Como destaca (Merino, 2022), la adopción de tecnologías 4.0 en el sector jurídico requiere modernización y digitalización para mejorar la atención al usuario. Esto está en línea con la tendencia general de que estas tecnologías impacten en una variedad de sectores, como la educación, donde se utilizan como interfaces cognitivas, relacionales y emocionales (Taddeo, 2020). Por otra parte como lo indica (Corzo, 2022) existe gran potencial en las tecnologías 4.0 para impulsar el desarrollo tecnológico, económico y social, en América Latina. (Berrio, 2020) destaca que el apoyo del gobierno es crucial para que las pequeñas y medianas empresas adopten estas tecnologías con éxito.

ANÁLISIS DE DESAFÍOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA TRANSICIÓN A TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

Estos estudios enfatizan la importancia de modificar las regulaciones y leyes para crear un entorno favorable al uso responsable e innovador de las tecnologías 4.0.

Tabla 6: Análisis PESTEL de Beneficios y Desafíos Políticos, Legales y Tecnológicos

Aspecto PESTEL	Camargo (2022)	Rodríguez (2021)	Baruch (2021)	Merino (2022)	Taddeo (2020)	Corzo-Ussa (2022)	Rojas-Berrio (2020)
Político	Mejora de la eficiencia y sostenibilidad en la industria agropecuaria.	Dificultades en la adopción debido a la falta de industrialización en algunas regiones de Colombia.	Mayor colaboración y coordinación entre gobierno y organizaciones agrícolas para políticas efectivas y adaptadas.	Modernización y digitalización del sector jurídico para mejorar la atención al usuario.	Impacto en la educación como interfaces cognitivas, relacionales y emocionales.	Impulso al desarrollo tecnológico, económico y social en América Latina, especialmente en el contexto militar.	Apoyo gubernamental crucial para que pequeñas y medianas empresas adopten tecnologías 4.0 con éxito.
Sociocultural	Disparidad entre la investigación agrícola y las demandas del consumidor.	No Aplica	Necesidad de políticas públicas que aborden barreras y fomenten la adopción de tecnologías 4.0.	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Tecnológico	No Aplica	No Aplica	Uso proactivo de tecnologías para mejorar la prestación de servicios y reorganización interna del gobierno.	No Aplica	No Aplica	Potencial para impulsar el desarrollo tecnológico y económico en América Latina.	Necesidad de modificar regulaciones y leyes para crear un entorno favorable al uso de tecnologías 4.0.
Legal	No Aplica	Obstáculos políticos en la necesidad de establecer marcos regulatorios	No Aplica	Necesidad de modificar regulaciones y leyes para crear	No Aplica	No Aplica	No Aplica

ANÁLISIS DE DESAFÍOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA TRANSICIÓN A TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

Aspecto PESTEL	Camargo (2022)	Rodríguez (2021)	Baruch (2021)	Merino (2022)	Taddeo (2020)	Corzo- Ussa (2022)	Rojas- Berrio (2020)
		claros y actualizados.		un entorno favorable al uso de tecnologías 4.0.			

Fuente: Elaboración propia

¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta el sector Agropecuario Colombiano en la adopción de tecnologías de conectividad de la industria 4.0.?

La incorporación de tecnologías de conectividad de la industria en el sector agropecuario colombiano presenta una serie de desafíos. La implementación de soluciones tecnológicas avanzadas y el acceso a internet son limitados en áreas rurales debido a la falta de infraestructura digital y conectividad (Valenzuela, 2016). Además, Colombia debe enfrentar importantes desafíos al adoptar nuevas tecnologías de la información porque debe competir con naciones más avanzadas. La transformación digital en el sector agropecuario se ve reflejada tanto en España como en Colombia por la revolución de la industria 4.0. Sin embargo, la falta de industrialización en las regiones de Colombia dificulta la adopción de tecnología en la agricultura.

Las pequeñas y medianas empresas enfrentan desafíos significativos debido a la brecha digital en el sector agropecuario, que se ve agravada por los elevados costos de adquisición e implementación de tecnologías (Yunga, 2022). Las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) y el uso de internet no han logrado reducir la desigualdad de ingresos debido a la brecha digital. Las empresas en América Latina enfrentan desafíos similares y deben adaptarse a las disrupciones tecnológicas. La transformación digital está alterando las normas de consumo y la propuesta de valor de los bancos. Sin embargo, los grandes propietarios han

ANÁLISIS DE DESAFÍOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA TRANSICIÓN A TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

obtenido más beneficios de la implementación de nuevas tecnologías en la agricultura que otros (Altieri, 1992).

La industria agroalimentaria necesita desarrollar capacidades tecnológicas porque se relaciona positivamente con la permanencia en el mercado y el tamaño de la empresa. Sin embargo, existe una falta de conocimiento y preparación en el campo de las fuentes de energía renovables entre los productores agrícolas y el personal técnico, lo que puede abordarse a través de capacitaciones focalizadas. La generación y comercialización efectiva de productos y servicios depende en gran medida de conocimientos y habilidades prácticas, con el desarrollo tecnológico siendo crucial (García, 2013).

Tabla 7: Análisis PESTEL de Principales Desafíos en la Adopción de Tecnologías 4.0

Aspecto PESTEL	Valenzuela (2016)	Yunga (2022)	Cáceres (2022)	Altieri (1992)	García (2013)
Político/Legal	Limitaciones en la implementación debido a la falta de infraestructura digital y conectividad en áreas rurales.	Desafíos para Colombia al competir con naciones más avanzadas en la adopción de tecnologías de la información.	Brecha digital en el sector agropecuario que afecta a las pequeñas y medianas empresas.	Beneficios desproporcionados para grandes propietarios de tierras en la adopción de tecnologías en la agricultura.	Natura como modelo para la implementación de tecnologías de la Industria 4.0 en el sector agrícola.
Económico	Elevados costos de adquisición e implementación de tecnologías 4.0.	Brecha digital que afecta la igualdad de ingresos en el sector agropecuario.	Desigualdad en los beneficios obtenidos de la implementación de tecnologías en la agricultura.	Desarrollo de capacidades tecnológicas como factor clave para permanencia en el mercado.	Importancia del desarrollo tecnológico para la generación y comercialización efectiva de productos y servicios.
Tecnológico	Limitaciones en la adopción debido a la falta de conocimiento y preparación en energías renovables.	Adaptación a las disrupciones tecnológicas en América Latina.	Necesidad de desarrollo de capacidades tecnológicas en el campo de las fuentes de energía renovables.	No Aplica	No Aplica

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DE DESAFÍOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA TRANSICIÓN A TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

Para finalizar, luego de determinar los aspectos relevantes relacionados por cada uno de los autores investigados podemos evidenciar en la **Tabla 8** las ventajas y desventajas bajo la herramienta de análisis Pestel y como es el impacto de la implementación de las tecnologías 4.0 en el sector agropecuario colombiano.

Tabla 8: Análisis PESTEL en el sector agropecuario colombiano con la implementación de tecnologías 4.0

Título	Aspecto PESTEL	Desafíos identificados	
Prácticas y Herramientas en Mercados Colombianos	Político	Reformas políticas para abordar problemas agrícolas.	Necesidad de reformas políticas para enfrentar desafíos del sector agrícola.
	Económico	Capacitación y formación especializada para productores y trabajadores del sector. Subsidios y financiamiento para adquisición de equipos tecnológicos.	Dependencia de subsidios y financiamiento para adopción de tecnologías.
	Socio-cultural	Alianzas público-privadas para desarrollar soluciones innovadoras.	Resistencia a cambios por parte de productores y trabajadores.
	Tecnológico	Uso de sensores y dispositivos IoT para monitoreo y control en la producción.	Dependencia excesiva de tecnologías que pueden dejar rezagados a quienes no las adopten.
	Ambiental/ Ecológico	Optimización de recursos como agua y fertilizantes mediante tecnologías 4.0.	Riesgos ambientales asociados con mal uso de tecnologías avanzadas.
	Legal	Implementación de herramientas de análisis de datos para optimizar la toma de decisiones.	Necesidad de cumplir con regulaciones y leyes relacionadas con uso de tecnologías en el sector.
Impacto de las Tecnologías 4.0	Político	Mejora en eficiencia y sostenibilidad del sector agropecuario.	Dependencia excesiva de tecnologías que pueden dejar rezagados a quienes no las adopten.
	Económico	Aumento de eficiencia y productividad.	Costos elevados de adquisición e implementación de tecnologías 4.0.
	Socio-cultural	Mejora en procesos educativos y laborales.	Brecha digital y desigualdad en acceso a tecnologías entre diferentes grupos.
	Tecnológico	Uso de sensores, IoT y análisis de datos para mejorar toma de decisiones en agricultura.	Necesidad de actualizaciones constantes y manejo de grandes volúmenes de datos.

**ANALISIS DE DESAFIOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA
TRANSICION A TECNOLOGIAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0**

Título	Aspecto PESTEL	Desafíos identificados	
Beneficios y Desafíos Económicos, Ambientales y Sociales	Ambiental/ Ecológico	Reducción del impacto ambiental a través de gestión más eficiente de recursos.	Posibles riesgos ambientales por mal uso o excesiva dependencia de tecnologías avanzadas.
	Legal	Necesidad de regulación y protección de datos en uso de tecnologías 4.0.	Cumplimiento con regulaciones y leyes relacionadas con privacidad y seguridad de datos.
	Político	Aumento de rentabilidad y competitividad en mercado agropecuario.	Dependencia de subsidios y financiamiento para adopción de tecnologías.
	Económico	Mejora en cadena de frío y eficiencia en procesos.	Desigualdad en beneficios obtenidos entre grandes y pequeñas empresas.
	Socio-cultural	Creación de empleos en campos tecnológicos y mejora en seguridad laboral.	Brecha digital y posible pérdida de empleos en áreas tradicionales de agricultura.
	Tecnológico	Uso de tecnologías 4.0 para gestión de recursos naturales y reducción de impacto ambiental.	Necesidad de adaptación constante y manejo adecuado de tecnologías avanzadas.
	Ambiental/ Ecológico	Reducción del impacto ambiental mediante gestión eficiente de recursos.	Riesgos ambientales asociados con mal uso de tecnologías avanzadas.
	Legal	Necesidad de regulación para garantizar seguridad y privacidad de datos.	Cumplimiento con regulaciones y leyes relacionadas con privacidad y seguridad de datos.
Beneficios y Desafíos Políticos, Legales y Tecnológicos	Político	Mejora en eficiencia y sostenibilidad del sector agropecuario.	Necesidad de reformas políticas y adaptación a cambios tecnológicos.
	Legal	Necesidad de regulación y protección de datos en uso de tecnologías 4.0.	Obstáculos políticos en establecimiento de marcos regulatorios claros y actualizados.
	Tecnológico	Uso de tecnologías avanzadas para mejorar procesos y toma de decisiones.	Dependencia excesiva de tecnologías que pueden dejar rezagados a quienes no las adopten.
Principales Desafíos en la Adopción de Tecnologías 4.0	Político	Necesidad de reformas políticas para apoyar adopción de tecnologías 4.0.	Resistencia al cambio por parte de actores políticos y sociales.
	Económico	Costos elevados de adquisición e implementación de tecnologías 4.0.	Desigualdad en acceso y beneficios obtenidos entre diferentes actores del sector.
	Socio-cultural	Brecha digital y resistencia al cambio en sectores tradicionales.	Pérdida de empleos en áreas no tecnológicas y desplazamiento laboral.

ANÁLISIS DE DESAFÍOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA
TRANSICIÓN A TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

Título	Aspecto PESTEL	Desafíos identificados
	Tecnológico	Necesidad de actualización constante y manejo de grandes volúmenes de datos.
		Dependencia excesiva de tecnologías que pueden dejar rezagados a quienes no las adopten.
	Ambiental/ Ecológico	Riesgos ambientales asociados con mal uso de tecnologías avanzadas.
		Posibles impactos negativos en medio ambiente por falta de regulaciones y control en uso de tecnologías.

Fuente: Elaboración propia

8. Conclusiones

Una vez realizada la investigación y aplicada la herramienta de análisis, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Dentro del desarrollo de la investigación del sector, la aplicación de la herramienta de análisis sectorial PESTEL permitió identificar el estado en el que se encuentra el entorno del sector investigado (en el entorno político, legal, tecnológico, económico, ambiental y social) y de este modo se logró establecer una base para el análisis que fue soportada a partir de la incorporación de información documental, lo que a su vez facilitó la identificación del entorno y de los principales desafíos que enfrenta el sector agropecuario en términos de implementación de tecnologías 4.0.
- Los principales desafíos identificados en los entornos político, legal y tecnológico del sector agropecuario colombiano asociado con el uso de las tecnologías 4.0 son; en el entorno político la necesidad de reformas políticas para apoyar adopción de tecnologías 4.0. y la resistencia al cambio por parte de actores políticos y sociales, en cuanto al entorno legal se identificó la necesidad de modificar regulaciones y leyes para crear un entorno favorable al uso de tecnologías 4.0, por otra parte dentro del entorno tecnológico se evidencio la necesidad de actualización constante y manejo de grandes volúmenes de datos, así como la dependencia excesiva de tecnologías que pueden dejar rezagados a quienes no las adopten y la necesidad imperiosa de dar inicio a planes de capacitación tecnológica para las partes interesadas en el sector.

- Los principales desafíos identificados en los entornos económico, ambiental y social del sector agropecuario colombiano asociado con el uso de las tecnologías 4.0 son; en el entorno económico los principales desafíos recaen en la existencia de elevados costos de adquisición e implementación de tecnologías 4.0 y la evidente desigualdad en acceso y beneficios económicos que son obtenidos por los diferentes actores del sector, y la imperiosa necesidad de financiación para lograr implementaciones eficientes, por otra parte dentro del entorno ambiental destacan la existencia de riesgos ambientales asociados con mal uso de tecnologías avanzadas y los posibles impactos negativos en medio ambiente por falta de regulaciones y control en uso de tecnologías y finalmente en el entorno social se evidencia la existencia de la brecha digital y resistencia al cambio en sectores tradicionales y la pérdida de empleos en áreas no tecnológicas y desplazamiento laboral.
- La correcta implementación de tecnologías 4.0 en el sector agropecuario colombiano es una necesidad evidente para el país, existen desafíos importantes a superar, sin embargo, se deben considerar los beneficios que traería para el sector en términos de productividad, competitividad y generación de valor puesto que se cuenta con el potencial para ser un sector con mayor presencia en la región y con enmarcada proyección mundial.

9. Recomendaciones

- Se recomienda que desde la academia, organizaciones, entidades gubernamentales colombianas y demás partes interesadas se continúe con el desarrollo de la presente investigación, o bien, se fomente la realización de investigaciones inherentes al tema planteado, con el fin de ampliar la base documental del sector y de esta manera incentivar el desarrollo de herramientas que permitan la implementación de tecnologías 4.0 en el sector agropecuario nacional.
- Es importante que en el marco de las políticas de desarrollo, el gobierno nacional colombiano busque ampliar significativamente la generación de facilidades que permitan que las tecnologías 4.0 sean correctamente implementadas en el sector agropecuario nacional.
- Se deben incorporar los desafíos identificados en la presente investigación como base para el desarrollo de los planes de acción que buscan facilitar la implementación de tecnologías 4.0 en el sector agropecuario colombiano.
- Es fundamental la generación y aplicación de indicadores de seguimiento que permitan cuantificar el grado de implementación de las tecnologías 4.0 en el sector agropecuario a nivel regional y nacional.

10. Bibliografía

- Abioye, E. A. (2020). Computers and Electronics in Agriculture. En E. A. Abioye, *A review on monitoring and advanced control strategies for precision irrigation*. (pág. 173). Malaysia, Malasia: [https://pdf.sciencedirectassets.com/271304/1-s2.0-S0168169920X00056/1-s2.0-S016816992031187X/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEjN%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIEe6QLPgKMpS5ukzcAqOqYYtEB3%2BAAXt%2BSgl1oS3EjFpAiAiN4hMFBAu](https://pdf.sciencedirectassets.com/271304/1-s2.0-S0168169920X00056/1-s2.0-S016816992031187X/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEjN%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIEe6QLPgKMpS5ukzcAqOqYYtEB3%2BAAXt%2BSgl1oS3EjFpAiAiN4hMFBAu).
- Aguilera. (03 de agosto de 2021). *Cambio tecnológico, automatización, innovación y mercado laboral en América Latina: un nuevo reto para la integración regional*. Obtenido de Aguilera-Castillo, A., Ramos-Barrera, MG y Quintero-Peña, JW (2021). Cambio tecnológico, automatización, innovación y mercado laboral en América Latina: un nuevo reto para la integración regional. Catálogo editorial: https://pdfs.semanticscholar.org/a137/21884ce6c5a89297500aa7766c399fdc6535.pdf?_gl=1*wfoY60*_ga*MjI1MDA5MjMuMTcxMDYyMTYxMw..*_ga_H7P4ZT52H5*MTcxMDYyMTYxMi4xLjEuMTcxMDYyNzk1Mi4yOC4wLjA.
- Alfonso, G. I. (24 de Febrero de 2017). La transformación digital de la empresa. <http://hdl.handle.net/10902/13402>: Universidad de Cantabria.
- Altieri. (1992). *La agroecología y el desarrollo rural sostenible en América Latina*. Obtenido de Altieri, MA y Yurjevic, A. (1992). La agroecología y el desarrollo rural sostenible en América Latina.: <https://repositorio.cepal.org/items/3684ebd6-0d82-4199-9ac1-849344014436>
- Bagó. (14 de mayo de 2019). *Hacia una economía de plataformas responsable*. Obtenido de Bagó, AC (2019). Hacia una economía de plataformas responsable. Cuadernos Económicos de ICE: <https://www.revistasice.com/index.php/CICE/article/view/6795>
- Banco Mundial. (31 de Marzo de 2023). *Banco Mundial - Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/overview>
- Barajas. (15 de 12 de 2023). *Chasipanta Baraja, AJ y Corrales Bonilla, JI (2023). Perspectivas y desafíos en la industria 4.0 para el sector agroindustrial de La Maná. Revista Científica Multidisciplinar Gnerando*. Obtenido de Perspectivas y desafíos en la industria 4.0 para el sector agroindustrial de La Maná: <https://revista.gnerando.org/revista/index.php/RCMG/article/view/173>
- Baruch. (02 de agosto de 2021). *Cuarta Revolución Industrial: gobierno y buena gobernanza*. Obtenido de Pisanty Baruch, A., & Velasco Sánchez, E. (2021). Cuarta Revolución Industrial: gobierno y buena gobernanza. Revista Latinoamericana de Economía y Sociedad Digital: <https://pdfs.semanticscholar.org/b907/ee95d58bcc7f603bba8cf8127be29878b8f1.pdf>

- Beltrán, O. (03 de marzo de 2022). *Plataformas Tecnológicas en la Agricultura 4.0: una Mirada al Desarrollo en Colombia. Ciencias de la Computación y Electrónica: Teoría y Aplicaciones*. doi:<http://dx.doi.org/10.17981/cesta.03.01.2022.02>
- Bernal Torres, C. A. (2022). Obtenido de Pearson Educación.: <https://www-ebooks7-24-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/?il=19299>
- Berrio. (2020). *Tecnologías Digitales Emergentes en Emprendimientos y Mipymes (Colombia)*. Obtenido de Rojas-Berrio, SP, Rincón-Novoa, J., Ascúa, R., & Ravale, H. (2020). *Tecnologías Digitales Emergentes en Emprendimientos y Mipymes (Colombia)* IO: Productividad: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3712627
- Berry, A. (2017). *Avance y fracaso en el agro colombiano, siglos XX y XXI*. (<http://dx.doi.org/10.12804/te9789587388367>, Ed.) Editorial Universidad del Rosario. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.12804/te9789587388367>
- Bujang, & Bakar. (22 de noviembre de 2019). *Plataforma de política agrícola*. Obtenido de Agricultura 4.0 : Data-Driven Approach to Galvanize Malaysia's Agro-Food Sector Development. FFTC Agriculture Policy Platform (FFTC-AP). Recuperado de shorturl.at/IEV04: <https://ap.fttc.org.tw/article/1631>
- Bullón. (01 de julio de 1997). *Tecnología, información y administración de datos*. Obtenido de Bullón-Salazar, L. (1997). *Tecnología, información y administración de datos*. Ingeniería Industrial: <https://doi.org/10.26439/ing.ind1997.n020.2576>
- Cáceres. (2022). *El reto de las empresas de América Latina frente a las disrupciones tecnológicas*. Obtenido de Cáceres, G. (2022). *El reto de las empresas de América Latina frente a las disrupciones tecnológicas*. VISIÓN GERENCIAL: <https://doi.org/10.53766/vigeren%2F2022.01.01.01?sid=semanticsscholar>
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2019). *Plan de acción para el aceleramiento de la digitalización del sector agropecuario*. Obtenido de <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/items/3ccea0d7-306c-4412-bca5-e67cc915b85c>
- Cámara de Comercio de Bogotá. (15 de Noviembre de 2023). *Cámara de Comercio de Bogotá*. Obtenido de <https://www.ccb.org.co/informacion-especializada/observatorio/analisis-economico/crecimiento-economico/pib-bogota-y-colombia-2015-2022>
- Camargo. (15 de diciembre de 2022). *Economía naranja y desarrollo tecnológico en Colombia: retos y desafíos en la era de la industria 4.0*. Obtenido de Palma Camargo, CC, Pinzón Zamora, GI, & Martínez Conde, MC (2022). *Economía naranja y desarrollo tecnológico en Colombia: retos y desafíos en la era de la industria 4.0*. Revista Innova ITFIP: <https://www.revistainnovaitfip.com/index.php/innovajournal/article/view/175>
- Camargo, C. P. (15 de diciembre de 2022). *Economía naranja y desarrollo tecnológico en Colombia: retos y desafíos en la era de la industria 4.0*. Obtenido de . *Economía naranja y desarrollo tecnológico en Colombia: retos y desafíos en la era de la industria 4.0*. Revista Innova ITFIP: <https://www.revistainnovaitfip.com/index.php/innovajournal/article/view/175>
- Cerdán. (01 de marzo de 2018). *Desafíos actuales para la reducción del riesgo de desastres. Nuevos escenarios y cambios de paradigmas*. Obtenido de Gray de Cerdán, NA (2018). *Desafíos actuales para la reducción del riesgo de desastres. Nuevos escenarios y*

ANÁLISIS DE DESAFÍOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA
TRANSICIÓN A TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

- cambios de paradigmas. REDER:
<https://www.revistareder.com/ojs/index.php/reder/article/view/7>
- Cerón. (26 de julio de 2020). *Tan cerca y tan lejos de la agricultura 4.0 en Colombia*. Obtenido de Giraldo Cerón, A. Felipe, Tan cerca y tan lejos de la agricultura 4.0 en Colombia.:
<https://www.semanticscholar.org/paper/Tan-cerca-y-tan-lejos-de-la-agricultura-4.0-en-Cer%C3%B3n-Felipe./6c7e7efb4c8f1465f4395234e1cda3cf208b31d9>
- Chasipanta, A. C. (2023). Perspectivas y desafíos en la industria 4.0 para el sector agroindustrial de La Maná. *RevistaG-ner@ndo*, V°4(N°2).848–869. Obtenido de *RevistaG-ner@ndo*, V°4(N°2).848–869.
- Corral, J. J. (2022). *Episodios de la historia de la agricultura en Colombia*. Banco de la República, Fedesarrollo.
- Corzo. (01 de julio de 2022). *La industria 4.0 y sus aplicaciones en el ámbito militar*. Obtenido de Corzo-Ussa, GD, Álvarez-Aros, EL, & Chavarro-Miranda, F. (2022). La industria 4.0 y sus aplicaciones en el ámbito militar. *Revista Científica General José María Córdova*:
<https://revistacientificaesmic.com/index.php/esmic/article/view/882>
- DANE. (2022). *Boletín Estadístico Sector Agropecuario 2022*. Obtenido de
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario>
- Departamento Nacional de Planeación. (3 de Diciembre de 2015). *El campo colombiano: un camino hacia el bienestar y la paz misión para la transformación del campo*. Obtenido de
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Agriculturapequarioforestal%20y%20pesca/El%20CAMPO%20COLOMBIANO%20UN%20CAMINIO%20HACIA%20EL%20BIENESTAR%20Y%20LA%20PAZ%20MTC.pdf>
- Echeverri, A., Furumo, P. R., Moss, S., Kuthy, A. G., Aguirre, D. G., Mandle, L., . . . Ruckelshaus, M. (2023). Colombian biodiversity is governed by a rich and diverse policy mix. *Nature Ecology and Evolution*, DOI: 10.1038/s41559-023-01983-4, 382 -392.
- EMIS. (2024). *Comparación tendencias sectores - Colombia*. Recuperado de base de datos EMIS.
- Fajardo. (25 de enero de 2020). *Beneficios de la implementación de las tecnologías de la industria 4.0 en la cadena de frío en Walmart México*. Obtenido de Fajardo, M. (2020). Beneficios de la implementación de las tecnologías de la industria 4.0 en la cadena de frío en Walmart México.
- FINAGRO. (Junio de 2023). *Fondo para el financiamiento del sector agropecuario*. Obtenido de
<https://www.finagro.com.co/noticias/articulos/crecimiento-del-sector-agropecuario-agroexpo-2023-reto-desarrollo-del-campo-0#:~:text=El%20crecimiento%20del%20sector%20agropecuario%20no%20solo%20tiene%20impactos%20econ%C3%B3micos,la%20seguridad%20alimentari>
- Flórez Martínez, D. H., Zambrano, A., & Perdomo Villamil, Y. L. (2020). *Agroindustria 4.0: Megatendencias para las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación en el sector agropecuario*. Mosquera, Colombia. : AGROSAVA Corporacion Colombiana de Investigacion Agropecuaria.
- Foro Económico Mundial. (24 de 02 de 2024). *Foro económico Mundial, WEF*. Obtenido de
<https://intelligence.weforum.org/>

- García. (2013). *La tecnología, factor imprescindible para el desarrollo*. Obtenido de García, CV (2013). La tecnología, factor imprescindible para el desarrollo.: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6548072>
- Hernández- Sampieri, R. M. (2023). *Metodología de la Investigación*. . McGraw-Hill Interamericana. Obtenido de <https://www-ebooks7-24-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/?il=31455>
- Hernández, J. P. (22 de septiembre de 2022). *Inteligencia artificial: qué aporta y qué cambia en el mundo de trabajo* . Obtenido de Factor Trabajo: <https://blogs.iadb.org/trabajo/es/inteligencia-artificial-que-aporta-y-que-cambia-en-el-mundo-del-trabajo/>
- Hernández, J., Camacho, J., Moreno, S., Ibarra, F. F., Martín, R. M., & Utrera, Q. F. (24 de febrero de 2022). EL IMPULSO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN ANIMAL Y SU IMPACTO ECONÓMICO. *Revista Mexicana de Agronegocios*. Obtenido de Revista Mexicana de Agronegocios: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14173239004>
- Hinings, B. G. (2018). *Digital innovation and transformation: An institutional perspective*. *.Information and Organization*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.infoandorg.2018.02.004>.
- Junguito. (31 de marzo de 2014). *desarrollo de la agricultura colombiana*. Obtenido de Junguito, R., Perfetti, JJ y Becerra, A. (2014). Desarrollo de la agricultura colombiana.: <https://www.semanticscholar.org/paper/Desarrollo-de-la-agricultura-colombiana-Junguito-Perfetti/62b5072148ee2729b91245034ce61cc3d882c7e9>
- Junguito, R., Perfetti, J. J., & Becerra, A. (2014). *DESARROLLO DE LA AGRICULTURA COLOMBIANA*. Fedesarrollo Cuadernos de Fedesarrollo.
- Khin, S. y. (2019). *Tecnología digital, capacidad digital y desempeño organizacional: un papel mediador de la innovación digital*. *Revista Internacional de Ciencia de la Innovación*, 11(2), 177-195.
- Maldonado Pinto, J. E. (2018). *Metodología de la investigación social: paradigmas: cuantitativo, sociocrítico, cualitativo, complementario*. Ediciones de la U.. <https://www-ebooks7-24-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/?il=8043>.
- Marín, P. C. (19 de julio de 2023). *APROXIMACIÓN CONCEPTUAL A LAS VARIABLES DEL MARKETING AGROPECUARIO. CASO, PRODUCTOS AGRÍCOLAS DESTACADOS EN COLOMBIA*. doi: <https://orcid.org/0000-0002-4693-2263>
- Martínez, M. (2006). *La investigación cualitativa (síntesis conceptual)*. *Revista iipsi*, 9(1), 123-146.
- Martínez, S. C. (11 de septiembre de 2023). *Estrategias para usar el aprendizaje automático para predecir el comportamiento de los estudiantes durante las transiciones educativas*. Obtenido de Vargas Martínez, W., & Cristancho, SM (2023). Estrategias para usar el aprendizaje automático para predecir el comportamiento de los estudiantes durante las transiciones educativas. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*: <https://doi.org/10.26507/paper.3195>

ANÁLISIS DE DESAFÍOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA
TRANSICIÓN A TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

- Massolo. (04 de julio de 2016). *Introducción a las herramientas de gestión ambiental*. Obtenido de Massolo, Luisiana (2016). Introducción a las herramientas de gestión ambiental.: <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/46750>
- Merino. (30 de junio de 2022). *Tecnología 4.0 para el servicio al usuario de estudios jurídicos privados en Ambato*. Obtenido de Vela Merino, VH, Amores Gallegos, SM, Sarmiento Moncayo, A., & Inca Ávila, GV (2022). Tecnología 4.0 para el servicio al usuario de estudios jurídicos privados en Ambato. Pro Ciencias: Revista de Producción, Ciencias e Investigación: <https://journalprosciences.com/index.php/ps/article/view/539>
- MINTIC, 2019; Tapias. (12 de diciembre de 2021). *Análisis del estado del arte del internet de las cosas aplicado a cultivos aeropónicos e hidropónicos a nivel nacional e internacional*. Obtenido de Repositorio Institucional: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/44574>
- Muñoz. (11 de septiembre de 2023). *Uso y apropiación de las tecnologías de la información de cara a las Industrias 4.0 en el sector turístico-hotelero en la ciudad de Medellín*. Obtenido de Muñoz Sánchez, RD (2023). Uso y apropiación de las tecnologías de la información de cara a las Industrias 4.0 en el sector turístico-hotelero en la ciudad de Medellín. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería: <https://pdfs.semanticscholar.org/b9f8/ad5586ca2020be143be15ad4a3ff9d0dccb9.pdf>
- Ñaupas Paitán, H. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Ediciones de la U. Obtenido de <https://www-ebooks7-24-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/?il=8046>
- Ojeda-Beltrán. (01 de junio de 2022). *revistascientificas*. Obtenido de Plataformas tecnológicas en la Agricultura 4.0: una Mirada al Desarrollo en Colombia: Journal of Computer and Electronic Science: Theory and Applications, 3(1), 9–18 <https://doi.org/10.17981/cesta.03.01.2022.02>
- Ortiz, L., Fernández, J., Cadavíd, S., & Gallego, C. (2018). Computación en la Nube: Estudio de Herramientas Orientadas a. L. F. Ortiz, J. D. Fernández, S. Cadavíd, C. J. Gallego, Lámpsakos, no. 20, pp 68-75, 2018,. doi:<http://dx.doi.org/10.21501/21454086.2560>
- Pérez, C. M. (2021). *Gestión de personas y las barreras para innovar en la transformación*. Revista Venezolana de Gerencia: RVG, 26(94), 510-532.
- Perfetti, J. H. (13 de abril de 2013). *Políticas para el desarrollo: de la agricultura en Colombia*. Obtenido de Políticas para el desarrollo: de la agricultura en Colombia: <https://sac.org.co/images/contenidos/forosyseminarios/debatedecoyuntura/ForoFedesarrolloAgriculturaMayode2013VFINAL.pdf>
- Rodríguez. (31 de diciembre de 2021). *Adopción de servicios tecnológicos en el sector agropecuario colombiano. Criterios de decisión y comportamiento del consumidor*. Obtenido de Moreno Rodríguez, JM y Santacruz Castro, AM (2021). Adopción de servicios tecnológicos en el sector agropecuario colombiano. Criterios de decisión y comportamiento del consumidor. Revista Compromiso Social: <https://orcid.org/0000-0002-3444-4836>
- Rüsch, M., & Hofmann, E. &. (1 de agosto de 2017). Industria 4.0 y el estado actual y las perspectivas futuras de la logística. En M. R. Erik Hofmann, *Industry 4.0 and the current*

ANÁLISIS DE DESAFÍOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA TRANSICIÓN A TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

- status as well as future prospects on logistics*, (págs. 23-34). ELSEVIER. Obtenido de Computadoras en la industria.
- Sampietro-Saquicela. (2020). *Transformación Digital de la Industria 4.0*. Obtenido de <https://www.semanticscholar.org/paper/Transformaci%C3%B3n-Digital-de-la-Industria-4.0-Sampietro-Saquicela/dba2496ac05f20aa321e695ccb978efea959fd05>
- Sanchez. (11 de septiembre de 2023). Muñoz Sánchez, RD (2023). *Uso y apropiación de las tecnologías de la información de cara a las Industrias 4.0 en el sector turístico-hotelero en la ciudad de Medellín. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. Obtenido de Muñoz Sánchez, RD (2023). *Uso y apropiación de las tecnologías de la información de cara a las Industrias 4.0 en el sector turístico-hotelero en la ciudad de Medellín. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería* .: https://pdfs.semanticscholar.org/b9f8/ad5586ca2020be143be15ad4a3ff9d0dccc9.pdf?_gl=1*1s4vi6h*_ga*Mjl1MDA5MjMuMTcxMDYyMTYxMw..*_ga_H7P4ZT52H5*MTcxMDYyMTYxMi4xLjAuMTcxMDYyMTYxNC41OC4wLjA.
- Santos. (30 de septiembre de 2018). *El uso de la tecnología en la agricultura*. Obtenido de Carpio Santos, LK (2018). *El uso de la tecnología en la agricultura*. Pro Ciencias: Revista de Producción, Ciencias e Investigación: <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol2iss14.2018pp25-32>
- Sarasti. (11 de diciembre de 2015). *Sistemas de Información enfocados en tecnologías de agricultura de precisión y aplicables a la caña de azúcar, una revisión*. doi:10.22395/rium.v15n28a6
- Saurabh, S., Dey, K. (2021). *Blockchain technology adoption, architecture, and sustainable agri-food supply chains*. Journal of Cleaner Production, 284, 124731.
- Taddeo. (2020). *Tecnologías 4.0 como interfaces de aprendizaje*. Obtenido de Taddeo, G. (2020). *Tecnologías 4.0 como interfaces de aprendizaje*.: https://2512df8a-3fb2-40f7-b41e-755938ee8832.filesusr.com/ugd/438ae9_e6133d60fc1544ec87b8aa0d7ffefc8.pdf
- Tizziani, L. P. (14 de octubre de 2022). *La intervención de plataformas digitales en el trabajo doméstico remunerado en Argentina*. Obtenido de A intervenção das plataformas digitais no trabalho doméstico remunerado na Argentina: <https://doi.org/10.5216/sec.v25.71033>
- Tovar. (03 de octubre de 2023). *Agricultura 4.0: uso de tecnologías de precisión y aplicación para pequeños productores*. Obtenido de Tovar-Quiroz, AD (2023). *Agricultura 4.0: uso de tecnologías de precisión y aplicación para pequeños productores*. Informador Técnico: https://pdfs.semanticscholar.org/752b/0b8642f7b24c0a1db598abf482e6a6e9af52.pdf?_gl=1*5go15o*_ga*Mjl1MDA5MjMuMTcxMDYyMTYxMw..*_ga_H7P4ZT52H5*MTcxMDYyMTYxMi4xLjEuMTcxMDYyODk1Ny40OS4wLjA.
- Trigo, E. (2009). *la Institucionalidad Agropecuaria en América Latina: estado actual y nuevos desafíos*.)El Marco Institucional para la Innovación Tecnológica en la Agricultura y la alimentación: FAO, Editor Martin Piñeiro.

ANÁLISIS DE DESAFÍOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA
TRANSICIÓN A TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0

- Universidad EAFIT. (10 de Septiembre de 2020). *Tan cerca y tan lejos de la agricultura 4.0 en Colombia*. Obtenido de <https://www.eafit.edu.co/investigacion/noticias/Paginas/tan-cerca-y-tan-lejos-de-la-agricultura-4-0-en-colombia.aspx>
- Valenzuela. (01 de julio de 2016). *Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el posconflicto colombiano*. Obtenido de Valenzuela, CE (2016). Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el posconflicto colombiano.: <https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/index>
- Vanegas, A. L. (30 de septiembre de 2001). *Colombia: alcances y lecciones de su experiencia en reforma agraria*. Obtenido de Colombia: alcances y lecciones de su experiencia en reforma agraria.: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/05d20258-bf6e-4a33-86f1-623bc0814a6f/content>
- Vasilachis, I. (2009). *Estrategias de investigación cualitativa*. . Barcelona, España: Gedisa.
- Wiesner, S. G. (2018). *Maturity Models for Digitalization in Manufacturing - Applicability for SMEs*. In: Moon, I., Lee, G. M., Park, J., Kiritsis, D. and von Cieminski, G. Frankfurt: Springer: pages 81 – 88.
- Yunga. (11 de noviembre de 2022). *El efecto de la tecnología en la desigualdad de ingresos. Implicaciones de la brecha digital: evidencia para los países miembros de la OCDE*. Obtenido de Yunga, F., Tapia Morquecho, C., Guerrero Riofrío, PY, & Flores Chamba, JE (2022). El efecto de la tecnología en la desigualdad de ingresos. Implicaciones de la brecha digital: evidencia para los países miembros de la OCDE. Contaduría y Administración: <http://www.cya.unam.mx/index.php/cya/article/view/3308>