

**IMPACTO DEL USO DE TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LOS PROCESOS DE
LOGÍSTICA EN EL SECTOR AGROPECUARIO DE COLOMBIA (2018-2020).**

MATEO MORENO REINA

Proyecto integral de grado para optar al título de

ECONOMISTA

DIRECTOR

JUAN CARLOS MEZA MARTÍNEZ

Economista

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

PROGRAMA DE ECONOMÍA

BOGOTÁ D. C.

2023

NOTA DE ACEPTACIÓN

Nombre
Director de Trabajo de grado

Nombre
Jurado 1

Nombre
Jurado 2

DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García – Peña

Consejero Institucional

Dr. Luis Jaime Posada García – Peña

Vicerrectoría Académica y de Investigaciones

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretario General

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decano de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Dr. Esteban Duran Becerra

Director del Programa de Economía

Dr. Mauricio García Garzón

Las directivas del claustro de la Fundación Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente; no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

DEDICATORIA

Agradezco primeramente a Dios por permitirme culminar una gran etapa en mi vida, a mis padres Alba y Manuel, el apoyo fundamental de mis hermanos quienes me han apoyado en cada decisión que he tomado y brindándome todo en cada momento para siempre ir por el camino correcto.

Agradezco de igual manera a los profesionales que me brindaron todo su conocimiento en la realización de este trabajo en especial al profesor Juan Carlos Meza que fue una pieza fundamental en toda la investigación. Gracias a todos los que hicieron parte de este hermoso y enriquecedor camino me han guiado para convertirme en la persona que soy hoy en día.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	11
1. MARCO TEÓRICO	13
1.1 Teoría de la cadena de suministro	13
1.2 Logística en el sector agropecuario de Colombia	16
2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	19
3. OBJETIVOS	20
3.1 Objetivo general	20
3.2 Objetivos específicos	20
4. CARACTERIZAR EL USO DE TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LOS PROCESOS DE LOGÍSTICA EN EL SECTOR AGROPECUARIO DE COLOMBIA	21
4.1 "La Agricultura 4.0: Impacto y oportunidades de las tecnologías digitales en la comercialización y desarrollo del sector agropecuario"	24
4.2 Desafíos y oportunidades para la agrologística en Colombia: Integrando tecnología y logística para mejorar la cadena de suministro agropecuaria	25
4.3 Principales retos para el uso de tecnologías digitales en el sector agropecuario de Colombia	30
5. ANALIZAR LA COMPETITIVIDAD DE MERCADO AGROPECUARIO EN EL USO DE LAS TECNOLOGÍAS EN EL DESARROLLO DEL SECTOR DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y PECUARIA	35
5.1 Tecnologías digitales en el sector agropecuario	36
5.2 Análisis económico entre las regiones pacífica y central	37
5.3 Implementación de tecnologías digitales en el sector agropecuario de Colombia	38

6. MEDIR POR MEDIO DE MODELOS DE COMPONENTES PRINCIPALES EL IMPACTO DEL USO DE TECNOLOGÍAS DIGITALES EN EL SECTOR AGROPECUARIO EN COLOMBIA	40
6.1 Análisis descriptivo	40
6.2 Metodología	47
6.3 Pruebas de significancia estadística	47
6.4 Comunalidades	49
6.5 Varianza Total Explicada	52
6.6 Matriz de factor rotado	55
7. CONCLUSIONES	59
BIBLIOGRAFÍA	61

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 <i>Mapa de regiones logísticas</i>	41
Figura 2 <i>Actividades económicas</i>	44
Figura 3 <i>Tamaño de empresas</i>	44

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 <i>Inversión pública en investigación y desarrollo</i>	33
Tabla 2 <i>Distribución de población por regiones logísticas</i>	43
Tabla 3 <i>Pruebas de significancia estadística grupo 1 de variables</i>	49
Tabla 4 <i>Comunalidades grupo 1</i>	50
Tabla 5 <i>Comunalidades grupo 2</i>	51
Tabla 6 <i>Varianza total explicada grupo 1</i>	53
Tabla 7 <i>Varianza total explicada grupo 2</i>	54
Tabla 8 <i>Matriz de factor rotado grupo 1</i>	56
Tabla 9 <i>Matriz de componente rotado grupo 2</i>	57

RESUMEN

El sector agropecuario es un área crucial para el desarrollo económico y social de los países. En las últimas décadas, la tecnología ha tenido un impacto significativo en este sector, transformando la forma en que se producen y se distribuyen los alimentos. Las tecnologías han mejorado la eficiencia de la producción agrícola, aumentado la calidad de los productos, reduciendo los costos y mejorando la seguridad alimentaria. Además, la tecnología también ha permitido una mayor conexión entre los productores y los consumidores, lo que ha llevado a un mayor conocimiento de los procesos y prácticas agrícolas.

Palabras Clave: Crecimiento, desarrollo, alimentos, tecnología

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el avance acelerado de las tecnologías digitales ha transformado profundamente diversos sectores económicos y sociales alrededor del mundo. Uno de los ámbitos en los que estas tecnologías han tenido un impacto significativo es en el sector agropecuario, donde han revolucionado los procesos de logística y han generado cambios importantes en la forma en que se gestionan las actividades productivas, distribución y comercialización de los productos agrícolas y pecuarios. En el caso de Colombia, un país con una destacada industria agropecuaria y un fuerte enfoque en la modernización de su infraestructura tecnológica resulta crucial comprender y analizar cómo el uso de estas tecnologías ha influido en el sector agropecuario durante el periodo comprendido entre 2018 y 2020.

El objetivo de esta investigación es explorar y evaluar el impacto del uso de tecnologías digitales en los procesos de logística del sector agropecuario colombiano durante el periodo mencionado. Se busca comprender cómo la implementación de estas tecnologías ha mejorado la eficiencia, la competitividad y la sostenibilidad de las actividades logísticas en el sector, así como identificar los desafíos y oportunidades que han surgido como resultado de esta transformación.

Para lograr este objetivo, se realizará una medición por medio de modelos de componentes principales el impacto del uso de tecnologías digitales en el sector agropecuario en Colombia. Se examinarán diferentes aspectos relacionados con el uso de tecnologías digitales en la logística agropecuaria, como la implementación de sistemas de seguimiento y trazabilidad, el uso de plataformas digitales para la gestión de pedidos y entregas, la automatización de procesos, entre otros.

La importancia de este estudio radica en su contribución al conocimiento académico sobre la adopción y el impacto de las tecnologías digitales en el sector agropecuario, así como en su relevancia para el sector empresarial y las políticas públicas. Los resultados de esta investigación permitirán a los actores involucrados en el sector agropecuario comprender mejor los beneficios y desafíos asociados con la incorporación de tecnologías digitales en sus procesos logísticos, lo cual les permitirá tomar decisiones informadas y diseñar estrategias efectivas para optimizar su desempeño y maximizar su competitividad en un entorno cada vez más digitalizado.

En resumen, este estudio se enfoca en analizar el impacto del uso de tecnologías digitales en los procesos de logística en el sector agropecuario de Colombia entre 2018 y 2020. Mediante un

enfoque teórico, se busca comprender cómo estas tecnologías han transformado la forma en que se gestionan las actividades logísticas en el sector, identificar los beneficios y desafíos asociados y proporcionar recomendaciones clave para el sector empresarial y las políticas públicas. A través de esta investigación, se espera contribuir al avance del conocimiento en esta área y brindar a los actores del sector agropecuario una base sólida para la toma de decisiones estratégicas en un entorno digital en constante evolución.

Para cumplir con el objetivo general del proyecto, se llevará a cabo un estudio analítico del avance en el uso de tecnologías en las diferentes regiones de Colombia. Los datos para este estudio serán obtenidos de la Encuesta Nacional Logística (ENL), la cual ha sido realizada desde el año 2008 por la Dirección de Infraestructura y Energía Sostenible del Departamento Nacional de Planeación. En primer lugar, se realizará una caracterización detallada del uso de tecnologías digitales en los procesos de logística en el sector agropecuario de Colombia. Este análisis permitirá comprender la situación actual y las tendencias en el uso de tecnología en este sector específico. Posteriormente, se llevará a cabo un análisis de la competitividad del mercado agropecuario en relación con el uso de tecnologías en el desarrollo de la producción agrícola y pecuaria. Se examinará cómo el uso de tecnologías puede influir en la eficiencia y productividad del sector, así como en su capacidad para enfrentar los desafíos y demandas del mercado.

Con base en el estudio del uso y avance de las tecnologías en el sector agropecuario, se procederá a construir un modelo econométrico de componentes principales que permita medir el impacto del uso de tecnologías en dicho sector. Este modelo ayudará a identificar las variables clave y su influencia en el desarrollo y competitividad del sector.

Finalmente, se recopilarán datos sobre el uso de tecnologías por región y tamaño de empresa en todo el sector agrícola, centrándose en la logística. El objetivo es demostrar cómo el uso eficiente de tecnologías en la logística puede impulsar el desarrollo y la competitividad del país en general.

1. MARCO TEÓRICO

En el contexto actual, el sector agropecuario de Colombia se enfrenta a diversos desafíos relacionados con la eficiencia y la optimización de sus procesos logísticos. La creciente demanda de productos agropecuarios, tanto a nivel nacional como internacional, ha generado la necesidad de implementar tecnologías digitales que permitan mejorar la gestión de la cadena de suministro en este sector. En este sentido, el presente estudio tiene como objetivo analizar el impacto del uso de tecnologías digitales en los procesos de logística en el sector agropecuario de Colombia durante el periodo comprendido entre 2018 y 2020.

Para comprender adecuadamente el impacto de las tecnologías digitales en los procesos logísticos del sector agropecuario, es necesario establecer un marco teórico sólido que nos brinde las bases conceptuales y los fundamentos necesarios para abordar esta temática. En este marco teórico, se explorarán diversas teorías y enfoques relevantes que han surgido en el ámbito de las tecnologías digitales y la transformación de la cadena de suministro.

Una de las teorías fundamentales que se abordarán es la teoría de la cadena de suministro, que proporciona una comprensión integral de cómo se coordinan y gestionan los diferentes flujos de bienes, información y capital a lo largo de la cadena de suministro. Se analizarán las dimensiones de la cadena de suministro, incluyendo la gestión de inventarios, la planificación de la demanda y la logística de distribución, para comprender cómo las tecnologías digitales pueden influir en cada una de estas áreas y mejorar la eficiencia global de la cadena de suministro.

Además, se examinarán teorías y modelos relacionados con la transformación digital, la adopción de tecnologías en las organizaciones y los efectos de la digitalización en los procesos de negocio. Estos enfoques teóricos permitirán comprender cómo las tecnologías digitales pueden modificar los procesos logísticos tradicionales en el sector agropecuario, generando eficiencias, reduciendo costos y mejorando la toma de decisiones.

1.1 Teoría de la cadena de suministro

En el entorno empresarial actual, la gestión efectiva de la cadena de suministro se ha convertido en un factor clave para el éxito y la supervivencia de las organizaciones. La teoría de la cadena de suministro proporciona un enfoque integral para comprender y optimizar los flujos de bienes, información y capital a lo largo de una red de abastecimiento. Desde la adquisición de materias

primas hasta la entrega de productos terminados a los clientes finales, la cadena de suministro abarca una serie de actividades interdependientes que deben coordinarse de manera eficiente.

La teoría de la cadena de suministro no solo se centra en la gestión interna de las operaciones de una empresa, sino que también se extiende a la colaboración y coordinación con proveedores, distribuidores y otros socios comerciales. Su objetivo principal es garantizar un flujo constante y sin problemas de productos y servicios, minimizando los costos y maximizando el valor para los clientes.

En esta era de globalización y avances tecnológicos, la teoría de la cadena de suministro ha adquirido una importancia aún mayor. Las organizaciones se enfrentan a desafíos como la creciente complejidad de las redes de abastecimiento, la demanda fluctuante de los consumidores y la necesidad de adaptarse rápidamente a los cambios en el mercado. En este contexto, el uso de tecnologías digitales se ha convertido en un factor disruptivo y transformador en la gestión de la cadena de suministro.

Las tecnologías digitales, como la inteligencia artificial, el análisis de datos, la Internet de las cosas (IoT) y la automatización, han revolucionado la forma en que se planifican, ejecutan y controlan las operaciones de la cadena de suministro. Estas tecnologías ofrecen nuevas oportunidades para mejorar la visibilidad, la eficiencia y la capacidad de respuesta en toda la cadena, permitiendo una toma de decisiones más informada y una adaptación ágil a los cambios del entorno.

"La cadena de suministro se define como el conjunto de actividades que transforman los recursos naturales, materias primas y componentes en un producto final que se entrega al cliente. Involucra a múltiples empresas, desde proveedores de insumos hasta distribuidores y minoristas, y se basa en la coordinación efectiva y eficiente de los flujos de información, productos y dinero" (Mentzer et al., 2001) "

Mentzer destaca la definición de la cadena de suministro como un conjunto de actividades que abarca desde la adquisición de recursos naturales, materias primas y componentes hasta la entrega final del producto al cliente. Esta definición resalta la naturaleza interconectada de la cadena de suministro, involucrando a múltiples empresas y actores a lo largo de su extensión.

La cita subraya la importancia de la coordinación efectiva y eficiente de los flujos de información, productos y dinero en la cadena de suministro. Esto implica una gestión adecuada de los procesos

de adquisición, producción, distribución y venta, así como una comunicación fluida y precisa entre los diferentes actores involucrados.

En esencia, la cadena de suministro es un sistema complejo y dinámico que requiere una coordinación cuidadosa para asegurar que los recursos sean transformados de manera eficiente en productos finales y entregados a los clientes en el momento y lugar adecuados. La gestión efectiva de la cadena de suministro es crucial para lograr altos niveles de eficiencia operativa, satisfacción del cliente y competitividad empresarial.

"La cadena de suministro es un sistema complejo que involucra una serie de actividades interdependientes, como aprovisionamiento, producción, almacenamiento y distribución. La clave para una cadena de suministro exitosa radica en la integración y sincronización de estas actividades para satisfacer las demandas del cliente de manera eficiente y rentable" (Cooper et al., 1997)

Es pertinente resaltar la naturaleza compleja de la cadena de suministro y destaca la interdependencia de sus diversas actividades. En esencia, la cadena de suministro abarca funciones vitales como el aprovisionamiento de materias primas, la transformación de dichos insumos en productos finales, el almacenamiento de inventarios y la distribución de los productos a los clientes. Lo que hace que una cadena de suministro sea exitosa es la capacidad de integrar y sincronizar todas estas actividades de manera efectiva. En otras palabras, es fundamental lograr una estrecha colaboración y coordinación entre los diferentes actores de la cadena, desde los proveedores hasta los fabricantes, distribuidores y minoristas. Esto implica una gestión eficiente de los flujos de materiales, información y financiamiento a lo largo de toda la cadena. La integración y sincronización de las actividades de la cadena de suministro se centra en satisfacer las demandas del cliente de manera eficiente y rentable. Esto significa que los productos deben estar disponibles en el momento y lugar adecuados, en las cantidades requeridas y con la calidad esperada, al tiempo que se minimizan los costos y se optimizan los recursos. El éxito de la cadena de suministro radica en la capacidad de gestionar de manera efectiva las actividades interdependientes, integrar a los actores clave y sincronizar los flujos de información y materiales. Esto permite cumplir con las expectativas del cliente de manera eficiente y rentable, lo que a su vez impulsa la competitividad y el crecimiento empresarial en un entorno dinámico y desafiante.

1.2 Logística en el sector agropecuario de Colombia

La logística desempeña un papel fundamental en el sector agropecuario de Colombia, un país reconocido por su riqueza agrícola y ganadera. La eficiente gestión de los flujos de productos, desde el campo hasta el consumidor final, es crucial para garantizar la frescura, calidad y disponibilidad de los alimentos y productos agropecuarios.

La complejidad de la logística en el sector agropecuario radica en los desafíos específicos que enfrenta, como la naturaleza perecedera de los productos, la necesidad de mantener la cadena de frío en productos refrigerados o congelados, la diversidad de cultivos y la dispersión geográfica de las zonas de producción. Además, se suma la importancia de cumplir con los requisitos legales y sanitarios tanto a nivel nacional como internacional.

La logística en el sector agropecuario involucra múltiples actores, como agricultores, ganaderos, procesadores, distribuidores, minoristas y transportistas. La coordinación efectiva entre estos actores es esencial para asegurar que los productos lleguen en tiempo y forma a su destino final, minimizando los tiempos de espera, los desperdicios y los costos asociados.

La adopción de tecnologías digitales y sistemas de información ha revolucionado la logística en el sector agropecuario, permitiendo una mayor visibilidad y trazabilidad de los productos, una mejor planificación de la demanda y una optimización de los procesos de transporte y almacenamiento. Estas herramientas digitales han facilitado la integración de la cadena de suministro y han mejorado la eficiencia y competitividad de los actores involucrados.

En este contexto, es fundamental analizar y comprender los retos y oportunidades que enfrenta la logística en el sector agropecuario de Colombia. Mediante la identificación de las mejores prácticas, el estudio de casos exitosos y la aplicación de estrategias innovadoras, se pueden desarrollar soluciones logísticas efectivas que impulsen el crecimiento sostenible del sector, mejoren la rentabilidad de los productores y brinden alimentos frescos y de calidad a los consumidores.

"La logística agropecuaria en Colombia se enfrenta a retos como la falta de infraestructura adecuada, la dispersión geográfica de las zonas de producción y los desafíos logísticos asociados a la cadena de frío en productos perecederos" (Escobar-Rodríguez & León-Ovalle, 2016)

La logística agropecuaria en Colombia es un área de vital importancia para el desarrollo y la competitividad del sector. Sin embargo, se enfrenta a diversos retos que requieren atención y soluciones efectivas. Uno de los principales desafíos es la falta de infraestructura adecuada para el transporte y almacenamiento de los productos agropecuarios.

La dispersión geográfica de las zonas de producción agrícola y pecuaria en Colombia complica aún más la tarea logística. La ubicación de las fincas y los centros de producción en áreas rurales y alejadas de los centros urbanos implica mayores distancias y tiempos de transporte, lo que incrementa los costos y los riesgos asociados a la distribución de los productos.

Además, los productos agropecuarios, especialmente aquellos perecederos, requieren condiciones específicas de temperatura y conservación a lo largo de la cadena de suministro. La cadena de frío es fundamental para garantizar la calidad y la frescura de los productos, pero implica desafíos logísticos adicionales. Desde el momento de la cosecha o recolección hasta su llegada al consumidor final, se deben mantener las condiciones de temperatura adecuadas, lo que demanda la implementación de sistemas de refrigeración, transporte refrigerado y almacenamiento en condiciones controladas.

Estos desafíos logísticos en la cadena agropecuaria pueden tener un impacto significativo en la calidad de los productos, los costos operativos y la competitividad del sector. Es por ello por lo que es fundamental implementar estrategias y soluciones logísticas adecuadas para superar estos obstáculos.

Entre las posibles soluciones se encuentran el fortalecimiento de la infraestructura logística, la mejora de las vías de transporte, la implementación de tecnologías de monitoreo y seguimiento en tiempo real, así como la colaboración y coordinación entre los diferentes actores de la cadena de suministro. Asimismo, es necesario fomentar la capacitación y el uso de buenas prácticas en logística agropecuaria, con el fin de optimizar los procesos, reducir los desperdicios y garantizar la eficiencia en el manejo de los productos.

"La adopción de prácticas logísticas sustentables en el sector agropecuario de Colombia es clave para enfrentar los desafíos ambientales y cumplir con los estándares internacionales de producción sostenible" (Díaz & Jiménez, 2021).

la importancia de la adopción de prácticas logísticas sustentables en el sector agropecuario de Colombia. En un contexto global donde la sostenibilidad y la protección del medio ambiente son temas prioritarios, es fundamental que la industria agropecuaria se comprometa con la implementación de estrategias que minimicen su impacto ambiental y cumplan con los estándares internacionales de producción sostenible.

La adopción de prácticas logísticas sustentables implica considerar aspectos como la eficiencia energética, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la gestión adecuada de residuos y el uso responsable de los recursos naturales. En el sector agropecuario, esto implica integrar criterios de sostenibilidad en todas las etapas de la cadena de suministro, desde la producción y el transporte hasta la distribución y comercialización de los productos.

Para enfrentar los desafíos ambientales, es necesario implementar tecnologías y métodos que permitan la optimización de los procesos logísticos y reduzcan el impacto ambiental. Por ejemplo, se pueden emplear vehículos de transporte más eficientes en términos de consumo de combustible y emisiones, así como sistemas de gestión de residuos que promuevan el reciclaje y la reutilización. Asimismo, es importante fomentar la colaboración entre los diferentes actores de la cadena de suministro agropecuaria, incluyendo a productores, distribuidores, minoristas y consumidores finales. Mediante la implementación de políticas y acuerdos que promuevan la sustentabilidad, se pueden establecer estándares comunes y trabajar de manera conjunta para reducir el impacto ambiental y cumplir con los requisitos de producción sostenible.

La adopción de prácticas logísticas sustentables en el sector agropecuario no solo contribuye a la protección del medio ambiente, sino que también puede generar beneficios económicos y mejorar la reputación de las empresas. Cada vez más, los consumidores están valorando y prefiriendo productos que se produzcan de manera responsable y respetuosa con el entorno.

2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el impacto del uso de las tecnologías en la logística para el desarrollo del sector agro en Colombia?

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Analizar el impacto del uso de tecnologías digitales en los procesos de logística en el sector agropecuario de Colombia durante los años 2018 a 2020.

3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el uso de tecnologías digitales en los procesos de logística en el sector agropecuario de Colombia.
- Analizar la competitividad de mercado agropecuario en el uso de las tecnologías en el desarrollo del sector de la producción agrícola y pecuaria.
- Medir por medio de modelos de componentes principales el impacto del uso de tecnologías digitales en el sector agropecuario en Colombia.

4. CARACTERIZAR EL USO DE TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LOS PROCESOS DE LOGÍSTICA EN EL SECTOR AGROPECUARIO DE COLOMBIA

El presente capítulo se centra en el análisis del uso de tecnologías digitales en los procesos de logística en el sector agropecuario de Colombia. En un entorno global cada vez más digitalizado, el sector agropecuario ha experimentado una transformación significativa en la forma en que se llevan a cabo las actividades logísticas, gracias a la implementación y adopción de tecnologías digitales.

El objetivo de este capítulo es explorar en detalle las diferentes tecnologías digitales utilizadas en los procesos logísticos del sector agropecuario colombiano, así como comprender su impacto en términos de eficiencia, productividad y competitividad. Se examinarán las distintas etapas de la cadena de suministro agropecuaria, desde la producción hasta la distribución, con el fin de identificar las tecnologías más relevantes en cada una de ellas.

En primer lugar, se abordará la aplicación de sistemas de seguimiento y trazabilidad, que permiten rastrear el origen y el recorrido de los productos agropecuarios a lo largo de la cadena de suministro. Estas tecnologías proporcionan mayor transparencia y confiabilidad en cuanto a la calidad, seguridad y procedencia de los productos, lo cual resulta fundamental tanto para los consumidores como para los actores del sector agropecuario.

Además, se analizará el uso de plataformas digitales y sistemas de gestión de pedidos y entregas en tiempo real, que agilizan y optimizan los procesos logísticos, permitiendo una mejor planificación y coordinación de las operaciones. Estas herramientas facilitan la comunicación entre los diferentes actores de la cadena, reduciendo tiempos de respuesta, minimizando errores y mejorando la trazabilidad de los productos.

Otro aspecto relevante para considerar es la automatización de procesos, mediante el uso de tecnologías como la robótica y la inteligencia artificial. Estas tecnologías permiten realizar tareas repetitivas y monótonas de manera eficiente y precisa, liberando a los trabajadores de labores rutinarias y brindando la oportunidad de enfocarse en actividades de mayor valor agregado.

Adicionalmente, se examinarán otras tecnologías emergentes, como el Internet de las Cosas (IoT) y el uso de sensores y dispositivos conectados, que ofrecen la posibilidad de monitorear variables clave en tiempo real, como la temperatura, humedad o calidad del producto, lo cual resulta crucial

para mantener la frescura y la integridad de los productos agropecuarios durante su transporte y almacenamiento.

El impacto de la eficiencia en la cadena de suministro de productos agropecuarios en todo el territorio nacional mide el avance de tecnologías digitales convergentes en la logística para mejorar indicadores de cantidad, tiempo y calidad, que están comenzando a erosionar los límites entre los espacios físicos y digitales, desencadenando en la posibilidad de crear beneficios económicos significativos para el país específicamente en el sector.

la logística es uno de los procesos fundamentales para el funcionamiento de las cadenas de suministro (CDS). Donde se realizan una planificación, implementación y control que aseguran un flujo eficiente de bienes, servicios e información a lo largo de la CDS, desde los proveedores de materia prima hasta el consumidor final, con el fin de satisfacer los requerimientos de este último y así mejorar la oferta exportable. En los ejes de comercio exterior se han desarrollado políticas y programas en infraestructura sin tener en cuenta estrategias en materia de facilitación del comercio por medio de las tecnologías en la logística. Debido a esto, aún persisten retos para consolidar un sistema logístico nacional eficiente causados por el limitado desarrollo del transporte intermodal, y los tiempos elevados en los procesos de importación y exportación. , es necesario actualizar los lineamientos de la logística nacional para enfocarlos en estrategias que promuevan la intermodalidad en el transporte, la facilitación de las operaciones de comercio exterior y en estrategias transversales asociadas al fortalecimiento institucional, acceso a la información, promoción de la tecnología y fortalecimiento del capital humano en logística. Con la promoción de la intermodalidad se busca aprovechar la capacidad de transporte de grandes volúmenes de carga, y así reducir los costos de transporte. En este sentido, se podría reducir significativamente el costo final de los productos de una economía, para lograr aumentar la competitividad y la capacidad de inserción en mercados internacionales.

La agrologística comprende todas las actividades en la cadena de suministro que son necesarias para adecuar la oferta de productos del campo con la demanda del mercado de esos productos, en estas interactúan diferentes actores que desarrollan procesos y servicios que permiten, de acuerdo con su articulación, un mayor o menor grado de eficiencia del proceso logístico. El desarrollo de estos procesos y servicios está afectado a su vez por la existencia de condiciones habilitantes que impactan de manera directa en la posibilidad de armonizar acciones para lograr la eficiencia y de

poder responder a las exigencias del mercado. Condiciones que están referidas a temas institucionales, socio-productivos, normativos, de infraestructura de conectividad y de agregación de valor, de servicios y de tecnologías e información. “Con fundamento en lo anterior, la agrologística tiene una relación directa con la competitividad sectorial, siendo hoy un reto importante en su desarrollo. Por tanto, trabajar en mejorar sus condiciones es requisito para conquistar los mercados globales, atender las condiciones cambiantes del mercado interno, mejorar los ingresos de los productores y el bienestar de los pobladores rurales, así como para atender los retos y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)” (S3877-Plan Nacional de Agrologística¹⁰) No obstante, su importancia, la logística agropecuaria ha sido una dimensión que históricamente no ha recibido la atención que requiere, no se ha analizado suficientemente y, en general, no ha sido incorporada en las estrategias, servicios y programas institucionales de desarrollo de la producción agropecuaria y rural, quedando supeditada a los intereses de atención de otras carteras o a las posibilidades de inversión de los actores que participan en las cadenas de suministro.

Los procesos económicos globales relacionados con flujos financieros, de información-tecnología y, ahora, con fuerza laboral desplazada por diversos motivos, condicionan una permanente reorganización material, social e institucional de los territorios. Milton Santos (1993), los territorios rurales en América Latina concentran un sinnúmero de dinámicas e intereses extraterritoriales, dada la riqueza del capital natural y la creciente demanda de commodities. No obstante, también existen otras dinámicas socioeconómicas enraizadas en los territorios. Están asociadas con las economías campesinas e indígenas, la transición demográfica y las ideologías políticas que, entre otros elementos, abren la posibilidad de nuevas formas de apropiación territorial. El entendimiento de la espacialidad de las unidades domésticas de producción constituye el ámbito geográfico más evidente de las transformaciones del territorio. Así, podemos afirmar que verticalidades de la economía global están generando territorios diversos, con actores heterogéneos, que demandan cierta autonomía institucional para adaptar, negociar o resistir esas transformaciones y su vinculación con los flujos globales. Hablamos, entonces, de lo que Mabel Manzanal (2007) denomina territorios de la globalización, la modernidad y la descentralización. La relación entre lo local y lo global condiciona la formación socioespacial, en tanto confronta las relaciones de cotidianidad y proximidad con procesos de centralización de las funciones de comando y control para la economía capitalista. Este dossier contribuye al estudio de la “geografía

de las territorialidades” (Saquet 2015), la cual busca recuperar las prácticas y reconocer las relaciones económicas, políticas, simbólicas e identitarias –producidas históricamente para la apropiación y el uso de los territorios rurales, en una relación dialéctica entre la sociedad y la realidad material.

4.1 "La Agricultura 4.0: Impacto y oportunidades de las tecnologías digitales en la comercialización y desarrollo del sector agropecuario”

El uso de Tecnologías de Información y Comunicación (plataformas digitales) pueden ser una herramienta positiva para mejorar la comercialización de productos agropecuarios en la Región, siendo una posible solución a la problemática que existe actualmente en la cadena de comercialización. Finalmente, tenemos la necesidad de ser parte de la “revolución digital” que se vive en el mundo, las nuevas plataformas digitales se deben hacer notar en el sector agrícola y puede ser un determinante en el cambio generacional atrayendo a nuevos consumidores de la mano con el recambio generacional de los agricultores. Actualmente se evidencia un profundo proceso de transformación social, que modifica tanto los modos de producción como las relaciones sociales, la organización política y las pautas culturales (Tedesco, 2000). Desde finales del siglo XX, la informática se ha convertido en una de las herramientas más importantes en el desarrollo de la sociedad, teniendo entre sus factores clave la información, cómo obtenerla y utilizarla (Pérez et al., 2006).

En los territorios, el hecho social es el resultado de la actividad de los actores para dar sentido a su práctica cotidiana. Esa producción local de conocimientos se ve favorecida por el uso de nuevas tecnologías. El trabajo colaborativo, el aprendizaje ubicuo, las redes sociales digitales son usos potenciales que brindan las TIC. La naturaleza del conocimiento –cómo se crea y quién lo crea-, así como los espacios en que es posible encontrarlo, están evolucionando vertiginosamente. El desarrollo tecnológico posibilita que prácticamente cualquier persona pueda producir y diseminar información, de modo que el aprendizaje puede tener lugar en cualquier momento y en cualquier lugar. (Cope y Kalantzis, 2009; Santini et al., 2017).

Hoy no hay más separación entre los mundos físicos y virtuales, conectados para facilitar la vida de las personas. Detrás de esta idea está el concepto de Agricultura 4.0, también llamada agricultura digital (Fonseca et al., 2017). La Agricultura Digital debe constituirse en una oportunidad para generar sistemas de producción más sustentables económica, social y

ambientalmente. Los profesionales de las Ciencias Agrarias, junto con otras instituciones relacionadas, necesariamente tendrán que asumir un rol protagónico en la nueva etapa que propicia esta corriente innovadora (Bonadeo et al., 2017).

En este entorno interconectado donde la movilidad, garantizada por la popularización de teléfonos inteligentes y tabletas se está extendiendo progresivamente, y el aumento de la oferta de aplicaciones móviles es un mercado en crecimiento, se espera que los agricultores y los miembros de la familia puedan disfrutar de los beneficios de esta oferta tecnológica en sus propiedades proporcionando competitividad y mejorando la productividad y los ingresos. Para llegar a esta audiencia dispersa que a menudo se encuentra en regiones remotas, una de las principales medidas es promover la expansión del servicio de banda ancha en el campo haciéndolo rentable tanto para proveedores como consumidores. Por tanto, es necesario incentivar su expansión, a través de políticas públicas, con el objetivo de masificar la banda ancha rural. (Batista, 2016; Fonseca et al., 2016).

4.2 Desafíos y oportunidades para la agrologística en Colombia: Integrando tecnología y logística para mejorar la cadena de suministro agropecuaria

Para contextualizar esta investigación, debemos tener en cuenta el concepto de cadena de suministro (CDS) de productos agropecuarios a nivel nacional, donde el avance de las tecnologías de la mano con una buena logística, mejora indicadores de tiempo, calidad y cantidad que posibilita un beneficio económico para el país.

Cuando se habla de CDS la logística es un proceso indispensable para su correcto funcionamiento, donde el proceso de analizar, planificar, implementar y controlar asegura un flujo eficiente de bienes, información y servicios en todo el proceso, lo que quiere decir que su correcto funcionamiento irá desde los proveedores de materia prima hasta el último consumidor presentando satisfacción en este último y mejorar la oferta exportable.

En paralelo para los ejes de comercio exterior existen políticas y programas en infraestructuras que no tienen en cuenta las estrategias para la facilitación del comercio teniendo en cuenta la tecnología en la logística, donde se ve directamente la problemática de esta investigación, al no tener consolidado un sistema logístico nacional eficiente cuando hablamos de transporte intermodal, gracias a el estado de muchas de las carreteras colombianas y sobre todo en los

territorios donde la actividad económica principal es el agro; aumentando los tiempos de importación y exportación.

Es necesario efectuar estrategias que promuevan un transporte intermodal para un acceso a operaciones de comercio exterior, acceso a información, promoción de tecnologías y fortalecimiento del capital. En busca del aprovechamiento en cuanto a capacidad de transporte con grandes volúmenes de carga, reduciendo sus costos; bajo esta lógica los costos finales también se reducirían significativamente y se lograría aumentar la competitividad y la capacidad de inserción en los mercados internacionales.

La agrologística no ha tenido la importancia que merece hablando históricamente, donde no se ha analizado lo suficiente, no ha sido incorporada en las estrategias, servicios, programas de desarrollo agropecuario y rural debido a otros intereses de otras carteras o las posibilidades de inversión; datos recogidos por el PNL según el plan nacional de agrologística (2020), “para el 2018 el país ocupó el puesto 58, entre 160 economías, en el Índice de Desempeño Logístico (LPI por sus siglas en inglés) que realiza el Banco Mundial. Éste índice evalúa el desempeño en diferentes aspectos tales como aduanas, infraestructura, envíos internacionales, competencia de servicios logísticos, seguimiento y rastreo y, puntualidad”.

Donde a pesar de obtener un avance valioso, la infraestructura de transporte y de comercio son de un desempeño notablemente bajo, por otro lado, en cuanto a la política agropecuaria del país tiene como objetivo la generación de condiciones para impulsar la economía sectorial, el desarrollo rural de manera integral y la inserción en los mercados modernos.

Como el comité de agricultura de la OCDE evaluando la política pública donde concluyó, “entre otros aspectos, la necesidad de realizar reformas integrales para mejorar la integración con los mercados agroalimentarios internacionales proponiendo mejoras en la coordinación institucional entre el MADR y otros ministerios relevantes para la atención de los bienes públicos sectoriales y sociales de áreas rurales, el aumento en la inversión en infraestructura de transporte, el fortalecimiento del sistema de información de mercados y el mejor aprovechamiento del uso de las TIC”. Plan Nacional de agrologística (2020).

Al igual que el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad señaló la limitación del desarrollo del sector agro en cuestión de competitividad denotando las

condiciones estructurales como la “insuficiente provisión de equipamiento y servicios sectoriales para la competitividad agropecuaria: En materia de conectividad, logística y transporte persisten debilidades que van en detrimento de la competitividad sectorial: (1) ausencia de planificación vial para el desarrollo de encadenamientos productivos, aunado al deterioro del 75% de la red vial terciaria; (2) la carencia de servicios logísticos; y (3) la baja cobertura de conexión a internet (tan solo el 17% de los hogares rurales tiene conexión) (DANE, 2017).” Citado de Plan Nacional de agrologística (2020).

Donde interviene el Plan Nacional de Desarrollo, optando por “la necesidad de invertir al menos el 50 % de la inversión sectorial en bienes y servicios públicos.” Plan Nacional de agrologística (2020), aprovechando todas las salidas internacionales con el TLC donde se cumpla integrando la oferta y la demanda.

La agrologística abarca todas las actividades en la CDS necesarias para adecuar los productos del campo con su oferta y demanda en el mercado, donde convergen varios actores, en materia de mercado trabajan entre MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural) y MinCIT (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo) con estrategias como AgroExporta y Diplomacia Sanitaria que se encargan de mejorar la productividad, calidad, comercialización y aumentar las exportaciones al igual que la promoción de buenas prácticas agropecuarias, el manejo y control de plagas, residuos químicos y características específicas de cada producto, con un propósito de internacionalizar el sector.

Para el mercado interno, está la estrategia de Agricultura por Contrato que se encarga de generar contratos contractuales entre compradores grandes como industrias y los almacenes de cadena, y con los productores agropecuarios para el cultivo y abastecimiento de sus productos con entregas a futuro y características de compra y venta predeterminadas antes de iniciar el cultivo; el Plan Nacional para la Promoción de la Comercialización de la Producción ACFC (Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria) como instrumento de “política pública cuyo objetivo es fortalecer las capacidades sociales, económicas y políticas de las familias, comunidades y organizaciones de ACFC, sobre la base de un desarrollo rural con enfoque territorial que mejore la sostenibilidad de la producción agropecuaria y genere bienestar y buen vivir de la población rural”. (FAO.org. s. f.)

Con fundamento a lo anterior, según [S3877-Plan Nacional de Agrologística](#)

“la agrologística tiene una relación directa con la competitividad sectorial, siendo hoy un reto importante en su desarrollo. Por tanto, trabajar en mejorar sus condiciones es requisito para conquistar los mercados globales, atender las condiciones cambiantes del mercado interno, mejorar los ingresos de los productores y el bienestar de los pobladores rurales, así como para atender los retos y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)”.

Por ejemplo, en el Censo Nacional Agropecuario, identificó que la producción agropecuaria en su mayoría se dirige a mercados informales con un (71,3%) según el Censo Nacional Agropecuario del 2016 donde predominan el autoconsumo y ventas por medio de canales tradicionales.

Como menciona Santos, “Los procesos económicos globales relacionados con flujos financieros, de información-tecnología y, ahora, con fuerza laboral desplazada por diversos motivos, condicionan una permanente reorganización material, social e institucional de los territorios”. Milton Santos (1993) teniendo en cuenta que en la mayoría de los territorios rurales en América Latina concentran un sin número de dinámicas e intereses extraterritoriales por su riqueza del capital natural; al mismo tiempo existen dinámicas económicas campesinas e indígenas que generan otras posibilidades otra manera de apropiación territorial.

En este sentido, existen verticalidades en la economía que generan territorios diversos con diferentes actores heterogéneos, que necesitan de instituciones para su adaptación y transformación respecto a los flujos globales. Hablamos, entonces, de lo que Mabel Manzanal (2007) denomina territorios de la globalización, la modernidad y la descentralización.

Entre lo local y lo global existe una relación que condiciona la formación socio espacial, que relaciona los procesos de centralización, de funciones de comando y control para la economía capitalista, conocido como “geografía de las territorialidades” la cual busca recuperar las prácticas y reconocer las relaciones económicas, políticas, simbólicas e identitarias producidas históricamente para la apropiación y el uso de los territorios rurales, en una relación dialéctica entre la sociedad y la realidad material. (Saquet 2015).

Para entender la agrologística es necesario hablar del uso de Tecnologías de Información y Comunicación como una herramienta para mejorar la comercialización, siendo una posible solución a la problemática que existe actualmente en la cadena de comercialización.

Donde, tenemos la necesidad de ser parte de la “revolución digital” que se vive en el mundo, donde no es un secreto que “Desde finales del siglo XX, la informática se ha convertido en una de las herramientas más importantes en el desarrollo de la sociedad, teniendo entre sus factores clave la información, cómo obtenerla y utilizarla” (Pérez et al., 2006). Siendo de gran importancia no sólo por la obtención de información sino por el alcance hacia las personas y la facilidad a la hora de comercializar cualquier producto, estando al alcance de un clic.

Por lo que las nuevas plataformas digitales se deben hacer notar en el sector agrícola y puede ser un determinante en el cambio generacional atrayendo a nuevos consumidores de la mano con el recambio generacional de los agricultores, donde “actualmente se evidencia un profundo proceso de transformación social, que modifica tanto los modos de producción como las relaciones sociales, la organización política y las pautas culturales” (Tedesco, 2000).

Cuando se habla de territorio, el hecho social representa un resultado de actividades generadas por los actores que cobran sentido en la cotidianidad de su práctica, la producción local de conocimiento también se ve favorecida por la tecnología incluyendo el uso de las TIC, y a medida que pasa el tiempo evolucionan las maneras de compartir conocimiento, como lo expone Cope “el desarrollo tecnológico posibilita que prácticamente cualquier persona pueda producir y diseminar información, de modo que el aprendizaje puede tener lugar en cualquier momento y en cualquier lugar” (Cope y Kalantzis, 2009; Santini et al., 2017).

Hoy en día existe una dualidad marcada entre lo físico y lo virtual, es casi imposible vivir en la modernidad alejados de la tecnología que desde finales de la década de los 90’s han facilitado la vida de las personas de diversas maneras, como en la agricultura donde Fonseca extrae el concepto de Agricultura 4,0 o agricultura digital.

“La Agricultura Digital debe constituirse en una oportunidad para generar sistemas de producción más sustentables económica, social y ambientalmente. Los profesionales de las Ciencias Agrarias, junto con otras instituciones relacionadas, necesariamente tendrán que asumir un rol protagónico en la nueva etapa que propicia esta corriente innovadora”. (Bonadeo et al., 2017).

De acuerdo con esta afirmación, la agricultura también debe hacer parte de estos procesos de modernización y generar cambios en la industria en todos los aspectos debido a la importancia alimentaria y económica como principal fuente de ingresos del área rural de nuestro país.

Finalmente hablamos de comunicaciones por medio de interconexiones que pueden realizarse desde cualquier dispositivo tecnológico como computadores, tabletas, celulares inteligentes, etc.; que presentan no sólo aumento progresivo de aparatos tecnológicos sino también el aumento de aplicaciones móviles para cualquier tipo de actividad. “Para llegar a esta audiencia dispersa que a menudo se encuentra en regiones remotas, una de las principales medidas es promover la expansión del servicio de banda ancha en el campo haciéndolo rentable tanto para proveedores como consumidores. Por tanto, es necesario incentivar su expansión, a través de políticas públicas, con el objetivo de masificar la banda ancha rural”. (Batista, 2016; Fonseca et al., 2016).

4.3 Principales retos para el uso de tecnologías digitales en el sector agropecuario de Colombia

En este sentido, es de interés la expansión del servicio de banda ancha en los sectores de ruralidad y el campo de Colombia, para una mejora en la calidad de vida generando ingresos, mayor productividad y control en sus procesos, envíos y comunicación del producto para las personas dedicadas a la agricultura.

El crecimiento acelerado en el uso del Internet en América Latina, donde la adopción de la tecnología se ha duplicado en siete años. En este marco de crecimiento, el continente continúa rezagado respecto de los países industrializados y exhibe una dualidad no solo entre países, sino también entre las áreas urbanas y rurales dentro de ellos. En tecnologías de acceso a internet, la expansión de la banda ancha móvil se ha acelerado, alcanzando algunos países del continente una penetración similar a la de los países de la OCDE.”), (De políticas públicas & Como, s/f, p. 68)

En términos generales la variable más dinámica debido a la elasticidad de precios es la accesibilidad, que aumenta dramáticamente y casi de manera simultánea con la reducción de precios. Este aumento ocasiona una presión sobre la inversión en infraestructura lo que determina la confiabilidad dado que la misma requiere mayores lapsos de despliegue y difícilmente acompaña de manera simultánea al aumento de la accesibilidad. Con respecto a la variable de desarrollo de capital humano, ésta es una variable con mucha inercia. Un incremento de esta requiere muchos

más años, en la medida que la misma depende de cambios fundamentales en el aparato educativo y en la relación entre educación y el sistema productivo

El análisis de la digitalización de los procesos productivos en América latina se basó en información parcial de tres sectores publicidad, comercio electrónico y producción. El desarrollo de la digitalización es rápido, tanto en términos de señalización de precios como de procesos publicitarios en general. Por otro lado, en lo que respecta a la comercialización de bienes y servicios, cabe señalar que mientras países como Argentina, Brasil, Chile y México avanzan en la asimilación de las plataformas digitales, la adopción aún es limitada en comparación con los países industrializados, si bien las tecnologías digitales han alcanzado un nivel de adopción muy alto, su uso está enfocado a los procesos internos del negocio, limitando la comunicación con actores externos para la banca electrónica y en parte para los proveedores.

“El subdesarrollo en América Latina de emprendimientos de plataformas digitales no está causado solamente por los efectos de red y las economías de escala de los operadores globales, combinadas con las limitaciones del marco regulatorio de los países del continente. La dominancia de los operadores digitales globales también debe ser explicada por factores internos de la región” (De políticas públicas & Como, s/f, p. 115). Es necesario remover el marco anecdótico que explica el éxito de tal o cual plataforma local o el efecto mediático de una determinada política pública en el ámbito digital. El análisis primero requiere averiguar los recursos de los sectores público y privado para financiar las innovaciones del ecosistema. Este reconoce que si bien esta no es la única razón que explica el éxito de las plataformas globales, es una de las razones más importantes. En este caso, el objetivo es medir los fondos disponibles y determinar si se invierten de manera efectiva. Esto permite determinar si las empresas digitales necesitan acceso a fuentes financieras, si hay interrupciones en la coordinación. Al mismo tiempo, es necesario analizar el volumen de formación del talento humano para determinar si el continente cuenta con los recursos suficientes para implementar una estrategia ambiciosa para el desarrollo del ecosistema digital. Esto puede apuntar a otra falla de coordinación: la disponibilidad de capital humano. Los desafíos no se limitan a América Latina, sino que existen de alguna forma en todas las economías de mercado emergentes. Las economías emergentes enfrentan dos tipos de ineficiencias estructurales: la primera por el lado de la oferta, donde las empresas del sector tienen dificultades para acceder a los factores de producción, y la segunda por el lado de la demanda, debido a las barreras de acceso

a los mercados locales y de exportación. Las ineficiencias del lado de la oferta incluyen la disponibilidad limitada de fuentes de capital, los altos costos de transacción para acceder a los insumos de producción y las limitaciones en los sistemas educativos que no producen suficiente talento humano para abastecer a la industria.

“Las ineficiencias por el lado de la demanda se ubican en la dificultad que enfrentan las empresas del ecosistema en responder a necesidades locales (debido a brechas persistentes en el terreno de la conectividad o equipamiento de dispositivos) y una falta de aprovechamiento intensivo del mercado de exportación. Sobre las ineficiencias en el acceso a capital, el desafío más importante para las empresas en América Latina, citado en la Encuesta de Empresas del Banco Mundial, es el acceso a financiamiento. Esto afecta principalmente a pequeñas empresas, de las cuales el 32% indica acceso limitado al crédito.” (De políticas públicas & Como, s/f, p. 115). Debido a estas ineficiencias estructurales, la región está centrando sus esfuerzos en promover la innovación de los ecosistemas tecnológicos. Pero también se observan brechas en países que impulsan activamente políticas públicas para promover la innovación: el sector público de América Latina invierte alrededor de 19.100 millones de dólares anuales en investigación, desarrollo e innovación, principalmente en el espacio digital.

Tabla 1*Inversión pública en investigación y desarrollo*

País	Fondos Nacionales	Fondos Provinciales y Municipales	Total	Porcentaje del PIB
Argentina	142,22	19,93	162,15	0,03%
Brasil	14.521,43	464,34	14.985,77	0,54%
Chile	171,61	0,53	172,14	0,05%
Colombia	1.122,99	3,93	1.126,92	0,26%
Costa Rica	36,45	0	36,45	0,06%
México	2.552,08	45,79	2.597,87	0,18%
Perú	31,13	0	31,13	0,01%
TOTAL	18.557,92	534,51	19.112,43	0,33%

Nota. Esta tabla nos muestra un porcentaje comparativo del PIB que designan algunos países de la región en investigación y desarrollo, Tomado de: Katz, R. (2018). Input paper Funding Mechanism Working Group. Latin America-Europe Advanced Dialogues to Enhance ICT Research and Innovation Partnership. Estudio realizado para CAF en el marco del programa Leadership.

“Esta suma ha sido estimada en base a una compilación exhaustiva de programas de financiamiento en investigación, desarrollo e innovación en TIC en América Latina, y validada con un panel de expertos en la materia. Si bien no incluye todos los programas existentes, provee un orden de magnitud del esfuerzo público desplegado por los países de la región para promover el desarrollo del sector”. (De políticas públicas & Como, s/f, p. 117). Tras examinar las fuentes de financiación pública, se observó que la eficacia de los fondos públicos para promover el desarrollo local de las empresas del ecosistema digital se ve afectada por la fragmentación. Aunque la mayoría proviene de fuentes públicas y son administrados por organizaciones científicas y tecnológicas nacionales como COLCIENCIAS en Colombia, continúan existiendo varios mecanismos, programas y agencias de financiamiento. Tal fragmentación amenaza la asignación eficiente de los recursos públicos en la medida en que es común observar fuentes de financiamiento superpuestas donde dos entidades compiten por financiar actividades de innovación similares. Esto es común cuando se analizan programas implementados a nivel provincial o estatal. Al mismo tiempo, la consistencia entre las metas nacionales de desarrollo digital y la asignación de fondos no es clara,

excepto para las entidades mencionadas anteriormente. Por ejemplo, no existen criterios de elegibilidad para la asignación de fondos basados en objetivos de desarrollo económico. Esta falta de alineación entre los programas de financiación de la innovación digital y la cartera de transformación productiva conduce a un mal uso indirecto de los recursos. La multiplicidad de programas financiados con fondos públicos crea dos restricciones adicionales. Primero, cada programa, incluso dentro de un país, tiene diferentes trámites que deben completarse para poder aplicar. Esto lleva a la presentación no estándar de reclamos, lo que aumenta los costos del contratista al solicitar dinero. En segundo lugar, aparte de las instituciones más conocidas, la visibilidad de las fuentes de financiación en la comunidad investigadora y empresarial es limitada. Tal asimetría de información no hace que la búsqueda de fondos sea más eficiente.

El comercio electrónico en América Latina está creciendo rápidamente, aunque los volúmenes generales aún son bajos, las razones del retraso en el desarrollo del comercio electrónico en el país se pueden resumir en estos factores principales:

- Debilidad de la regulación de protección al consumidor de comercio electrónico
- A pesar del reconocimiento legal, la firma y la factura electrónica son poco utilizadas.
- Reducido nivel de seguridad y limitada protección de datos personales.
- Deficiencias en la infraestructura logística
- Uso de tarjetas de crédito limitadas
- Variables culturales típicas relacionadas con la confianza del consumidor en las transacciones electrónicas.

“La responsabilidad de los gobiernos en esta área es fundamental, sobre todo en lo que hace a la resolución de los temas normativos. En primer lugar, todo país del continente debe trabajar en el desarrollo de un marco regulatorio integral que garantice el respeto de los derechos del consumidor, facilitando su protección y recurso en caso de daño moral o financiero”. (*De políticas públicas & Como, s/f, p. 267*). Esto incluye normas sobre los derechos de los consumidores en las transacciones electrónicas y el reconocimiento de facturas y firmas electrónicas. En segundo lugar, los gobiernos deben enfatizar el desarrollo de regulaciones y medidas de infraestructura técnica destinadas a promover la seguridad de la información y la protección de datos personales.

5. ANALIZAR LA COMPETITIVIDAD DE MERCADO AGROPECUARIO EN EL USO DE LAS TECNOLOGÍAS EN EL DESARROLLO DEL SECTOR DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y PECUARIA

El uso de tecnologías digitales en los procesos de logística en el sector agropecuario de Colombia ha venido aumentando en los últimos años, gracias a los avances tecnológicos y la necesidad de optimizar los procesos productivos y de distribución. Una de las principales tecnologías utilizadas es la automatización de procesos, que permite la optimización de la gestión de inventarios y la coordinación de la cadena de suministro. Además, se utilizan sistemas de monitoreo y seguimiento para el control de la calidad y el estado de los productos, desde el campo hasta el consumidor final.

Otra tecnología utilizada es el uso de sistemas de información geográfica, que permiten una mejor planificación de las rutas de transporte y la localización de los puntos de entrega, reduciendo así los costos y los tiempos de entrega. Asimismo, el uso de sensores y dispositivos móviles ha permitido una mayor eficiencia en la recolección y el análisis de datos, lo que ha mejorado la toma de decisiones en los procesos de logística.

Por último, también se utilizan tecnologías como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático para mejorar la precisión en la predicción de la demanda y la optimización de los procesos de almacenamiento y distribución.

En resumen, el uso de tecnologías digitales en los procesos de logística en el sector agropecuario de Colombia ha permitido una mayor eficiencia en la gestión de la cadena de suministro y una mejor planificación de los procesos productivos y de distribución, lo que ha tenido un impacto positivo en la productividad y competitividad de las empresas del sector.

La región pacífica de Colombia se ha caracterizado por ser una zona de producción agropecuaria importante, en la que se cultivan productos como el café, banano, cacao, caña de azúcar, palma de aceite, entre otros. En este sentido, la implementación de tecnologías digitales en este sector ha permitido mejorar la productividad, reducir los costos y aumentar la competitividad de las empresas.

Entre las tecnologías digitales que se utilizan en el sector agropecuario de la región pacífica se encuentran:

- **Sistemas de monitoreo y seguimiento:** permiten conocer el estado de los cultivos y del ganado,

así como la gestión de la cadena de frío para la conservación de los productos.

- Sistemas de información geográfica: permiten la planificación de rutas de transporte, la identificación de puntos de entrega y el análisis de la producción agrícola de la región.
- Plataformas de comercio electrónico: permiten la comercialización de productos agropecuarios a través de internet, lo que amplía la posibilidad de llegar a nuevos mercados y reducir los costos de comercialización.
- Aplicaciones móviles: permiten la gestión de inventarios, el monitoreo de precios y la gestión de pedidos, lo que agiliza los procesos de compra y venta.
- Tecnologías de automatización: permiten optimizar los procesos de producción y distribución, lo que reduce los costos y mejora la calidad del producto final.

De esta manera, el uso de tecnologías digitales en el sector agropecuario de la región pacífica de Colombia contribuye al desarrollo económico y social de la zona, al tiempo que se fomenta la competitividad y la innovación en el sector.

El sector agropecuario es uno de los pilares fundamentales de la economía de Colombia. En los últimos años, la aplicación de tecnologías digitales ha permitido una mejora significativa en la eficiencia y calidad de los procesos productivos. En este sentido, las regiones pacífica y central de Colombia han sido destacadas por ser zonas importantes de producción agropecuaria. En este documento se analizará la relación entre las tecnologías digitales y el sector agropecuario de estas regiones, así como algunas de las soluciones tecnológicas que se están implementando.

5.1 Tecnologías digitales en el sector agropecuario

Las tecnologías digitales están teniendo un impacto significativo en el sector agropecuario de Colombia. A través de la implementación de soluciones tecnológicas, se están optimizando los procesos productivos y se está mejorando la eficiencia de la cadena de suministro. Algunas de las tecnologías digitales que se están utilizando en el sector agropecuario son:

- Sistemas de monitoreo y seguimiento: permiten conocer el estado de los cultivos y del ganado, así como la gestión de la cadena de frío para la conservación de los productos.
- Sistemas de información geográfica: permiten la planificación de rutas de transporte, la identificación de puntos de entrega y el análisis de la producción agrícola de la región.
- Plataformas de comercio electrónico: permiten la comercialización de productos agropecuarios a través de internet, lo que amplía la posibilidad de llegar a nuevos mercados y

reduce los costos de comercialización.

- Aplicaciones móviles: permiten la gestión de inventarios, el monitoreo de precios y la gestión de pedidos, lo que agiliza los procesos de compra y venta.
- Tecnologías de automatización: permiten optimizar los procesos de producción y distribución, lo que reduce los costos y mejora la calidad del producto final.

5.2 Análisis económico entre las regiones pacífica y central

Tanto la región pacífica como la región central de Colombia son zonas importantes de producción agropecuaria. En la región pacífica, la producción agropecuaria se enfoca en la pesca, el cultivo de palma de aceite, el banano, la caña de azúcar, entre otros. Por otro lado, en la región central, se destaca la producción de arroz, café, hortalizas, frutas, entre otros.

En ambas regiones se están implementando soluciones tecnológicas para mejorar los procesos productivos y optimizar la cadena de suministro. En la región pacífica, por ejemplo, se están utilizando sistemas de monitoreo para conocer el estado de los cultivos de palma de aceite, así como plataformas de comercio electrónico para comercializar productos agrícolas. En la región central, se están implementando aplicaciones móviles para la gestión de inventarios y la gestión de pedidos.

Cada región de Colombia tiene una producción agropecuaria específica y una geografía particular, lo que implica la implementación de soluciones tecnológicas específicas. La región Caribe es una zona de producción de frutas tropicales y hortalizas. En esta región se están implementando tecnologías de monitoreo y seguimiento para conocer el estado de los cultivos y mejorar su productividad. También se están utilizando sistemas de información geográfica para identificar las zonas de producción y mejorar la logística de distribución.

La región Pacífica es una zona de producción de palma de aceite, banano, caña de azúcar, entre otros. En esta región se están utilizando sistemas de monitoreo y seguimiento para conocer el estado de los cultivos, así como plataformas de comercio electrónico para la comercialización de productos agrícolas. La región Andina es una zona de producción de café, frutas, hortalizas, entre otros. En esta región se están implementando tecnologías de automatización para optimizar los procesos de producción.

5.3 Implementación de tecnologías digitales en el sector agropecuario de Colombia

El sector agropecuario de Colombia consiste en negocios que son propiedad para el cultivo de café y otros productos, cría de animales y caza, silvicultura, tala y pesca. El análisis del sector agropecuario por subsector muestra que el cultivo del café a su vez contribuyó a la creación de valor agregado en la industria. El pastoreo y la silvicultura y la tala disminuyeron su pago.

La medición de la implementación de tecnologías digitales se basa en un índice compuesto que combina cuatro componentes:

- Penetración de tecnologías digitales en las empresas, medido por la adopción de banda ancha e internet.
- Digitalización de la cadena de suministro medida por el número de empresas que utilizan canales de compra electrónicos depósitos y banca electrónica para transacciones.
- Uso de tecnologías en las etapas de procesamiento y conversión de productos digitales en la cadena de suministro valor medido como porcentaje de empleados que usan Internet
- Digitalización del número de canales de distribución, medido como el porcentaje de empresas que utilizan canales de venta electrónicos para sus productos.

“El sector agropecuario colombiano es una de las industrias más rezagadas en términos de la adopción de tecnologías digitales maduras. El grupo de industrias más rezagadas incluye alojamiento y restaurantes, el sector agropecuario y la explotación de minas y canteras. En particular, las actividades agropecuarias registran un índice de adopción de tecnologías digitales maduras de 46, ocho puntos menores al promedio nacional.” (Sotomayor et al., s/f, p. 112)

El 93% de las empresas del sector agropecuario y el sector ganadero usan Internet, el 90% lo hace a través de una red contratada y el 92% la ha usado computadoras y/o laptops. Sin embargo, el nivel de digitalización de la fuerza laboral es significativamente bajo: solo 57 empleados usan Internet en el trabajo, lo que refleja parcialmente las características manuales de las actividades agrícolas. Por otro lado, cuando se trata de la cadena de suministro y los canales distribución, el desarrollo del sector agropecuario está por debajo de la media nacional: Solo el 24 por ciento de las empresas de este sector económico compran insumos para la producción desde la web, 13 puntos porcentuales por debajo de la media nacional. Sobre la asimilación de tecnologías digitales en los canales de distribución, el índice de digitalización del sector agrícola es 25%, donde solo 17% de las empresas del sector utilizan Internet para sus ventas. Además, solo el 35% de las

empresas del sector reciben órdenes de compra online, en comparación con el 44% a nivel nacional. Por último, solo el 28% de las empresas están presentes en las redes sociales.

Parte del rezago tecnológico del sector agropecuario se debe a la dicotomía entre grandes empresas y las pymes. Las grandes empresas ven en la tecnología una herramienta de apoyo a la gestión de sus operaciones. Por ello, muchas de sus herramientas se centran en proporcionar información procesada de múltiples fuentes, lo que les permite minimizar o estabilizar riesgos en los procesos productivos con información predictiva. En este sentido, las grandes empresas tienen una visión amplia del uso de la tecnología en su trabajo, la incluyen en su estrategia efectiva, reduciendo costos operativos y facilitando la comunicación en zonas remotas. Por otro lado, las pequeñas y familiares empresas tienen una relación informal con la tecnología, en donde entienden las tecnologías de la información y la comunicación utilizadas con fines de gestión, comunicación y venta como herramientas de apoyo sin contar con indicadores que evalúen su uso. En las grandes empresas el uso formal de sitios web es visible esto se puede ver especialmente en el uso de campañas publicitarias dirigidas a los medios de comunicación, que incluye no solo a los clientes internos sino también a los clientes externos. Por otro lado, en Las pequeñas y medianas empresas utilizan Instagram como plataforma de instrucciones y datos de contacto. En cualquier caso, aunque utilicen páginas web para las pautas publicitarias, las empresas del sector son conscientes que se establecer una relación comercial solo por este medio es muy complicado para un mayor crecimiento y desarrollo.

6. MEDIR POR MEDIO DE MODELOS DE COMPONENTES PRINCIPALES EL IMPACTO DEL USO DE TECNOLOGÍAS DIGITALES EN EL SECTOR AGROPECUARIO EN COLOMBIA

En este capítulo se describen los modelos de análisis factorial, que son una técnica de análisis de datos utilizada para descubrir factores subyacentes que explican la mayor parte de la variabilidad en los datos. Los factores subyacentes son variables latentes que no se pueden medir directamente, pero se pueden inferir a partir de las variables observadas. Los modelos de análisis factorial se basan en la suposición de que muchas variables económicas están altamente correlacionadas y que estas correlaciones pueden ser explicadas por un número reducido de factores subyacentes. Estos factores pueden ser interpretados como temas o conceptos subyacentes que explican la variabilidad en los datos. Para identificar los factores subyacentes, los modelos de análisis factorial utilizan un algoritmo matemático que identifica las variables latentes que explican la mayor parte de la variabilidad en los datos a partir de las variables observadas.

En los modelos de análisis factorial, los factores subyacentes se identifican a partir de la matriz de correlación entre las variables observadas. El objetivo es encontrar un modelo que explique la mayor cantidad posible de varianza en las variables observadas. Los factores se seleccionan en base a su capacidad para explicar la varianza en las variables observadas y se interpretan en términos de los conceptos o temas que representan.

Los resultados del análisis factorial se pueden utilizar para reducir la complejidad de un conjunto de datos, identificar las variables más importantes, comprender mejor la estructura de los datos y desarrollar modelos predictivos. Los modelos de análisis factorial también se pueden utilizar en combinación con otras técnicas estadísticas, como el análisis de regresión, para explorar relaciones más complejas entre las variables.

6.1 Análisis descriptivo

Una vez que se han identificado los factores subyacentes, se pueden analizar y utilizar para hacer predicciones sobre el comportamiento futuro de las variables económicas. En este trabajo de investigación, se aplicó para la encuesta nacional logística (ENL) 2020 la cual es realizada por el departamento nacional de planeación (DNP) esta es una herramienta técnica que tiene como finalidad obtener datos para describir el rendimiento logístico del país. La información que proporciona es de gran importancia estratégica tanto para los actores del sector público como del

sector privado, y puede ser utilizada para orientar la toma de decisiones y definir políticas públicas. La versión de la encuesta en el 2020 está compuesta por 1.036.782 empresas de las cuales se obtiene representatividad por actividades económicas (Comercio, industria, construcción, transporte y almacenamiento, agropecuaria y minería), regiones las cuales están segmentadas por 14 grupos logísticos que se pueden apreciar en el mapa 1 y finalmente por tamaños de empresa (micro, pequeña, mediana y grande).

Figura 1

Mapa de regiones logísticas

14 REGIONES LOGÍSTICAS

Mapa 1



Nota. Este mapa refleja la distribución de las 14 regiones logísticas establecidas por la encuesta nacional logística

Las regiones logísticas que se asignaron en la encuesta nacional logística 2020 se compone de la siguiente manera:

1. **Altiplano:** Bogotá D.C., Boyacá y Cundinamarca
2. **Amazonia:** Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo y Vaupés
3. **Antioquia:** Antioquia
4. **Caribe Central:** Atlántico, Bolívar y Magdalena
5. **Caribe Occidental:** Córdoba y Sucre
6. **Caribe Oriental:** Cesar y La Guajira
7. **Eje Cafetero:** Caldas, Quindío y Risaralda
8. **Orinoquia:** Meta, Arauca, Casanare y Vichada
9. **Pacífico Central:** Valle del Cauca
10. **Pacífico Norte:** Choco
11. **Pacífico Sur:** Cauca y Nariño
12. **San Andrés y Providencia:** Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina
13. **Santanderes:** Norte de Santander y Santander
14. **Tolima y Huila:** Huila y Tolima

En la tabla numero dos podemos apreciar la distribución poblacional de las regiones logísticas en la cual se puede apreciar que la región con mayor representación porcentual es lo que se denomina como altiplano, la cual está compuesta por las regiones de Bogotá D.C., Boyacá y Cundinamarca, seguido por la región de Antioquia con un 12,30%. que al ser solo una región cuenta con gran cantidad de empresas , otra región que cuenta con un nivel porcentual importante es lo que se denomina como Santanderes tiene un participación del 10,0%, en esta tres regiones se concentra el 56,9% del estudio y es útil para esta investigación, ya que estas tres regiones logísticas las economías depende fuertemente del sector agrario.

Distribución de población por regiones logísticas

Tabla 2*Distribución de población por regiones logísticas*

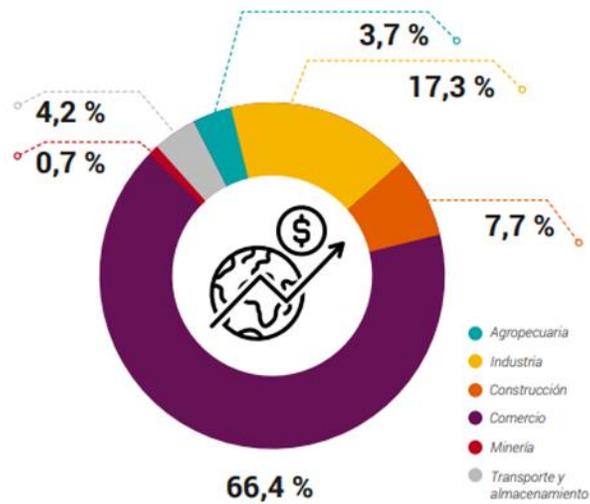
Región	Distribución de población
Altiplano	34,60 %
Antioquia	12,30 %
Santanderes	10,00 %
Pacífico Central	8,90 %
Caribe Central	7,20 %
Tolima y Huila	5,70 %
Eje Cafetero	4,80 %
Orinoquia	4,70 %
Pacífico Sur	4,40 %
Caribe Occidental	2,40 %
Caribe Oriental	2,40 %
Amazonia	2,00 %
Pacífico Norte	0,50 %
San Andrés y Providencia	0,10 %

Nota. en esta tabla se refleja el porcentaje de distribución de cada una de las regiones en la encuesta nacional logística

En el grafico 1 se puede observar los porcentajes de la distribución de la población por actividad económica, donde el sector comercio tiene la mayor participación con un 66,4%, seguido por el sector industrial que cuenta con un nivel porcentual del 17,3%, nuestro sector de interés de estudio es el sector agropecuario que tiene un porcentaje del 3,7% del total de la encuesta.

Figura 2

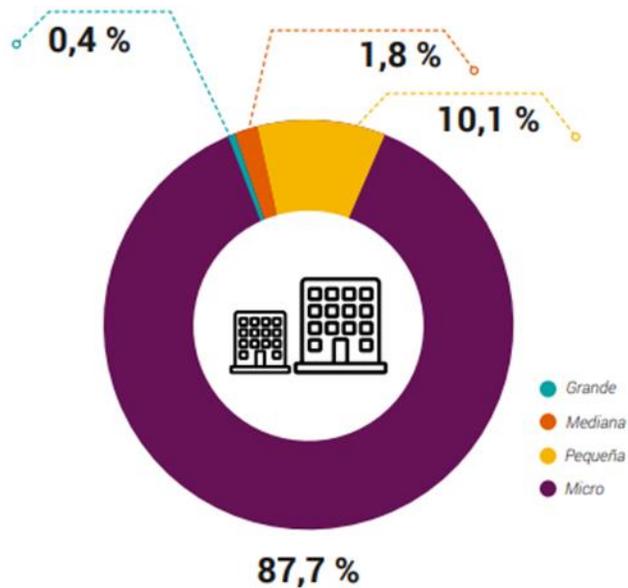
Actividades económicas



Nota. El grafico muestra el porcentaje de la población por actividades económicas, Tomado de: DNP-ENL 2020

Figura 3

Tamaño de empresas



Nota. El grafico muestra el porcentaje de la población por actividades económicas, Tomado de: DNP-ENL2022

En el gráfico número 2 se puede observar la distribución poblacional por el tamaño de empresas donde el 97,8% son Micro y pequeñas empresas, que es donde está enfocado este estudio en el cual voy a mostrar las posibilidades de crecimiento para empresas de estos tamaños y el gran aporte que pueden dar al desarrollo del país.

La encuesta recoge información en 5 ejes de análisis alineados con la Política Nacional Logística, los cuales cuentan con distintas variables en cada uno de sus ejes para buscar un mejor desarrollo logístico en el país:

1. Logística regional

- Regiones logísticas
- Costo logístico regional
- Disponibilidad y calidad de la oferta de servicios
- Costo de factores logísticos
- Disponibilidad de vías
- Necesidad y utilización de servicios logísticos

2. Desempeño logístico

- Indicadores de costo
- Indicadores de operación logística
- Uso de tecnologías

3. Tercerización en logística

- Nivel de tercerización en 12 procesos logísticos

4. Comercio exterior

- Costo de comercio exterior
- Requisitos de calidad
- Cadena de frío
- Declaración anticipada
- OEA y facilitación de comercio

5. Prospectiva logística

- Oportunidades de mejora
- Logística verde
- Innovación

- Acciones a impulsar por el Gobierno
- Barreras logísticas

Las variables utilizadas para este trabajo de investigación salen del eje numero dos el cual mide el desempeño logístico específicamente en su subtema número tres el cual es el uso de tecnologías. Se identificó que el 88,7 % de las empresas del país conoce al menos una herramienta tecnológica en su proceso logístico, con respecto al 69,3 % en la ENL 2018, y a partir de este alto porcentaje de conocimiento de las variables, procedo a extraer los microdatos proporcionados por el departamento nacional de planeación (DNP), de la siguiente pregunta de la ENL 2020:

¿De la siguiente lista de tecnologías... ¿las utiliza?

- Rastreo y seguimiento de pedidos
- Sistemas y aplicativos de planificación de recursos empresariales – ERP
- Sistema y/o aplicativos de gestión de bodegas – WMS
- Sistema y/o aplicativos de administración de transporte – TMS
- Pronósticos y/o planeación de demanda
- Captura con código de barras
- Intercambio electrónico de datos – EDI
- Factura electrónica
- Impresión 3D
- Blockchain
- Realidad aumentada
- Inteligencia artificial
- Big data y analítica
- Torres de control
- Identificación automática y captura de datos (AIDC)
- Servicios en la nube (Cloud)
- Otra(s) tecnología(s)

Este conjunto de preguntas lo dividí en dos grupos, el primero desde la variable rastreo y seguimiento de pedidos hasta Blockchain, este grupo está compuesto por 10 elementos, el segundo grupo lo definí desde realidad aumentada hasta otras tecnologías dejando este grupo de 7 elementos.

Teniendo ya expuesto a plenitud el análisis descriptivo de cada una de las variables que va a permitir evidenciar la máxima varianza posible.

6.2 Metodología

La metodología propuesta para abordar la hipótesis planteada se fundamentará en el análisis factorial y los componentes principales. Esta técnica es adecuada para reducir la complejidad de la escala de valores utilizada, y se emplearán pruebas de significancia estadística para determinar si las correlaciones parciales son lo suficientemente altas como para estimar los autovalores y los factores correspondientes.

6.3 Pruebas de significancia estadística

Las pruebas utilizadas como se describió son la Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y las esfericidades de Bartlett que permiten contrastar las correlaciones parciales existentes entre las variables independientes se ajustan al modelo.

La prueba de significancia Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) es una herramienta estadística utilizada en el análisis factorial para evaluar la idoneidad de los datos para este tipo de análisis. Esta prueba proporciona una medida de adecuación de muestra, es decir, evalúa si los datos recopilados son apropiados para llevar a cabo un análisis factorial.

El propósito de la prueba KMO es determinar si los datos muestran una correlación adecuada entre las variables para que el análisis factorial sea válido y produzca resultados confiables. Esta prueba se utiliza comúnmente en el campo de la econometría y otras disciplinas relacionadas.

“Los valores altos (cercaos a 1.0) generalmente indican que un análisis factorial puede ser útil con los datos. Si el valor es menor que 0,50, los resultados del análisis factorial probablemente no serán muy útiles (IBM Documentation, 2023).

La prueba KMO se basa en la idea de que un análisis factorial es apropiado cuando las variables están interrelacionadas. Evalúa la relación entre todas las variables del conjunto de datos y proporciona un índice que varía de 0 a 1. Un valor de KMO cercano a 1 indica una alta correlación entre las variables, lo que sugiere que los datos son adecuados para un análisis factorial. Por otro lado, un valor cercano a 0 indica que las variables no están correlacionadas y el análisis factorial no sería apropiado. Para realizar la prueba KMO, se calculan las correlaciones parciales entre todas las variables y se obtiene una matriz de correlaciones parciales. Luego, se suma la matriz de

correlaciones parciales y se divide por la suma de la matriz de correlaciones totales. El resultado es el índice KMO.

Una vez obtenido el valor de KMO, se interpreta de la siguiente manera:

- Si el valor de KMO está por encima de 0.5 o 0.6, se considera aceptable y se puede proceder con el análisis factorial.
- Si el valor de KMO es inferior a 0.5, indica que las variables están poco correlacionadas y el análisis factorial no sería apropiado.

La otra prueba de significancia son las esfericidades de Bartlett las cuales “contrastan la hipótesis de que la matriz de correlaciones es una matriz de identidad, lo que indicaría que las variables no están relacionadas y, por lo tanto, no son adecuadas para la detección de estructuras. Los valores pequeños (menores que 0,05) del nivel de significación indican que un análisis factorial puede ser útil con los datos (IBM Documentation, 2023).

En general esta prueba tiene como objetivo determinar si la matriz de correlaciones entre las variables es una matriz de identidad, lo que significa que las variables son no correlacionadas. En otras palabras, la prueba busca determinar si hay una estructura de correlación significativa entre las variables. La hipótesis nula de la prueba de esfericidad de Bartlett es que las variables son no correlacionadas, lo que implica que la matriz de correlaciones es una matriz de identidad. La hipótesis alternativa es que existe correlación entre las variables.

Para llevar a cabo la prueba de esfericidad de Bartlett, se calcula una matriz de correlaciones a partir de los datos observados. Luego, se calcula la estadística de prueba de Bartlett, que se basa en la comparación de la suma de los logaritmos de las correlaciones observadas con la suma de los logaritmos esperados bajo la hipótesis nula de no correlación.

Tabla 3

Pruebas de significancia estadística grupo 1 de variables

Prueba de KMO y Bartlett		Primera reducción de dimensiones	Segunda de dimensión
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		0,669	0,549
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. de Chi- cuadrado	58674,871	2942,982
	gl	45	28
	Sig.	0,000	0,000

Nota. La tabla muestra los datos de las dos pruebas de significancia estadística del modelo

De acuerdo con estas pruebas el modelo se dividió en dos dimensiones debido a la cantidad de variables que compone a las variables que se encuentran en la dimensión de utilización de tecnologías. Por lo tanto, se observa que el KMO se encuentra por encima del 50%. Lo que significa que el modelo de componentes principales se ajusta adecuadamente.

6.4 Comunalidades

Las comunalidades en los modelos de análisis factorial son medidas que indican la proporción de varianza de una variable observada que puede ser explicada por los factores latentes en el modelo. “Las comunalidades de extracción son estimaciones de la varianza en cada variable contabilizada por los factores en la solución factorial. Los valores pequeños indican variables que no encajan bien con la solución factorial, y posiblemente se deben descartar del análisis” (IBM Documentación, 2023).

Representan la cantidad de información compartida entre la variable observada y los factores subyacentes en el análisis factorial, se busca reducir la dimensionalidad de un conjunto de variables observadas y capturar la información clave en un número menor de factores latentes. Las comunalidades proporcionan una medida de cuánto de la varianza total de una variable observada

puede ser explicada por los factores latentes. Las comunalidades se estiman como la suma de los cuadrados de los coeficientes de regresión estandarizados entre cada variable observada y los factores latentes en el modelo. Cuanto mayor sea la comunalidad de una variable, mayor será la proporción de su varianza que puede ser explicada por los factores comunes.

Las comunalidades son importantes porque permiten evaluar qué tan bien se ajusta el modelo de análisis factorial a los datos observados. Valores altos de comunalidades indican que la variable está bien representada por los factores latentes, mientras que valores bajos sugieren que la variable no se explica bien en el modelo. Además, las comunalidades también son útiles para determinar qué variables contribuyen de manera significativa a cada factor. Las variables con comunalidades altas están más fuertemente relacionadas con los factores latentes y, por lo tanto, tienen una mayor influencia en la interpretación de los factores.

Tabla 4

Comunalidades grupo 1

Comunalidades		
	Inicial	Extracción
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? Rastreo y seguimiento de pedidos	1,000	0,820
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? Sistemas y aplicativos de planificación de recursos empresariales – ERP	1,000	0,724
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? Sistema y/o aplicativos de gestión de bodegas – WMS	1,000	0,729
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? Sistema y/o aplicativos de administración de transporte – TMS	1,000	0,760
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? Pronósticos y/o planeación de	1,000	0,864

demanda		
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? Captura con código de barras	1,000	0,859
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? Intercambio electrónico de datos – EDI	1,000	0,875
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? Factura electrónica	1,000	0,589
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? Impresión 3D	1,000	0,837
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? Blockchain	1,000	0,949
Método de extracción: análisis de componentes principales.		

Nota. La tabla muestra el análisis de los componentes principales de la comunalidad del grupo 1

Tabla 5

Comunalidades grupo 2

Comunalidades		
	Inicial	Extracción
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? m. Realidad aumentada	1,000	0,888
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? n. Inteligencia artificial	1,000	0,676
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? Big data y analítica	1,000	0,633
De la siguiente lista de	1,000	0,813

tecnologías... ¿la utiliza? Torres de control		
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? Identificación automática y captura de datos (AIDC)	1,000	0,899
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? Servicios en la nube (Cloud)	1,000	0,757
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? Otra(s) tecnología(s)	1,000	0,801
Método de extracción: análisis de componentes principales.		

Nota. La tabla muestra el análisis de los componentes principales de la comunalidad del grupo 2

6.5 Varianza Total Explicada

La varianza total explicada en los modelos de análisis factorial es una medida que indica la proporción de la varianza total de las variables observadas que es explicada por los factores latentes en el modelo. Representa la cantidad de información global que se captura a través de los factores subyacentes. En el análisis factorial, se busca reducir la dimensionalidad de un conjunto de variables observadas y resumir la información en un número menor de factores latentes. La varianza total explicada es una medida de qué tan bien los factores latentes pueden representar y explicar la variabilidad de las variables observadas en donde encontramos que el primer componente que explica la máxima varianza dado que este supera el valor de “1”.

Tabla 6*Varianza total explicada grupo 1*

Varianza total explicada									
Componente	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción			Sumas de cargas al cuadrado de la rotación		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	3,485	34,847	34,847	3,485	34,847	34,847	3,190	31,902	31,902
2	2,305	23,046	57,893	2,305	23,046	57,893	2,120	21,201	53,103
3	1,177	11,768	69,661	1,177	11,768	69,661	1,650	16,501	69,605
4	1,040	10,401	80,063	1,040	10,401	80,063	1,046	10,458	80,063
5	0,629	6,294	86,357						
6	0,556	5,564	91,921						
7	0,304	3,042	94,964						
8	0,232	2,318	97,281						
9	0,148	1,476	98,757						
10	0,124	1,243	100,000						
Método de extracción: análisis de componentes principales.									

Nota. La tabla muestra el análisis de los componentes principales y su varianza total explicada del grupo 1

La varianza total explicada del segundo grupo se calculó sumando las comunalidades de todas las variables del modelo. Las comunalidades representan la proporción de varianza de cada variable que puede ser explicada por los factores comunes. Por lo tanto, la varianza total explicada es la suma de todas estas proporciones donde el primer componente se analizó en este grupo.

Tabla 7

Varianza total explicada grupo 2

Varianza total explicada									
Componen te	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción			Sumas de cargas al cuadrado de la rotación		
	Tot al	% de varianz a	% acumula do	Tot al	% de varianz a	% acumula do	Tot al	% de varianz a	% acumula do
1	2,92 7	36,588	36,588	2,92 7	36,588	36,588	2,58 7	32,340	32,340
2	2,29 2	28,645	65,233	2,29 2	28,645	65,233	2,16 3	27,034	59,375
3	1,01 4	12,673	77,906	1,01 4	12,673	77,906	1,48 3	18,532	77,906
4	0,64 4	8,050	85,956						
5	0,49 6	6,199	92,155						
6	0,35 6	4,448	96,603						
7	0,14 8	1,848	98,451						
Método de extracción: análisis de componentes principales.									

Nota. La tabla muestra el análisis de los componentes principales y su varianza total explicada del grupo 2

El componente 1 es el que tiene la máxima varianza por lo tanto a partir de este se realizaron los análisis correspondientes se verán en el siguiente ápice. Donde se verán los componentes por el método de varimax.

6.6 Matriz de factor rotado

“La matriz de transformación factorial describe la rotación específica aplicada a la solución factorial. Esta matriz se utiliza para calcular la matriz de factor rotada a partir de la matriz de factor original (no rotada). Los elementos fuera de diagonal más pequeños corresponden a rotaciones más pequeñas. Los elementos fuera de la diagonal más grandes corresponden a rotaciones más grandes.” (IBM Documentation, 2023)

La matriz de factor rotado explicada en los modelos de análisis factorial es una representación de los factores latentes después de aplicar una técnica de rotación a los resultados del análisis factorial. La rotación de factores tiene como objetivo mejorar la interpretación de los factores y facilitar la comprensión de la estructura subyacente de los datos. En el análisis factorial, después de obtener los factores latentes iniciales, es común aplicar una técnica de rotación para simplificar y hacer más interpretable la estructura de los factores. La rotación de factores busca lograr una configuración más clara y significativa de los factores, donde cada variable tenga una alta carga en un solo factor y cargas bajas en los demás. La matriz de factor rotado muestra las cargas factoriales después de aplicar la rotación. Las cargas factoriales indican la relación entre cada variable observada y los factores latentes. Una carga alta indica una relación fuerte entre la variable y el factor correspondiente, lo que sugiere que la variable es una buena medida del factor. Por otro lado, una carga baja indica una relación débil o no significativa.

De acuerdo con lo anterior la captura con código de barras es la variable que más pesa dentro del conjunto de la dimensión “si utiliza algún tipo de tecnología asociada al agro”, como lo evidencia el componente 1 que equivale al 90%. Generalmente, se utiliza aquellos valores que pasan el umbral del 50% en los componentes principales.

Tabla 8*Matriz de factor rotado grupo 1*

Matriz de factor rotado				
	Componente			
	1	2	3	4
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? g. Captura con código de barras	0,904	0,155	- 0,086	- 0,106
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? d. Sistema y/o aplicativos de gestión de bodegas – WMS	0,844	0,116	- 0,029	0,056
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? b. Rastreo y seguimiento de pedidos	0,809	0,197	0,356	0,020
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? j. Factura electrónica	0,738	- 0,022	0,134	0,160
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? i. Intercambio electrónico de datos – EDI	0,163	0,917	0,082	- 0,008
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? f. Pronósticos y/o planeación de demanda	0,228	0,894	- 0,100	- 0,044
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? e. Sistema y/o aplicativos de administración de transporte – TMS	- 0,437	0,556	- 0,505	0,072
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? k. Impresión 3D	- 0,103	0,096	0,892	0,145
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? c. Sistemas y aplicativos de planificación de recursos empresariales – ERP	- 0,417	0,288	- 0,654	0,197
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? l. Blockchain	0,093	- 0,031	0,030	0,969
Método de extracción: análisis de componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.				
a. La rotación ha convergido en 6 iteraciones.				

Nota. La tabla muestra finalmente la rotación de cada uno de los factores del modelo en el grupo 1

La matriz de factor rotado permite una interpretación más clara de los factores y ayuda a identificar las variables más relevantes para cada factor. Al aplicar la rotación, las cargas factoriales pueden agruparse de manera más ordenada y consistente, lo que facilita la interpretación de los resultados y la comprensión de la estructura subyacente de los datos.

Matriz de factor rotado grupo 1

Tabla 9

Matriz de componente rotado grupo 2

Matriz de componente rotado			
	Componente		
	1	2	3
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? s. Servicios en la nube (Cloud)	0,802	0,254	0,223
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? n. Inteligencia artificial	0,767	-0,260	-0,141
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? t. Otra(s) tecnología(s)	0,713	0,476	-0,256
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? m. Realidad aumentada	0,613	-0,497	-0,515
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? p. Torres de control	0,090	0,877	0,190
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? o. Big data y analítica	0,072	0,791	0,040
De la siguiente lista de tecnologías... ¿la utiliza? r. Identificación automática y captura de datos (AIDC)	0,036	0,082	0,944
Método de extracción: análisis de componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.			
a. La rotación ha convergido en 7 iteraciones.			

Nota. La tabla muestra finalmente la rotación de cada uno de los factores del modelo en el grupo 2

Cuando se obtiene un valor de 0.802 para la Servicios en la nube (Cloud) en el primer componente principal, esto indica la carga o peso que esa variable tiene en ese componente principal.

En este caso, un valor de 0.802 sugiere una fuerte influencia positiva de Servicios en la nube (Cloud) en el primer componente principal. Esto significa que está altamente correlacionada o asociada con la dirección o tendencia representada por el uso de tecnologías. Cuanto más cerca esté el valor de 1, mayor será la contribución de la variable al componente principal. Lo mismo sucede con Inteligencia artificial, Otra(s) tecnología(s) y Realidad aumentada, que superan el valor de 0,5.

Es importante tener en cuenta que el signo de la carga también es relevante. Si el valor fuera los valores negativos significa que estaría inversamente correlacionada con la dirección o tendencia del uso de tecnologías. Sin embargo, en el primer componente no se observa variables negativas; en contraste se encuentran Torres de control, Big data y analítica, Identificación automática y captura de datos (AIDC), que tienen valores por debajo de 0,1, es decir, no hay una extrema relación con el uso de tecnologías.

7. CONCLUSIONES

El uso de tecnologías digitales en los procesos de logística ha tenido un impacto significativo en el sector agropecuario de Colombia durante el período de estudio (2018-2022). Se ha observado una mejora en la eficiencia y productividad de las operaciones logísticas, así como una mayor agilidad y capacidad de respuesta ante los desafíos del mercado. La implementación de tecnologías digitales, como sistemas de gestión de inventario, rastreo y monitoreo de productos, y plataformas de comercio electrónico, ha permitido una mayor visibilidad y trazabilidad de los productos a lo largo de la cadena de suministro agropecuaria. Esto ha facilitado la toma de decisiones informadas, la reducción de errores y la optimización de los recursos, contribuyendo así a mejorar la eficiencia de la cadena de suministro.

La adopción de tecnologías digitales también ha contribuido a la reducción de costos operativos en el sector agropecuario. La automatización de tareas rutinarias y la optimización de los flujos de trabajo han permitido una mejor asignación de recursos y una disminución de los tiempos de entrega. Esto se traduce en una mayor rentabilidad para las empresas del sector, al minimizar los costos asociados con la logística y mejorar la gestión de inventario.

Además, el uso de tecnologías digitales ha tenido un impacto positivo en la calidad y seguridad de los productos agropecuarios. El monitoreo en tiempo real de las condiciones de almacenamiento y transporte, junto con la implementación de sistemas de trazabilidad, ha garantizado la frescura, integridad y cumplimiento de los estándares de calidad exigidos por los consumidores y regulaciones gubernamentales. Esto ha fortalecido la confianza del consumidor en los productos agropecuarios colombianos, permitiendo su posicionamiento en mercados nacionales e internacionales.

A pesar de los beneficios observados, se han identificado algunos desafíos en la implementación de tecnologías digitales en la logística agropecuaria de Colombia. Estos desafíos incluyen la falta de infraestructura tecnológica en algunas zonas rurales, la resistencia al cambio por parte de los actores involucrados y la necesidad de capacitación y adaptación a las nuevas herramientas digitales. Superar estos desafíos requerirá una colaboración entre el sector público y privado, así como la implementación de políticas y programas que fomenten la adopción y uso efectivo de tecnologías digitales en la logística agropecuaria.

Para finalizar, el uso de tecnologías digitales en los procesos de logística ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la eficiencia, reducir costos, garantizar la calidad y fortalecer la competitividad del sector agropecuario de Colombia. Sin embargo, es necesario abordar los desafíos existentes y promover una mayor adopción de estas tecnologías para seguir impulsando la transformación digital y el crecimiento sostenible de la logística agropecuaria en el país. En general, los resultados de esta investigación respaldan la hipótesis de que el uso de tecnologías digitales en los procesos de logística ha tenido un impacto positivo en el sector agropecuario de Colombia y va a seguir generando un mayor desarrollo. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para promover la adopción continua de tecnologías digitales en el sector, así como para impulsar políticas y programas que faciliten su implementación y superen los desafíos identificados.

BIBLIOGRAFÍA

- Arévalo-Vera, B. (2013). Innovación en el desarrollo de una aplicación móvil en el sector agrícola de Norte de Santander. *Revista Ingenio*, 6(1), 54-59.
- Carulla, J. (2017). Plan Estratégico de Ciencia Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano para la Agroindustria (PECTIA) y Sistema Nacional de Innovación Agropecuario (SNIA). *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 64(2), 9-9.
- Galvis–Aponte, L. A. (2001). La topografía económica de Colombia. Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional y Urbana; No. 22.
- "Impacto de las tecnologías de la información en el sector agropecuario de Colombia" de María Isabel Valencia Tamayo y Henry Yesid Fajardo Castaño. Publicado en la revista *Ingeniería*, vol. 23, núm. 2, agosto de 2018.
- Jorge Vázquez, J., Chivite Cebolla, M. P., & Salinas Ramos, F. (2019). La transformación digital en el sector cooperativo agroalimentario español: situación y perspectivas.
- "La tecnología en la cadena agroindustrial: un análisis de los casos de éxito en Colombia" de José Mauricio Gil León, Juan Felipe Uribe y Jairo Humberto Restrepo. Publicado en la revista *DYNA*, vol. 87, núm. 211, enero de 2020.
- Leguen de Lacroix, E. (2005). La política agrícola común en detalle. Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural. Comisión Europea.
- Leibovich, J., & Estrada, L. (2008). Competitividad del sector agropecuario colombiano. Ruta a la prosperidad colectiva.
- López, M. F., & Carrión, A. (2018). Geografía, economía y territorios rurales en América Latina: presentación del dossier/Geography, economy and rural territories in Latin America: an introduction to the dossier. *Eutopía. Revista de Desarrollo Económico Territorial*, (14), 7-22.
- Martínez, D. H. F., & Galvis, C. P. U. TIC para la investigación, desarrollo e innovación del sector agropecuario.

- Pérez, A., Milla, M., & Mesa, M. (2006). Impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en la agricultura. *Cultivos tropicales*, 27(1), 11-17.
- Rojas, M. A. M. (2011). ¿La geografía económica y la reestructuración territorial en el sector agrícola de México 1980-200? *Revista Geográfica de América Central*, 2, 1-21.
- Sánchez, F., & Nuñez, J. (2000). La geografía y el desarrollo económico en Colombia: una aproximación municipal. *Desarrollo y sociedad*, (46), 43-108.
- Sepúlveda Morales, F. A., & Herrera Quinteros, G. (2022). Acceso a la agricultura digital y tecnologías de información y comunicación para mejorar la comercialización de pequeños productores hortícolas y de berries de la región del Maule (Doctoral dissertation, Universidad de Talca (Chile). Escuela de Agronomía.).
- Sotomayor Echenique, O., Ramírez, E., Martínez, H., & europea, U. (2021). Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina.
- Stads, G. J., Beintema, N., Pérez, S., Flaherty, K., & Falconi, C. (2016). Investigación agropecuaria en Latinoamérica y el Caribe. Un análisis de las instituciones, la inversión y las capacidades entre países.
- "Tecnología en la cadena agroindustrial en Colombia: un enfoque de análisis desde la perspectiva del modelo Diamond de Michael Porter" de Natalia Gómez Tafur y Rafael Enrique Cardona Moltedo. Publicado en la revista M&M, vol. 23, núm. 46, julio-diciembre de 2019.
- Trigo, E. J., & Elverdin, P. (2020). Los Sistemas de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de América Latina y el Caribe en el marco de los nuevos Escenarios de Ciencia y Tecnología. *Revista Compromiso Social*, (3), 116-127.
- Zayas, I. (2018). El desarrollo tecnológico y la innovación como ente principal de competitividad en las empresas del sector agropecuario en el municipio de Angostura, Sinaloa. *Revista mexicana de agronegocios*, 42(1).