

**MADUREZ DIGITAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA CADENA DE
VALOR DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA COLOMBIANA UN ANÁLISIS
COMPARATIVO CON BRASIL**

Angela Patricia Cabrera Arteaga

Juan Camilo Torres Arteaga

Departamento de Ingenierías

Universidad Santo Tomás

Seccional Tunja

Anteproyecto Misión Brasil

Mg. Wilson Bayardo Valcárcel

15 de diciembre de 2025



RESUMEN

El anteproyecto analiza el nivel de madurez digital y la adopción de la Inteligencia Artificial en la cadena de valor de la industria alimentaria colombiana, a partir de un enfoque comparativo con Brasil, en el estudio se evidencia que en Colombia cerca del 62 % de las empresas del sector se ubican en niveles básicos o intermedios de digitalización y solo el 6 % alcanza niveles avanzados, con una adopción limitada de tecnologías como sensorización, analítica avanzada e Inteligencia Artificial, presente en menos del 12 % de las organizaciones. Esta situación se asocia a una baja inversión tecnológica, equivalente al 1,2 % del valor agregado manufacturero, y a brechas en infraestructura, talento humano y articulación institucional.

En contraste, Brasil presenta un mayor nivel de madurez digital, donde más del 55 % de las empresas alimentarias utilizan sistemas de monitoreo en tiempo real y alrededor del 60 % incorporan Inteligencia Artificial en procesos productivos y logísticos, logrando incrementos de productividad superiores al 15 % y reducciones de desperdicios de hasta el 20 %. El análisis comparativo concluye que Colombia se encuentra en un nivel intermedio de madurez digital y que la experiencia brasileña ofrece aprendizajes estratégicos para fortalecer la competitividad, sostenibilidad y resiliencia de la industria alimentaria colombiana mediante una adopción progresiva de tecnologías de Industria 4.0.

Palabras clave

Madurez digital; Industria 4.0; Inteligencia Artificial; cadena de valor; industria alimentaria; productividad; sostenibilidad.



Tabla de contenido

I.	INTRODUCCIÓN	4
II.	PROBLEMÁTICA.....	6
III.	OBJETIVOS.....	8
3.1.	<i>Objetivo General</i>	8
3.2.	<i>Objetivos Específicos</i>	8
IV.	METODOLOGIA.....	9
V.	DESARROLLO.....	11
5.1.	Fundamentación Teórica Integrada	11
5.2.	Nivel de Digitalización de la Industria Alimentaria en Colombia	12
5.3.	Avances y Modelos Tecnológicos en Brasil	14
5.4.	Modelos y buenas prácticas de digitalización en Brasil	15
5.5.	Comparación del nivel de madurez digital entre Colombia y Brasil	18
VI.	APLICACIÓN	20
6.1.	Pertinencia del Estudio.....	21
VII.	CONCLUSIONES.....	23
	NOTA ÉTICA SOBRE USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	24
VIII.	REFERENCIAS	25

I. INTRODUCCIÓN

La transformación digital asociada a la Industria 4.0 ha generado cambios estructurales en la forma en que las organizaciones planifican, operan y controlan aquellas cadenas de valor. Tecnologías como la digitalización de procesos, el Internet de las Cosas (IoT), la automatización avanzada, la analítica de datos y la Inteligencia Artificial (IA) se han convertido en factores determinantes para mejorar la productividad, la trazabilidad, la sostenibilidad y la competitividad de los sectores productivos a nivel global. De acuerdo con la FAO (2022), la adopción de estas tecnologías en los sistemas alimentarios puede incrementar la productividad entre un 15 % y un 25 %, al tiempo que reduce pérdidas postcosecha y desperdicios en más de un 20 %. En este contexto, la industria alimentaria adquiere especial relevancia debido a su impacto económico, social y estratégico en la seguridad alimentaria de los países.

En Colombia, la implementación de tecnologías asociadas a la Industria 4.0 en el sector alimentario se ha desarrollado de manera progresiva, pero con marcadas desigualdades entre grandes empresas y pequeñas y medianas organizaciones, donde según la ANDI (2022), el 62 % de las empresas manufactureras colombianas, incluyendo el sector de alimentos, se ubican en niveles básicos o intermedios de madurez digital, caracterizados por el uso de software administrativo, automatización parcial y sistemas de información no integrados. Solo el 6 % de las empresas alcanza niveles avanzados de digitalización, incorporando analítica de datos en tiempo real, automatización inteligente o Inteligencia Artificial. Adicionalmente, el Banco Mundial (2023) reporta que la inversión en tecnologías digitales industriales en Colombia representa aproximadamente el 1,2 % del valor agregado manufacturero, lo que limita la velocidad de adopción tecnológica y la integración digital completa de la cadena de valor alimentaria.

En contraste, Brasil se ha consolidado como uno de los países más avanzados de América Latina en la adopción de tecnologías de Industria 4.0 aplicadas al sector alimentario. Estudios de la CEPAL (2023) indican que Brasil alcanza un índice de adopción de Industria 4.0 cercano al 64 %, mientras que Colombia se sitúa alrededor del 34 %, evidenciando una brecha significativa en términos de automatización, digitalización e integración tecnológica. La Confederación Nacional de la Industria de Brasil (CNI, 2022) señala que más del 60 % de las empresas alimentarias brasileñas utilizan sistemas digitales integrados y cerca del 30 % ha incorporado tecnologías avanzadas como Inteligencia Artificial, robótica colaborativa y sensores IoT para monitoreo de procesos productivos. Estas inversiones se reflejan en mejoras de productividad laboral superiores al 18 % y reducciones de desperdicio de materias primas de hasta el 20 % en empresas altamente digitalizadas (Gobbi & Farias, 2023).

En este escenario, resulta pertinente realizar un análisis comparativo entre Colombia y Brasil que permita identificar el nivel de madurez digital de la industria alimentaria, reconocer las principales brechas tecnológicas existentes y extraer aprendizajes relevantes para el contexto colombiano. Investigaciones de la CEPAL (2023) evidencian que los territorios con menor densidad industrial y menor inversión tecnológica presentan mayores rezagos digitales, particularmente en sectores agroalimentarios, lo que refuerza la necesidad de diseñar estrategias diferenciadas de transformación digital. Este estudio busca aportar una visión analítica y comparativa que sirva como insumo para la toma de decisiones estratégicas, el diseño de políticas públicas y la formulación de rutas de fortalecimiento tecnológico orientadas a mejorar la competitividad, sostenibilidad y resiliencia de la industria alimentaria colombiana.



II. PROBLEMÁTICA

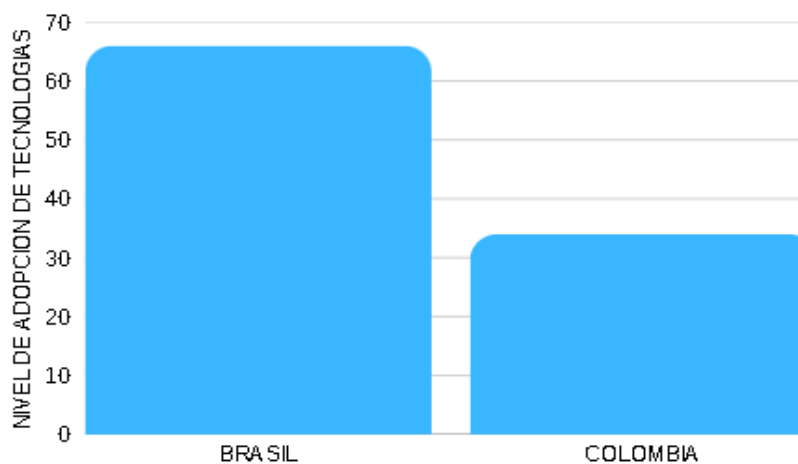
La industria alimentaria colombiana enfrenta importantes desafíos relacionados con la digitalización de su cadena de valor, particularmente en la adopción de tecnologías asociadas a la Industria 4.0. Entre las principales problemáticas se evidencian la baja automatización de procesos productivos, la limitada trazabilidad digital, el uso incipiente de analítica avanzada e Inteligencia Artificial y debilidades en ciberseguridad industrial. Según la OCDE (2023), Colombia presenta uno de los niveles más bajos de digitalización industrial entre los países miembros y asociados, ubicándose por debajo del promedio latinoamericano en indicadores como sensorización industrial, automatización de líneas productivas y sistemas automáticos de control. En particular, menos del 30 % de las empresas del sector alimentario colombiano utilizan sensores digitales para monitorear variables críticas de producción, y solo cerca del 12 % ha incorporado herramientas de analítica avanzada para la toma de decisiones operativas.

Estas barreras se ven reforzadas por brechas estructurales en infraestructura tecnológica, conectividad industrial e inversión en automatización. El Banco Mundial (2023) señala que la inversión en tecnologías digitales industriales en Colombia representa aproximadamente el 1,2 % del valor agregado manufacturero, cifra inferior a la registrada en economías latinoamericanas con mayor desarrollo tecnológico. Adicionalmente, la ANDI (2022) indica que cerca del 62 % de las empresas manufactureras del país, incluyendo el sector alimentario, se encuentran en niveles básicos o intermedios de madurez digital, caracterizados por procesos parcialmente automatizados y sistemas de información no integrados. Esta situación se acentúa debido a la alta participación de pequeñas y medianas empresas, las cuales enfrentan restricciones financieras y limitaciones en la disponibilidad de talento especializado, lo que impacta negativamente la eficiencia productiva y la competitividad internacional del sector.

En diferencia, Brasil ha logrado implementar de manera sostenida tecnologías emergentes en el sector alimentario, consolidándose como uno de los referentes regionales en transformación digital, ya que de acuerdo con el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Brasil (2022), más del 55 % de las empresas alimentarias brasileñas utilizan sistemas de monitoreo en tiempo real para el control de procesos productivos, el 48 % ha incorporado robots colaborativos en sus operaciones y cerca del 60 % emplea Inteligencia Artificial en funciones como previsión de demanda, control ambiental, optimización logística y mantenimiento predictivo. Estos avances han permitido incrementos de productividad superiores al 15 % y reducciones de desperdicios de materias primas cercanas al 20 % en empresas altamente digitalizadas (Gobbi & Farias, 2023).

En La Figura 1 se ilustra la brecha existente en el nivel de adopción tecnológica entre la industria alimentaria de Colombia y Brasil. La diferencia observada evidencia un rezago estructural en la digitalización del sector colombiano, lo cual justifica la necesidad de realizar un análisis comparativo cuyo permita identificar aprendizajes y estrategias de cierre de brechas.

Figura 1: Brecha en el nivel de adopción tecnológica de la industria alimentaria: Colombia y Brasil



Fuente: Elaboración propia con base en CEPAL (2023), OCDE (2023) y ANDI (2022).



La comparación entre Colombia y Brasil pone en evidencia una brecha tecnológica significativa en términos de automatización, integración digital y uso estratégico de la Inteligencia Artificial en la cadena de valor alimentaria. Mientras Colombia se mantiene en una etapa intermedia de digitalización, Brasil ha logrado articular políticas públicas, inversión privada y ecosistemas de innovación que facilitan la adopción de tecnologías avanzadas, donde comprender los elementos estructurales, tecnológicos y organizacionales del modelo brasileño resulta clave para identificar oportunidades de mejora y definir rutas de acción orientadas a fortalecer la capacidad de innovación, la sostenibilidad y la competitividad del sector alimentario colombiano.

Pregunta problema

¿En qué nivel de madurez digital se encuentra la industria alimentaria de Colombia y Brasil, y qué aprendizajes pueden recopilarse, para impulsar la transformación digital colombiana?

III.OBJETIVOS

3.1. *Objetivo General*

Analizar la madurez digital y las oportunidades de adopción de la Inteligencia artificial en la cadena de valor de la industria alimentaria de Colombia, comparándolas con los avances tecnológicos implementados en Brasil.

3.2. *Objetivos Específicos*

Describir el nivel de digitalización y adopción tecnológica de la industria alimentaria en Colombia.

Identificar los modelos y buenas prácticas de digitalización implementados en la industria alimentaria de Brasil que sirvan como referencia para contextos latinoamericanos.

Comparar las brechas tecnológicas existentes entre Colombia y Brasil y formular recomendaciones estratégicas orientadas a fortalecer la transformación digital de la industria alimentaria colombiana.

IV.METODOLOGIA

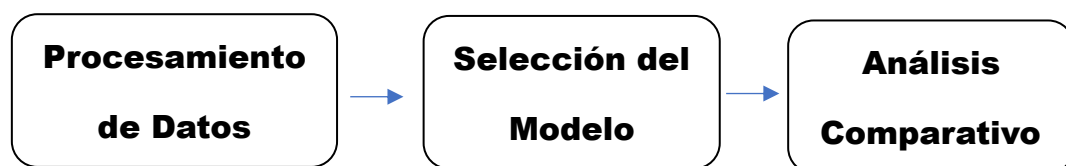
Esta investigación se desarrolla bajo un enfoque cualitativo y comparativo, con un alcance descriptivo y analítico, orientado a examinar el nivel de madurez digital y la adopción de tecnologías asociadas a la Industria 4.0, en particular la Inteligencia Artificial, en la cadena de valor de la industria alimentaria de Colombia en comparación con Brasil. El diseño metodológico permite integrar el análisis teórico, económico, productivo y tecnológico con el fin de identificar brechas y formular recomendaciones orientadas al fortalecimiento de la transformación digital del sector.

En la primera fase se realiza una revisión sistemática de literatura y análisis documental, cuyo propósito es construir el marco conceptual y contextual del estudio. Para ello, se consultan fuentes secundarias confiables, tales como informes de organismos internacionales, documentos institucionales, estadísticas sectoriales y artículos científicos relacionados con transformación digital, modelos de madurez digital, Industria 4.0, Inteligencia Artificial y productividad en la industria alimentaria. Esta revisión permite identificar los principales enfoques teóricos, tendencias recientes y experiencias internacionales relevantes, así como establecer los criterios conceptuales necesarios para la selección de variables y modelos de análisis.

La segunda fase corresponde a la identificación y análisis de variables económicas, productivas y tecnológicas asociadas a la cadena de valor de la industria alimentaria en Colombia y Brasil. En esta etapa se recopila y depura información relacionada con el nivel de automatización de procesos, el uso de tecnologías digitales, la adopción de Inteligencia Artificial, la inversión en tecnologías industriales, la infraestructura tecnológica y la articulación institucional. Los datos se obtienen a partir de reportes oficiales, indicadores sectoriales y estudios académicos, y posteriormente se estandarizan para garantizar la comparabilidad entre ambos países. Para el análisis se toman como referencia modelos de madurez digital ampliamente utilizados en la literatura, los cuales son adaptados al contexto específico de la industria alimentaria.

En la tercera fase se desarrolla el análisis comparativo, en el cual se interpretan las diferencias y similitudes entre Colombia y Brasil en términos de madurez digital, integración tecnológica y uso estratégico de la Inteligencia Artificial en la cadena de valor alimentaria. Este análisis permite identificar brechas tecnológicas, factores estructurales y buenas prácticas, particularmente a partir de la experiencia brasileña. Con base en los resultados obtenidos, se formulan recomendaciones estratégicas orientadas a mejorar el nivel de madurez tecnológica de la industria alimentaria colombiana, considerando criterios de viabilidad, gradualidad y adaptación al contexto productivo nacional, con énfasis en el fortalecimiento de capacidades empresariales, institucionales y territoriales.

Figura 2: Esquema metodológico del estudio



Fuente: Elaboración propia.

V.DESARROLLO

5.1. Fundamentación Teórica Integrada

La cadena de valor de la industria alimentaria comprende un conjunto de actividades interrelacionadas que abarcan desde el suministro de materias primas, el procesamiento industrial y la logística, hasta la distribución, comercialización y consumo final. En las últimas dos décadas, estas actividades han sido profundamente transformadas por la digitalización y la incorporación de tecnologías asociadas a la Industria 4.0, las cuales han modificado los esquemas tradicionales de producción y gestión empresarial.

De acuerdo con la FAO (2022), la transformación digital de los sistemas alimentarios se sustenta en la adopción de tecnologías como la sensorización industrial, la automatización avanzada, la trazabilidad digital, el análisis masivo de datos (Big Data) y la Inteligencia Artificial, herramientas que permiten mejorar la eficiencia operativa, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de las cadenas de valor. Estudios empíricos demuestran que las empresas alimentarias con mayores niveles de digitalización logran reducciones de hasta el 20 % en desperdicios, incrementos cercanos al 15 % en productividad y mejoras significativas en el control de calidad e inocuidad (OECD, 2022).

Para evaluar el grado de avance tecnológico de las organizaciones, la literatura especializada propone el uso de modelos de madurez digital, entre los que se destacan el *Industry 4.0 Maturity Index* desarrollado por Acatech y el *Digital Maturity Model* propuesto por Deloitte. Estos modelos permiten medir de forma integral dimensiones como la infraestructura tecnológica, la automatización de procesos, la gestión y análisis de datos, la cultura organizacional, el talento humano digital y el nivel de integración de la Inteligencia Artificial en la toma de decisiones.

En este sentido, la Inteligencia Artificial se ha consolidado como un habilitador estratégico dentro de la industria alimentaria, al permitir aplicaciones como mantenimiento predictivo, optimización logística, predicción de la demanda, control de variables ambientales y reducción de pérdidas productivas. Investigaciones recientes evidencian que la adopción de IA en procesos industriales puede aumentar la eficiencia operativa entre un 10 % y un 25 %, dependiendo del nivel de integración tecnológica alcanzado (Gobbi & Farias, 2023). En consecuencia, la madurez digital se configura hoy como un factor determinante de competitividad empresarial y desarrollo sectorial a nivel nacional e internacional.

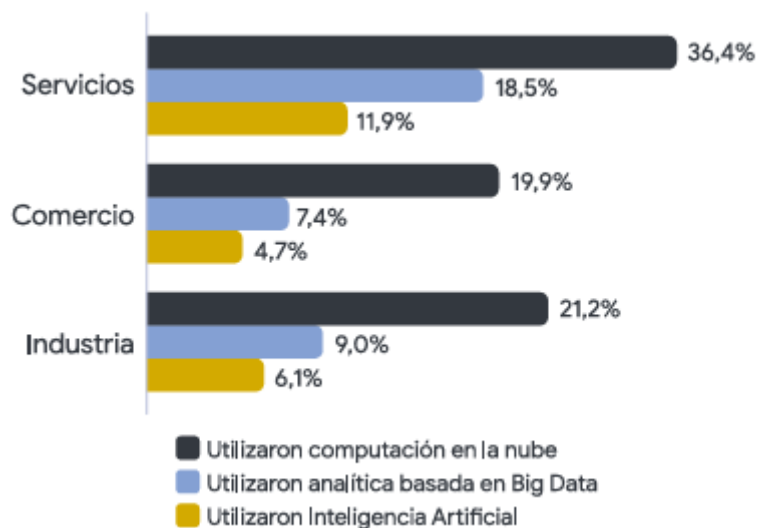
5.2. Nivel de Digitalización de la Industria Alimentaria en Colombia

En Colombia, la industria alimentaria ha mostrado avances progresivos en la adopción de herramientas digitales, particularmente en procesos comerciales y administrativos. No obstante, la digitalización de los procesos productivos centrales continúa siendo limitada y heterogénea. De acuerdo con datos del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y la ANDI (2022), aproximadamente el 73 % de las empresas del sector utilizan plataformas digitales para comercialización y promoción, mientras que solo el 26 % emplea tecnologías digitales para la gestión interna de operaciones productivas.

Esta brecha evidencia que la transformación digital en Colombia se ha orientado prioritariamente hacia el contacto con el mercado, más que hacia la optimización estructural de la cadena de valor. Según la OCDE (2023), Colombia se ubica entre los países con menor nivel de automatización industrial dentro del grupo de economías emergentes, presentando rezagos significativos en sensorización, control automático de procesos y uso de analítica avanzada.

Adicionalmente, el uso de tecnologías avanzadas como Inteligencia Artificial, robótica industrial e Internet de las Cosas es aún incipiente en el sector alimentario colombiano. Estudios sectoriales indican que menos del 12 % de las empresas industriales del país han incorporado soluciones de IA en áreas como logística, mantenimiento o planificación de la producción, y que la adopción se concentra principalmente en grandes empresas, dejando a las pequeñas y medianas organizaciones en niveles básicos de madurez digital (CEPAL, 2023).

Figura 3: Uso de tecnologías digitales avanzadas en empresas colombianas por sector (2019)



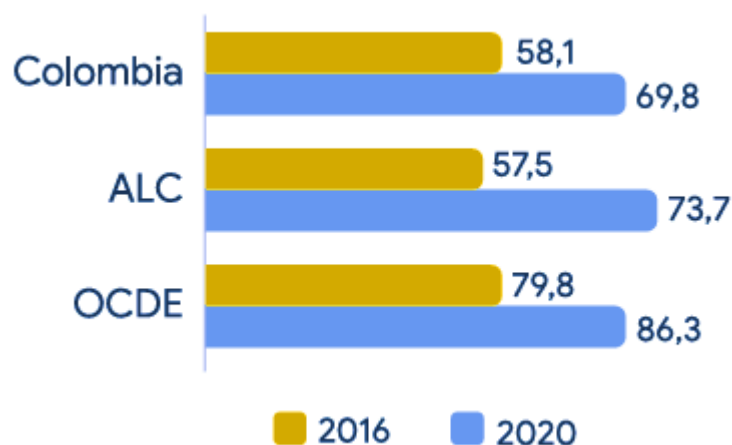
Fuente: ANDI, Colombia un País Digital Vol. 3 (2022).

La Figura 2 permite evidenciar que en el sector industrial colombiano solo el 6,1 % de las empresas utiliza Inteligencia Artificial, el 9,0 % analítica basada en Big Data y el 21,2 % computación en la nube, lo que refleja un nivel intermedio de madurez digital en los procesos productivos.

Las condiciones estructurales también influyen en este rezago. En 2023, solo el 63 % de la población colombiana contaba con acceso regular a Internet, con diferencias marcadas

entre zonas urbanas y rurales, lo que limita la digitalización de cadenas productivas alimentarias de alcance nacional, ya que la brecha de conectividad digital constituye un factor estructural que limita la adopción de tecnologías avanzadas en la industria alimentaria colombiana. Como se observa en la Figura 3, aunque Colombia presenta un crecimiento sostenido en el número de usuarios de Internet entre 2016 y 2020, aún se mantiene por debajo del promedio de América Latina y significativamente distante de los países de la OCDE, lo que condiciona la digitalización de los procesos productivos y la integración tecnológica de la cadena de valor.

Figura 4: Usuarios de Internet por cada 100 habitantes en Colombia, América Latina y la OCDE (2016–2020)



Fuente: Banco Mundial (2021), World Development Indicators.

A esto se suma la limitada disponibilidad de talento humano especializado en tecnologías digitales y la baja inversión en automatización industrial, factores que restringen la consolidación de un ecosistema digital robusto en el sector alimentario.

5.3. Avances y Modelos Tecnológicos en Brasil

Brasil ha logrado consolidar un entorno más favorable para la transformación digital de su industria alimentaria. De acuerdo con datos de mercado, el valor del sector de transformación digital en Brasil alcanzó aproximadamente los 26,7 mil millones de dólares en 2025, con proyecciones de crecimiento anual superiores al 13 % hasta 2030, lo que refleja una apuesta sostenida por la modernización tecnológica de su aparato productivo (Statista, 2024).

El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Brasil (2022) reporta que más del 55 % de las empresas alimentarias utilizan sistemas de monitoreo en tiempo real, el 48 % ha incorporado robots colaborativos en sus procesos productivos y cerca del 60 % emplea herramientas de Inteligencia Artificial para funciones como previsión de demanda, control ambiental y mantenimiento predictivo. Asimismo, el 84,9 % de las empresas medianas y grandes del sector industrial brasileño utilizan tecnologías digitales avanzadas, lo que evidencia una mayor madurez digital en comparación con Colombia.

Estos avances han sido impulsados por políticas públicas orientadas a la innovación, incentivos fiscales para la adopción tecnológica y una fuerte articulación entre universidades, centros de investigación, empresas y Estado. Investigaciones académicas destacan que esta articulación ha permitido reducir costos operativos, mejorar la trazabilidad alimentaria y fortalecer la sostenibilidad ambiental mediante el uso de tecnologías digitales integradas (Gobbi & Farias, 2023).

5.4. Modelos y buenas prácticas de digitalización en Brasil

Brasil se destaca en América Latina por su avance en la transformación digital aplicada al sector alimentario, consolidándose como uno de los países líderes en la adopción de tecnologías de la Industria 4.0. Según datos publicados por el Ministerio de Ciencia,

Tecnología e Innovación de Brasil en 2022, más del 55 % de las empresas del sector alimentario han incorporado sistemas de monitoreo en tiempo real para supervisar variables críticas de producción, logística y control de calidad. Además, se estima que aproximadamente el 48 % de estas empresas utilizan robots colaborativos en procesos de manufactura, lo cual ha contribuido a mejoras sostenidas en eficiencia operativa y reducción de errores humanos. La adopción de tecnologías avanzadas no se limita a la robotización, sino que también presenta un uso significativo de sensores inteligentes distribuidos a lo largo de la línea productiva, permitiendo la recolección continua de datos operativos y facilitando la automatización de decisiones rutinarias.

El uso intensivo de la Inteligencia Artificial (IA) forma otra dimensión clave del modelo brasileño. Estudios sectoriales señalan que aproximadamente el 60 % de las empresas alimentarias en Brasil aplican IA en áreas como proyección de demanda, optimización logística, control ambiental y energético, así como mantenimiento predictivo, lo que ha derivado en una reducción de tiempos de inactividad de equipos de hasta 30 % en operaciones maduras digitalmente y un incremento en la precisión de planificación de producción de hasta 20 % (Gobbi & Farias, 2023). Estas cifras contrastan con la realidad de otros países de la región, donde la adopción de IA en procesos productivos sigue siendo incipiente o exploratoria. La aplicación de IA en Brasil se ha visto reforzada por iniciativas públicas y privadas orientadas a incentivar su uso, y por la disponibilidad de talento especializado capacitado en análisis de datos y machine learning.

Otro componente diferenciador del caso brasileño es la existencia de ecosistemas articulados que integran a la academia, el sector empresarial y las entidades gubernamentales, lo cual favorece la transferencia tecnológica. En Brasil operan múltiples centros de innovación agroalimentaria y corporaciones de investigación como EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), que han desarrollado proyectos de vanguardia en

agricultura digital y manufactura inteligente. Estas instituciones han facilitado la creación de programas de innovación colaborativa, promovido incentivos fiscales para la adopción de tecnologías 4.0 y apoyado a pequeñas y medianas empresas en procesos de digitalización. Según informes de la Confederación Nacional de la Industria (CNI, 2022), estas estrategias han aumentado la tasa de adopción tecnológica en empresas medianas y grandes, alcanzando niveles superiores al 80 % en términos de uso básico o avanzado de tecnologías digitales clave, como sistemas ERP integrados, plataformas IoT y soluciones de IA aplicadas a la cadena de suministro.

La sostenibilidad digital constituye otro eje relevante del modelo brasileño. Empresas líderes han implementado soluciones que mejoran la eficiencia energética, automatizan el seguimiento de variables ambientales y reducen desperdicios alimentarios de manera significativa. Estudios de la FAO (2022) y de iniciativas privadas de sostenibilidad reportan que empresas con digitalización madura han logrado disminuir hasta un 20 % los desperdicios en sus procesos productivos y han optimizado el uso de recursos como agua y energía mediante controles inteligentes basados en datos. Esta integración entre tecnologías digitales y gestión ambiental ha permitido que las operaciones no solo sean más eficientes, sino también más sostenibles desde el punto de vista social y ecológico.

Los modelos de digitalización identificados en Brasil son adaptables a contextos latinoamericanos, incluyendo el colombiano, siempre que se consideren las diferencias estructurales y de capacidades productivas. La experiencia brasilera muestra que la digitalización no es solo la implementación aislada de tecnologías, sino un proceso estratégico que requiere inversión sostenida, formación de talento humano especializado, incentivos institucionales y una cultura organizacional preparadas para la innovación continua. Estos elementos han permitido que Brasil avance de manera significativa en la



modernización de su industria alimentaria, logrando no solo mejoras en productividad, sino también en sostenibilidad, resiliencia de la cadena de suministro y adaptación a las exigencias de mercados globales.

5.5. Comparación del nivel de madurez digital entre Colombia y Brasil

El análisis comparativo evidencia diferencias significativas en el nivel de madurez digital de la industria alimentaria entre ambos países. Mientras Brasil presenta niveles altos de automatización, integración digital y uso de Inteligencia Artificial, Colombia se mantiene en un nivel intermedio, con avances parciales y desiguales. La inversión tecnológica sostenida, la infraestructura digital sólida y la consolidación de ecosistemas de innovación explican en gran medida el liderazgo brasileño, frente a un contexto colombiano caracterizado por menor inversión, fragmentación institucional y brechas tecnológicas persistentes.

Esta comparación permite identificar oportunidades de aprendizaje para Colombia, especialmente en la adopción progresiva de tecnologías 4.0, el fortalecimiento de políticas públicas de innovación y la promoción de modelos de madurez digital adaptados a las capacidades del sector alimentario nacional.

El análisis comparativo de la madurez digital en la industria alimentaria de Colombia y Brasil resulta necesario complementar la caracterización cualitativa con indicadores cuantificables que permitan evidenciar de manera objetiva las brechas tecnológicas existentes. En este sentido, la Tabla X presenta una comparación estructurada entre ambos países, incorporando variables asociadas al nivel de automatización, adopción de tecnologías

digitales, uso de Inteligencia Artificial, inversión tecnológica e infraestructura digital. La información se fundamenta en reportes de organismos internacionales como la FAO, la CEPAL, la OCDE y el Banco Mundial, los cuales permiten establecer un marco comparativo confiable y coherente con el enfoque de madurez digital.

Tabla 1: Comparación del nivel de madurez digital de la industria alimentaria en Colombia y Brasil

<i>ASPECTO</i>	<i>BRASIL</i>	<i>COLOMBIA</i>
<i>Nivel de madurez digital</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>
<i>Empresas con IoT y sensorización</i>	<i>>55 % del sector alimentario</i>	<i><30 %</i>
<i>Automatización industrial</i>	<i>Consolidada (robots colaborativos en 48 %)</i>	<i>Parcial (automatización básica)</i>
<i>Uso de IA en procesos productivos</i>	<i>≈60 %</i>	<i>≈12 %</i>
<i>Inversión en tecnologías digitales industriales</i>	<i>>2,5 % del valor agregado manufacturero</i>	<i>≈1,2 %</i>
<i>Infraestructura digital</i>	<i>Fuerte e integrada</i>	<i>Parcial y desigual</i>
<i>Ecosistemas de innovación</i>	<i>Integrados (EMBRAPA, CNI, universidades)</i>	<i>Fragmentados</i>

Fuente: Datos tomados de FAO (2022), CEPAL (2023) y Gobbi & Farias (2023).

Los datos presentados en la Tabla 1 evidencian una brecha significativa en el nivel de la madurez digital de la industria alimentaria entre Colombia y Brasil, donde mientras Brasil presenta un desarrollo consolidado en automatización, sensorización industrial y uso estratégico de la Inteligencia Artificial, Colombia se mantiene en una etapa intermedia, caracterizada por una adopción tecnológica parcial y heterogénea. Esta diferencia se explica, en gran medida, por la mayor inversión sostenida en tecnologías digitales industriales en Brasil, la existencia de ecosistemas de innovación articulados y la implementación de políticas públicas orientadas a la transformación digital productiva, en contraste, la industria alimentaria colombiana enfrenta limitaciones estructurales asociadas a menores niveles de inversión, infraestructura digital fragmentada y capacidades tecnológicas incipientes, especialmente en pequeñas y medianas empresas, Con estos resultados se refuerza la

necesidad de diseñar estrategias diferenciadas de transformación digital, las cuales permitan cerrar las brechas identificadas y avanzar hacia niveles superiores de madurez tecnológica en el sector alimentario colombiano.

VI. APLICACIÓN

La aplicación de los resultados del presente estudio permite formular recomendaciones estratégicas orientadas al fortalecimiento de la transformación digital de la industria alimentaria colombiana. El análisis comparativo evidencia que las empresas con mayores niveles de digitalización presentan mejoras sustanciales en eficiencia operativa, reducción de desperdicios y sostenibilidad productiva. De acuerdo con la FAO (2022), la implementación de sistemas de trazabilidad digital y monitoreo en tiempo real puede reducir las pérdidas postcosecha y de procesamiento entre un 15 % y un 30 %, mientras que la OCDE (2023) señala que las empresas industriales con niveles avanzados de digitalización incrementan su productividad entre un 10 % y un 25 % frente a aquellas con adopción tecnológica limitada.

En este contexto, la industria alimentaria colombiana podría beneficiarse de la implementación gradual de tecnologías como la sensorización industrial, los sistemas de trazabilidad digital y la analítica avanzada, priorizando inicialmente procesos críticos de producción, almacenamiento y logística. Estudios sectoriales indican que el uso de sensores IoT en plantas de procesamiento permite disminuir fallas operativas hasta en un 20 %, mientras que la digitalización de la trazabilidad mejora los tiempos de respuesta ante alertas sanitarias en más de un 40 % (FAO, 2022). Asimismo, la incorporación progresiva de Inteligencia Artificial en áreas como planificación de la demanda, mantenimiento predictivo y control de calidad podría generar reducciones de costos operativos cercanas al 15 %, además

de mejorar la precisión en la toma de decisiones y la estabilidad de la cadena de suministro (CEPAL, 2023).

Desde una perspectiva institucional, los resultados respaldan la necesidad de fortalecer políticas públicas orientadas a la innovación y la digitalización industrial. Según la ANDI (2022), solo el 6 % de las empresas del sector manufacturero colombiano, incluyendo alimentos, alcanza niveles avanzados de madurez digital, lo que evidencia la urgencia de promover esquemas de financiamiento, incentivos fiscales y programas de acompañamiento técnico dirigidos especialmente a pequeñas y medianas empresas. En este sentido, la experiencia brasileña demuestra que la articulación efectiva entre Estado, empresa y academia contribuye de manera significativa a la aceleración de la adopción tecnológica; en Brasil, más del 55 % de las empresas alimentarias utilizan sistemas de monitoreo en tiempo real y cerca del 60 % incorporan herramientas de analítica avanzada e Inteligencia Artificial en procesos productivos y logísticos (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Brasil, 2022).

En términos prácticos, los resultados del análisis comparativo pueden ser utilizados como base para el diseño de programas sectoriales de transformación digital, la formulación de estrategias empresariales de madurez tecnológica y la definición de indicadores de seguimiento que permitan evaluar el impacto real de la digitalización en la productividad, la sostenibilidad y la competitividad del sector alimentario colombiano. De esta manera, el estudio no solo aporta evidencia académica, sino que también ofrece insumos concretos para la toma de decisiones estratégicas y la formulación de políticas orientadas al cierre de brechas tecnológicas frente a referentes regionales como Brasil.

6.1. Pertinencia del Estudio

Es posible decir que resulta altamente pertinente el presente estudio dado a que, en el contexto actual de transformación digital de la industria alimentaria, dado que aporta un análisis estructurado y comparativo sobre el nivel de madurez digital y la adopción de tecnologías asociadas a la Industria 4.0 en Colombia, tomando como referencia los avances logrados por Brasil. El estudio contribuye al fortalecimiento del desarrollo tecnológico y competitivo del país al identificar brechas concretas en digitalización, automatización e implementación de Inteligencia Artificial, ofreciendo insumos clave para la toma de decisiones estratégicas tanto a nivel empresarial como institucional.

Asimismo, los resultados obtenidos constituyen un apoyo relevante para la formulación y el ajuste de políticas públicas orientadas a la innovación, la productividad y la modernización industrial, especialmente en sectores estratégicos como el alimentario. La investigación también adquiere especial importancia para el departamento del Cauca, al proporcionar un marco analítico que permite orientar a las empresas de la región en su transición hacia modelos productivos más eficientes, sostenibles y digitalizados, acordes con los principios de la Industria 4.0.

De igual manera, el estudio impulsa la aplicación de tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial, la sensorización industrial y la trazabilidad digital, destacando su impacto en la mejora de la eficiencia operativa, la reducción de desperdicios y el fortalecimiento de la competitividad. Finalmente, la investigación contribuye a la reducción de las brechas tecnológicas existentes frente a economías latinoamericanas más avanzadas, como Brasil, y ofrece un marco analítico sólido que puede servir de referencia para estudios futuros, programas de transformación digital y decisiones de política pública orientadas al desarrollo sostenible del sector alimentario.

VII. CONCLUSIONES

El análisis comparativo desarrollado permite concluir que la industria alimentaria colombiana se encuentra en un nivel de madurez digital intermedio, caracterizado por avances parciales en digitalización básica, automatización limitada y uso incipiente de tecnologías avanzadas como la Inteligencia Artificial y la analítica predictiva. Si bien existen iniciativas empresariales y políticas públicas orientadas a la transformación digital, estas aún no logran una integración plena de las tecnologías de Industria 4.0 a lo largo de toda la cadena de valor, lo que limita el impacto en productividad, trazabilidad y competitividad internacional.

En contraste, Brasil presenta un nivel superior de madurez digital en su industria alimentaria, sustentado en inversiones tecnológicas sostenidas, una infraestructura digital más robusta y una articulación efectiva entre el Estado, el sector productivo y la academia. La adopción más amplia de automatización, sensorización industrial y aplicaciones de Inteligencia Artificial en procesos de planificación, control y sostenibilidad posiciona a Brasil como un referente regional en la implementación de modelos de Industria 4.0 aplicados al sector alimentario.

A partir de los modelos y buenas prácticas identificados en Brasil, se concluye que Colombia cuenta con oportunidades claras de fortalecimiento de su transformación digital, siempre que adopte estrategias progresivas y adaptadas a su realidad productiva. La implementación gradual de tecnologías como la sensorización industrial, la trazabilidad digital y la analítica avanzada, junto con la incorporación estratégica de Inteligencia Artificial en áreas críticas de la cadena de valor, permitiría elevar el nivel de madurez digital del sector alimentario colombiano.

La comparación entre ambos países evidencia brechas significativas en dimensiones clave como inversión tecnológica, automatización avanzada, gestión de datos e integración de Inteligencia Artificial. Estas diferencias explican, en gran medida, los mayores niveles de eficiencia operativa, reducción de desperdicios y control de calidad observados en la industria alimentaria brasileña frente al contexto colombiano. No obstante, el análisis también muestra que estas brechas no son estructuralmente insuperables, sino que responden a decisiones estratégicas, institucionales y de política pública.

Finalmente, el estudio confirma que la transformación digital constituye un factor determinante para la competitividad, sostenibilidad y resiliencia de la industria alimentaria. En este sentido, se concluye que Colombia requiere fortalecer la formación de talento digital, promover inversiones tecnológicas, consolidar ecosistemas de innovación y diseñar políticas públicas coherentes que faciliten la adopción de tecnologías 4.0. Estas acciones, inspiradas en las experiencias brasileñas, permitirían avanzar hacia un modelo de industria alimentaria más eficiente, integrada y alineada con los estándares internacionales.

NOTA ÉTICA SOBRE USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Este trabajo utilizó herramientas de inteligencia artificial generativa (ChatGPT, OpenAI, 2025) de forma asistida y controlada, exclusivamente como apoyo en la estructuración de resultados, organización de ideas y mejora de estilo académico. Su aplicación se realizó conforme a los principios de autoría definidos en la Escala 2 del Acuerdo No. 04 de 2025 de la Universidad Santo Tomás, sin desplazar el pensamiento crítico ni la construcción personal del autor.



VIII.REFERENCIAS

ANDI. (2022). *Encuesta de transformación digital del sector manufacturero en Colombia*. Asociación Nacional de Empresarios de Colombia.

Banco Mundial. (2023). *Colombia: desarrollo digital e innovación industrial*. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento.

CEPAL. (2023). *Industria 4.0 y transformación productiva en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Confederación Nacional de la Industria – CNI. (2022). *Transformación digital en la industria brasileña*. CNI.

FAO. (2022). *Digitalización de los sistemas alimentarios para la sostenibilidad y la seguridad alimentaria*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Gobbi, L., & Farias, J. (2023). *Inteligencia artificial y automatización en la industria alimentaria brasileña*. *Revista de Innovación Industrial*, 15(2), 45–62.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Brasil. (2022). *Estrategia nacional de Industria 4.0 y transformación digital*. Gobierno Federal de Brasil.

OCDE. (2022). *Digital transformation of manufacturing industries*. Organisation for Economic Co-operation and Development.

OCDE. (2023). *OECD economic surveys: Colombia 2023*. Organisation for Economic Co-operation and Development.

Statista. (2024). *Digital transformation market size in Brazil*. Statista Research Department.

Universidad Santo Tomás. (2025). *Acuerdo No. 04 de 2025: Lineamientos sobre el uso de inteligencia artificial en trabajos académicos*. USTA.

MADUREZ DIGITAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA CADENA DE VALOR DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA COLOMBIANA UN ANÁLISIS COMPARATIVO CON BRASIL

Angela Patricia Cabrera Arteaga - angela.cabrera@usantoto.edu.co
Juan Camilo Torres Arteaga - juan.torresar@usantoto.edu.co
Especialización en Gerencia de la Cadena de Valor y Productividad



INTRODUCCIÓN

La transformación digital y la Industria 4.0 han redefinido la gestión de la cadena de valor en la industria alimentaria, integrando tecnologías como IoT, automatización avanzada, analítica de datos e Inteligencia Artificial (IA). Estas tecnologías permiten mejoras significativas en productividad, trazabilidad y sostenibilidad. No obstante, en América Latina persisten brechas relevantes en su adopción, especialmente en Colombia frente a países líderes como Brasil.

Fuente: Elaboración propia

PROBLEMA Y PERTINENCIA

En Colombia, cerca del 62 % de las empresas del sector alimentario se ubican en niveles básicos o intermedios de madurez digital, donde según la ANDI únicamente alrededor del 6 % alcanza niveles avanzados de digitalización. Además, es posible conocer según la ANDI, CEPAL, y el Banco Mundial datos como:

Tabla 1: Comparación del nivel de madurez digital de la industria alimentaria en Colombia y Brasil

ASPECTO	BRASIL	COLOMBIA
Nivel de madurez digital	Alta	Media
Empresas con IoT y sensorización	>55 % del sector alimentario	<30 %
Automatización industrial	Consolidada (robots colaborativos en 48 %)	Parcial (automatización básica)
Uso de IA en procesos productivos	≈60 %	≈12 %
Inversión en tecnologías digitales industriales	>2,5 % del valor agregado manufacturero	≈1,2 %
Infraestructura digital	Fuerte e integrada	Parcial y desigual
Ecosistemas de innovación	Integrados (EMBRAPA, CNI, universidades)	Fragmentados

Comparativamente, Brasil presenta mayores niveles de automatización, integración digital y uso estratégico de IA, lo que justifica el análisis comparativo y la identificación de aprendizajes transferibles.

Industria 4.0 e Inteligencia Artificial



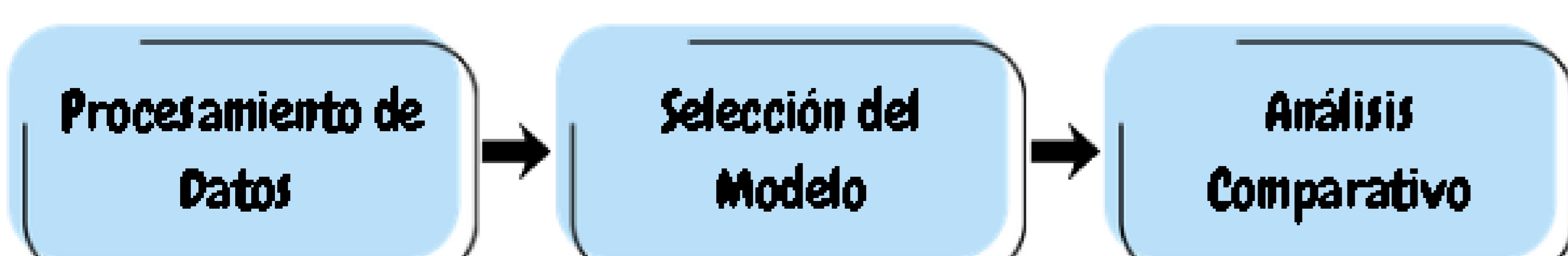
Fuente: Elaboración propia con base en ANDI (2022), CEPAL (2023) y OCDE (2023).

METODO

Investigación **cuantitativa y comparativa**, con alcance descriptivo-analítico.

Se realizó revisión documental de informes FAO, CEPAL, OCDE, Banco Mundial y literatura científica. El análisis se basó en **modelos de madurez digital** aplicados a variables tecnológicas, productivas e institucionales en Colombia y Brasil.

Esquema Metodológico del Estudio



Fuente: Elaboración propia

OBJETIVOS

General

Analizar la madurez digital y la adopción de la Inteligencia Artificial en la cadena de valor de la industria alimentaria colombiana, comparándola con los avances tecnológicos de Brasil.

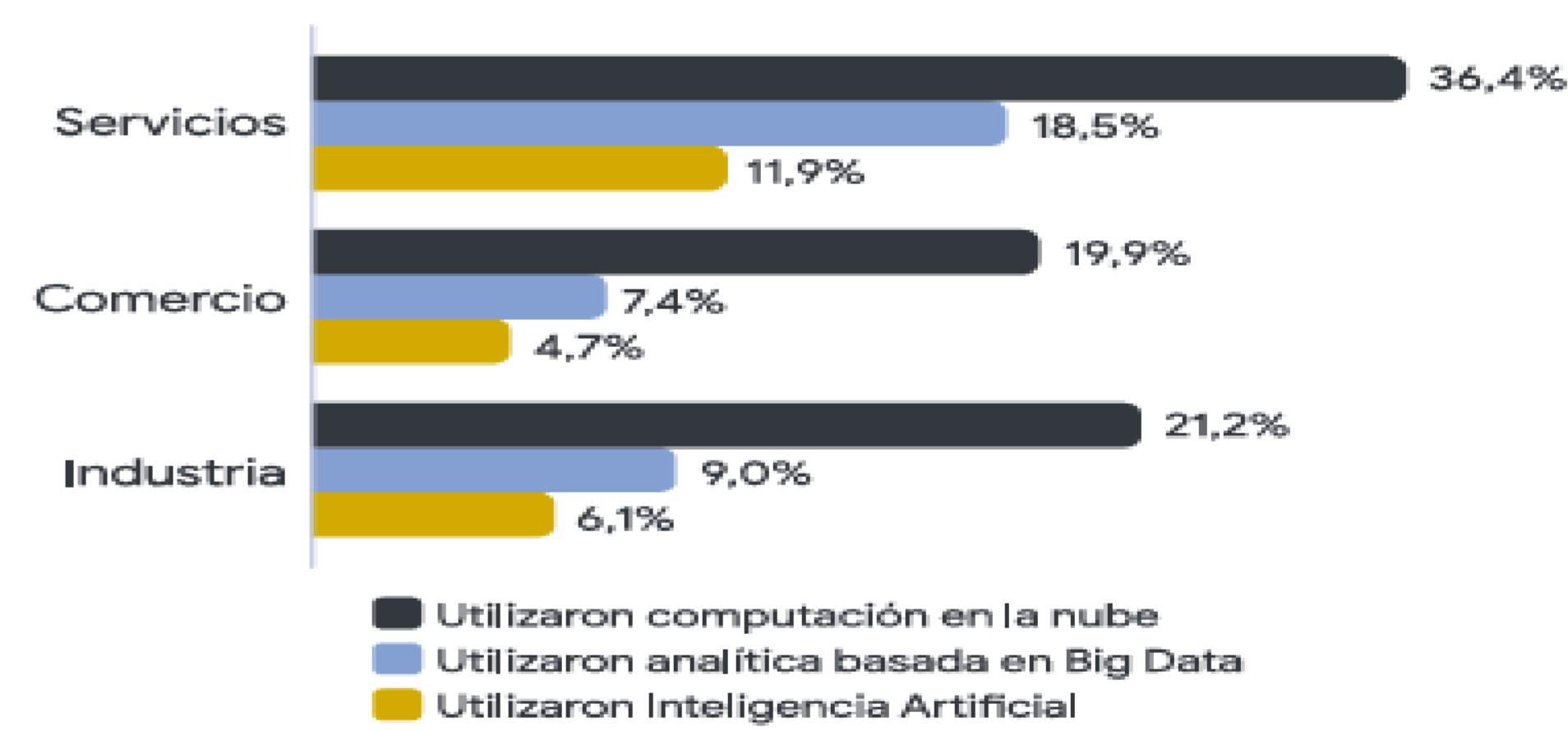
Específicos

- Describir el nivel de digitalización de la industria alimentaria en Colombia.
- Identificar modelos y buenas prácticas implementadas en Brasil.
- Comparar brechas tecnológicas y formular recomendaciones estratégicas.

APLICACIÓN EN COLOMBIA.

La transformación digital en la industria es más efectiva cuando hay una articulación sólida entre las partes, como gobierno, academia y sector productivo.

En Brasil, programas liderados por instituciones como EMBRAPA y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación han permitido integrar tecnologías como IoT, automatización e IA en más del 55 % de las empresas del sector alimentario.



Fuente: ANDI (2023)

En Colombia, con la aplicación de estos aprendizajes puede orientarse a la implementación progresiva de sensorización industrial y sistemas de trazabilidad digital, con potencial de reducir pérdidas postcosecha hasta en un 30 % (FAO, 2022).

La incorporación de IA en planificación de la demanda, mantenimiento predictivo y control de calidad podría generar reducciones de costos operativos cercanas al 15 % (OCDE, 2023).

CONCLUSIONES

- La industria alimentaria colombiana presenta un nivel intermedio de madurez digital, con avances parciales y desiguales.
- Brasil se posiciona como referente infraestructura digital sólida y ecosistemas de innovación integrados.
- Colombia puede avanzar mediante una adopción progresiva de tecnologías 4.0, fortaleciendo talento digital, inversión tecnológica y políticas de innovación.
- La transformación digital es clave para lograr competitividad, sostenibilidad y resiliencia en la industria alimentaria nacional.