



**FACULTAD DE POSTGRADO**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**IA EN LA PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN Y CADENA DE  
SUMINISTROS**

**SUSTENTADO POR:**

**JOSÉ AMNER RAMOS PAZ  
LEISY MERIBETH CHAVARRÍA VELÁSQUEZ**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE**

**MÁSTER EN  
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

**TEGUCIGALPA, FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS, C.A.**

**OCTUBRE, 2025**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA  
UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTORA**

**ROSALPINA RODRÍGUEZ**

**VICERRECTOR ACADÉMICO NACIONAL  
JAVIER ABRAHAM SALGADO LEZAMA**

**SECRETARIO**

**GENERAL/PRORECTOR**

**ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**DECANA FACULTAD DE POSTGRADO  
ANA DEL CARMEN RETTALLY VARGAS**

**IA EN LA PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN Y  
CADENA DE SUMINISTROS**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS  
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE**

**MÁSTER EN**

**ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

**ASESOR**

**JAVIER ENRIQUE DEL CID CARRASCO**

**MIEMBROS DE LA TERNA:**

**RIGOBERTO RODRÍGUEZ AVILA**

**HECTOR WILFREDO PADILLA SIERRA**

# **DERECHOS DE AUTOR**

© Copyright 2023  
José Amner Ramos Paz  
Leisy Meribeth Chavarría Velásquez

Todos los derechos son reservados.



## **FACULTAD DE POSTGRADO**

# **IA EN LA PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN Y CADENA DE SUMINISTROS**

**JOSÉ AMNER RAMOS PAZ  
LEISY MERIBETH CHAVARRÍA VELÁSQUEZ**

### **Resumen**

El presente trabajo aborda la necesidad de optimizar los procesos de Planificación de Producción y Cadena de Suministros mediante la innovación tecnológica. Ante las limitaciones de los sistemas tradicionales, esta investigación propone la implementación de un Sistema Inteligente basado en Inteligencia Artificial (IA). Este modelo está diseñado para integrar y analizar grandes volúmenes de datos, generando pronósticos de demanda y producción más precisos. Su objetivo principal es mejorar la eficiencia operativa, minimizando sobrecostos por inventario excesivo y reduciendo los tiempos de desabastecimiento.

**Palabras claves: Cadena de Suministros, Demanda, Inteligencia Artificial, Planificación y Producción.**



**GRADUATE SCHOOL**

**IA EN LA PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN Y CADENA DE  
SUMINISTROS**

**JOSÉ AMNER RAMOS PAZ  
LEISY MERIBETH CHAVARRÍA VELÁSQUEZ**

**Abstract**

This study addresses the need to optimize Production Planning and Supply Chain Management processes through technological innovation. In response to the limitations of traditional systems, this research proposes the implementation of an Intelligent System based on Artificial Intelligence (AI). The proposed model is designed to integrate and analyze large volumes of data, enabling the generation of more accurate demand and production forecasts. Its primary objective is to enhance operational efficiency by minimizing excess inventory costs and reducing stockout periods.

**Keywords: Artificial Intelligence, Demand, Planning, Production y Supply Chain.**

## **DEDICATORIA**

Yo, José Amner Ramos Paz, dedico la culminación de este proyecto, fruto de la disciplina y el esfuerzo, primeramente, a Dios, quien ha sido la guía constante en mi camino, la fuente de fortaleza y la sabiduría necesaria para afrontar cada desafío.

A quienes han sido el cimiento de mi formación profesional y personal.

A mi Familia, por su amor incondicional, su paciencia infinita y por ser el motor que impulsó cada sacrificio durante esta etapa de estudio. Su apoyo ha sido el factor determinante para alcanzar esta meta.

A mis Maestros y Asesores, por compartir sus conocimientos y por la rigurosa orientación que elevó la calidad de esta investigación. Este logro es de ustedes.

## **DEDICATORIA**

Yo, Leisy Meribeth Chavarría Velásquez, dedico este proyecto primeramente a Dios, por ser mi guía y fortaleza en todo momento.

A Él agradezco por brindarme la sabiduría, la paciencia y la constancia necesarias para culminar con éxito esta etapa, y por mostrarme que todo esfuerzo tiene su recompensa.

Extiendo esta dedicatoria a mi familia, por su amor incondicional, su apoyo en cada desafío y por ser el pilar que me sostuvo cuando más lo necesitaba.

A mis compañeros, por compartir conmigo este camino de aprendizaje, por su colaboración, amistad y ánimo constante.

Y a mis maestros, por su dedicación, orientación y por inspirarme a dar siempre lo mejor de mí.

Cada logro aquí reflejado es también parte del esfuerzo y la fe que todos ustedes depositaron en mí.

## **AGRADECIMIENTO**

Yo, José Amner Ramos Paz, expreso mi más sincero agradecimiento a Dios por darme toda la sabiduría necesaria para alcanzar este importante éxito.

A las instituciones y personas que, con su conocimiento y apoyo, fueron indispensables para la culminación exitosa de esta investigación:

A nuestra Familia, por su apoyo emocional, por creer en nuestra capacidad y por ser el refugio que nos impulsó a seguir adelante en los momentos de mayor exigencia.

A la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), por proveernos el rigor académico y el programa de Máster en Administración de Proyectos que nos dotó de las herramientas para desarrollar esta propuesta.

A nuestro Asesor de Tesis, Javier Enrique Del Cid Carrasco, por su invaluable guía, su dedicación y la revisión minuciosa que elevó la calidad científica y técnica de este trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

Yo, Leisy Meribeth Chavarría Velásquez, expreso mi más sincero agradecimiento a Dios, por concederme la sabiduría, la fortaleza y la perseverancia necesarias para culminar con éxito esta etapa tan importante de mi vida.

A mis padres, por su amor incondicional, por enseñarme el valor del esfuerzo y la disciplina, y por ser mi mayor fuente de inspiración y apoyo en cada momento de este camino.

A la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), por su excelencia académica y por brindarme, a través del Programa de Máster en Administración de Proyectos, las herramientas y conocimientos que hicieron posible el desarrollo de esta investigación.

Y de manera especial, a mi Asesor de Tesis, Javier Enrique Del Cid Carrasco, por su orientación constante, su dedicación y su guía experta, que contribuyeron significativamente al fortalecimiento técnico y científico de este trabajo.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	8
DEDICATORIA .....	9
AGRADECIMIENTO .....	10
AGRADECIMIENTO .....	11
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	12
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.3.1 Enunciado del problema.....	3
1.3.2 Formulación del problema.....	3
1.3.3 Preguntas de investigación .....	3
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	4
1.4.1 Objetivo General .....	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	4
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	6
2.2 CONCEPTUALIZACIÓN.....	8
2.3 TEORÍAS DE SUSTENTO .....	10
2.3.1 BASES TEÓRICAS .....	10
2.3.2 METODOLOGÍAS DESARROLLADAS .....	21
2.3.3 INSTRUMENTOS UTILIZADOS.....	23
2.3 MARCO LEGAL .....	30
2.4.1 Ley para la Promoción y Protección de Inversiones (Honduras).....	30
2.4.2 Código de Trabajo de Honduras.....	30
2.4.3 Ley de Protección de Datos Personales (Honduras) .....	31
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....	33
3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA.....	33
3.1.1 MATRIZ METODOLÓGICA.....	34
3.1.2 ESQUEMA DE VARIABLES DE ESTUDIO.....	35

3.1.3	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	35
3.2	ENFOQUE Y MÉTODOS .....	37
3.3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	37
3.3.1	POBLACIÓN .....	38
3.3.2	MUESTRA .....	39
3.3.3	TÉCNICAS DE MUESTREO .....	40
3.4	TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS .....	41
3.4.1	Instrumento: Check List (Ver anexos) .....	41
3.4.2	Instrumento: Cuestionario (Ver anexos) .....	42
3.4.3	Técnica: Entrevista (Ver anexos) .....	42
3.4.4	Procedimiento: Análisis de Bases de Datos (Ver anexos) .....	42
3.5	FUENTES DE INFORMACIÓN .....	44
3.5.1	FUENTES PRIMARIAS .....	44
3.5.2	FUENTES SECUNDARIAS .....	44
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS .....		45
4.1	INFORME DE PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	45
4.2	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS APLICADAS SEAN CUANTITATIVAS O CUALITATIVAS .....	46
4.2.1	Instrumento: Check list .....	46
4.2.1.1	Lista de Verificación 1 – Verificación del uso de sistemas de apoyo en la planificación estratégica (P1) .....	46
4.2.1.2	Lista de Verificación 2 – Verificación de prácticas de registro, monitoreo y análisis de datos (P1) .....	47
4.3	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS DATOS ENCONTRADOS CON OTRAS TÉCNICAS QUE LOS AUTORES ESTIMEN Y JUSTIFIQUEN QUE SON NECESARIAS.	
61		
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		61
5.1	CONCLUSIONES .....	61
5.2	RECOMENDACIONES .....	63
CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD .....		65
6.1	NOMBRE DE LA PROPUESTA .....	65

6.2	JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA .....	65
6.3	ALCANCE DE LA PROPUESTA .....	66
6.4	DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO .....	66
6.5	MEDIDAS DE CONTROL .....	79
6.6	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN.....	84
6.7	PRESUPUESTO E IMPACTO DEL PRESUPUESTO .....	85
6.8	CONCORDANCIA DE LOS SEGMENTOS DE LA TESIS CON LA PROPUESTA	86
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
	ANEXOS .....	94

# **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1 INTRODUCCIÓN**

La planificación eficiente es un componente esencial para el éxito de las organizaciones en sectores altamente dinámicos, como el acuícola. En este contexto, la capacidad de anticipar cambios en la demanda, gestionar adecuadamente los recursos productivos y alinear decisiones operativas con datos en tiempo real se ha vuelto una necesidad estratégica. La presente investigación surge con el propósito de evaluar la implementación de un sistema inteligente de planificación basado en inteligencia artificial (IA), orientado a mejorar la precisión, rapidez y coordinación entre las áreas de producción, cadena de suministro y ventas en las empresas productoras de tilapia.

La elección de este tema responde a la creciente evidencia empírica que demuestra cómo las tecnologías de IA, como el aprendizaje automático y la analítica predictiva, están transformando la forma en que las empresas gestionan sus operaciones, especialmente en entornos complejos y con alta variabilidad. Estudios recientes muestran que estas soluciones permiten automatizar procesos, mejorar la toma de decisiones y responder ágilmente a eventos inesperados, lo cual representa una ventaja competitiva sustancial.

La motivación principal para esta investigación radica en contribuir con un modelo de transformación digital sostenible que permita a empresas productoras de tilapia superar las limitaciones de sus herramientas tradicionales de planificación. Esta iniciativa no solo apunta a optimizar procesos internos, sino también a incrementar la competitividad y sostenibilidad de la empresa en el mediano y largo plazo.

El estudio se desarrolla en un periodo estimado de 12 meses, dentro del contexto operativo de empresas productoras de tilapia, considerando sus recursos tecnológicos, humanos y organizacionales. La investigación busca generar conocimiento aplicable y recomendaciones concretas para una implementación efectiva, fortaleciendo la capacidad de respuesta de la empresa frente a desafíos operacionales y del mercado.

## 1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Desde el año 2019, una empresa productora de tilapia inició la implementación de herramientas de planificación para mejorar la eficiencia operativa en sus procesos de producción acuícola. Inicialmente, se recurrió a soluciones básicas como hojas de cálculo en Excel y el módulo de Quick Planning del sistema Aquamanager. Estas herramientas ofrecieron una mejora inicial en la organización y control de la producción; sin embargo, presentaron limitaciones significativas en cuanto a precisión, capacidad predictiva, usabilidad, rapidez y automatización de decisiones. El entorno en el que opera la empresa, altamente dinámico y dependiente de múltiples factores biológicos, ambientales y de mercado requiere capacidades analíticas más avanzadas que las disponibles hasta ese momento.

A lo largo de los años, la necesidad de adoptar soluciones inteligentes se volvió más evidente. A pesar de los esfuerzos por mejorar los modelos de planificación y producción, la empresa se enfrenta a eventos inesperados (como mortalidades no previstas, fluctuaciones en la demanda o cambios climáticos), y los sistemas tradicionales no logran anticiparse ni adaptarse con la agilidad requerida. Investigaciones recientes demuestran que la inteligencia artificial en acuicultura permite integrar el monitoreo en tiempo real, la analítica predictiva y la automatización de decisiones, fortaleciendo así la capacidad de adaptación ante escenarios inciertos (Yang et al., 2025).

Asimismo, otros estudios evidencian que la aplicación de IA en sistemas acuícolas permite generar predicciones sobre crecimiento, requerimientos de alimento y detección temprana de enfermedades, aportando resiliencia en la planificación productiva (Ashraf Rather et al., 2024). En la misma línea, se han desarrollado sistemas basados en inteligencia artificial para la acuicultura que incorporan sensores, procesamiento de imágenes y algoritmos de optimización, mejorando la eficiencia, el control y la capacidad de respuesta (Capetillo-Contreras et al., 2024).

## **1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.3.1 Enunciado del problema**

Las empresas productoras de tilapia alrededor del mundo han intentado mejorar su eficiencia operativa mediante herramientas de planificación como hojas de cálculo en Excel y el módulo Quick Planning de Aquamanager. No obstante, estas soluciones presentan deficiencias significativas en precisión, automatización, análisis predictivo y capacidad de integración interdepartamental.

### **1.3.2 Formulación del problema**

Las empresas productoras de tilapia enfrentan limitaciones y desafíos para elaborar la planificación de producción, coordinación de la cadena de suministros y la conexión con el área de ventas, debido a la dependencia de herramientas tradicionales, dificultando la toma de decisiones ágiles y basadas en datos en un entorno complejo y cambiante.

### **1.3.3 Preguntas de investigación**

- 1.** ¿Qué beneficios puede generar la integración de inteligencia artificial en la planificación de producción, cadena de suministro y ventas de empresas productoras de tilapia?
- 2.** ¿Qué factores influyen actualmente en la precisión de las proyecciones y la planificación en la empresa?
- 3.** ¿Qué tecnologías de IA podrían ser implementadas para abordar los desafíos que enfrentan las empresas productoras de tilapia?
- 4.** ¿Cuáles son los principales desafíos organizacionales, culturales o técnicos para la adopción de un sistema integrado inteligente?
- 5.** ¿Qué indicadores clave de desempeño (KPIs) pueden utilizarse para evaluar el impacto en la implementación de un sistema de Planificación con Inteligencia Artificial?

## **1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.4.1 Objetivo General**

Analizar los factores claves para el diseño de un sistema de planificación basado en inteligencia artificial para optimizar la coordinación entre las áreas de producción, cadena de suministro y ventas en una empresa de producción de tilapia.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

1. Analizar los principales procesos y factores operativos actuales de una empresa productora de tilapia.
2. Analizar los requerimientos y adaptación técnicos para la implementación de tecnologías de inteligencia artificial en las empresas productoras de tilapia.
3. Evaluar las tecnologías de inteligencia artificial disponibles que se ajusten a las necesidades de una empresa productora de tilapia, considerando su viabilidad técnica, económica y compatibilidad con los sistemas existentes.
4. Analizar los principales desafíos organizacionales y culturales para la adopción de un sistema de planificación inteligente.
5. Diseñar un plan para la implementación de un sistema inteligente de planificación basado en IA en las empresas productoras de tilapia, que incluya lineamientos, estrategias y criterios de evaluación del impacto esperado.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

La necesidad de este estudio surge de una problemática operativa concreta que afecta la eficiencia y capacidad de respuesta de las empresas productoras de tilapia frente a un entorno acuícola complejo y cambiante. Desde 2019, la empresa ha utilizado herramientas tradicionales como Excel y Quick Planning de Aquamanager, las cuales han demostrado ser insuficientes para anticipar y adaptarse con agilidad a eventos inesperados como mortalidades, fluctuaciones de demanda o condiciones climáticas adversas. Esta limitación compromete la toma de decisiones oportunas, incrementa los costos operativos y reduce la competitividad de la empresa.

A nivel cuantitativo, la falta de integración y automatización en los procesos de planificación genera impactos significativos. Por ejemplo, se estima que errores en proyecciones de producción pueden generar sobrecostos de hasta un 15% en inventarios no deseados o insuficientes, y retrasos que afectan entre un 10% y 20% del cumplimiento de entregas a tiempo. Además, se ha observado que las empresas que adoptan tecnologías basadas en inteligencia artificial pueden incrementar su eficiencia operativa en entre 20% y 35% (Wamba et al., 2017), mejorar la precisión de sus pronósticos en un 30% (T. Choi et al., 2018) y reducir los costos asociados a decisiones ineficientes en más de un 25% (Gölzer & and Fritzsche, 2017) . Por lo tanto, realizar este estudio no solo representa una mejora técnica, sino una oportunidad de generar retornos económicos cuantificables mediante optimización de recursos, reducción de desperdicios y alineación estratégica entre las áreas operativas.

Este estudio también es relevante porque permitirá evaluar e implementar tecnologías de IA adaptadas a las condiciones de empresas productoras de tilapia, con el potencial de transformar la manera en que la empresa planifica, produce y vende. Además, ayudará a identificar los factores técnicos, culturales y organizativos que deben abordarse para lograr una implementación exitosa y sostenible.

La viabilidad del estudio dentro del rango de fechas previsto está respaldada por varios factores. En primer lugar, las empresas productoras de tilapia han manifestado un interés estratégico en avanzar hacia la transformación digital, lo que asegura respaldo institucional. Además, la disponibilidad de datos históricos en las áreas de producción, ventas y cadena de suministro facilitará los análisis cuantitativos y la evaluación de escenarios. El estudio contará con acceso a personal clave de la empresa, permitiendo realizar entrevistas, encuestas y pruebas piloto en campo. Por otro lado, se han definido fases claras en el proyecto (revisión de literatura, diagnóstico organizacional, evaluación tecnológica y diseño de propuestas), lo cual permite distribuir las actividades dentro del plazo de 12 meses con tiempos razonables para análisis, validación y ajustes. Finalmente, se cuenta con el conocimiento técnico y metodológico necesario, lo cual reduce riesgos relacionados con la ejecución del proyecto de investigación.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.**

#### **2.1.1 Historia y evolución de las empresas productoras de tilapia**

Desde finales del siglo XX, la acuicultura de tilapia ha experimentado un crecimiento notable en Indonesia, Honduras y México, impulsada por innovaciones tecnológicas, expansión geográfica y la adopción de estándares internacionales de sostenibilidad (“Aquaculture of Tilapia,” 2025)

En Indonesia, a partir de la strain *GIFT* desarrollada por programas internacionales (WorldFish/ICLARM), la producción de tilapia se expandió desde Java y Sumatra hacia el Lago Toba, aprovechando lagos de alta oxigenación para criar tilapia de alta calidad. Este modelo se convirtió en punta de lanza del sector sostenible en la región y más tarde fue replicado en América Latina (*Indonesia and Honduras Tilapia Swim into Seafood Guide Upgrade*, n.d.).

En Honduras, empresas como Aquafinca Saint Peter Fish desarrollaron operaciones intensivas en jaulas flotantes conectadas a plantas de procesamiento con aprovechamiento total de subproductos (aceite, harina, colágeno), constituyéndose en la primera planta de tilapia certificada BAP en el país en 2012. También lograron certificaciones ASC y 4 estrellas BAP, consolidando su reputación en salud ambiental y responsabilidad social (Meserve, 2015).

En México, la producción de tilapia ha tenido un crecimiento sostenido desde inicios de la década del 2000, consolidándose especialmente en el estado de Chiapas, que hacia 2018 representaba cerca del 90 % de la producción acuícola estatal. Empresas como Acuagranjas Dos Lagos S.A. de C.V. jugaron un papel clave en esta expansión, desarrollando sistemas intensivos en jaulas flotantes, plantas de procesamiento integradas y estableciendo rutas de exportación hacia Estados Unidos. Con el tiempo, estas operaciones también adoptaron certificaciones internacionales como ASC y BAP, alineándose con estándares globales de sostenibilidad ambiental, trazabilidad y responsabilidad social (*Tilapia Aquaculture in Mexico - Assessment with a Focus on Social and Economic Performance*, n.d.)

### **2.1.2 Situación actual y desafíos recientes**

En Honduras, durante 2022 y 2023 se reportaron altas tasas de mortalidad de tilapia en el Lago de Yojoa, sumadas a presiones gubernamentales por el impacto ambiental de las actividades industriales en esa zona protegida. Ante este panorama, se tomó la decisión estratégica de trasladar la producción al Lago El Cajón, donde actualmente se concentra la mayor parte de las operaciones, con respaldo de líderes comunitarios y autoridades locales (*Los peces que destruyen el lago – Contra Corriente*, n.d.).

En México, la producción en la presa Malpaso (Chiapas) se vio afectada por temperaturas récord y bajos niveles de oxígeno, lo que generó condiciones críticas para la salud de los peces y provocó altas mortalidades asociadas a infecciones por *Streptococcus* spp. La empresa ha iniciado la evaluación de nuevas tecnologías para mejorar el suministro de oxígeno y optimizar el manejo ambiental (*Espacio I+d's Research Works*, n.d.).

Por el contrario, las operaciones en Indonesia han mantenido un desempeño sólido, con cosechas récord y un enfoque en la calidad del producto destinado a mercados exigentes como Costco (mikrotek, 2025) .

### **2.1.3 Situación actual respecto a los procesos de IA En La Planificación De Producción y Cadena De Suministros**

Las empresas productoras de tilapia con operaciones en Indonesia, Honduras y México tienen un enfoque tecnológico avanzado en sus procesos clave. En planificación de producción, utilizando plataformas como AquaManager para predecir el crecimiento de peces y optimizar cosechas. Su cadena de suministro se maneja mediante hojas de cálculo avanzadas, vinculadas a diferentes orígenes o bases de datos, los cuales permiten obtener información sincronizada. Para el proceso de trazabilidad de toda la cadena de producción y suministro, recientemente se implementó el sistema Wholechain, el cual garantiza transparencia desde el criadero hasta el consumidor final. Las empresas productoras de tilapia están iniciando con un enfoque más innovador donde se tiene como principal objetivo integrar las tecnologías existentes con métodos de AM/AL de inteligencia artificial, que permitan optimizar recursos y garantizar la integridad de la información. (aquaManager, 2022)

### **2.1.3.1 Innovación y sostenibilidad**

Las empresas productoras de tilapia han demostrado un compromiso continuo con la innovación y la sostenibilidad:

- Trazabilidad: Es la primera empresa del mundo en criar tilapia con un método de trazabilidad integrado directamente con los sistemas de certificación BAP, utilizando la tecnología de Wholechain (*Regal Springs Adopts Novel Tilapia Traceability System*, 2021).
- Innovación: Ha implementado sistemas de tecnología avanzada como ser ‘aquaManager’, que cuenta con módulos de planificación rápida y que puede integrarse con cualquier otro sistema ERP, con el objetivo de automatizar y controlar la eficiencia y sostenibilidad de los procesos en la cría de tilapia (Magazine, 2022).
- Certificaciones: Ha obtenido certificaciones de ASC y BAP, y en Honduras, se convirtió en la primera compañía en obtener certificaciones de WWF y GlobalGap (*First Honduras Tilapia Plant BAP Certified*, n.d.)

### **2.3.1.2 Compromiso social y ambiental**

Los programas de sostenibilidad de las empresas productoras de tilapia integran actividades medioambientales, sociales y de gobernanza para tener un impacto positivo. Estas empresas han implementado políticas de cero desperdicios, reutilizando todos los desechos de los peces para productos farmacéuticos, cosméticos y fertilizantes. Además, apoya a las comunidades locales mediante la construcción de escuelas, clínicas y caminos, beneficiando a muchas personas con sus programas de sustentabilidad (Coppola et al., 2021)

## **2.2 CONCEPTUALIZACIÓN**

Conceptos Generales sobre la Implementación de Inteligencia Artificial.

### **2.2.1 Inteligencia Artificial (IA)**

La inteligencia artificial (IA) es una tecnología que permite que las computadoras y las

máquinas simulen el aprendizaje, la comprensión, la resolución de problemas, la toma de decisiones, la creatividad y la autonomía humanas (*What Is Artificial Intelligence (AI)?*, 2024).

### 2.2.2 Planificación Inteligente

Es el uso de tecnologías como inteligencia artificial, aprendizaje automático y análisis predictivo para anticipar la demanda, optimizar recursos y reducir la incertidumbre en la toma de decisiones estratégicas. Esta fuente destaca cómo estos sistemas permiten evaluar patrones de datos, automatizar procesos y mejorar la eficiencia en operaciones logísticas y de inventario (Solvoyo, 2025).

### 2.2.3 Aprendizaje Automático (Machine Learning)

Machine Learning es una rama de la IA que permite a los sistemas aprender automáticamente a partir de datos, sin ser programados explícitamente, y mejorar con la experiencia (Criddle, 2023).

### 2.2.4 Transformación Digital

Es la reconfiguración fundamental de una organización mediante la adopción continua de tecnologías digitales a escala, con el objetivo de mejorar la experiencia del cliente, bajar costos y mejorar la eficiencia operativa (*What Is Digital Transformation?* | McKinsey, n.d.).

### 2.2.5 Indicadores Clave de Desempeño (KPIs)

Son métricas cuantificables utilizadas para comparar el rendimiento de una empresa con objetivos estratégicos, resalta su utilidad en procesos de análisis, toma de decisiones y mejora continua con tecnología. Los KPIs facilitan evaluar la eficiencia tras implementar sistemas inteligentes (*KPIs*, n.d.).

### 2.2.6 Acuicultura Sostenible

Concepto dinámico que integra las dimensiones ambiental, social y económica, e insiste en que solo los sistemas que cumplen con estos tres pilares pueden considerarse verdaderamente sostenibles (“(PDF) Sustainable Aquaculture,” 2025).

### 2.2.7 Trazabilidad

Capacidad de identificar, seguir y rastrear cada elemento del recorrido de un producto desde su origen hasta el consumidor final. Resalta su papel en garantizar transparencia, control de calidad, cumplimiento normativo y eficiencia operativa (*Supply Chain Traceability - Compliance Benefits* | *Certa*, n.d.).

## 2.3 TEORÍAS DE SUSTENTO

### 2.3.1 BASES TEÓRICAS

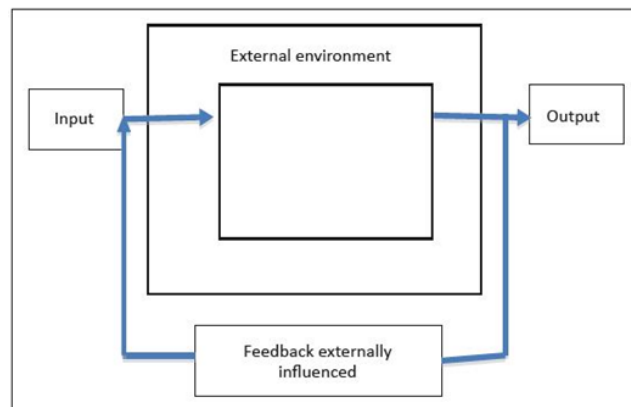
#### 2.3.1.1 Teoría de Sistemas

La Teoría General de Sistemas, formulada por Ludwig Von Bertalanffy, propone que las organizaciones deben entenderse como sistemas abiertos, es decir, estructuras vivas que interactúan constantemente con su entorno a través del intercambio de información, energía y materiales. En lugar de analizar cada parte de manera aislada, este enfoque permite ver a la organización como una totalidad compuesta por partes interdependientes que deben adaptarse a los cambios del entorno para garantizar su estabilidad y evolución. En este marco, una empresa productora de tilapia no puede analizarse únicamente desde su área de producción o ventas, sino como un sistema integrado que recibe insumos (peces, alimento, insumos tecnológicos), los transforma mediante procesos operativos, y genera productos (biomasa comercial, información, servicios logísticos) que retornan al ambiente en forma de oferta comercial o impacto ambiental. Esta concepción permite explicar por qué la adaptación organizacional, la gestión del conocimiento y la integración tecnológica son elementos clave para garantizar sostenibilidad en entornos dinámicos como la acuicultura (Newman-Enyioko, 2025).

En su aplicación al campo organizacional, Kast y Rosenzweig plantean que las empresas pueden visualizarse como un conjunto de subsistemas interdependientes, tales como producción, finanzas, recursos humanos, logística, tecnología, calidad y comercialización, que deben operar de manera coordinada. Cada uno de estos subsistemas tiene funciones especializadas, pero su desempeño afecta directa o indirectamente al resto. Por ejemplo, una falla en el suministro de alimento en jaulas puede retrasar el crecimiento de los peces, lo cual afecta la planificación de cosechas, la logística de entrega y la rentabilidad comercial. La teoría enfatiza que el éxito de la organización no depende únicamente del rendimiento óptimo de cada parte, sino de la calidad de

las interacciones entre ellas. Este enfoque se alinea con el uso de herramientas de inteligencia artificial que permiten integrar, sincronizar y monitorear los flujos de información entre las áreas, generando una visión sistémica de la operación y facilitando la toma de decisiones estratégicas en tiempo real (Kast & Rosenzweig, 1972).

Skyttner amplía los fundamentos de la teoría al destacar tres principios esenciales: la **totalidad**, que sugiere que el sistema como conjunto posee propiedades que no pueden explicarse a partir del análisis de sus partes individuales; la **retroalimentación**, entendida como el proceso mediante el cual el sistema monitorea sus propios resultados y realiza ajustes correctivos; y la **sinergia**, que hace referencia al valor adicional que se genera cuando los subsistemas colaboran de forma coordinada. En el caso de una empresa acuícola, esto se traduce en sistemas de monitoreo continuo de variables ambientales, coordinación entre producción y logística para planificar cosechas eficientes, y colaboración entre áreas técnicas y comerciales para garantizar trazabilidad y cumplimiento de estándares. La integración de estos principios con herramientas de planificación inteligente permite alcanzar niveles de eficiencia, calidad y sostenibilidad que serían imposibles si cada área trabajara de forma aislada.



Extrinsic feedback (adapted from Skyttner, 2005).

(*General Systems Theory*, n.d.).

La figura representa un sistema abierto: recibe entradas (Input), transforma y genera salidas (Output) dentro de un entorno externo. La clave es la retroalimentación extrínseca: el entorno (clientes, regulaciones, clima, mercado) influye en el *feedback* que regresa a las entradas, ajustando cómo opera el sistema. Así, el desempeño observado fuera del sistema corrige decisiones futuras.

En una granja de tilapia, por ejemplo, variaciones ambientales o de demanda del mercado devuelven señales que modifican densidades de siembra, alimentación o programación de cosechas.

### 2.3.1.2 Teoría de la Cadena de Suministro Inteligente (Smart Supply Chain)

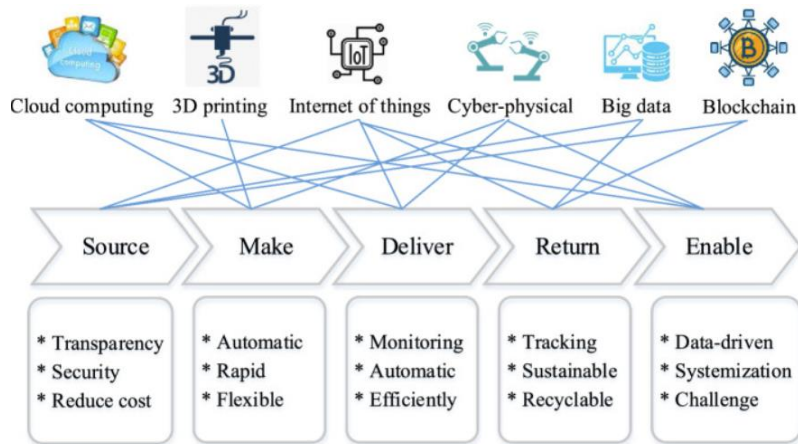
La Cadena de Suministro Inteligente se define como un sistema interconectado que utiliza tecnologías como Internet de las Cosas (IoT), Big Data, análisis predictivo y blockchain para conectar sensores, dispositivos y sistemas digitales con el objetivo de monitorear, analizar y optimizar todas las etapas del flujo logístico. Este enfoque permite alcanzar una visibilidad total, una respuesta ágil a la demanda y una mejor coordinación entre actores, reduciendo costos y tiempos de entrega.



Fig. 2. General SCM process.

(Taj et al., 2023).

En el marco de la Industria 4.0, Guoqing Zhang, Yiqin Yang y Guoqing Yang (2023) describen la Cadena de Suministro Inteligente como una red capaz de auto-organizarse, auto-optimizarse y adaptarse a incertidumbres, utilizando tecnologías ciber-físicas e IoT. Estas cadenas soportan escalabilidad, seguridad, flexibilidad y alta capacidad de respuesta, fundamentales en entornos dinámicos como los de producción acuícola.



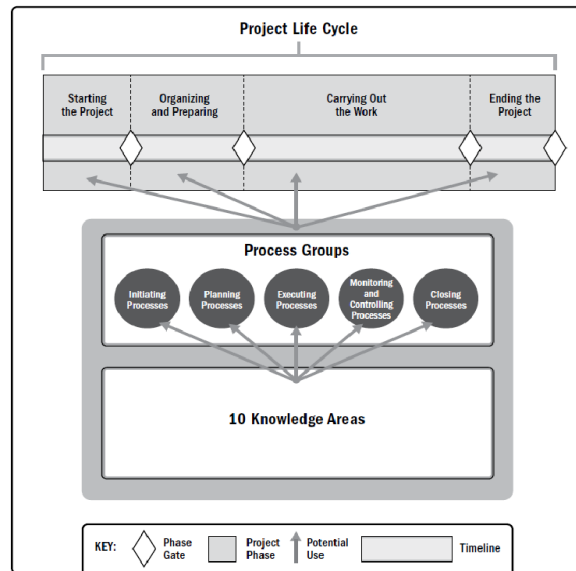
**Fig. 2** The performance of Industry 4.0 for fulfillment supply chain

(Zhang et al., 2023).

El análisis de Hamedí y Ghasemi Shayan destaca cómo la integración de Big Data, IA e IoT revoluciona la gestión de la cadena de suministro, permitiendo decisiones basadas en datos en tiempo real y colaboraciones automatizadas entre socios. Este enfoque redefine el papel del humano de encargado manual a supervisor estratégico de sistemas inteligentes, mejorando eficiencia, resiliencia y trazabilidad operativa (Hamedí & Ghasemi Shayan, 2024).

### 2.3.1.3 Formulación y Evaluación de Proyectos

La formulación y evaluación de proyectos permite estructurar iniciativas desde su fase inicial, estableciendo objetivos, alcance, cronograma, presupuesto y viabilidad técnica, económica, social y ambiental. Esta área se enfoca en estimar los beneficios esperados versus los costos asociados, utilizando herramientas como el análisis costo-beneficio, flujo de caja proyectado, y criterios como el VAN y la TIR. Esta teoría es fundamental para evaluar si la adopción de inteligencia artificial en los procesos de planificación y logística es factible y rentable para la empresa de tilapia. Permite justificar la inversión y diseñar un modelo de implementación que minimice riesgos y maximice beneficios. La gestión de proyectos debe contemplar fases estructuradas, criterios de selección alineados al valor organizacional, y la medición de beneficios esperados a través de herramientas financieras y estratégicas, que suelen representarse en tablas comparativas de indicadores, marcos de procesos y modelos de ciclo de vida del proyecto.



*Project Life Cycle Source: PMBOK Guide 6th edition*

(Project Management Institute, 2017).

El diagrama vincula el ciclo de vida del proyecto (arriba: iniciar, organizar/preparar, ejecutar y cerrar) con los grupos de procesos (abajo: Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control, Cierre) y muestra que las 10 áreas de conocimiento atraviesan todos los grupos. Las compuertas (diamantes) marcan puntos de decisión entre fases. En tu sección, la formulación y evaluación se ubican principalmente en Inicio y Planificación (definición de alcance, cronograma, costos y análisis VAN/TIR), mientras que Monitoreo y Control verifica beneficios y Cierre consolida lecciones aprendidas.

#### **2.3.1.4 Fundamentos e Integración de Proyectos**

La integración de proyectos se refiere a la coordinación de todos los elementos y áreas implicadas en un proyecto para asegurar una ejecución coherente. Esto incluye la gestión de la información, los recursos, las expectativas de los interesados (stakeholders), y la documentación de los procesos. Es vital en entornos donde participan múltiples departamentos funcionales. Dado que implementar IA en planificación involucra áreas como producción, logística, sistemas, compras y calidad, esta teoría garantiza una visión integral. Asegura que todos los actores clave trabajen con objetivos alineados, evitando silos de información y facilitando la ejecución del cambio tecnológico.



*Gestión de la integración de proyectos: relación entre áreas de conocimiento. Fuente: Asana, “Guía para la gestión integrada de proyectos” (s. f.).*

*(Guía Para La Gestión Integrada de Proyectos [2025] • Asana)*

La figura representa la gestión de la integración de proyectos como el eje que coordina e hilvana las áreas clave: alcance, tiempo, costo, calidad, comunicación, riesgo y adquisiciones. El arreglo circular sugiere interdependencia continua entre estas dimensiones; cualquier cambio en una afecta a las demás. Integrar significa alinear planes, información y responsables para que el proyecto avance coherente y sin “silos”, especialmente útil en iniciativas de IA donde participan múltiples áreas.

### **2.3.1.5 Gestión de Riesgos**

La gestión de riesgos busca identificar, evaluar y mitigar amenazas que puedan afectar los objetivos del proyecto. En proyectos tecnológicos, los riesgos suelen incluir errores de configuración, baja calidad de datos, resistencia al cambio y fallas en la integración de sistemas. Esta teoría permite anticipar los riesgos asociados al uso de inteligencia artificial en la planificación y toma de decisiones logísticas. Un enfoque práctico combina toma de decisiones informadas por riesgo y gestión continua del riesgo (RIDM + CRM), integradas dentro del ciclo de vida del proyecto, tal como lo describe el NASA Risk Management Handbook.



Figure 7. The CRM Process

(Dezfuli et al., 2011).

La figura muestra el ciclo de **Gestión Continua de Riesgos (CRM)** como un proceso **iterativo**:

**Identify** (identificar riesgos) → **Analyze** (analizar probabilidad/impacto) → **Plan** (definir respuestas: mitigar, evitar, transferir o aceptar) → **Track** (dar seguimiento con métricas/umbrales) → **Control** (tomar decisiones y ajustar acciones). En el centro, **Communicate / Document** recuerda que la **comunicación y documentación** ocurren en **todas** las etapas para mantener a los interesados alineados y el historial de riesgo actualizado.

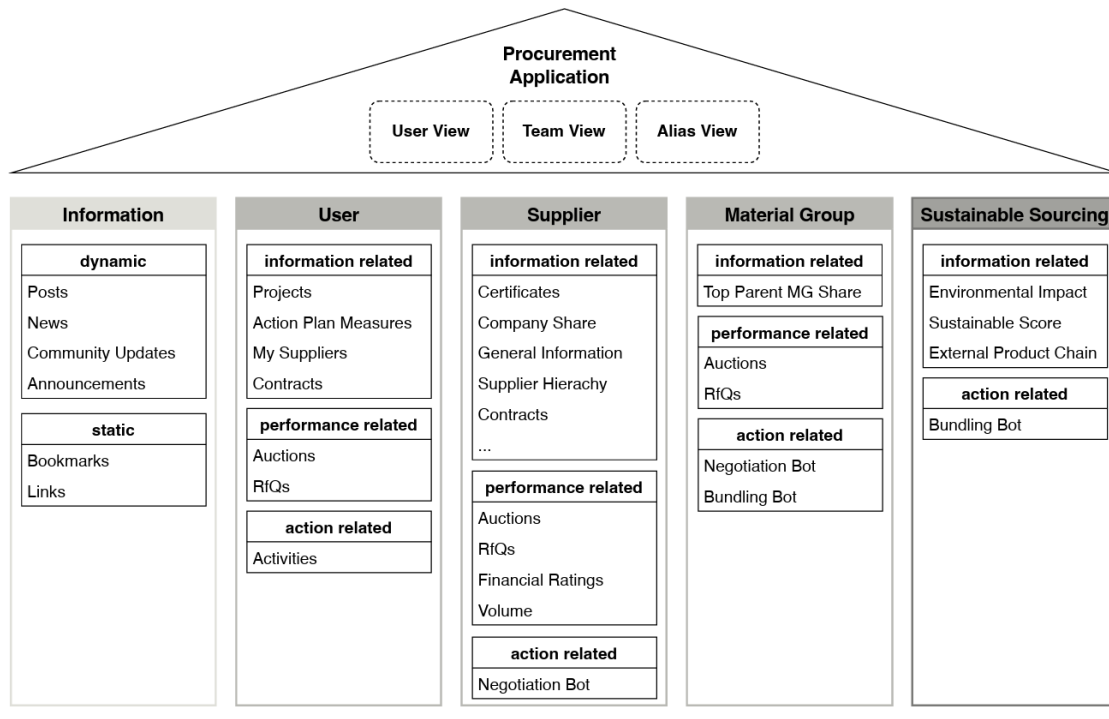
### 2.3.1.9 Gestión de Adquisiciones

La gestión de adquisiciones comprende la planificación, selección, negociación y control de la compra de bienes, servicios o recursos externos necesarios para ejecutar un proyecto. En el contexto de proyectos tecnológicos, como la implementación de inteligencia artificial, es esencial asegurar criterios como funcionalidades técnicas, soporte, escalabilidad, costo total de propiedad y alineación estratégica. En el marco de la gestión de adquisiciones en la implementación de IA para optimizar la planificación de la producción y la cadena de suministros en una empresa acuícola, la gestión de adquisiciones es clave. Es necesario adquirir software de análisis predictivo, licencias de plataformas de IA, servicios de consultoría y posiblemente hardware de procesamiento de datos. Este proceso debe gestionarse con un enfoque estratégico que incluya:

- Evaluación de proveedores tecnológicos.
- Elaboración de términos de referencia detallados.

- Comparación técnica y económica.
- Negociación de contratos con garantías de soporte y entregables.

La gestión adecuada de estas adquisiciones asegura que el proyecto cuente con herramientas robustas y sostenibles, evitando inversiones innecesarias y alineando recursos a los objetivos operativos.



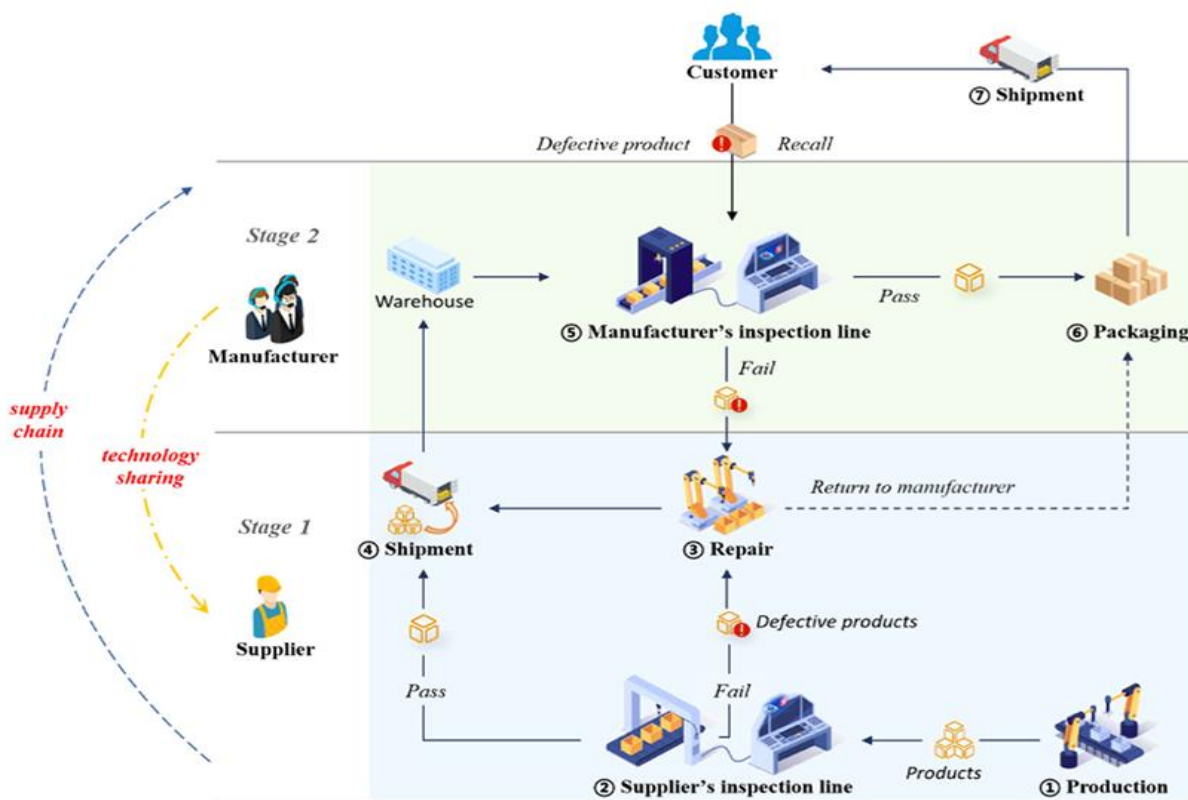
Esta figura ilustra el *Espacio de Trabajo Digital de Adquisiciones*.

(Stütz et al., 2023)

El pilar izquierdo representa el **PIS**, los tres del centro el **PAAS** y el de la derecha el **SSS**. La parte superior indica las distintas vistas. La parte inferior enumera todas las funcionalidades fundamentales.

### 2.3.1.10 Gestión de Calidad

Esta teoría se enfoca en garantizar que los procesos y productos cumplan con estándares definidos. En entornos productivos y logísticos, se relaciona con la trazabilidad, la confiabilidad de procesos y la satisfacción del cliente. El uso de indicadores clave de rendimiento (KPIs) permite monitorear la calidad de forma objetiva. En el marco de implementación de IA, es esencial establecer controles de calidad sobre los datos utilizados, los modelos predictivos y sus recomendaciones. La gestión de calidad asegura que las soluciones tecnológicas generen resultados útiles, reproducibles y alineados con los objetivos productivos de la empresa acuícola.



*El Proceso de inspección de Calidad en Supply Chain*

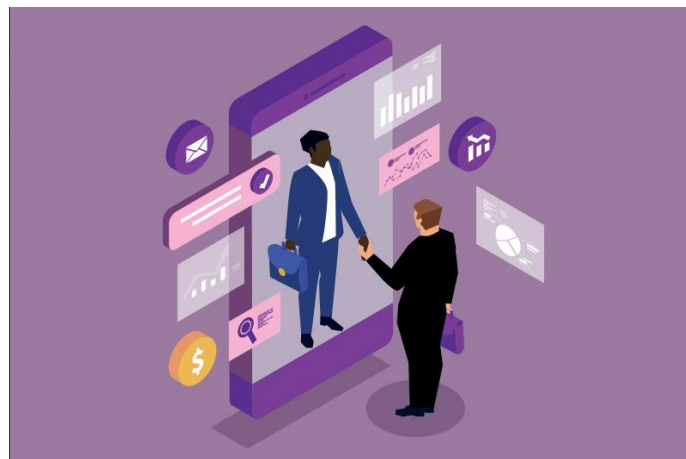
(Pei et al., 2025)

La figura representa un flujo general de inspección de calidad en dos etapas dentro de la cadena de suministro: primero en el proveedor, donde tras la producción los bienes pasan por una línea de verificación y según el resultado se aprueban para envío o se retrabajan si fallan; y luego en el fabricante, que vuelve a inspeccionar, decide entre empaque y despacho al cliente cuando pasan o devolución/reparación cuando no cumplen. El esquema incluye bucles de

retroalimentación (por ejemplo, recall desde el cliente) y resalta la coordinación y el intercambio tecnológico entre proveedor y fabricante para mejorar la trazabilidad y la confiabilidad del proceso.

### 2.3.1.11 Gestión de Recursos y Comunicaciones

La gestión de recursos y comunicaciones es crucial para asegurar que los equipos y la tecnología trabajen juntos de forma coordinada en la ejecución de un proyecto. Esta teoría resulta esencial para la asignación de recursos humanos y técnicos, para asegurar que el proyecto de IA cuente con personal capacitado (analistas, técnicos, supervisores) y con las herramientas tecnológicas necesarias para operar (software, hardware, sistemas de integración). Además, para la comunicación efectiva entre áreas funcionales. Al abarcar diversas áreas (producción, logística, TI, planificación), un plan de comunicación integral permite compartir avances, resolver dudas, alinear expectativas y prevenir resistencias o malentendidos. Con respecto a la planificación y transparencia, un cronograma claro, acompañado de diagramas de Gantt y una matriz de asignación de responsabilidades (RAM), facilita la visibilidad del progreso, mejora la coordinación y genera confianza entre los participantes. Con respecto al cambio cultural y capacitación, nos ayudar a comunicar bien los beneficios de la IA (casos de uso, resultados esperados) y capacitar al personal de manera continua ayuda a construir una cultura organizacional que abraza la transformación digital.



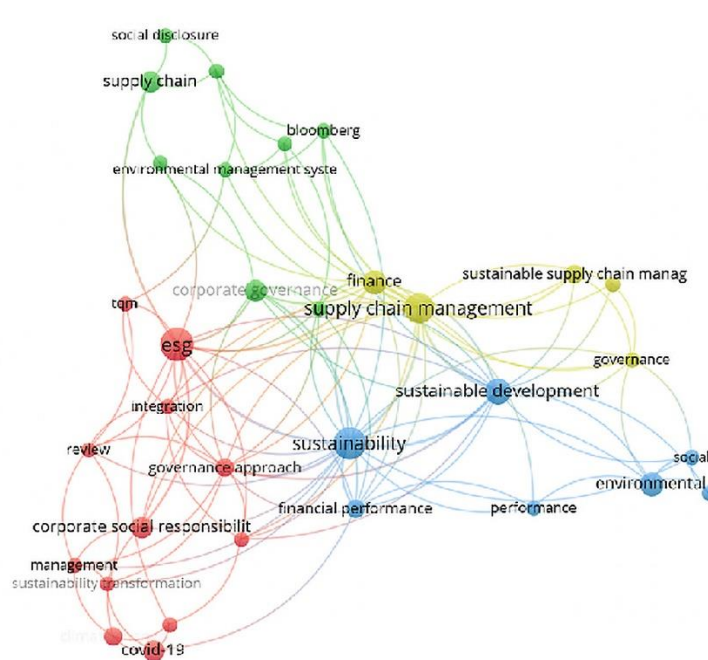
La comunicación —esta única palabra puede determinar el éxito o el fracaso de tu proyecto de sistema de información de adquisiciones (SI).

*(Successfully Communicating in a Digital Procurement Transformation Project, 2025)*

### 2.3.1.12 Impacto Ambiental y Social

Esta teoría analiza cómo las actividades de un proyecto afectan al entorno natural y social. Considera factores como el uso de recursos, generación de residuos, inclusión laboral, impacto en comunidades y la equidad tecnológica.

La implementación de IA en una empresa productora de tilapia debe evaluarse no solo por su rentabilidad, sino también por su impacto ambiental (reducción de desperdicios, eficiencia energética) y social (afectación o mejora del empleo local). Esto es clave para alinear la transformación digital con principios de sostenibilidad y responsabilidad social empresarial.



#### El clúster ambiental

(nodos azules: *environmental*, *sustainability*, *sustainable development*, *performance*)

(Truant et al., 2024)

Concentra los temas ecológicos del corpus. Sus conexiones directas con “**supply chain management**” y “**sustainable supply chain management**” indican que lo ambiental se integra a decisiones logísticas y métricas de desempeño. El nodo “**sustainability**” funciona como **puente** entre lo ambiental y otras dimensiones (económica/social), reflejando su carácter transversal en la literatura.

## **2.3.2 METODOLOGÍAS DESARROLLADAS**

### **2.3.2.1. Aplicaciones de inteligencia artificial en procesos de cadenas de suministros: una revisión sistemática.**

En el estudio realizado por Icarte Ahumada, se aplicó una revisión sistemática de literatura con el objetivo de identificar las principales aplicaciones de inteligencia artificial (IA) en los procesos de la cadena de suministro. Para ello, se seleccionaron artículos científicos publicados en bases de datos reconocidas (ScienceDirect, Scopus, IEEE Xplore, entre otras), utilizando como criterios de búsqueda términos como artificial intelligence, supply chain y SCOR model. El método de recolección de datos en este tipo de estudios se centró en analizar casos documentados (simulados o reales) en diferentes industrias, recopilando información sobre: las técnicas de IA aplicadas (redes neuronales, sistemas expertos, lógica difusa); las variables evaluadas, como la precisión del pronóstico, la reducción de costos, el tiempo de respuesta, el nivel de automatización y la eficiencia de los recursos; el grado de adopción tecnológica en las empresas (porcentaje de procesos automatizados, áreas donde se aplica la IA, niveles de integración). Dentro de las técnicas de IA más utilizadas, se destacaron las redes neuronales artificiales, los sistemas expertos basados en reglas y la lógica difusa, aplicadas principalmente para la predicción de la demanda, la optimización de inventarios y la programación de producción. Las variables comúnmente evaluadas incluyeron la precisión del pronóstico, los niveles de inventario, la eficiencia en el uso de recursos productivos, y el grado de aplicación práctica de estas tecnologías en entornos reales o simulados. Este enfoque permite observar cómo ciertas soluciones tecnológicas se han implementado en entornos productivos reales, identificando tanto los beneficios como las barreras que enfrentan las organizaciones al introducir sistemas basados en inteligencia artificial (Ahumada & A, 2016).

### **2.3.2.2. Inteligencia Artificial en la Cadena de Suministro: Estrategias y Aplicaciones Innovadoras**

La tesis de Xu Ying Guitart se centra en analizar cómo la inteligencia artificial (IA) contribuye a mejorar la sostenibilidad en la cadena de suministro, con especial énfasis en el contexto europeo. La autora plantea que la IA es una herramienta clave para transformar los procesos productivos mediante automatización, análisis de datos y toma de decisiones optimizadas. Para sustentar su investigación, se empleó una metodología basada en la recopilación

de información secundaria a través de revisión documental y estudios de caso, analizando cinco empresas europeas que han integrado soluciones de IA en sus sistemas logísticos y productivos. Los datos fueron extraídos de informes corporativos, literatura científica, portales oficiales y medios de comunicación especializados, permitiendo identificar patrones de implementación, tecnologías aplicadas, áreas de impacto y barreras comunes. En cuanto al funcionamiento de la IA en los sistemas de producción, la tesis señala que su aplicación se concentra en tres áreas principales: pronóstico de la demanda, gestión automatizada de inventarios y optimización de operaciones. Estas funciones se llevan a cabo mediante algoritmos de aprendizaje automático (machine learning), redes neuronales, sistemas de visión por computadora y herramientas de analítica predictiva, que permiten interpretar grandes volúmenes de datos en tiempo real para anticiparse a las necesidades del mercado, reducir desperdicios y tomar decisiones más eficientes. Las empresas analizadas reportaron mejoras significativas en eficiencia, reducción de costos operativos, sostenibilidad ambiental y capacidad de respuesta a la demanda. Sin embargo, también se identificaron desafíos asociados con la implementación de estas tecnologías, como la resistencia al cambio cultural, la necesidad de desarrollar talento digital y la importancia de establecer marcos éticos para el uso de IA. El estudio concluye que, aunque la tecnología tiene un enorme potencial para revolucionar los sistemas productivos, su éxito depende de un enfoque integral que combine herramientas inteligentes con cambios estructurales, visión estratégica y responsabilidad social. En este sentido, la IA no solo se presenta como una herramienta de optimización operativa, sino como un motor transformador para cadenas de suministro más resilientes, sostenibles y humanas (Guitart, 2024).

### **2.3.2.3. Uso Estratégico de la Inteligencia Artificial en la Gestión de la Cadena de Suministro Empresarial**

La tesis analiza el uso estratégico de la inteligencia artificial (IA) en la gestión de la cadena de suministro de Mercadona, con el objetivo de evaluar su impacto en la eficiencia operativa, la toma de decisiones y la sostenibilidad. Para ello, se llevó a cabo una investigación documental con enfoque cualitativo, basada en una revisión exhaustiva de fuentes secundarias, como informes corporativos, artículos científicos, noticias especializadas y documentación interna de la empresa, que permitieron construir un estudio de caso detallado. La recopilación de información se centró en examinar cómo Mercadona ha implementado tecnologías de IA en diferentes eslabones de su

cadena logística y de producción, en especial en tareas como la previsión de la demanda, la automatización del aprovisionamiento, la optimización de rutas de distribución y la mejora en la gestión de inventarios. Estas aplicaciones se basan en sistemas de machine learning, algoritmos predictivos y análisis de big data, los cuales permiten procesar grandes volúmenes de información en tiempo real y anticiparse a fluctuaciones en la demanda, condiciones del mercado o problemas operativos. La IA actúa como un catalizador de eficiencia, permitiendo que los procesos se ajusten dinámicamente a las necesidades del cliente, con una reducción significativa de errores, desperdicios y costes logísticos. El estudio resalta que la inteligencia artificial no se limita a la tecnología, sino que también implica una transformación organizacional, que incluye cambios culturales, capacitación de los empleados y adopción de una mentalidad basada en la mejora continua y en el uso estratégico de la información. En conclusión, la tesis evidencia que la IA aplicada en la cadena de suministro no solo mejora el rendimiento operativo, sino que también fortalece la capacidad de resiliencia empresarial, refuerza el enfoque al cliente y contribuye a una gestión más ágil, inteligente y sostenible del sistema productivo (Fernández Córdoba, 2022).

### **2.3.3 INSTRUMENTOS UTILIZADOS**

#### **2.3.3.1 Aplicaciones de inteligencia artificial en procesos de cadenas de suministros: una revisión sistemática**

El estudio se basó en una revisión sistemática de literatura para identificar y analizar la aplicación de la inteligencia artificial en los procesos de la cadena de suministro. Este enfoque metodológico se utilizó como el instrumento principal para la recolección y análisis de datos, lo que permitió identificar qué técnicas y herramientas de IA han sido aplicadas en este campo. Los hallazgos principales de la investigación señalan que, de 87 artículos revisados, los instrumentos y técnicas de IA más comunes utilizados en otras investigaciones son:

- Algoritmos Genéticos (AG): Empleados en el 50% de los estudios revisados, principalmente para optimizar procesos de planificación (sP Plan) y, en menor medida, en los procesos de entrega (sD Deliver) y fabricación (sM Make).
- Agentes Inteligentes: Representan el 26% de las aplicaciones, enfocados en la planificación de la cadena de suministro y en la toma de decisiones autónomas.

- Redes Neuronales: Aplicadas en un 17.2% de los estudios, principalmente para la predicción de la demanda y la planificación de la producción.
- Lógica Difusa: Empleada en un 12.6% de los casos para manejar la incertidumbre en la selección de proveedores y en la planificación de la producción.
- Minería de Datos: Utilizada en un 9.2% de los estudios para descubrir patrones en grandes conjuntos de datos, apoyando la planificación.
- Ontologías: Presentes en un 6.9% de las aplicaciones para organizar el conocimiento y facilitar la toma de decisiones.
- Árboles de Decisión: La técnica menos utilizada, con solo un 1.15% de los estudios, aplicada en la clasificación y toma de decisiones en la cadena de suministro.

Este análisis detalla que la mayoría de los estudios no utilizan encuestas, entrevistas o simulaciones como instrumentos para generar datos primarios, sino que se enfocan en la aplicación de modelos y algoritmos de IA en casos de estudio o datos existentes. Por lo tanto, no se adjuntan encuestas o cuestionarios en los anexos.

### **2.3.3.2 Inteligencia Artificial en la Cadena de Suministro: Estrategias y Aplicaciones Innovadoras**

El diseño metodológico de esta investigación se basó en una revisión sistemática de literatura. Este instrumento fue utilizado para identificar y analizar la aplicación de la inteligencia artificial en la cadena de suministro, siguiendo un proceso estructurado:

La tabla presentada compara dos bases de datos académicas, “Web of Science (WOS)” y “Scopus”, con relación a una búsqueda sistemática efectuada el 1 de junio de 2024, utilizando las palabras clave "Artificial intelligence+Supply chain+sustainable" en los resúmenes de artículos. La búsqueda inicial reveló 259 documentos en WOS y 208 en Scopus. Tras aplicar un primer filtro que solo consideraba artículos, quedaron 187 y 74 documentos, respectivamente. Un segundo filtro por idioma (inglés y español) redujo los números a 186 en WOS y 71 en Scopus.

Un tercer filtro utilizando "Environment" como palabra clave dejó 46 y 57 documentos, respectivamente. Scopus identificó 13 duplicados en este punto. Finalmente, una revisión manual de títulos y resúmenes redujo la lista a 12 documentos en WOS y 23 en Scopus, demostrando un proceso riguroso para seleccionar literatura relevante para estudios sobre inteligencia artificial aplicada a cadenas de suministro sostenibles.

Tabla 1. Comparativa entre Web of Science y Scopus sobre la búsqueda realizada

Base de datos realizado en 1/6/2024	Web of Science	Scopus
Palabras clave iniciales utilizadas	Artificial intelligence+Supply chain+ sustainable	Artificial intelligence+Supply chain+ sustainable
Zona en la que se buscan las palabras clave	Abstract	Abstract
Número de documentos encontrados en esta ronda	259	208
Filtro 1 (¿qué se ha hecho?)	Document types: Article	Document types: Article
Número de documentos encontrados en esta ronda	187	74
Filtro 2 (¿qué se ha hecho?)	Languages: English, Spanish	Languages: English
Número de documentos encontrados en esta ronda	186	71
Filtro 3 (¿qué se ha hecho?)	Palabras clave: Environment	Palabras clave: Environment
Número de documentos encontrados en esta ronda	46	57
Filtrar: Búsqueda de duplicados	-	Duplicados
Número de documentos encontrados en esta ronda	-	13
Filtrar: Lectura de títulos y resúmenes de artículos	Lectura de títulos y resúmenes	Lectura de títulos y resúmenes
Filtrar: Lectura de títulos y resúmenes de artículos	Lectura de títulos y resúmenes	Lectura de títulos y resúmenes
Número de documentos encontrados en esta ronda	12	23

Se realizó un análisis detallado de los 35 artículos seleccionados. En la tabla a continuación, se enumeró los autores de cada artículo, su objetivo, el país donde se realizó la investigación, si se utilizó metodología cualitativa o cuantitativa, los principales resultados o conclusiones, el nombre de la revista de donde proviene el artículo y la fuente, que es de Scopus o WOS.

### Descripción detallada de los documentos analizados

	Autor/es (Año de publicación)	Título	Objetivo	País de investigación realizado	Metodología	Principales resultados / conclusiones	Fuente	Scopus / WOS
1	Hong & Xiao (2024)	Digital Economy Structuring for Sustainable Development: The Role of Blockchain and Artificial Intelligence in Improving Supply Chain and Reducing Negative Environmental Impacts	Este estudio examina cómo el blockchain y la IA mejoran la eficiencia y la sostenibilidad de la cadena de suministro en la economía digital.	China	Cuantitativa y cualitativa	El estudio destaca cómo blockchain y la IA impulsan la transparencia y la gestión de recursos, instando a su uso en marcos sostenibles.	Scientific Reports, 14(1), 3912	Scopus / WOS
2	Ismail et al (2024)	Toward Supply Chain 5.0: An Integrated Multi-Criteria Decision-Making Models for Sustainable and Resilience Enterprise	Construir un modelo de valoración utilizando IA y big data para mejorar las cadenas de suministro sostenibles y resilientes.	Egipto	Cuantitativa y cualitativa	Validación de un modelo de evaluación de la sostenibilidad y la resistencia de las empresas; puesta de relieve de indicadores clave para la eficiencia de las operaciones de la cadena de suministro.	Decision Making: Applications in Management and Engineering, 7(1), pp. 160–186	Scopus
3	Ahmed et al. (2024)	Disruptive supply chain technology assessment for sustainability journey: A framework of probabilistic group decision making	Evaluar el impacto de las tecnologías disruptivas en las prácticas sostenibles de la cadena de suministro en las economías emergentes.	Bangladesh	Cuantitativa	Se han identificado las principales tecnologías disruptivas que mejoran la sostenibilidad de la cadena de suministro, siendo IoT, la fabricación en la nube y la IA las más cruciales.	Helicon, 10(4), e25630	Scopus / WOS
4	Bag & Rahman. (2023)	Navigating circular economy: Unleashing the potential of political and supply chain analytics skills among top supply chain executives for environmental orientation, regenerative supply chain practices, and supply chain viability	Este estudio puso a prueba un modelo teórico que utiliza la visión basada en los recursos naturales para explorar cómo las habilidades políticas y analíticas de los altos ejecutivos de la cadena de suministro influyen en la orientación ambiental y la viabilidad.	India	Cuantitativa y cualitativa	Los resultados también demostraron que la cultura analítica de big data impulsada por la IA de una empresa mejora la solidez de estas relaciones. El presente estudio amplía la base de conocimientos al integrar los dos conceptos únicos de digitalización y economía circular.	Business Strategy and the Environment, 33(2), pp. 504–528	Scopus / WOS
5	Ivanova & Shkrobot (2023)	DIGITALIZATION IN THE REVERSE SUPPLY CHAIN: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS	Investigar y analizar el potencial transformador de la digitalización en la cadena de suministro inversa.	Ucrania	Cuantitativa	Las tecnologías digitales como IoT, AI y blockchain pueden mejorar la eficiencia, la sostenibilidad y la transparencia de las cadenas de suministro inversas, transformando potencialmente las operaciones y las prácticas de sostenibilidad en diversas industrias.	Logforum, 19(4), pp. 683–702, 11	Scopus / WOS
6	Dwivedi et al (2023)	Evolution of artificial intelligence research in Technological Forecasting and Social Change: Research topics, trends, and future directions	Mapear la estructura intelectual y conceptual de la investigación sobre IA en la revista «Technological Forecasting and Social Change».	Reino Unido, India, Qatar, Francia	Cuantitativa	Se identificaron ocho temas clave en la investigación sobre IA, mostrando tendencias e impactos disciplinarios en diversos campos como los negocios, la gestión y la contabilidad, y las ciencias sociales.	Technological Forecasting and Social Change, 192, 122579	Scopus / WOS
7	Allahham et al. (2023)	Big Data Analytics and AI for Green Supply Chain Integration and Sustainability in Hospitals	Explorar cómo la analítica de big data y la IA mejoran la sostenibilidad en las cadenas de suministro hospitalarias.	Jordania	Cuantitativa	La analítica de big data y la IA mejoran significativamente la sostenibilidad de la cadena de suministro hospitalaria mediante la optimización del inventario, la reducción de los residuos y la mejora de la eficiencia.	WSEAS Transactions on Environment and Development, 19, pp. 1218–1230	Scopus
8	Nayal et al. (2022)	Supply chain firm performance in circular economy and digital era to achieve sustainable development goals	Examinar la relación entre la flexibilidad, la adopción de AI-IoT y el rendimiento de la empresa de la cadena de suministro bajo una economía circular.	India	Cuantitativa	La información y la flexibilidad organizativa impactan significativamente en la adopción de AI-IoT, influyendo en el rendimiento de la empresa de la cadena de suministro. La economía circular afecta a esta relación.	Business Strategy and the Environment, 31(3), pp. 1058–1073	Scopus
9	Javadi et al. (2022)	Understanding the adoption of Industry 4.0 technologies in improving environmental sustainability	Explorar cómo las tecnologías de la Industria 4.0 ayudan a crear prácticas medioambientales sostenibles en la fabricación.	India, Chile	Cualitativa	Las tecnologías de la Industria 4.0 promueven la sostenibilidad ambiental en la fabricación mediante la integración de tecnologías avanzadas para una mejor eficiencia y uso de los recursos.	Sustainable Operations and Computers, 3, pp. 203–217	Scopus
10	Lee(2021)	Transformation of the Innovative and Sustainable Supply Chain with Upcoming Real-Time Fashion Systems	Proponer un marco de cadena de suministro para sistemas de moda innovadores y sostenibles en tiempo real que utilicen IA y TIC.	Corea del Sur	Cualitativa	Los productos de moda digital en 3D en la cadena de suministro RTFS ahorran tiempo y dinero, mejorando la seguridad y la confianza con un servicio personalizado.	Sustainability (Switzerland), 13(3), 1081	Scopus
11	Scholz et al. (2018)	Unintended side effects of the digital transition: European scientists' messages from a proposition-based expert round table	Explorar los efectos secundarios imprevistos de la transición digital mediante propuestas y debates de expertos	Europa	Cualitativa	Se identifican los principales efectos de la transición digital que pasan desapercibidos y la necesidad de enfoques transdisciplinarios para abordarlos.	Sustainability (Switzerland), 10(6), 2001	Scopus

12	Wang(2022)	Linking AI supply chain strength to sustainable development and innovation: A country-level analysis	Explorar el impacto de la eficiencia de la cadena de suministro mejorada por la IA en el desarrollo sostenible y la innovación a nivel nacional.	China	Cuantitativa	La eficiencia de la cadena de suministro de IA se correlaciona positivamente con el desarrollo sostenible y la innovación, mejorando el rendimiento empresarial y medioambiental.	Expert Systems, 41(5), e12973	Scopus / WOS
13	Naz et al. (2022)	Is artificial intelligence an enabler of supply chain resiliency post COVID-19? An exploratory state-of-the-art review for future research	Explorar cómo la IA puede mejorar la resistencia de la cadena de suministro después de COVID-19.	Global	Cualitativa	La IA mejora significativamente la capacidad de recuperación de la cadena de suministro después de COVID-19, proporcionando un apoyo crucial para gestionar las interrupciones y mejorar la eficiencia operativa.	Operations Management Research, 15(1-2), pp. 378–398	Scopus
14	Naz et al. (2022)	Reviewing the applications of artificial intelligence in sustainable supply chains: Exploring research propositions for future directions	Explorar el papel de la IA en la mejora de los modelos de cadena de suministro sostenible y los procesos de toma de decisiones.	Hungría, India, Reino Unido y Estados Unidos.	Cualitativa	La IA mejora significativamente la eficiencia, la transparencia y la sostenibilidad de la gestión de la cadena de suministro en diversos sectores.	Business Strategy and the Environment, 31(5), pp. 2400–2423	Scopus
15	Arumozhi et al. (2022)	Application of blockchain and smart contracts in autonomous vehicle supply chains: An experimental design	Investigar cómo la IA y Blockchain mejoran las operaciones sostenibles de la cadena de suministro en la industria audiovisual.	Singapur, Francia, Australia y Reino Unido	Cuantitativa	Demuestra que la IA y Blockchain pueden reducir el desperdicio de energía y las transacciones financieras en las cadenas de suministro en un 12,48% y un 11,58%, respectivamente.	Transportation Management Research Part E: Logistics and Transportation Review, 165, 102864	Scopus
16	Long et al. (2023)	Intelligent selection of healthcare supply chain mode – an applied research based on artificial intelligence	Utilizar la IA para tomar decisiones inteligentes en la selección de modos de la cadena de suministro sanitaria.	China	Cuantitativa	Los métodos de IA superan a las técnicas de selección tradicionales en la optimización de los modos de la cadena de suministro sanitaria.	Frontiers in Public Health, 11, 1310016	Scopus
17	Tsolikis et al.(2023)	Artificial intelligence and blockchain implementation in supply chains: a pathway to sustainability and data monetisation?	Explorar la implementación conjunta de IA y Blockchain en las cadenas de suministro para mejorar las operaciones y la sostenibilidad.	Tailandia	Cuantitativa	El uso combinado de IA y Blockchain puede mejorar significativamente la transparencia y la eficiencia en las cadenas de suministro.	Annals of Operations Research, 327(1), pp. 157–210	Scopus
18	Panigrahi et al. (2023)	AI Chatbot Adoption in SMEs for Sustainable Manufacturing Supply Chain Performance: A Meditational Research in an Emerging Country	Evaluar cómo los chatbots de IA repercuten en el rendimiento sostenible de la cadena de suministro de fabricación en pequeñas y medianas empresas.	India	Cuantitativa	Los chatbots de IA afectan positivamente al rendimiento sostenible de la cadena de suministro al mejorar la visibilidad de la cadena de suministro y la capacidad de innovación.	Sustainability (Switzerland), 15(18), 13743	Scopus

19	Ghouri et al.(2023)	An Artificial-Intelligence-Based omnichannel blood supply chain: A pathway for sustainable development	Analizar protocolos basados en la tecnología para gestionar la eficiencia de la cadena de suministro de sangre.	Pakistán	Cualitativa	La integración de la IA y las estrategias omnichannel mejoran la eficiencia de la gestión de la cadena de suministro de sangre.	Journal of Business Research, 164, 113980	Scopus
20	Pan & Nishant (2023)	Artificial intelligence for digital sustainability: An insight into domain-specific research and future directions	Desarrollar un marco para evaluar el papel de la IA en la mejora de la sostenibilidad digital en diferentes ámbitos.	Global	Cualitativa	La IA apoya significativamente las iniciativas de sostenibilidad digital, influyendo en las prácticas de diversos ámbitos.	International Journal of Information Management, 72, 102668	Scopus
21	Maghsoudi et al.(2023)	Co-authorship network analysis of AI applications in sustainable supply chains: Key players and themes	Investigar las aplicaciones de la IA en las cadenas de suministro sostenibles mediante el análisis de redes sociales, revelando la dinámica de colaboración y los principales actores influyentes en el campo.	Irán	Cuantitativa	El estudio encontró colaboraciones significativas entre autores e instituciones dentro de las aplicaciones de IA en cadenas de suministro sostenibles, destacando autores clave y futuras tendencias de investigación en el campo.	Journal of Cleaner Production, 422, 138472	Scopus
22	Singh et al.(2023)	Identifying issues in adoption of AI practices in construction supply chains: towards managing sustainability	Identificar y priorizar los problemas en la adopción de la IA en las cadenas de suministro de la construcción.	India	Cuantitativa	Los principales problemas que afectan a la adopción de la IA en las cadenas de suministro de la construcción incluyen la falta de confianza en los resultados de la IA y el riesgo y el coste asociados a los proyectos de construcción.	Operations Management Research, 16(4), pp. 1667–1683	Scopus
23	Rashid et al. (2024)	Big data analytics-artificial intelligence and sustainable performance through green supply chain practices in manufacturing firms of a developing country	Examinar el impacto de la analítica de macrodatos y la inteligencia artificial en el rendimiento sostenible a través de la colaboración ecológica en la cadena de suministro de las empresas manufactureras paquistaníes.	Pakistán	Cuantitativa	El estudio encontró que el análisis de big data y la inteligencia artificial mejoran significativamente la colaboración ecológica en la cadena de suministro, lo que a su vez afecta positivamente el rendimiento sostenible.	Journal of Science and Technology Policy Management	Scopus
24	Kazancoglu et al.(2022)	Using emerging technologies to improve the sustainability and resilience of supply chains in a fuzzy environment in the context of COVID-19	Investigar la aplicación de tecnologías emergentes para mejorar la sostenibilidad y resistencia de las cadenas de suministro en un entorno difuso durante la era COVID-19.	Turquía, India y Francia	Cuantitativa	La investigación identificó áreas problemáticas clave dentro de las cadenas de suministro durante la pandemia COVID-19 y sugirió tecnologías impulsadas por IA como soluciones potenciales para mejorar la resistencia y la sostenibilidad de la cadena de suministro.	ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH, 322(1), pp. 217–240	WOS

25	Gholipour et al. (2024)	Designing an optimal multi-objective model for a sustainable closed-loop supply chain: a case study of pomegranate in Iran	Disear un modelo óptimo multiobjetivo para una cadena de suministro sostenible de circuito cerrado utilizando granadas en Irán	Irán	Cuantitativa	El estudio minimizó con éxito los costes, redujo los riesgos de suministro y aumentó los beneficios para los jardineros y los inversores en los sectores de la agricultura pública y sin ánimo de lucro en Irán	ENVIRONMENT DEVELOPMENT AND SUSTAINABILITY 26 (2) . pp.3993-4027	WOS
26	Dhamija & Bag (2020)	Role of artificial intelligence in operations environment: a review and bibliometric analysis	Revisar y analizar trabajos significativos sobre inteligencia artificial dentro de la gestión de operaciones.	Sudáfrica	Cualitativa	Identificación de temas significativos para la futura investigación sobre IA en operaciones, destacando la importancia de la IA para las transformaciones operativas.	TQM JOURNAL 32 (4) . pp.869-896	WOS
27	Onyeka et al. (2023)	Using Artificial Intelligence to Tackle Food Waste and Enhance the Circular Economy: Maximising Resource Efficiency and Minimising Environmental Impact: A Review	Explorar el papel de la IA en la lucha contra el desperdicio de alimentos y la mejora de la economía circular para la sostenibilidad.	Global	Cualitativa	La IA reduce eficazmente el desperdicio de alimentos, mejorando las prácticas de economía circular y la sostenibilidad de los sistemas alimentarios.	SUSTAINABILITY 15(13)	WOS
28	Lorente-Leyva et al. (2024)	A conceptual framework for the operations planning of the textile supply chains: Insights for sustainable and smart planning in uncertain and dynamic contexts	Desarrollar un marco para la planificación sostenible e inteligente de operaciones en cadenas de suministro textiles dinámicas e inciertas. País: En la investigación participan instituciones de Ecuador, España y Marruecos.	Ecuador, España y Marruecos	Cualitativa	El trabajo propone un nuevo marco conceptual para apoyar el desarrollo y estudio de modelos de planificación de operaciones dentro de las cadenas de suministro textil, enfatizando la sostenibilidad y adaptabilidad en entornos dinámicos.	COMPUTERS INDUSTRIAL ENGINEERING 187	WOS
29	Bag & Pretouris. (2020)	Relationships between industry 4.0, sustainable manufacturing and circular economy: proposal of a research framework	Revisar los últimos artículos en el ámbito de la Industria 4.0, la fabricación sostenible y la economía circular, así como desarrollar un marco de investigación que muestre los caminos clave.	Global	Cualitativa	La fabricación sostenible es la única opción de que disponen los fabricantes para contribuir a la transición a una economía circular. Este marco de investigación puede ayudar a las empresas a mejorar sus capacidades en materia de economía circular.	INTERNATIONAL JOURNAL OF ORGANIZATION ANALYSIS 30(4), pp.864-898	WOS
30	Wu et al. (2022)	A Review on the Adoption of AI, BC, and IoT in Sustainability Research	Examinar la adopción potencial de AI, BC e IoT para la investigación de la sostenibilidad a través de una revisión de la literatura	Global	Cualitativa	AI, BC e IoT son impulsores tecnológicos críticos para la sostenibilidad, que influyen significativamente en los sistemas naturales y humanos en diversos sectores.	Sustainability 2022, 14(13), 7851	WOS
31	Gupta & Jauhar. (2023)	Digital innovation: An essence for Industry 4.0	Examinar por qué la innovación digital es crucial para que las organizaciones sobrevivan en la Industria 4.0	Suecia e India	Cualitativa	La innovación digital es esencial para que las organizaciones se adapten y prosperen en la nueva era de la Industria 4.0, impactando en diversas prácticas empresariales y tecnológicas.	THUNDERBIRD INTERNATIONAL BUSINESS REVIEW 65(3), PP279-292	WOS
32	Thomas et al. (2024)	The case for a broader approach to AI assurance: addressing "hidden" harms in the development of artificial intelligence	Proponer un enfoque más amplio de la garantía de la IA que aborde los daños ocultos en el desarrollo de la IA	Reino Unido, Estados Unidos e Italia	Cualitativa	Destaca la necesidad de un marco de garantía de la IA más amplio que aborde los daños colectivos y sociales previos.	AI & SOCIETY	WOS
33	Krstić et al. (2022)	Evaluation of the smart reverse logistics development scenarios using a novel MCDM model	Seleccionar el escenario de desarrollo de logística inversa inteligente más prometedor para los sistemas sostenibles de economía circular	Global	Cuantitativa	El estudio seleccionó con éxito un escenario de desarrollo que equilibra la amplia aplicación de las tecnologías de la Industria 4.0 con los recursos necesarios, proporcionando una guía para la toma de decisiones en la construcción de sistemas sostenibles.	CLEANER ENVIRONMENTAL SYSTEMS 7	WOS
34	Roux et al. (2023)	Small and medium-sized enterprises as technology innovation intermediaries in sustainable business ecosystem: interplay between AI adoption, low carbon management and resilience	Examinar la influencia de la IA en la productividad de la cadena de suministro, la gestión de bajas emisiones de carbono y la resiliencia a través de las capacidades organizativas de las PYME	Vietnam	Cuantitativa	La capacidad de cambio organizativo facilita significativamente la adopción de la IA, lo que mejora la productividad de la cadena de suministro, la resiliencia y la gestión de bajas emisiones de carbono en las PYME	ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH	Scopus / WOS
35	Gamal et al. (2023)	Consideration of disruptive technologies and supply chain sustainability through a discounting AHP-VIKOR: calibration, validation, analysis, and methods	Investigar el impacto de las tecnologías disruptivas en la sostenibilidad de la cadena de suministro, empleando métodos de toma de decisiones multicriterio	Global	Cuantitativa	El estudio identificó y clasificó el impacto de varias tecnologías disruptivas en la sostenibilidad de la cadena de suministro, enfatizando el papel significativo de las tecnologías de IA e IoT	SOFT COMPUTING	WOS

Fuente: Elaboración propia basado en base de datos

Es importante destacar que esta tesis no utilizó encuestas o entrevistas para obtener datos primarios, ya que su enfoque principal fue la revisión bibliográfica. El documento se centra en las tendencias generales de la aplicación de la IA en la cadena de suministro, sin desglosar porcentajes específicos de cada técnica, ya que este análisis fue realizado en otros estudios. Por lo tanto, no se adjunta ningún cuestionario o formato de entrevista.

### **2.3.3.3 Uso Estratégico de la Inteligencia Artificial en la Gestión de la Cadena de Suministro Empresarial**

A diferencia de un estudio de campo que recolecta datos primarios, esta investigación se basó en un enfoque metodológico mixto que combinó el análisis de la literatura existente con la revisión de casos empresariales relevantes para examinar el uso de la inteligencia artificial en la cadena de suministro. Los instrumentos utilizados se centraron en el análisis de información secundaria, aplicando las siguientes técnicas:

- **Revisión Sistemática de Literatura:** Consistió en la búsqueda, selección y análisis de artículos científicos, tesis y documentos para identificar las técnicas de IA aplicadas en la cadena de suministro. Esto permitió recopilar datos de fuentes confiables y documentar el estado actual del tema.
- **Análisis Documental y de Casos Empresariales:** Se utilizó para descomponer y examinar críticamente la información recopilada. Los datos se obtuvieron directamente de informes y estudios de casos de empresas líderes que ya han implementado la inteligencia artificial en sus operaciones. Los ejemplos de esta aplicación incluyen:
  - **Walmart y Procter & Gamble:** Utilizaron sistemas de predicción de demanda basados en IA y algoritmos de aprendizaje automático para analizar datos de ventas históricos, tendencias del mercado y factores estacionales. Como resultado, Walmart redujo sus niveles de inventario en un 20% y mejoró la precisión de sus pronósticos en un 15%.
  - **Amazon:** Empleó algoritmos avanzados para analizar datos de ventas en tiempo real, reseñas de productos y tendencias de búsqueda, lo que resultó en una reducción del 25% en los costos de inventario y una mejora del 30% en la disponibilidad de productos.
  - **DHL:** Implementó sistemas de mantenimiento predictivo en su flota de vehículos

para monitorear el estado de los camiones. Esta aplicación de IA llevó a una reducción del 25% en los tiempos de inactividad de la flota.

- General Electric y Rolls-Royce: Invirtieron en sistemas de mantenimiento predictivo basados en IA para monitorear el estado de sus activos y prevenir fallas mecánicas. General Electric logró reducir sus costos de mantenimiento en un 20%.
- Métodos Analíticos, Inductivos y Deductivos: Estos métodos se aplicaron para procesar y examinar la información documental. El método analítico se usó para desglosar la literatura, mientras que el inductivo se aplicó para identificar patrones y tendencias emergentes a partir de los datos recopilados de los casos empresariales.

Como se puede ver, este estudio se basó en la evidencia de investigaciones y reportes existentes, no en la recolección de datos primarios. Por lo tanto, no se adjuntan encuestas o cuestionarios en los anexos.

## **2.3 MARCO LEGAL**

### **2.4.1 Ley para la Promoción y Protección de Inversiones (Honduras)**

Esta ley garantiza la seguridad jurídica y promueve la inversión en sectores productivos, incluyendo el uso de tecnología e innovación. Es clave para respaldar la implementación de sistemas inteligentes en la industria.

*(Secretaría de Desarrollo Económico, n.d.)*

### **2.4.2 Código de Trabajo de Honduras**

El Código de Trabajo de Honduras establece las normas para la regulación de las relaciones laborales, garantizando tanto los derechos como las obligaciones de empleadores y trabajadores. La adopción de herramientas de inteligencia artificial en la planificación de la producción y la cadena de suministros plantea la necesidad de garantizar que el personal involucrado cuente con la preparación, capacitación y adaptabilidad requeridos para responder a los cambios tecnológicos.

Esta norma exige a las empresas que realicen inmediatamente programas efectivos de entrenamiento y capacitación de los trabajadores hondureños; y presentar semestralmente o cuando sean requerido, informes detallados de los puestos ocupados

(“Código del Trabajo de Honduras de 1959,” 2025)

#### **2.4.3 Ley de Protección de Datos Personales (Honduras)**

Esta normativa garantiza que la adopción de soluciones de IA respete principios básicos como la licitud, finalidad, consentimiento informado, seguridad y responsabilidad en el manejo de la información. De esta manera, respalda que la digitalización de los procesos productivos no solo mejore la eficiencia y la adaptabilidad, sino que lo haga en cumplimiento con los derechos de las personas y la legalidad correspondiente.

Los responsables del tratamiento de datos personales deberán garantizar que estos sean recolectados para finalidades específicas, explícitas y legítimas, y no serán tratados ulteriormente de manera incompatible con dichas finalidades (Instituto de Acceso a la Información Pública de Honduras, 2014).

#### **2.4.4 Estrategia Nacional de Transformación Digital: Honduras 2022–2030**

Impulsa la adopción de herramientas digitales y la inteligencia artificial en los sectores productivos estratégicos para garantizar la eficiencia operativa, la resiliencia y la sostenibilidad en un entorno económico y social en constante evolución

(*Secretaría de Desarrollo Económico*, n.d.)

#### **2.4.5 Código Alimentario Centroamericano (CAC)**

Todos los productos alimenticios comercializados en la región centroamericana deben garantizar la inocuidad y cumplir con criterios de seguimiento y control en todas las etapas de la producción, transporte y distribución, para garantizar la seguridad alimentaria y la salud pública

(“Mercado Común Centroamericano,” 2025)

#### **2.4.6 Código de Conducta para la Pesca Responsable (FAO)**

Los Estados deben promover prácticas que aseguren la conservación, el uso responsable y la gestión sostenible de los recursos vivos acuáticos, garantizando la equidad social y económica para las comunidades dependientes de la pesca y la acuicultura

*(FAO Departamento de Pesca Código de Conducta Para La Pesca Responsable, n.d.)*

#### **2.4.7 Convenios Internacionales aplicables a la Acuicultura**

##### **2.4.7.1 Global G.A.P.**

GlobalG.A.P. promueve estándares que garantizan la seguridad alimentaria, la sostenibilidad ambiental y el bienestar social en las prácticas agrícolas y acuícolas, facilitando el acceso a mercados internacionales y mejorando la confianza de los consumidores.

*(GLOBALG.A.P. | Smart Farm Assurance Solutions, n.d.)*

##### **2.4.7.2 Aquaculture Stewardship Council (ASC)**

La certificación ASC promueve prácticas acuícolas responsables que garantizan la protección del medio ambiente, el bienestar social y la trazabilidad completa del producto desde la granja hasta el consumidor final.

*(ASC Programme Centre Beta, n.d.)*

#### **2.4.8 UNESCO – Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial (2021)**

La inteligencia artificial debería contribuir al logro de un crecimiento económico sostenible e inclusivo, promoviendo principios de responsabilidad, equidad, no discriminación, seguridad y respeto por los derechos humanos en todas sus aplicaciones” (Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial

*(Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial | UNESCO, n.d.)*

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

### **3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA**

El presente capítulo describe la estructura y diseño metodológico utilizado para llevar a cabo la investigación IA en la planificación de la producción y la cadena de suministros en empresas productoras de tilapia. El propósito de este apartado es garantizar que cada decisión tomada en la definición del método de investigación permita responder de manera clara y eficaz a los objetivos planteados y a las preguntas que guían este estudio.

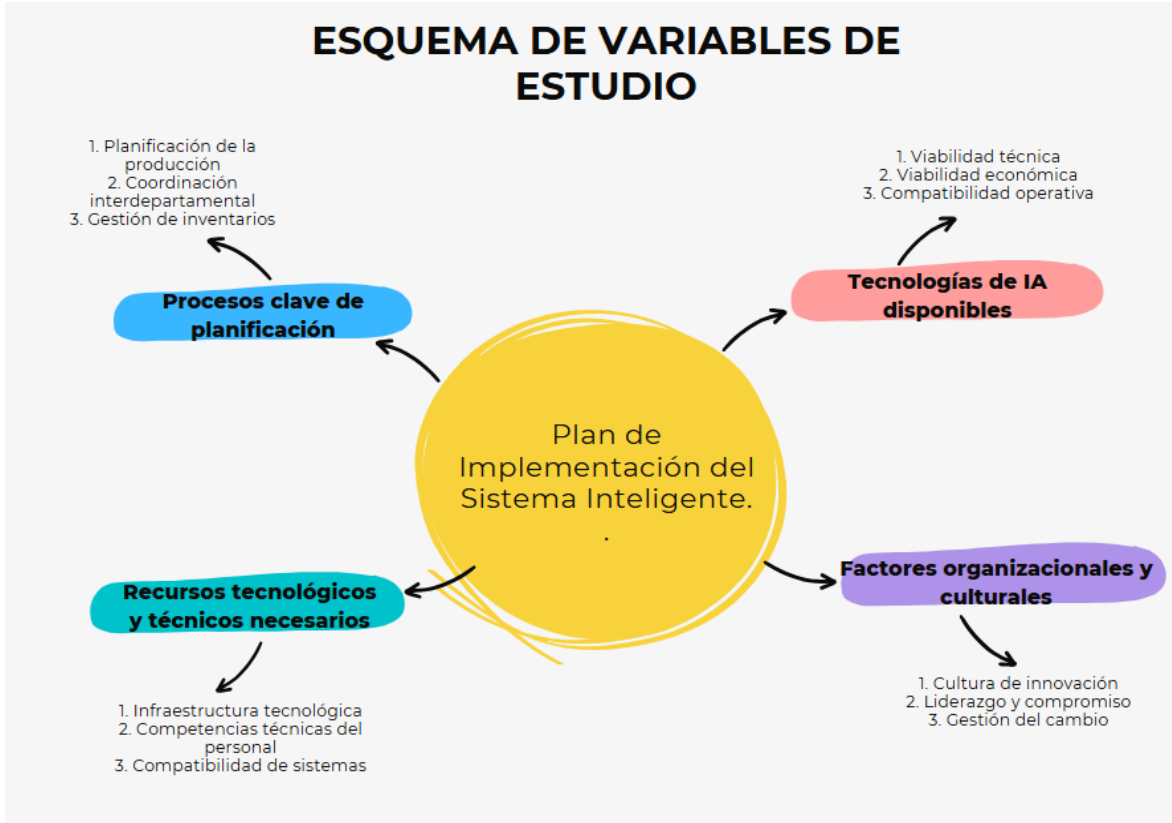
La investigación adopta un diseño coherente y adaptado a la realidad de la producción acuícola, donde la necesidad de responder a variables cambiantes, demandas del mercado e indicadores de eficiencia exige herramientas analíticas basadas en datos. Por ello, se presenta en esta sección la selección del enfoque de investigación, la estrategia para la recolección de datos y la determinación de la población y muestra, considerando tanto criterios técnicos como prácticos para garantizar la representatividad de la información obtenida.

Así mismo, este capítulo detalla las técnicas e instrumentos seleccionados para evaluar la adopción de herramientas de inteligencia artificial en la planificación de la producción y la cadena de suministros, abordando criterios de validez, confiabilidad y relevancia para garantizar que los resultados alcanzados contribuyen al logro de los objetivos propuestos. Se especifica, además, la manera en que la información será procesada y analizada para garantizar conclusiones consistentes y aplicables al sector acuícola, promoviendo criterios claros para evaluar el impacto de la inteligencia artificial en la eficiencia y adaptabilidad de estos sistemas productivos.

### 3.1.1 MATRIZ METODOLÓGICA

<b>MATRIZ DE CONGRUENCIA METODOLÓGICA</b>			
<b>TITULO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>VARIABLES</b>
	<b>GENERAL</b>	<b>ESPECIFICOS</b>	
IA EN LA PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN Y CADENA DE SUMINISTROS	Analizar los factores claves para el diseño de un sistema de planificación basado en inteligencia artificial para optimizar la coordinación entre las áreas de producción, cadena de suministro y ventas en una empresa de producción de tilapia.	Analizar los principales procesos y factores operativos actuales de una empresa productora de tilapia.	Procesos claves de planificación.
		Analizar los requerimientos y adaptación técnicos para la implementación de tecnologías de inteligencia artificial en las empresas productoras de tilapia.	Recursos tecnológicos y técnicos necesarios.
		Evaluar las tecnologías de inteligencia artificial disponibles que se ajusten a las necesidades de una empresa productora de tilapia, considerando su viabilidad técnica, económica y compatibilidad con los sistemas existentes.	Tecnologías de IA disponibles.
		Analizar los principales desafíos organizacionales y culturales para la adopción de un sistema de planificación inteligente.	Factores organizacionales y culturales.
		Diseñar un plan para la implementación de un sistema inteligente de planificación basado en IA en las empresas productoras de tilapia, que incluya lineamientos, estrategias y criterios de evaluación del impacto esperado.	Plan de implementación del sistema inteligente.

### 3.1.2 ESQUEMA DE VARIABLES DE ESTUDIO



### 3.1.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

**MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES**

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	POBLACION QUE TIENE ESTA INFORMACION
	Procesos clave de planificación	Conjunto de actividades, procedimientos y herramientas para organizar y coordinar la producción, inventarios y actividades de una empresa productora de tilapia.	Se mide a través del cumplimiento de cronogramas, la frecuencia de reuniones de coordinación y la exactitud en la planificación de inventarios.	1. Planificación de la producción	Exactitud de los planes vs. producción real	P1: Supervisores de Operaciones y Logística
2. Coordinación interdepartamental				Nivel de alineación entre planificación, logística y ventas	P2: jefes y Gerentes de Planificación e Informática	
3. Gestión de inventarios				Diferencia entre inventario registrado y físico	P1: Supervisores de Operaciones y Logística	

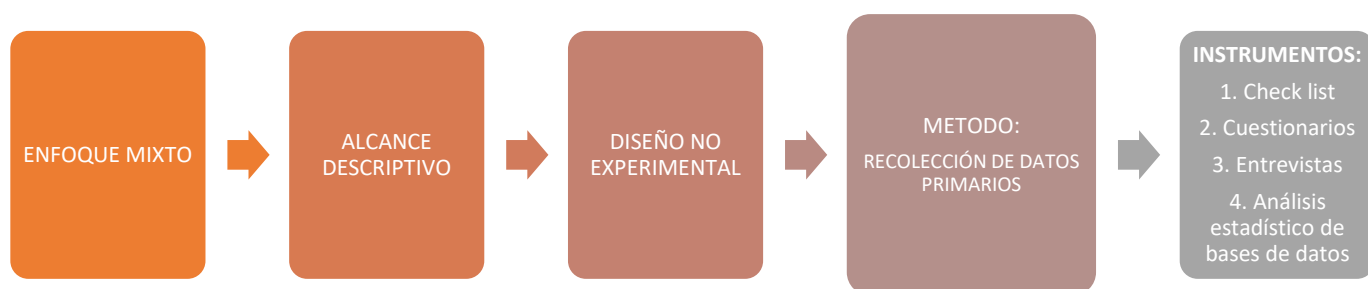
IA EN LA PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN Y CADENA DE SUMINISTROS	Recursos tecnológicos y técnicos necesarios	Conjunto de herramientas, equipos, competencias y sistemas requeridos para garantizar la adopción de inteligencia artificial en la planificación de la producción y la cadena de suministro.	Se mide a través de la capacidad de la infraestructura tecnológica, competencias del personal y compatibilidad de los sistemas existentes.	1. Infraestructura tecnológica	Disponibilidad y capacidad de hardware/software	P4: Expertos externos o Consultores en Logística y Tecnología
				2. Competencias técnicas	Nivel de capacitación del personal en ML/AI	P4: Expertos externos o Consultores en Logística y Tecnología
				3. Compatibilidad de sistemas	Existencia de integración entre plataformas actuales	P4: Expertos externos o Consultores en Logística y Tecnología
	Tecnologías de IA disponibles	Conjunto de herramientas, algoritmos y aplicaciones de inteligencia artificial que pueden implementarse en la empresa para apoyar la planificación de la producción y la cadena de suministro.	Se mide a través de criterios de compatibilidad técnica, factibilidad financiera y adaptabilidad a los procesos actuales de la empresa.	1. Viabilidad técnica	Funcionalidades disponibles aplicables a la cadena	P4: Expertos externos o Consultores en Logística y Tecnología
				2. Viabilidad económica	Relación costo-beneficio de adopción	P2: jefes y Gerentes de Planificación e Informática
				3. Compatibilidad operativa	Nivel de adaptación de IA al flujo actual de trabajo	P1: Supervisores de Operaciones y Logística
	Factores organizacionales y culturales	Elementos internos de la empresa que afectan la adopción de un sistema inteligente de planificación, considerando aspectos de liderazgo, cultura de innovación y actitud al cambio.	Se mide a través de la apertura al cambio, nivel de involucramiento de la dirección y actividades de preparación para la adopción de nuevas herramientas.	1. Cultura de innovación	Resistencia al cambio	P1: Supervisores de Operaciones y Logística
				2. Liderazgo y compromiso	Apoyo de la alta gerencia en el cambio	P2: jefes y Gerentes de Planificación e Informática
				3. Gestión del cambio	Existencia de programas de formación y adaptación	P1: Supervisores de Operaciones y Logística

### 3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

La presente investigación adopta un enfoque mixto, ya que integra herramientas de análisis cuantitativo (cuestionarios, análisis estadístico, modelado predictivo) y cualitativo (entrevistas semiestructuradas, análisis documental) para obtener una visión integral del fenómeno.

- Alcance de la investigación: Descriptivo. Se pretende describir las condiciones actuales de planificación, producción y cadena de suministros.
- Diseño: No experimental. Se analiza la situación actual sin manipulación deliberada de variables, observando fenómenos tal como ocurren en su contexto natural.
- Métodos: Revisión sistemática de literatura, estudio de caso, análisis documental, encuestas y entrevistas.
- Instrumentos: Cuestionarios estructurados, guías de entrevista, matrices de evaluación tecnológica, simulaciones computacionales y software estadístico.

#### Diagrama ilustrativo del enfoque y métodos



### 3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación constituye la estructura metodológica que guía el desarrollo del estudio, permitiendo organizar de forma coherente las etapas de recolección y análisis de datos. En el presente trabajo, se ha optado por un diseño no experimental, ya que no se manipularán deliberadamente las variables, sino que se observarán y analizarán tal como ocurren en su contexto natural dentro de la empresa. Este enfoque permite comprender las dinámicas actuales de planificación y cadena de suministro, así como evaluar las oportunidades de mejora mediante la implementación de inteligencia artificial. A partir de este diseño se establecen los elementos clave del estudio: población, muestra y técnicas de muestreo.

### 3.3.1 POBLACIÓN

La población objeto de estudio está conformada por empleados de áreas clave como producción, planificación, ventas y logística de una empresa productora de tilapia. Todos ellos están directamente involucrados en las actividades relacionadas con la planificación de la producción y la gestión de la cadena de suministro. Esta población incluye a jefes de área, planificadores, técnicos, supervisores y gerencia, así como consultores externos vinculados a procesos de mejora continua o implementación tecnológica.

Para abordar las distintas perspectivas y niveles de decisión dentro de la organización, se ha dividido la población en cuatro segmentos específicos, cada uno con un instrumento de recolección de datos adecuado a su perfil:

#### Población 1: Supervisores de Operaciones y Logística

Se utilizará una lista de cotejo (checklist) como instrumento para registrar de forma estructurada el cumplimiento de procesos operativos y tecnológicos relacionados con la planificación de la producción, permitiendo identificar oportunidades de automatización o mejora mediante herramientas de inteligencia artificial. El tamaño de la muestra es: 5 Supervisores de Operaciones y 8 Supervisores de Logística.

#### Población 2: Jefes y Gerentes de Planificación e Informática

Se aplicará un cuestionario con preguntas cerradas y escalas tipo Likert, con el objetivo de conocer la percepción y disposición de la alta dirección sobre la incorporación de inteligencia artificial en los procesos de planificación y toma de decisiones estratégicas. El tamaño de la muestra es: 8 Jefes/ Gerentes de Planificación e Informática.

#### Población 3: Registros históricos de datos operativos

Se realizará un análisis estadístico de bases de datos internas, que incluyen registros históricos de producción, demanda, inventarios y otros indicadores clave. Este análisis permitirá identificar patrones y variables críticas que podrían ser optimizadas con algoritmos de inteligencia artificial. Se analizarán registros de datos correspondientes a un periodo de 18 meses consecutivos (Enero – diciembre 2024 y primer semestre del 2025).

#### Población 4: Expertos Externos o Consultores en Logística y Tecnología

Se llevarán a cabo entrevistas semiestructuradas para profundizar en la experiencia y recomendaciones de especialistas en la aplicación de IA en cadenas de suministro. Este insumo cualitativo enriquecerá el diseño de posibles soluciones o modelos de implementación adaptados al contexto local. El tamaño de la muestra es: 2 Expertos Externos Consultores en Sistemas ERP de Planificación y Supply Chain.

Esta segmentación permite obtener una visión integral y multidimensional del estado actual de la planificación de la producción y la cadena de suministros, así como evaluar la factibilidad de aplicar soluciones basadas en inteligencia artificial en cada nivel organizacional.

#### 3.3.2 MUESTRA

Dado que la población objeto de estudio se encuentra concentrada en una empresa productora de tilapia en Honduras y está conformada por distintos niveles jerárquicos y funcionales, se ha determinado utilizar una muestra no probabilística por conveniencia, seleccionando a los participantes en función de su experiencia, disponibilidad y relevancia directa en los procesos de planificación de la producción y la cadena de suministros.

La muestra se conforma de la siguiente manera:

##### Población 1 (Supervisores de Operaciones y Logística):

Se seleccionarán 13 Supervisores de Operaciones y Logística de las áreas de producción y planeación, quienes serán evaluados mediante una lista de cotejo (check list) para validar el cumplimiento de procedimientos clave y el uso actual de herramientas tecnológicas en sus operaciones diarias. (Son 2 check list, en uno contestaron los 8 y en el otro 5).

##### Población 2 (Jefes y Gerentes de Planificación e Informática):

Se incluirán 8 Jefes y Gerentes de Planificación e Informática, miembros del nivel gerencial directamente involucrados en la toma de decisiones estratégicas de planificación y operaciones. A ellos se les aplicará un cuestionario estructurado con el fin de conocer su percepción sobre la incorporación de inteligencia artificial en los procesos actuales.

Población 3 (Análisis de Datos históricos):

Se analizarán registros de datos correspondientes a un periodo de 18 meses consecutivos (Enero – diciembre 2024 y primer semestre del 2025), incluyendo indicadores como volumen de producción, niveles de inventario, tiempos de entrega y demanda proyectada. Esta muestra permitirá evaluar la consistencia de los datos y su potencial para alimentar modelos de IA.

Población 4 (: Expertos externos o Consultores en Logística y Tecnología):

Se entrevistarán 2 Expertos externos o Consultores en Logística

y Tecnología, especializados en áreas como inteligencia artificial aplicada a la industria, logística avanzada y transformación digital, quienes han trabajado previamente con empresas del sector acuícola.

### 3.3.3 TÉCNICAS DE MUESTREO

Para la presente investigación se empleó una técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia y criterio, con el objetivo de seleccionar de manera intencional a aquellos participantes que poseen un conocimiento directo y significativo sobre los procesos de planificación de la producción y la cadena de suministro dentro de la empresa productora de tilapia.

Esta técnica permitió identificar y acceder a informantes clave de diferentes niveles organizacionales y funciones estratégicas, tales como supervisores, gerentes, y consultores externos, cuya experiencia resulta esencial para el análisis del potencial de aplicación de inteligencia artificial en el contexto de estudio. Asimismo, se consideró la accesibilidad y disponibilidad de los participantes en función de los recursos y el tiempo disponible para el desarrollo del trabajo.

En el caso del análisis de datos históricos, la selección se basó en la disponibilidad y calidad de los registros operativos del sistema de información de la empresa, abarcando un período representativo de dos años consecutivos para garantizar la validez del análisis estadístico.

Esta estrategia de muestreo, aunque no busca generalizar resultados a una población amplia, sí garantiza la profundidad, pertinencia y aplicabilidad de los hallazgos dentro del contexto específico de la organización estudiada.

### 3.4 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS

Elemento	Clasificación	Justificación	Población
Check list	Instrumento	Formato estructurado usado para la validación y verificación de ítems y procesos clave en Logística, garantizando que se cumplen los requisitos mínimos de las áreas operativas.	Supervisores de operaciones y Logística
Cuestionarios	Instrumento	Diseñado para recolectar datos sobre la disposición tecnológica y las percepciones de la eficiencia de los sistemas actuales entre el personal gerencial utilizando preguntas claves. contiene un conjunto de preguntas.	Jefes o Gerentes de planificación e Informática
Entrevistas	Técnica	Es una técnica cualitativa para recoger información directa y profunda.	Expertos externos o Consultores en Logística y Tecnología
Análisis estadístico de bases de datos	Procedimiento	Técnica de análisis cuantitativo fundamental para probar la hipótesis de ineficiencia mediante el cálculo de varianzas, costos, y la correlación entre las variables de producción (Kg Producto, Kg Alimento Consumido, Costos, etc.).	Análisis de Datos históricos

#### 3.4.1 Instrumento: Check List (Ver anexos)

Población 1: Supervisores de Operaciones y Logística

Enlace:

<https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=ltEvr58dtEeQaTkaRvg2AZ3Qp2B6W4dFgs0F0HMPiBhUNUhaTThVSk04SzVROFZDUkpLREdKTzdYMC4u>

<https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=ltEvr58dtEeQaTkaRvg2AZ3Qp2B6W4dFgs0F0HMPiBhUNFJMS1NHS01XRzExRkVONkUzWUtaWUI0NC4u>

### 3.4.2 Instrumento: Cuestionario (Ver anexos)

Población 2: Jefes o Gerentes de planificación e Informática

Enlace:

<https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=ltEvr58dtEeQaTkaRvg2AZ3Qp2B6W4dFgs0F0HMPiBhURTE1R1JKWEJIVzhPUkNXSUVKSkY3M1Q4Wi4u>

### 3.4.3 Técnica: Entrevista (Ver anexos)

Población 3: Expertos externos o Consultores en Logística y Tecnología

Enlace:

<https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=ltEvr58dtEeQaTkaRvg2AZ3Qp2B6W4dFgs0F0HMPiBhURTE1R1JKWEJIVzhPUkNXSUVKSkY3M1Q4Wi4u>

### 3.4.4 Procedimiento: Análisis de Bases de Datos (Ver anexos)

Población 4: Datos históricos

Objetivo:

Realizar un análisis cruzado entre las proyecciones de producción planificadas para el año 2024 y la demanda estimada para el año 2025, considerando el ciclo productivo de ocho meses, con el fin de evaluar el grado de alineación entre la siembra de alevines, el consumo de alimento y las cosechas requeridas, así como su impacto sobre la eficiencia logística y el cumplimiento de la demanda.

Fuentes de información:

El análisis se fundamentará en registros históricos y proyectados provenientes de las siguientes fuentes internas:

- Registros de planificación de producción: datos históricos y proyectados de siembras, consumo de alimento, biomasa y cosechas, desglosados por lotes, unidades de cultivo y calendario mensual.

## **Variables y KPIs a analizar**

### **Producción**

- Consumo de alimento acumulado (en toneladas métricas por mes).
- Cosecha esperada vs. demanda esperada (toneladas por mes).
- Biomasa estimada al momento de cosecha vs. biomasa objetivo.

### **Demanda**

- Desviación entre la producción disponible y la demanda esperada (toneladas o %).
- Volatilidad de la demanda histórica vs. la demanda planificada para 2025.

### **Inventarios**

- Días de cobertura de alimento: Cuántos días puede operar la planta con el inventario actual.
- Rotación de inventarios: Veces que se renuevan los inventarios en un periodo. Baja rotación = sobrestock.

### **Logística**

- Tiempo promedio de entrega de insumos: Mide la eficiencia de abastecimiento y puede impactar producción si hay retrasos.
- Exactitud en entregas: Porcentaje de entregas completas y a tiempo.

### **Demanda y planificación**

- Exactitud en la previsión de la demanda: Compara proyecciones de ventas vs. ventas reales. Alto error = sobreproducción o desabasto.
- MAPE y Bias: KPIs estadísticos para medir precisión y sesgo en las proyecciones de producción y consumo.

## **Metodología del análisis**

- a. Se calcula la biomasa cosechable mensual para 2024-2025, según parámetros establecidos de peso promedio.

- b. Se contrasta la cosecha estimada con la demanda mensual proyectada.
- c. Se identifican brechas entre producción y demanda, ya sea por exceso o déficit.
- d. Impacto de la Variación de Producción en la Cadena de Suministro

### **3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN**

Para garantizar la solidez y confiabilidad de esta investigación, se recurrió a diversas fuentes de información, tanto primarias como secundarias. Las fuentes primarias incluyen los datos recolectados directamente de la empresa objeto de estudio, a través de encuestas, entrevistas y registros operativos. Por su parte, las fuentes secundarias comprenden artículos científicos, informes técnicos, reportes institucionales y documentos oficiales que respaldan el análisis teórico y contextual del estudio. Esta combinación de fuentes permite construir una base integral de evidencia que respalda el diagnóstico, el análisis y las propuestas derivadas.

#### **3.5.1 FUENTES PRIMARIAS**

- Encuestas y entrevistas aplicadas a los empleados de la empresa objeto de estudio.
- Registros históricos de producción, planificación, ventas y logística proporcionados por la empresa.
- Datos recolectados a través de simulaciones y herramientas de análisis.

#### **3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS**

- Artículos científicos de bases como Web of Science, Scopus y IEEE Xplore.
- Informes de FAO, estudios de caso de empresas como Amazon, Walmart, Regal Springs.
- Reportes financieros del Banco Central de Honduras (BCH), Instituto Nacional de Estadísticas (INE), etc.
- Publicaciones académicas sobre IA y cadena de suministro.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 4.1 INFORME DE PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos se realizó aplicando una combinación de instrumentos cualitativos y cuantitativos a distintas poblaciones dentro de la Empresa Productora de Tilapia y con el apoyo de expertos externos. Los instrumentos se aplicaron durante el segundo semestre de 2025 y se organizaron de la siguiente manera:

**P1. Supervisores de Operaciones y Logística (13 personas):** Se aplicaron dos listas de verificación, una sobre verificación del uso de sistemas de apoyo en la planificación estratégica y otra sobre prácticas de registro, monitoreo y análisis de datos. A este grupo, compuesto por ocho (8) personas, se les aplicaron dos listas de verificación (checklists) distintas.

- La primera lista de verificación se centró en el uso de sistemas de apoyo en la planificación estratégica. Esta lista fue completada por la totalidad de la población, es decir, por los 8 supervisores. Esto nos permitió obtener una visión completa del estado de las operaciones.
- La segunda lista de verificación se enfocó en las prácticas de registro, monitoreo y análisis de datos. De los 8 supervisores, solo 5 de ellos, específicamente los que se encargan del área de logística, completaron este segundo instrumento.

**P2. Jefes y Gerentes de Planificación e Informática (8 personas):** Se aplicó un cuestionario de evaluación de los procesos de planificación e innovación en Supply Chain.

**P4. Expertos Externos o Consultores en Logística y Tecnología (2 personas):** Se aplicó una entrevista estructurada sobre soluciones tecnológicas para la gestión de procesos de planificación y Supply Chain.

**P3. Análisis de Datos históricos (2024- Primer semestre 2025):** Se analizaron registros de producción, variaciones en cosechas.

La combinación de estas fuentes permitió una triangulación de información que fortalece la validez de los hallazgos: por un lado, las percepciones del personal interno y expertos, y por otro, la evidencia objetiva de los registros históricos de la empresa.

## 4.2 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS APLICADAS SEAN CUANTITATIVAS O CUALITATIVAS

En este apartado se presentan los hallazgos obtenidos a partir de la aplicación de las técnicas de investigación seleccionadas. Los resultados permiten identificar el estado actual de los procesos de planificación y gestión de la cadena de suministro en la empresa, así como las percepciones de los colaboradores respecto a la integración de áreas, el uso de tecnologías digitales y las prácticas de sostenibilidad.

### 4.2.1 Instrumento: Check list

Los checklists, aplicados a los supervisores de Operaciones y Logística, revelaron información crucial sobre el estado de los procesos de planificación a nivel operativo. Los resultados indican que, si bien se utilizan algunos sistemas de apoyo, la integración y el uso de herramientas analíticas avanzadas son limitados. Los datos sugieren una dependencia de métodos tradicionales de planificación, con un bajo aprovechamiento de los datos históricos para la toma de decisiones. Específicamente, se identificaron brechas en el monitoreo y el análisis de datos en tiempo real, lo que dificulta la capacidad de los supervisores para reaccionar de manera proactiva a las desviaciones.

#### 4.2.1.1 Lista de Verificación 1 – Verificación del uso de sistemas de apoyo en la planificación estratégica (P1).

Los resultados obtenidos de la Lista de Verificación 1, aplicada a 8 supervisores de Operaciones y Logística, revelan una **brecha significativa en la adopción de tecnologías de IA** para la planificación. Específicamente, el **88%** de los encuestados afirmó que no utiliza herramientas de inteligencia artificial para la planificación de la producción o la distribución.

El **50%** de los encuestados indicó la ausencia de un sistema para el pronóstico de demanda, mientras que la otra mitad respondió que sí existe. Esta ambigüedad sugiere una falta de unificación en las herramientas utilizadas para este fin.

En cuanto a la coordinación entre áreas, el **63%** de los supervisores afirmó que los planes de cosecha están alineados con la logística y las ventas. Sin embargo, el análisis del mismo

instrumento demostró que solo el **38%** de los supervisores evalúa escenarios de planificación con simulaciones antes de su ejecución, lo que indica que, a pesar de la coordinación, esta no se basa en un análisis predictivo avanzado. Este hallazgo se complementa con la opinión de los expertos entrevistados, quienes señalan que la empresa se encuentra en un nivel intermedio de madurez digital y que la implementación de IA aún es un camino largo.

Finalmente, la falta de una cultura analítica se evidencia en la evaluación de la eficiencia. El **63%** de los supervisores indicó que no existen métricas para medir la eficiencia de las decisiones tomadas con base en IA o simuladores, lo que demuestra la limitada integración de la tecnología en la toma de decisiones estratégicas.

#### **4.2.1.2 Lista de Verificación 2 – Verificación de prácticas de registro, monitoreo y análisis de datos (P1).**

El análisis de la Lista de Verificación 2, respondida por 5 supervisores, muestra que la empresa tiene fortalezas en la recopilación y consolidación de datos, pero debilidades en la automatización y la generación de alertas.

Los resultados evidencian un proceso de registro de datos bien establecido: el **100%** de los encuestados registra diariamente datos clave como biomasa, alimentación y mortalidad. Además, el **80%** de los supervisores utiliza un sistema ERP para consolidar esta información y generar reportes automáticos. Este hallazgo es coherente con las entrevistas a expertos, quienes confirmaron el uso de un sistema ERP robusto (SAP Business One y Pitch) en la empresa para la gestión de procesos clave.

A pesar de la alta tasa de registro, la explotación predictiva de los datos es limitada. El **60%** de los supervisores indicó que el sistema permite la generación de alertas ante desviaciones, mientras que el **40%** señaló que no o que solo lo hace a veces. Esta cifra revela una oportunidad de mejora en la automatización de la gestión de datos.

La calidad de los datos, un factor crítico para la implementación de IA según los expertos, se evalúa positivamente. El **80%** de los supervisores reporta que existe un control de calidad sobre la información recolectada. No obstante, los expertos señalaron que uno de los mayores desafíos para la implementación de IA es la homogeneidad de los datos, ya que la información a menudo está dispersa en la empresa.

### 4.2.3 Cuestionario – Evaluación de Procesos de Planificación e Innovación en Supply Chain (P2).

El cuestionario aplicado a los gerentes y jefes confirma la existencia de procesos estructurados, pero también resalta las áreas de mejora en cuanto a la predictibilidad, digitalización e integración total de la cadena de suministro.

- **Planificación de la demanda e integración:** Los resultados muestran que solo el **20%** de los gerentes y jefes utiliza sistemas formales de IA o Machine Learning para el pronóstico de la demanda, mientras que el **80%** se apoya en métodos más tradicionales o "informales" de proyección. Esta falta de uso de herramientas predictivas avanzadas tiene un impacto directo en la alineación entre las áreas. Aunque el **60%** de los encuestados considera que hay un alto nivel de integración, la percepción del **40%** restante de que la integración es parcial o insuficiente sugiere que, sin una plataforma tecnológica unificada, la coordinación se basa más en esfuerzos manuales y reuniones que en datos en tiempo real.
- **Innovación y digitalización:** Los hallazgos son contundentes: el **80%** de los gerentes y jefes considera que la empresa tiene una cultura de innovación, pero al mismo tiempo el **60%** afirma que la adopción de herramientas digitales y de IA es limitada. Este contraste demuestra que, si bien existe la apertura a nuevas ideas, no se ha logrado traducir esa cultura en una implementación tecnológica robusta.
- **Gestión de inventarios y flexibilidad:** Aunque el **100%** de los gerentes y jefes confirmó que tienen un control de inventarios, las debilidades se manifiestan en la flexibilidad de la cadena de suministro. El **40%** de los encuestados reportó que los procesos de reabastecimiento tienen retrasos en situaciones de contingencia, lo que revela que la gestión, aunque estructurada, no es lo suficientemente ágil para responder a variaciones inesperadas del mercado. Este hallazgo se complementa con la entrevista a los expertos, quienes señalaron que la trazabilidad es un punto crítico para la empresa, ya que se realiza parcialmente y en algunos casos fuera del sistema central, lo que dificulta la toma de decisiones en tiempo real.

#### 4.2.4 Entrevistas a Expertos Externos (P4)

Las entrevistas realizadas a dos expertos en la industria tecnológica y la cadena de suministro sirven para validar y contextualizar los hallazgos obtenidos a través de las listas de verificación y el cuestionario. Sus opiniones confirman las percepciones del personal interno y la gerencia sobre las oportunidades de mejora en la planificación y digitalización.

- **Validación de la brecha tecnológica:** Los expertos coinciden en que la empresa ha logrado un buen nivel de **registro y control de datos**, lo cual es un activo fundamental. Sin embargo, confirman que hay una **falta de explotación del potencial de esos datos**. Uno de los expertos describió la situación como una empresa que "recopila información, pero no la utiliza de manera inteligente para la toma de decisiones". Esto valida los hallazgos de la **Lista de Verificación 1**, donde el personal de operaciones indicó el uso limitado de la IA, y el **Cuestionario Gerencial**, que reportó una baja adopción de herramientas predictivas.
- **Recomendaciones claras y coherentes:** Las sugerencias de los expertos se alinean perfectamente con las necesidades identificadas por los otros instrumentos. La propuesta de implementar **modelos predictivos de demanda y simulación de escenarios** responde directamente a las limitaciones en el pronóstico y la planificación que revelaron tanto los supervisores como los gerentes. La recomendación de mejorar la **integración entre áreas y módulos del ERP** también aborda la falta de coordinación total que se evidenció en la Lista de Verificación 2.
- **Vínculo entre la tecnología y la estrategia:** Los expertos destacan que la IA es la **alternativa más viable** para cerrar las brechas identificadas. Al sugerir un plan de implementación gradual, comenzando por pilotos de **predicción de demanda y optimización logística**, ofrecen una hoja de ruta práctica para la empresa. Esto no solo refuerza la conclusión de que la IA es necesaria, sino que también proporciona una justificación para la viabilidad de tu propuesta de tesis.

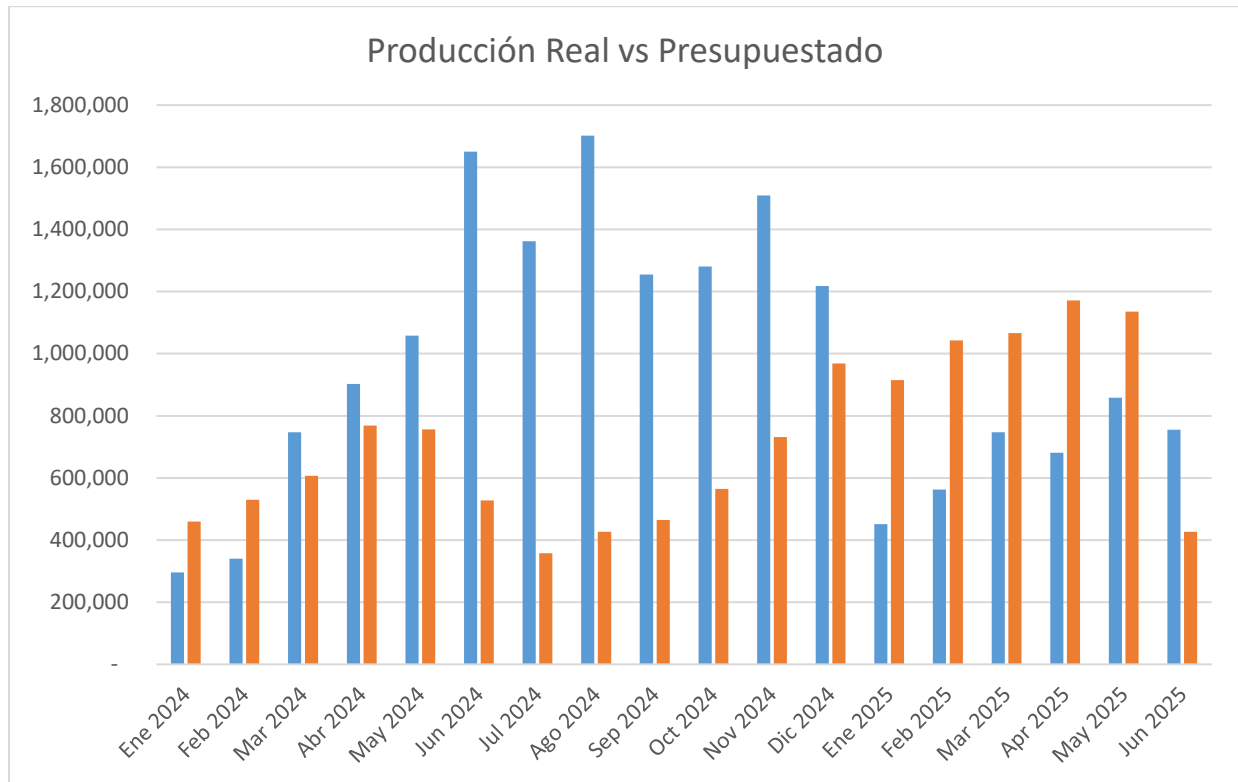
Los expertos validan lo que el personal interno ya percibe: la Empresa Productora de Tilapia, cuenta con bases de datos sólidas, pero no explota su potencial. La IA es vista como la alternativa más viable para cerrar brechas en planificación y supply chain.

### 4.2.5 Análisis de Datos Históricos

Año	Mes	Presupuesto de Producción (Kg)	Producción Real(Kg)	Varianza	Varianza Acumulada	Alimento Presupuestado (Kg)	Alimento Consumido (Kg)	Varianza	Varianza Acumulada
2024	Ene 2024	296,002	459,804	163,802	163,802	1,048,530	1,052,754	4,223	4,223
2024	Feb 2024	340,403	529,214	188,811	352,613	1,314,379	982,697	(331,682)	(327,458)
2024	Mar 2024	747,404	607,196	(140,208)	212,405	2,195,662	1,165,211	(1,030,450)	(1,357,909)
2024	Abr 2024	902,803	768,119	(134,684)	77,720	2,161,572	1,204,142	(957,430)	(2,315,339)
2024	May 2024	1,058,203	755,763	(302,441)	(224,720)	2,403,127	1,148,530	(1,254,596)	(3,569,935)
2024	Jun 2024	1,650,203	527,939	(1,122,264)	(1,346,984)	3,150,836	939,519	(2,211,317)	(5,781,252)
2024	Jul 2024	1,361,602	358,107	(1,003,495)	(2,350,479)	2,499,302	1,138,049	(1,361,253)	(7,142,505)
2024	Ago 2024	1,702,003	426,262	(1,275,741)	(3,626,221)	3,121,062	1,457,955	(1,663,107)	(8,805,612)
2024	Sep 2024	1,254,302	464,467	(789,835)	(4,416,056)	2,439,740	1,760,349	(679,391)	(9,485,004)
2024	Oct 2024	1,280,202	564,729	(715,473)	(5,131,529)	2,367,941	2,056,094	(311,847)	(9,796,851)
2024	Nov 2024	1,509,604	731,003	(778,600)	(5,910,129)	2,931,803	2,112,726	(819,077)	(10,615,928)
2024	Dic 2024	1,217,303	968,884	(248,419)	(6,158,548)	2,701,199	2,259,256	(441,944)	(11,057,872)
2025	Ene 2025	451,401	914,828	463,427	(5,695,122)	1,474,521	2,318,491	843,969	(10,213,902)
2025	Feb 2025	562,401	1,042,429	480,028	(5,215,093)	1,634,361	1,945,858	311,497	(9,902,405)
2025	Mar 2025	747,401	1,066,128	318,727	(4,896,366)	2,204,235	1,830,872	(373,363)	(10,275,768)
2025	Apr 2025	680,802	1,171,605	490,803	(4,405,564)	1,827,634	1,796,258	(31,376)	(10,307,145)
2025	May 2025	858,402	1,135,501	277,099	(4,128,465)	2,275,680	1,597,774	(677,906)	(10,985,051)
2025	Jun 2025	754,801	426,535	(328,267)	(4,456,732)	1,752,224	1,492,229	(259,995)	(11,245,046)

Estadístico Descriptivo	Presupuesto de Producción (Kg)	Producción Real(Kg)	Alimento Presupuestado (Kg)	Alimento Consumido (Kg)	Interpretación
Media	965,291	717,695	2,194,656	1,569,931	Muestra el promedio mensual de cada variable en el período analizado. Por ejemplo, la producción real mensual promedio es de <b>717,695 kg</b> , mientras que el presupuesto era de <b>965,291 kg</b> . Esto indica una subproducción significativa en promedio.
Mediana	880,603	669,100	2,239,957	1,545,002	Refleja el valor central de la distribución. Si la mediana es menor que la media, como en todos los casos aquí, sugiere la presencia de valores extremos altos (sesgo a la derecha).
Mínimo	296,002	358,107	1,048,530	939,519	
Máximo	1,702,003	1,171,605	3,150,836	2,318,491	
Desv. Estándar	422,978	263,562	580,137	444,358	Mide cuánto se desvían los valores respecto a la media. En el caso del alimento presupuestado (580,137 kg) y consumido (444,358 kg), es indicativo de variaciones mensuales amplias.
Coef. de Variación (%)	44	37	26	28	Expresa la desviación estándar como porcentaje de la media. Si supera el 30%, se considera alta dispersión. Aquí todos los indicadores superan ese umbral, especialmente el presupuesto de producción (44%) y producción real (37%), lo cual evidencia inestabilidad en los datos operativos.

## GRÁFICOS



**Gráfico 1:** Producción Real vs Presupuestada (Columnas comparativas)

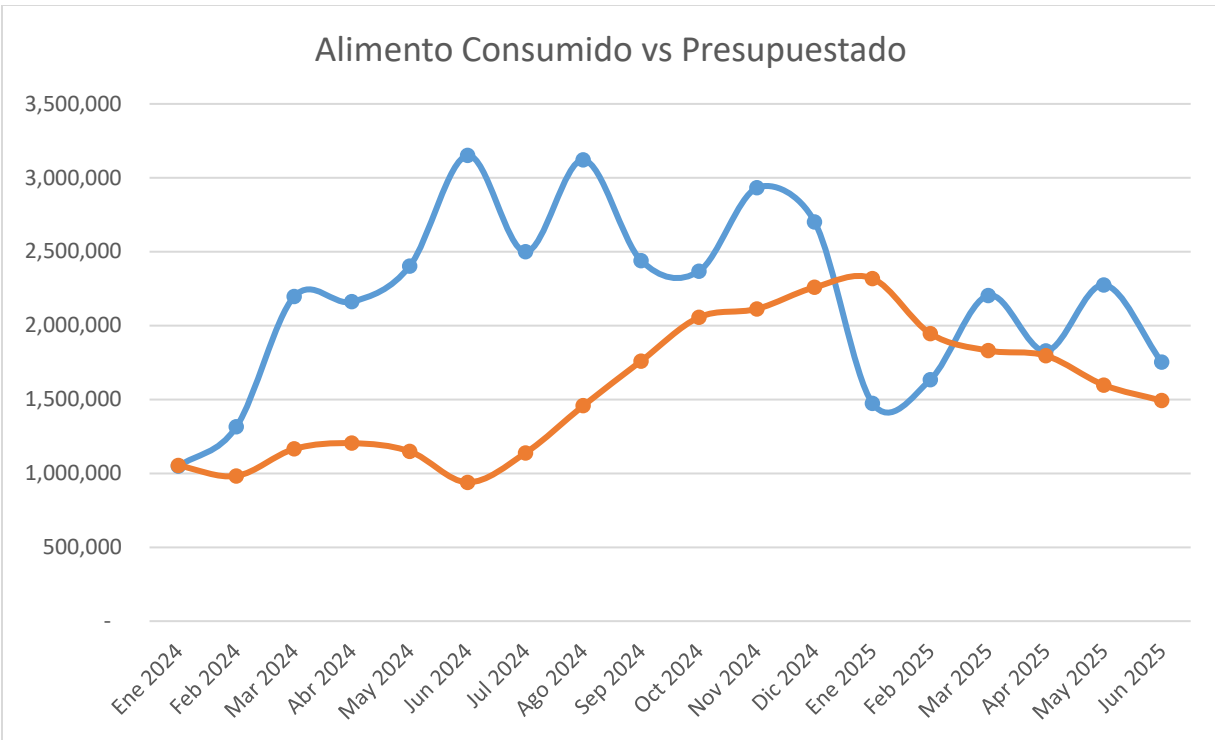
Este gráfico de columnas muestra una comparación directa entre la producción real (barras azules) y la producción presupuestada (barras naranjas) para cada mes desde enero 2024 hasta junio 2025.

### Análisis e interpretación:

**Ene–May 2024:** Se observa que la producción real supera al presupuesto en todos estos meses, lo cual es positivo, indicando un mejor desempeño operativo que lo previsto.

**Jun–Dic 2024:** La situación se revierte drásticamente. Desde junio, la producción real cae significativamente por debajo del presupuesto, especialmente en julio y agosto, donde la diferencia es muy marcada. Esto sugiere una crisis operativa o desviación severa en la ejecución.

**Ene–Jun 2025:** A partir del nuevo año, la producción presupuestada se estabiliza o incluso crece, pero la producción real se mantiene más baja. Aunque en algunos meses como mayo se acercan, la recuperación es parcial, lo que sugiere que aún hay ineficiencias no resueltas o que se necesitan ajustes estructurales en la planificación.



**Gráfico 2:** Alimento Consumido vs Presupuestado

Este gráfico de líneas compara el alimento efectivamente consumido (línea azul) con el presupuestado (línea naranja) para cada mes, desde enero 2024 hasta junio 2025.

Observaciones clave:

1. Sobreconsumo marcado en 2024:

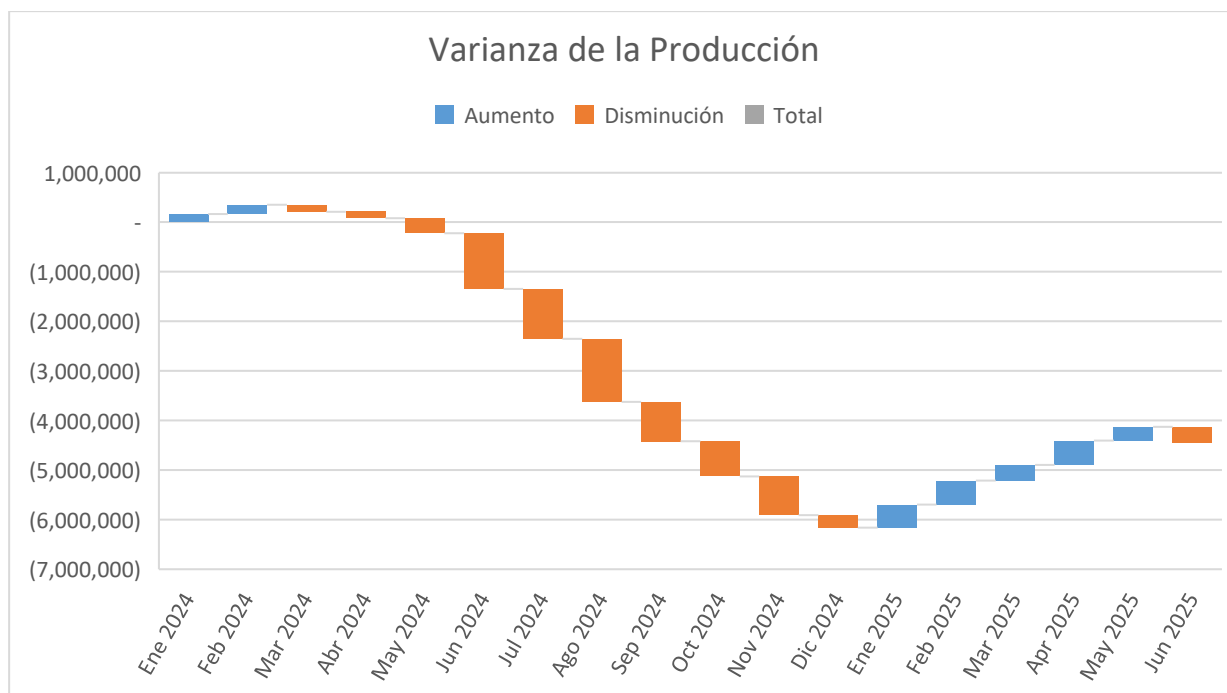
Desde marzo hasta diciembre de 2024, el alimento consumido supera de forma constante al presupuestado, con picos especialmente altos en junio, agosto y diciembre.

Esta tendencia sugiere un desalineamiento entre lo planeado y lo ejecutado, lo que puede indicar ineficiencias en la planificación o sobrealimentación en el cultivo de tilapia.

2. Ajuste progresivo en 2025:

A partir de enero 2025, la brecha se reduce notablemente. De hecho, en algunos meses como junio 2025, el alimento consumido queda por debajo del presupuesto, lo cual podría representar una mejora en el control del consumo o cambios en el modelo productivo.

Esta corrección puede ser positiva si no afecta la producción; sin embargo, podría indicar subalimentación si no se acompaña de buenos niveles de producción real.



**Gráfico 3:** Varianza de la Producción (Waterfall Chart):

Este gráfico muestra las diferencias mensuales acumuladas entre la producción presupuestada y la producción real. Las barras naranjas indican una disminución respecto al presupuesto, mientras que las azules indican un aumento.

Primer semestre 2024: La mayoría de las barras son negativas (rojas), lo que indica que la producción real fue menor al presupuesto, una situación desfavorable que puede estar asociada a factores como errores de estimación, condiciones operativas adversas o problemas en la cadena de suministro.

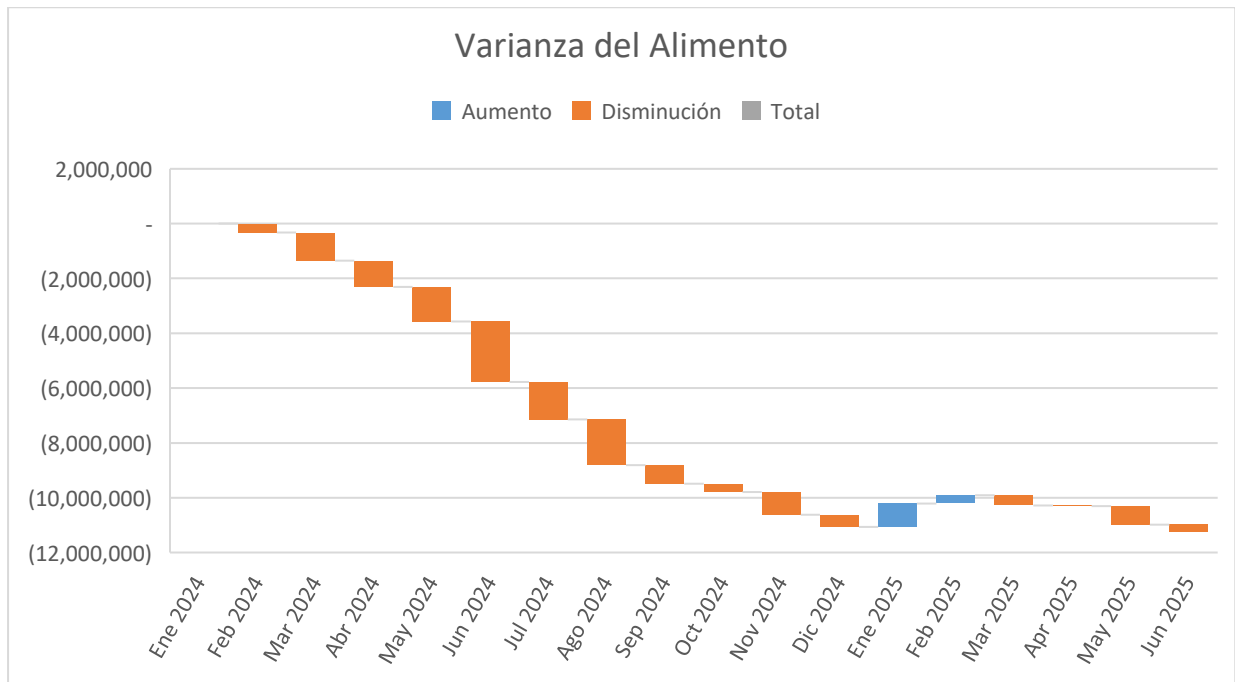
Julio a noviembre 2024: Se acentúa la disminución, especialmente en julio y agosto, lo que representa una caída crítica en el rendimiento productivo. Este comportamiento sugiere posibles eventos disruptivos o fallas sistémicas.

Diciembre 2024 en adelante: A partir de enero 2025, las barras cambian a positivas (azules), mostrando una recuperación en la producción real frente al presupuesto. Esta reversión es un signo alentador de mejora en la gestión operativa o ajustes acertados en la planificación.

Evaluación:

Negativo (naranja): Ineficiencia o brechas operativas importantes.

Positivo (azul): Mejora en la ejecución, posiblemente por ajustes en estrategia o aplicación de inteligencia operativa.



**Gráfico 4:** Varianza del Alimento

El gráfico muestra una tendencia claramente negativa en la varianza mensual del alimento, ya que durante la mayor parte del periodo analizado (de enero a diciembre 2024), el consumo real de alimento fue consistentemente menor al alimento presupuestado. Esto se representa mediante barras rojas hacia abajo, indicando una disminución acumulativa significativa que supera los 10 millones de kg al final del año.

Aunque a partir de enero de 2025 se observan algunos meses con varianzas positivas (barras azules), estas son insuficientes para revertir la tendencia general, y el acumulado final sigue siendo altamente negativo. Esta situación podría reflejar:

Subalimentación de los peces, lo cual podría afectar su crecimiento y salud.

Problemas de ejecución del plan de alimentación, quizás por errores logísticos, presupuestarios o por falta de insumos.

O bien, una sobreestimación en el presupuesto de alimento, lo que indicaría una planificación poco realista.

Conclusión: El resultado es negativo. Se requiere investigar las causas detrás de esta discrepancia constante, ya que una alimentación inadecuada puede impactar directamente en la productividad y bienestar animal.

## Análisis de Datos

### Cadena de Suministro

Mes	Producción (kg)	Alimento Consumido (kg)	Costo Alimento Consumido (USD)	Inv. Alimento (USD)	Inv. Producto (USD)	Ventas (USD)	Costo Ventas (USD)
Ene-24	459,804	1,052,754	736,928	910,487	1,225,378	2,985,299	769,605
Feb-25	529,214	982,697	687,888	1,198,038	1,344,189	3,435,947	885,048
Mar-25	607,196	1,165,211	815,648	1,074,428	1,762,376	3,942,249	1,943,250
Abr-24	768,119	1,204,142	842,899	1,112,595	2,594,568	4,987,049	1,690,000
May-25	755,763	1,148,530	803,971	1,179,926	1,714,751	4,906,827	1,898,000
Jun-25	527,939	939,519	657,663	1,070,156	1,415,036	3,427,669	2,028,000
Jul-25	358,107	1,138,049	796,634	1,183,489	1,826,969	2,325,027	1,872,000
Ago-24	426,262	1,457,955	1,020,569	927,614	1,800,893	2,767,526	1,846,000
Sep-25	464,467	1,760,349	1,232,244	958,170	2,552,503	3,015,574	1,794,000
Oct-25	564,729	2,056,094	1,439,266	1,019,074	1,699,462	3,666,530	1,742,000
Nov-25	731,003	2,112,726	1,478,908	983,192	2,222,052	4,746,071	1,794,000
Dic-24	968,884	2,259,256	1,581,479	1,152,413	1,698,159	6,290,525	1,820,000
Ene-25	914,828	2,318,491	1,622,944	1,107,692	1,722,978	5,939,564	1,872,000
Feb-25	1,042,429	1,945,858	1,362,101	905,868	2,029,099	6,768,019	1,924,000
Mar-25	1,066,128	1,830,872	1,281,610	1,168,366	1,607,193	6,921,886	1,976,000
Abr-25	1,171,605	1,796,258	1,257,381	1,183,073	1,349,614	7,606,701	2,028,000
May-25	1,135,501	1,597,774	1,118,442	1,148,376	1,303,386	7,372,294	2,080,000
Jun-25	426,535	1,492,229	1,044,560	1,027,871	2,110,780	2,769,299	2,132,000

Mes	Entregas Totales	Entregas a Tiempo	Cumplimiento	Días de Cobertura Alimento	Rotación Alimento	Rotación Producto
Ene-24	19	19	99%	26	0.81	2.44
Feb-25	22	18	81%	37	0.57	2.56
Mar-25	25	23	90%	28	0.76	2.24
Abr-24	32	31	96%	28	0.76	1.92
May-25	32	29	92%	31	0.68	2.86
Jun-25	22	18	81%	34	0.61	2.42
Jul-25	15	15	100%	31	0.67	1.27
Ago-24	18	18	101%	19	1.10	1.54
Sep-25	19	19	98%	16	1.29	1.18
Oct-25	24	24	101%	15	1.41	2.16
Nov-25	31	31	101%	14	1.50	2.14
Dic-24	41	39	96%	15	1.37	3.70
Ene-25	38	38	99%	14	1.47	3.45
Feb-25	44	42	96%	14	1.50	3.34
Mar-25	45	42	94%	19	1.10	4.31
Abr-25	49	45	92%	20	1.06	5.64
May-25	48	42	88%	22	0.97	5.66
Jun-25	18	15	84%	21	1.02	1.31

### **Análisis de Datos de Producción:**

El análisis de los datos históricos de producción y consumo de alimento para el período enero 2024 - junio 2025 no solo revela **desajustes operativos**, sino que también evidencia la **falta de un sistema de planificación predictiva**, lo que justifica la necesidad de implementar soluciones de inteligencia artificial.

- **1. Desalineación entre presupuesto y realidad.** A pesar de tener un presupuesto de producción, la producción real superó o quedó por debajo de las expectativas con una alta variabilidad. La media de la producción real (717,695 kg) fue significativamente inferior a la media presupuestada (965,291 kg), lo que demuestra una subproducción sistémica de 247,596 kg al mes, en promedio. Esta tendencia de subproducción se agudizó entre junio y noviembre de 2024, alcanzando su punto más bajo en agosto de 2024 con una varianza negativa de -1,275,741 kg. Esta inestabilidad se confirma con un alto coeficiente de variación del 37% para la producción real, lo cual es un hallazgo crítico que indica la necesidad de mejorar los modelos de pronóstico.

- **2. Ineficiencia en el consumo de alimento.** Los datos también muestran una gestión de insumos inconsistente. La varianza acumulada del consumo de alimento fue altamente negativa, alcanzando -11 millones de kg. Esta cifra demuestra que la planificación no se alinea con las necesidades reales de los peces, lo que puede tener un impacto directo en su crecimiento y, por ende, en la producción final. La varianza negativa acumulada del alimento también es un indicador clave de que los modelos de planificación actuales son ineficaces para optimizar los recursos.
- **3. La correlación como evidencia de oportunidad.** La correlación entre el consumo de alimento y la producción real, aunque positiva, muestra una dispersión considerable. Esto significa que a pesar de que hay una relación, el consumo de más alimento no garantiza proporcionalmente un aumento de la producción. Este hallazgo es fundamental, ya que sugiere que existen otros factores (como la temperatura, la salinidad del agua o la densidad de peces) que también influyen en la producción. Una IA podría analizar estos múltiples factores para optimizar el plan de alimentación y predecir la producción con mayor precisión. Tu análisis del gráfico de dispersión es crucial aquí, ya que muestra visualmente que la relación no es tan fuerte, demostrando la oportunidad para un sistema de IA más sofisticado.

Los datos históricos no son solo cifras; son la evidencia empírica de que la planificación actual es ineficiente y no predictiva. Los altos coeficientes de variación y las varianzas acumuladas demuestran que la empresa no está operando de manera óptima. Los hallazgos de este análisis cuantitativo están en total coherencia con las percepciones de los supervisores, los gerentes y los expertos que entrevistaste, quienes también señalaron la necesidad de mejores pronósticos y un mayor uso de la tecnología. Con base en estos datos, puedes argumentar sólidamente que la implementación de la IA no es solo una opción, sino una necesidad estratégica para mejorar la eficiencia y la rentabilidad de la empresa

### **Análisis de Datos de Supply Chain:**

**Inventario de Producto:** Altos niveles en meses como Ene-25 y May-25 (>2.7M USD) sugieren acumulación de producción sin venta inmediata.

**Rotación de Inventario (Producto):** Mejora progresiva hasta alcanzar un máximo en Abr-25 (5.45), indicando una alta rotación de producto (bueno). Luego cae a 1.30 en Jun-25, posiblemente por menor producción y ventas.

**Rotación de Alimento:** Se mantiene por debajo de 1 en la mayoría de los meses antes de 2025. Mejora en Ene-Mar 2025 ( $>1.5$ ), lo cual es positivo.

**Órdenes a Tiempo:** En general, buen desempeño (90%+), con excepción de Feb-24 (81%) y Jun-25 (84%).

**Cumplimiento:** Se mantiene cercano o superior al 95% en la mayoría de los meses, incluso excediendo el 100% por ajustes (Nov y Dic-25).

## **Aplicabilidad de la IA:**

### **1. Producción**

La IA puede ser utilizada para pronosticar el rendimiento de producción a través de modelos predictivos que consideran variables como edad de los lotes, condiciones ambientales, tipo de alimento y comportamiento histórico. El uso de algoritmos de Machine Learning permite simular escenarios de cosecha, detectar desvíos en biomasa esperada y ajustar automáticamente la planificación de producción según la demanda o limitaciones operativas.

### **Impacto en la Cadena de Suministro:**

Esto mejora la precisión en las proyecciones mensuales, reduce el desperdicio por sobreproducción o subproducción y aumenta la eficiencia en el uso de recursos. Una mejor predicción de producción pudo evitar variaciones en algunos meses, y facilitado un mejor uso de los contenedores, reduciendo los costos logísticos y mejorando el cumplimiento.

### **2. Inventarios**

Los modelos de IA aplicados a la gestión de inventarios permiten calcular el inventario óptimo mediante técnicas como redes neuronales, series temporales o aprendizaje reforzado. Estos modelos pueden anticipar el consumo de alimento o el agotamiento de stock de producto terminado, ajustando automáticamente niveles de reorden y minimizando tanto sobrestock como quiebres.

### **Impacto en la Cadena de Suministro:**

Esto influye directamente en indicadores como la **rotación de inventario** y los **días de cobertura**. En tu análisis, los días de cobertura del alimento llegaron a valores altos como 41 días, cuando lo ideal sería mantenerlos entre 15 y 25 días. Con IA, se puede mantener un inventario más saludable, reducir capital inmovilizado y evitar pérdidas por vencimiento o deterioro.

### **3. Demanda**

La IA permite realizar análisis avanzados de patrones de venta y comportamiento del consumidor, aplicando algoritmos como ARIMA, Prophet o LSTM. Con estas herramientas, se puede proyectar la demanda futura con más precisión, identificar picos estacionales, y ajustar tanto la producción como los niveles de inventario.

### **Impacto en la Cadena de Suministro:**

Una mejor previsión de la demanda impacta positivamente en toda la planificación operativa. Por ejemplo, si se hubieran anticipado los meses de mayor demanda, se habrían evitado entregas incompletas o retrasos, mejorando el cumplimiento que en algunos meses cayó por debajo del 85%. Además, permite reducir devoluciones y mejorar la experiencia del cliente final.

### **4. Entregas y Cumplimiento**

Con IA es posible optimizar la logística mediante algoritmos de ruteo inteligente, predicción de tiempos de tránsito y análisis de restricciones de transporte. También se pueden automatizar alertas tempranas para prevenir retrasos o reprogramaciones mediante análisis en tiempo real de condiciones logísticas.

### **Impacto en la Cadena de Suministro:**

Esto mejora indicadores como el nivel de cumplimiento y reduce el número de entregas fuera de tiempo. Si cada contenedor equivale a una entrega, y se combinara la IA con un modelo logístico predictivo, se podría subir el cumplimiento mensual por encima del 95%, con impacto directo en la confianza del cliente y la reputación del servicio.

#### **4.3 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS DATOS ENCONTRADOS CON OTRAS TÉCNICAS QUE LOS AUTORES ESTIMEN Y JUSTIFIQUEN QUE SON NECESARIAS.**

En este estudio, no se aplicaron técnicas adicionales a las ya descritas en el ítem anterior. Las técnicas seleccionadas fueron consideradas suficientes para cumplir con los objetivos de la investigación y garantizar la confiabilidad y validez de los resultados obtenidos. Por lo tanto, todos los análisis se desarrollan exclusivamente a partir de los datos recopilados mediante estas técnicas.

### **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

Con base en el análisis de los instrumentos aplicados y la revisión de datos históricos de la Empresa Productora de Tilapia, se concluye lo siguiente:

##### **A. Conclusiones basadas en los objetivos específicos**

- 1. Objetivo 1:** Analizar los procesos y factores operativos actuales. Se concluye que los procesos operativos son ineficientes y reactivos, a pesar de la sólida disciplina de registro (100% de supervisores). La evidencia es la alta inestabilidad productiva con un 37% de coeficiente de variación y una producción real 25% inferior a la presupuestada, según el análisis de datos históricos.
- 2. Objetivo 2:** Analizar los requerimientos y adaptación técnicos. Se determina que la empresa se encuentra en una "madurez intermedia", según los expertos. El requerimiento técnico clave es unificar las herramientas, pues el 50% de las áreas no posee un sistema de pronóstico unificado. Además, la adaptación técnica es limitada, ya que el 63% no mide el impacto de sus decisiones.
- 3. Objetivo 3:** Evaluar las tecnologías de IA disponibles. Se concluye que las tecnologías de IA son la "alternativa más viable", según los expertos, para resolver la ineficiencia detectada. El diagnóstico demostró que el problema de fondo no es la falta de datos

(100% registra), sino la falta de capacidad analítica predictiva que la IA puede proveer para cerrar la brecha del 37% de variación.

4. Objetivo 4: Analizar los principales desafíos organizacionales y culturales. El análisis evidenció baja adopción de herramientas predictivas: el 88% de los supervisores no utiliza IA. Este hallazgo representa un desafío relevante, pero también una oportunidad estratégica para implementar programas de capacitación y un plan de gestión del cambio que fomente una cultura de innovación y adopción tecnológica.
5. Para el Objetivo 5: Diseñar un plan para la implementación. Se concluye que la investigación justifica plenamente la necesidad de un plan de implementación. El alto costo de la ineficiencia, demostrado por la varianza negativa superior a 10,000 toneladas de alimento, valida la urgencia de una solución y provee el caso de negocio para la propuesta.

## **B. Conclusiones basadas en las preguntas de investigación**

1. Pregunta 1: ¿Qué beneficios puede generar la integración de IA? Se concluye que el principal beneficio será la optimización de recursos y la reducción de pérdidas. El análisis identificó una varianza de 10,000 toneladas de alimento; el beneficio directo será la capacidad de reducir esta pérdida operativa mediante la mejora de la precisión del pronóstico.
2. Para la Pregunta 2: ¿Qué factores influyen actualmente en la precisión de las proyecciones? Se concluye que los factores que influyen negativamente son la ausencia total de herramientas predictivas avanzadas, dado que se demuestra que la empresa no utiliza Inteligencia Artificial en ningún nivel. A esto se suma la falta de un sistema unificado de pronósticos (el 50% no lo tiene). Esta carencia tecnológica obliga a recurrir a métodos tradicionales e imprecisos, lo que resulta en la variación del 37% en las proyecciones.
3. Para la Pregunta 3: ¿Qué tecnologías de IA podrían ser implementadas? Se concluye que las tecnologías de IA aplicables son modelos predictivos y de optimización. Los expertos validaron que la IA es la "alternativa más viable" para conectar los datos operativos (que

el 100% registra) con la planificación de la demanda, uniendo así las brechas del proceso actual.

4. Para la Pregunta 4: ¿Cuáles son los principales desafíos organizacionales, culturales o técnicos? Se concluye que el principal desafío es la desalineación organizacional y la resistencia al cambio cultural, identificados por los expertos. Esto se evidencia de forma contundente en la desalineación detectada: mientras el 80% de los gerentes percibe una cultura de innovación por el uso de ERP, la realidad operativa es que el 100% de los supervisores no usa IA y el 80% de los gerentes admite usar métodos tradicionales. Esta brecha entre la percepción estratégica y la ejecución operativa es el mayor desafío cultural para la adopción.
5. Para la Pregunta 5: ¿Qué indicadores clave de desempeño (KPIs) pueden utilizarse? Se concluye que los KPIs actuales son insuficientes, ya que el 63% de supervisores no mide el impacto de sus decisiones. La investigación demostró la necesidad de implementar KPIs que la empresa no mide, como la "Precisión del Pronóstico" y la "Tasa de Desperdicio de Alimento", "Ahorro en Costos Operativos", entre otros, para gestionar la eficiencia.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

### **A. Recomendaciones en base a las conclusiones basadas en los objetivos.**

1. Se recomienda implementar un sistema de planificación predictiva basado en IA , ya que la investigación demostró que los procesos actuales no son capaces de manejar la variabilidad operativa (37%), y se necesita una herramienta que ataque la raíz de esa ineficiencia.
2. Se recomienda implementar un sistema formal de KPIs y unificar las herramientas de pronóstico. Esto ataca directamente la conclusión de que el 63% no mide el impacto y el 50% de las áreas opera con sistemas dispersos, siendo estos los síntomas claros de su madurez intermedia.

3. Se recomienda iniciar un proyecto piloto para la adopción de la tecnología de IA identificada como viable. Dado que el diagnóstico probó que la IA es la solución adecuada para la brecha de eficiencia (37%), el siguiente paso lógico es validar su implementación.
4. Se recomienda que cualquier implementación tecnológica esté acompañada por un plan robusto de gestión del cambio y formación. La investigación probó que la brecha cultural (la contradicción 80% vs 88%) es el mayor riesgo, por lo que gestionarlo es prioritario.
5. Se recomienda a la Alta Gerencia aprobar la asignación de recursos (presupuesto) para el plan de implementación propuesto. La conclusión (el costo de 10.000 toneladas) sirve como el caso de negocio irrefutable que justifica esta inversión.

#### **B. Recomendaciones en base a las conclusiones basadas en las preguntas.**

1. Se recomienda priorizar la implementación de la solución de IA, ya que su beneficio principal (atacar la variación de 10,000 Ton) está directamente alineado con la resolución del problema de negocio más costoso identificado en la investigación.
2. Se recomienda iniciar un proyecto para dotar a la operación de herramientas predictivas centralizadas. Esta acción corrige directamente los factores negativos (la carencia del 88% y la dispersión del 50%) que la investigación identificó como la causa de la imprecisión.
3. Se recomienda proceder con la aplicación de los modelos predictivos y de optimización identificados como viables. La conclusión valida que esta tecnología es la correcta, por lo tanto, la recomendación es usarla.
4. Se recomienda que el plan de gestión del cambio y formación sea un componente crítico y de alta prioridad en el proyecto. La conclusión demuestra que este desafío cultural es el mayor riesgo para la adopción de la tecnología.
5. Se recomienda diseñar e implementar un sistema formal de KPIs (ej. Precisión de Pronóstico), ya que la investigación concluyó que la organización carece de las métricas correctas (el 63% no mide) para gestionar su eficiencia.

## **CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD**

### **6.1 NOMBRE DE LA PROPUESTA**

"Modelo de Planificación de Producción y Cadena de Suministro de Empresa Productora de Tilapia, basado en la implementación de Inteligencia Artificial."

### **6.2 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA**

La presente propuesta se justifica en los resultados obtenidos durante la investigación, los cuales evidencian que, a pesar de la estructura operativa sólida de la empresa, persiste una limitada capacidad para anticipar comportamientos productivos y optimizar recursos. Esto se debe principalmente a la falta de herramientas predictivas y analíticas que permitan transformar los datos operativos en información útil para la toma de decisiones estratégicas. La empresa opera bajo un modelo reactivo, centrado en registrar resultados pasados, sin aprovechar el potencial de la información para prevenir desviaciones o mejorar la eficiencia.

Asimismo, se identificó que tanto el personal operativo como los niveles de supervisión y gerencia reconocen la necesidad de fortalecer la integración tecnológica. La percepción general coincide en que la comunicación entre áreas es parcial y que la ausencia de soluciones basadas en inteligencia artificial limita la capacidad de respuesta ante la variabilidad de la producción y los costos. Esta visión compartida dentro de la organización confirma la urgencia de adoptar tecnologías que impulsen un enfoque más inteligente y preventivo.

Finalmente, las observaciones de expertos consultados respaldan la propuesta, al señalar que la empresa posee un valioso volumen de datos subutilizado y un entorno propicio para incorporar modelos de predicción y optimización. La adopción de soluciones basadas en inteligencia artificial no debe verse como una alternativa opcional, sino como una estrategia esencial para fortalecer la estabilidad operativa, optimizar los recursos y asegurar la competitividad de la empresa en un entorno cada vez más dinámico y exigente.

### **6.3 ALCANCE DE LA PROPUESTA**

El alcance de esta propuesta comprende el diseño e implementación de un modelo de planificación de producción y cadena de suministro basado en Inteligencia Artificial, con un horizonte de ejecución de dieciocho meses. Su aplicación se orienta a optimizar los procesos de programación de la producción de tilapia y el control de insumos, utilizando herramientas predictivas que permitan reducir la variabilidad detectada en la planificación actual.

La propuesta se enfocará en las áreas de producción y supply chain, integrando la base de datos existente con algoritmos de predicción de demanda y consumo de alimento. De esta manera, se fortalecerá la capacidad de análisis de escenarios, la coordinación interáreas y la toma de decisiones estratégicas, sin necesidad de sustituir los sistemas ERP ya implementados, sino potenciando su valor a través de la analítica avanzada.

El resultado esperado es la reducción de la varianza en la producción y el consumo de alimento, la mejora de la eficiencia en la gestión de recursos y el incremento de la competitividad de la empresa. En un plazo de dieciocho meses, la organización contará con un modelo validado y operativo que brindará soporte a supervisores y gerentes en la planificación integral de la producción y la cadena de suministro.

### **6.4 DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO**

#### **6.4.1 ¿Qué y cómo lo harán?**

El proyecto tiene como propósito la implementación de un Sistema de Planificación de Producción y Cadena de Suministro basado en Inteligencia Artificial (IA), orientado a fortalecer la integración entre las áreas de producción, abastecimiento y ventas de una empresa productora de tilapia.

Consiste en la adquisición, configuración e integración de una solución de IA ya existente en el mercado, proporcionada por uno de los proveedores seleccionados tras las pruebas piloto. Esta plataforma servirá como motor predictivo para el análisis de demanda, planificación de cosechas y optimización del uso de alimento e insumos, complementando los sistemas actuales (SAP B1, AquaManager y Power BI).

Esta implementación se estructura en seis fases, cada una con actividades específicas y resultados esperados:

**1. Fase 1: Recopilación y preparación de datos:**

- Se unificarán y estandarizarán todos los datos históricos (producción, consumo de alimento, Inventarios, etc.) para su análisis y uso.
- Identificación y corrección de inconsistencias o vacíos en la información histórica.
- Clasificación de variables críticas (biomasa, temperatura, conversión alimenticia, peso promedio, tasa de supervivencia, etc.) para su análisis predictivo.

**2. Fase 2: Se evalúan empresas con IA integrada:**

- Evaluación técnica y funcional de los proveedores que cuentan con módulos de IA integrados en sus soluciones de planificación.
- Realización de demos y pruebas piloto con los proveedores para evaluar la compatibilidad con la estructura de datos, la precisión de los modelos y la facilidad de integración con el ERP existente.
- Revisión de capacidades de predicción de demanda, crecimiento de peces, consumo de alimento, rotación de inventarios, requerimientos de transporte y tiempos de entrega.
- Análisis del costo total de implementación, soporte técnico y escalabilidad de cada solución.
- La empresa subcontratada implementara modelos predictivos que utilicen los datos históricos para predecir la demanda futura, el crecimiento de los peces y el consumo de alimento, transporte y distribución, análisis de inventarios, etc.

**3. Fase 3: Integración y automatización:**

- Integración de los módulos predictivos con **SAP Business One** y **AquaManager**, permitiendo la transferencia automática de datos de producción, consumo y ventas.
- Configuración de interfaces API o conectores intermedios (middleware) para garantizar la sincronización de datos en tiempo real.

- Automatización de reportes, alertas y tableros de seguimiento mediante Power BI y la base de datos SQL.
- Establecimiento de parámetros de control y seguridad en la transferencia de información entre plataformas.
- Pruebas técnicas para asegurar la estabilidad y la velocidad de respuesta del sistema integrado.

#### **4. Fase 4: Pilotaje y validación:**

- Se implementará un piloto en uno de los sitios de producción para evaluar la efectividad de la IA.
- Implementación del modelo predictivo para la planificación de alimentación, cosecha y transporte durante un periodo de prueba.
- Monitoreo del comportamiento de las predicciones comparadas con los resultados reales (producción, consumo, rendimiento).
- Ajuste de parámetros del modelo según desviaciones detectadas.
- Documentación de resultados, conclusiones y recomendaciones para la expansión del sistema.

#### **5. Implementación**

- Instalación y configuración de la solución seleccionada en los servidores regionales.
- Adaptación de los flujos de datos y procesos de planificación de cada sitio para alinearlos al nuevo sistema.
- Capacitación del personal operativo, supervisores y analistas en el uso del sistema y en la interpretación de resultados.
- Ejecución del primer ciclo completo de planificación bajo el nuevo modelo.
- Monitoreo inicial de desempeño, asegurando la correcta interacción entre las áreas de producción, logística y ventas.

## 6. Seguimiento y Control:

- Monitoreo mensual de la precisión de los pronósticos y cumplimiento de metas operativas.
- Evaluación de indicadores clave: eficiencia de conversión alimenticia, cumplimiento de entregas, rotación de inventarios y exactitud de la demanda.
- Revisión trimestral del desempeño del sistema y ajustes de los modelos predictivos por parte del proveedor.
- Establecimiento de un comité de seguimiento integrado por las áreas de TI, Producción, Supply Chain y Finanzas.
- Documentación de mejoras continuas y actualización del modelo según nuevos patrones de datos o cambios de mercado.

### 6.4.2 Desarrollo de todos los elementos necesarios

El desarrollo del modelo propuesto requiere la articulación de múltiples elementos que aseguren su factibilidad técnica, su respaldo metodológico y su sostenibilidad operativa. Estos elementos combinan las bases generadas durante la investigación con las herramientas tecnológicas y los procesos que permitirán implementar la solución de Inteligencia Artificial (IA) en el entorno productivo.

El presente apartado agrupa los elementos necesarios en seis categorías: **instrumentos de investigación, herramientas tecnológicas, procesos operativos, recursos humanos, poblaciones involucradas y documentación de soporte y capacitación.**

#### a) Instrumentos de investigación

Durante la investigación se desarrollaron y aplicaron diversos instrumentos que sirvieron como punto de partida para el diseño del modelo de planificación. Estos instrumentos permitieron recopilar, validar y analizar información técnica, operativa y organizacional que orientó el desarrollo de la propuesta.

- **Lista de verificación 1 (procesos operativos):** aplicada a supervisores de producción y logística, reveló un registro constante de variables diarias, pero también identificó ineficiencias en la planificación de cosechas y consumo de alimento.
- **Lista de verificación 2 (integración tecnológica):** utilizada con personal de sistemas y planificación, evidenció la falta de automatización entre los sistemas ERP y operativos, así como la limitada aplicación de analítica avanzada.
- **Cuestionarios a gerentes de área:** permitieron conocer las percepciones sobre los requerimientos técnicos y el grado de integración de la información entre Producción, Logística y Supply Chain.
- **Entrevistas semiestructuradas a expertos externos:** realizadas con especialistas en ERP, IA y planificación acuícola, confirmaron la viabilidad de integrar herramientas predictivas a partir de plataformas ya existentes.
- **Análisis histórico de datos (2024–2025):** basado en registros reales de producción, alimento, mortalidad e inventarios, permitió detectar desviaciones promedio del 37% entre lo planificado y lo ejecutado, justificando la necesidad del modelo propuesto.

## **b) Herramientas tecnológicas**

El proyecto se apoyará en una arquitectura tecnológica híbrida que combina herramientas existentes dentro de la empresa con soluciones avanzadas de IA proporcionadas por proveedores externos.

- **Sistemas internos:**
  - **SAP Business One (ERP):** fuente de información contable, transaccional y de inventarios.
  - **AquaManager (AQM):** plataforma operativa de producción, alimentación y biomasa.
  - **SQL Server:** entorno de almacenamiento, limpieza y consolidación de datos para el modelado predictivo.
  - **Power BI:** herramienta de visualización y análisis de KPIs del proceso S&OP.

- **Soluciones externas de IA:**
  - Evaluadas cuatro plataformas con IA integrada: **Infor, Pluto7 (Planning in a Box), Bioplan y BlueYonder.**
  - Estas soluciones ofrecen modelos ya desarrollados de **predicción de demanda, consumo de alimento, crecimiento de biomasa, requerimientos logísticos e inventarios óptimos**, adaptables mediante conectores API a los sistemas actuales.

### c) Procesos operativos y de integración

Se establecieron procesos clave que garantizan la funcionalidad y sostenibilidad del modelo propuesto. Estos procesos aseguran la comunicación fluida entre áreas, la confiabilidad de los datos y la mejora continua del sistema.

- **Proceso de consolidación de datos:** unifica información proveniente de producción, inventarios y ventas en un entorno común (Data Warehouse).
- **Proceso mensual S&OP:** define reuniones periódicas de revisión entre Supply Chain, Producción y Finanzas, sustentadas en los pronósticos de la IA.
- **Proceso de automatización de alertas:** genera notificaciones automáticas ante desviaciones críticas en alimento, inventario o cumplimiento de entregas.
- **Proceso de control de calidad de datos:** asegura la consistencia y trazabilidad de la información mediante verificaciones automáticas y manuales.
- **Proceso de mejora continua:** ajusta periódicamente los modelos predictivos con base en resultados reales, manteniendo su precisión a lo largo del tiempo.

### d) Recursos humanos y estructura del proyecto

El componente humano es esencial para la adopción del nuevo modelo. Se estructuró un equipo multidisciplinario con representación de distintos niveles y regiones.

- **Patrocinadores (sponsors):** Responsables de la dirección estratégica y aprobación presupuestaria.

- **Equipo técnico:** Analistas de datos y enlace con los proveedores de IA.
- **Equipo operativo:** Responsables de pruebas en campo y seguimiento.
- **Especialistas ERP:** Encargados de la integración técnica con SAP B1 y SQL Server.
- **Proveedor de IA seleccionado:** Responsable de la configuración, entrenamiento del modelo, validación de resultados y soporte inicial post-implementación.

#### **e) Poblaciones involucradas en la implementación**

El modelo se implementará con participación de diferentes niveles organizativos, reflejando la estructura analizada durante la investigación:

- **Supervisores de producción:** encargados de registrar variables operativas y validar los resultados de la planificación diaria.
- **Gerentes de planta y de cadena de suministro:** responsables de analizar los escenarios generados por la IA y ajustar los planes según capacidad, inventario y demanda.
- **Equipo de TI y analistas de datos:** garantizan la disponibilidad y calidad de la información.
- **Alta dirección:** toma decisiones estratégicas con base en reportes consolidados y proyecciones de desempeño.

#### **f) Documentación, capacitación y soporte**

Para asegurar la sostenibilidad del modelo, se desarrollarán materiales de apoyo, planes de entrenamiento y mecanismos de soporte continuo.

- **Documentación técnica:** Manuales de integración, guías de configuración de IA, diagramas de flujo y protocolos de seguridad.
- **Guía operativa del modelo:** Instruye sobre los procedimientos mensuales de planificación y revisión de pronósticos.
- **Plan de capacitación:** Contempla sesiones virtuales y presenciales para usuarios operativos y gerenciales.
- **Repositorio digital:** Almacena informes, resultados de pruebas, métricas y actualizaciones de versión.

- **Soporte técnico:** Incluye mantenimiento trimestral por parte del proveedor y revisión de desempeño de los modelos predictivos.

### **6.4.3 Desarrollo de los Componentes de la Gestión del Proyecto**

## **ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO**

### **Nombre del Proyecto:**

Implementación de un Sistema de Planificación de Producción y Cadena de Suministro basado en Inteligencia Artificial.

### **Patrocinadores:**

Gerencia Financiera

### **Director del Proyecto:**

Gerente de Informática

**Fecha:** octubre 2025

### **Propósito del Proyecto**

El presente proyecto tiene como propósito diseñar e implementar un sistema inteligente de planificación de producción y cadena de suministro que utilice técnicas de inteligencia artificial para optimizar la asignación de recursos, reducir tiempos de respuesta y fortalecer la sostenibilidad en las operaciones acuícolas.

El sistema integrará datos provenientes de plataformas ERP (como SAP Business One y AquaManager), permitiendo una visión integral y predictiva de la operación productiva.

### **Objetivos del Proyecto**

- Desarrollar e implementar una solución tecnológica basada en IA para la planificación de producción.

- Integrar información de producción, alimentación, cosecha y logística en un modelo unificado de decisión.
- Mejorar la eficiencia operativa y reducir los costos derivados de la falta de sincronización entre áreas.
- Capacitar al personal clave en el uso y mantenimiento del sistema propuesto.

### **Alcance del Proyecto**

El proyecto comprende las fases de análisis, diseño, desarrollo, integración, prueba piloto y capacitación de usuarios en una unidad productiva seleccionada.

No contempla la implementación masiva en todas las ubicaciones ni la sustitución total de sistemas actuales. Los resultados del piloto servirán como base para futuras expansiones.

### **Entregables Principales**

- Documento de requerimientos técnicos y funcionales.
- Prototipo o versión inicial del sistema inteligente de planificación.
- Informe de resultados de la prueba piloto.
- Manual de usuario y plan de capacitación.
- Documento de cierre del proyecto con lecciones aprendidas.

### **Supuestos del Proyecto**

- Se contará con acceso a la información histórica necesaria de producción y consumo.
- El personal clave estará disponible para entrevistas, capacitaciones y validaciones.
- Los sistemas actuales (SAP B1, AquaManager) permitirán la interoperabilidad requerida.
- La infraestructura tecnológica existente será suficiente para soportar las pruebas iniciales.

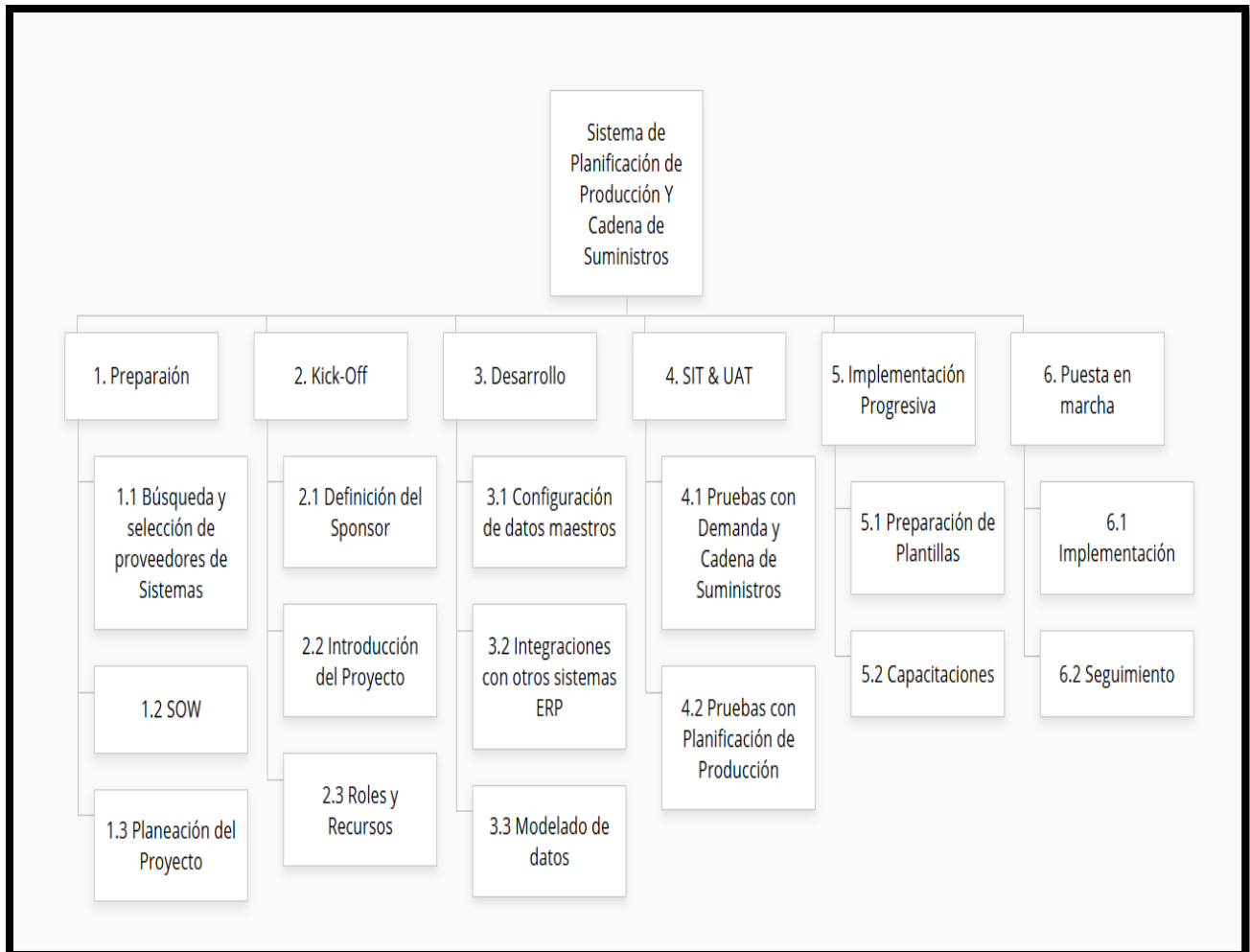
### **Restricciones del Proyecto**

- El proyecto deberá ejecutarse dentro del presupuesto y calendario aprobados.
- No se autorizarán desarrollos adicionales fuera del alcance inicial.
- Los cambios mayores deberán ser aprobados por el patrocinador del proyecto.
- La ejecución dependerá de la disponibilidad técnica y operativa del personal interno.

## Aprobaciones

Nombre	Cargo	Firma	Fecha
Gerente de Informática	Director del Proyecto		
Gerente de Finanzas	Patrocinador del Proyecto		

## ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO (EDT)



## DICCIONARIO DE DESGLOSE DEL TRABAJO (EDT)

Código EDT	NOMBRE DEL ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DEL ALCANCE	ENTREGABLES PRINCIPALES	RESPONSABLE
1.0	<b>Preparación</b>	Definición de requerimientos, alcance y selección del proveedor tecnológico.	Documento SOW, cronograma inicial, plan de trabajo preliminar.	Director del Proyecto / Gerencia de Informática
1.1	Búsqueda y selección de proveedores de sistemas	Identificación y evaluación de empresas proveedoras de soluciones ERP o IA compatibles con la infraestructura existente.	Matriz de evaluación de proveedores, informe de selección.	Comité de Evaluación Técnica
1.2	SOW (Statement of Work)	Documento formal que define los objetivos, alcance, entregables y condiciones del proyecto.	Documento SOW firmado por las partes.	Director del Proyecto
1.3	Planeación del proyecto	Elaboración del plan general del proyecto con cronograma, presupuesto y matriz de riesgos.	Plan del Proyecto (Project Plan).	PMO / Director del Proyecto
2.0	<b>Kick-Off</b>	Inicio formal del proyecto y definición de roles, responsabilidades y estructura de comunicación.	Acta de reunión inicial y estructura organizativa aprobada.	Director del Proyecto
2.1	Definición del Sponsor	Asignación del patrocinador responsable del financiamiento y decisiones estratégicas.	Documento de designación del sponsor.	Alta Dirección
2.2	Introducción del Proyecto	Presentación formal de objetivos, alcance y plan de ejecución a los interesados.	Presentación del Kick-Off, minuta de reunión.	Director del Proyecto
2.3	Roles y Recursos	Definición del equipo técnico, operativo y administrativo, así como los recursos necesarios.	Matriz RACI y plan de recursos.	Director del Proyecto
3.0	<b>Desarrollo</b>	Configuración del sistema inteligente y su integración con sistemas actuales.	Sistema configurado, modelo de datos estructurado.	Equipo Técnico de IA / ERP
3.1	Configuración de datos maestros	Limpieza, estandarización y carga de datos iniciales en la base del sistema.	Base de datos maestra validada.	Equipo de TI
3.2	Integraciones con otros sistemas ERP	Conexión del nuevo sistema con SAP Business One y AquaManager mediante API.	Interfaces funcionales y documentación técnica.	Especialistas ERP / Proveedor IA
3.3	Modelado de datos	Diseño de estructuras predictivas para pronóstico de demanda, alimentación y producción.	Modelo predictivo inicial y documentación del flujo de datos.	Analistas de Datos / Proveedor IA

<b>4.0</b>	<b>SIT &amp; UAT (Pruebas del Sistema y Aceptación del Usuario)</b>	Validación técnica y funcional del sistema antes de su implementación total.	Informe de pruebas y validación de usuarios.	Equipo de QA / Usuarios Clave
4.1	Pruebas con Demanda y Cadena de Suministros	Simulación de pronósticos de demanda, inventarios y abastecimiento.	Resultados de simulación y reporte de ajustes.	Equipo de Supply Chain
4.2	Pruebas con Planificación de Producción	Evaluación del modelo predictivo con datos reales de producción.	Reporte de desempeño del modelo.	Gerencia de Producción / Analistas IA
<b>5.0</b>	<b>Implementación Progresiva</b>	Despliegue gradual del sistema en las áreas operativas seleccionadas.	Sistema parcialmente operativo y personal capacitado.	Director del Proyecto / Proveedor IA
5.1	Preparación de plantillas	Desarrollo de plantillas de carga y reportes en Power BI y SAP.	Plantillas y dashboards configurados.	Equipo de TI / Data Analysts
5.2	Capacitaciones	Formación del personal en uso, análisis y mantenimiento del sistema.	Manual de usuario, lista de asistencia, evaluaciones.	Equipo de Capacitación / Proveedor
<b>6.0</b>	<b>Puesta en Marcha</b>	Fase final de operación del sistema, seguimiento y ajustes posteriores.	Sistema en producción y reporte de desempeño inicial.	Director del Proyecto / Alta Dirección
6.1	Implementación	Activación completa del sistema y monitoreo inicial de operaciones.	Acta de implementación, informe de rendimiento.	Director del Proyecto / TI
6.2	Seguimiento	Monitoreo continuo de indicadores (KPI), ajustes del modelo y soporte técnico.	Reportes mensuales de KPI y plan de mejora continua.	Equipo de IA / Gerencia Operativa

## DESARROLLO DEL LAS 10 ÁREAS DE CONOCIMIENTO DEL PMBOK

N.º	AREAS DEL CONOCIMIENTO (PMBOK)	DEFINICIÓN	APLICACIÓN EN EL PROYECTO DE IA	ENTREGABLES PRINCIPALES	RESPONSABLE
1	Gestión de la Integración del Proyecto	Coordina todos los componentes del proyecto para asegurar que los objetivos, entregables y recursos estén alineados.	Se utilizó para integrar las áreas de producción, logística, informática y ventas, garantizando coherencia en el desarrollo del sistema inteligente.	Plan maestro del proyecto, matriz de integración, registro de cambios aprobados.	Director del Proyecto / Comité de Transformación Digital
2	Gestión del Alcance	Define qué trabajo se realizará y garantiza que solo se ejecute lo planificado.	Se delimitó el alcance al sistema de planificación y cadena de suministro, excluyendo otras áreas del ERP (finanzas, RRHH).	Documento de alcance aprobado, EDT, control de cambios.	Director de Proyecto / Gerencia de Informática
3	Gestión del Cronograma	Planifica y controla el tiempo necesario para completar las actividades del proyecto.	Se estableció un cronograma en seis fases: Preparación, Kick-off, Desarrollo, Pruebas, Implementación Progresiva y Puesta en Marcha.	Cronograma aprobado, reportes de avance.	PMO / Coordinador de Planificación
4	Gestión de los Costos	Estima, asigna y controla los costos del proyecto para mantenerlo dentro del presupuesto.	Se definió un presupuesto que incluyó licencias, consultoría, capacitación y mantenimiento del sistema.	Presupuesto aprobado, informes financieros.	Dirección Financiera / PMO
5	Gestión de la Calidad	Garantiza que los entregables cumplan con los estándares definidos.	Se controló la calidad de los datos, la precisión del modelo IA y la satisfacción del usuario.	Plan de aseguramiento de calidad, reportes de validación.	Equipo de QA / Analistas de Datos
6	Gestión de los Recursos	Identifica y administra los recursos humanos, materiales y tecnológicos del proyecto.	Se asignaron técnicos de IA, analistas, supervisores y recursos informáticos para el desarrollo del sistema.	Plan de recursos, registro de roles y responsabilidades.	Director del Proyecto / RRHH / Proveedor IA

7	Gestión de las Comunicaciones	Asegura que la información sea transmitida de manera eficiente entre los interesados.	Se implementó un plan de comunicación con reportes semanales y reuniones quincenales.	Plan de comunicaciones, bitácora de reuniones.	Director del Proyecto / Comunicaciones Corporativas
8	Gestión de los Riesgos	Identifica, analiza y responde a riesgos que puedan afectar el proyecto.	Se gestionaron riesgos tecnológicos, financieros y organizacionales (como resistencia al cambio).	Registro de riesgos, plan de respuesta y control.	Comité de Riesgos / Director del Proyecto
9	Gestión de las Adquisiciones	Planifica, contrata y administra los bienes y servicios necesarios.	Incluyó la compra del software de IA, hardware y contratación de consultoría externa.	Contratos firmados, actas de recepción técnica.	Gerencia de Compras / PMO
10	Gestión de los Interesados (Stakeholders)	Identifica y gestiona las expectativas de los actores involucrados.	Se clasificaron y analizaron los interesados (positivos, negativos, internos y externos) para su gestión.	Registro de interesados, estrategias de participación.	Director del Proyecto / Comité Ejecutivo

## 6.5 MEDIDAS DE CONTROL

El sistema propuesto requiere la implementación de mecanismos de control que permitan evaluar su desempeño de manera continua, garantizar la confiabilidad de los resultados y asegurar la mejora progresiva del modelo.

Para ello, se establecen indicadores clave de desempeño (KPI), acompañados de procedimientos de monitoreo y revisión periódica que involucran tanto al equipo técnico como a la alta dirección.

Las medidas de control se aplicarán desde la fase piloto y se mantendrán durante la operación total del sistema basado en Inteligencia Artificial.

### **KPI 1: Precisión del Pronóstico**

**Definición:** mide la diferencia porcentual entre los valores pronosticados por los modelos de IA y los resultados reales observados en producción, demanda e inventarios para garantizar que el modelo predictivo mejore progresivamente su exactitud, reduciendo la varianza y aumentando la confiabilidad de las proyecciones.

**Fórmula sugerida:**

$$\text{Precisión del Pronóstico (\%)} = 100 - \left( \frac{|Pronóstico - Real|}{Real} \times 100 \right)$$

**Actividades de control:**

- Validación semanal de los resultados proyectados versus los datos reales.
- Reentrenamiento del modelo predictivo cuando se detecten desviaciones mayores al 10%.
- Revisión trimestral del algoritmo por parte del proveedor de IA para mejorar su desempeño.
- **Meta esperada:** alcanzar una precisión mínima del **85%** en el primer semestre de operación y superar el **90%** al finalizar el primer año.

### **KPI 2: Tasa de Desperdicio de Alimento**

**Definición:** evalúa la eficiencia en el uso del alimento balanceado, comparando la cantidad suministrada con el crecimiento real de biomasa y la producción obtenida para reducir el desperdicio de insumos y optimizar el factor de conversión alimenticia, contribuyendo a la sostenibilidad y rentabilidad del proceso productivo.

**Fórmula sugerida:**

$$\text{Tasa de Desperdicio (\%)} = \left( \frac{\text{Alimento Suministrado} - \text{Alimento Efectivo}}{\text{Alimento Suministrado}} \times 100 \right)$$

### Actividades de control:

- Registro diario del consumo real de alimento por jaula en AquaManager.
- Comparación semanal con los valores esperados según la IA y los estándares productivos.
- Análisis mensual de la eficiencia alimenticia (FCR) y de la biomasa generada.
- Reportes automáticos de desviación emitidos por el sistema en Power BI.
- **Meta esperada:** reducción del desperdicio total de alimento en al menos **10%** durante el primer ciclo de implementación y **20%** al segundo año.

### KPI 3: Ahorro en Costos Operativos

**Definición:** cuantifica el impacto económico de la planificación inteligente, midiendo los ahorros generados por la reducción de desperdicios, la optimización de inventarios y la mejora en la programación de la producción y logística para demostrar el retorno de inversión (ROI) del sistema de IA y su contribución directa a la eficiencia global de la empresa.

### Fórmula sugerida:

$$\text{Ahorro (\%)} = \frac{\text{Costo Base} - \text{Costo Actual}}{\text{Costo Base}} \times 100$$

### Actividades de control:

- Monitoreo mensual de los costos de producción, transporte, almacenamiento y consumo de alimento.
- Comparación con los costos históricos promedio antes de la implementación.
- Reporte trimestral del ahorro acumulado al comité directivo y al sponsor corporativo.
- Ajustes de estrategias productivas o logísticas en caso de desviaciones significativas.
- **Meta esperada:** alcanzar un **ahorro operativo del 8% al 12%** en el primer año, con incrementos progresivos conforme el sistema aprenda de los datos históricos y actuales.

#### **KPI 4: Rotación y Cobertura de Inventarios**

**Definición:** analiza la eficiencia en la gestión de inventarios de alimento y producto terminado, reflejando la alineación entre la planificación de la demanda y el abastecimiento real para mantener niveles óptimos de inventario que aseguren la continuidad operativa sin generar sobrecostos por exceso o desabasto.

#### **Fórmulas sugeridas:**

$$\text{Rotación de Inventario} = \frac{\text{Costo de Ventas}}{\text{Inventario Promedio}}$$
$$\text{Días de Cobertura} = \frac{\text{Inventario Promedio}}{\text{Costo de Ventas Diario}}$$

#### **Actividades de control:**

- Seguimiento semanal de los inventarios en SAP B1.
- Validación mensual de la cobertura de insumos críticos (alimento, empaques).
- Generación de alertas automáticas por desviaciones en niveles mínimos o máximos.
- **Meta esperada:** mantener una rotación equilibrada de inventarios y una cobertura de alimento de **15 a 20 días**, con una tendencia a la optimización continua.

#### **KPI 5: Nivel de Cumplimiento del Plan**

**Definición:** mide el grado en que las metas de producción, entrega y abastecimiento se ejecutan conforme al plan mensual generado por la IA para evaluar la coordinación entre las áreas operativas y la eficacia de las predicciones en la ejecución real del plan.

#### **Fórmula sugerida:**

$$\text{Cumplimiento del Plan (\%)} = \frac{\text{Unidades Cumplidas}}{\text{Unidades Planificadas}} \times 100$$

### Actividades de control:

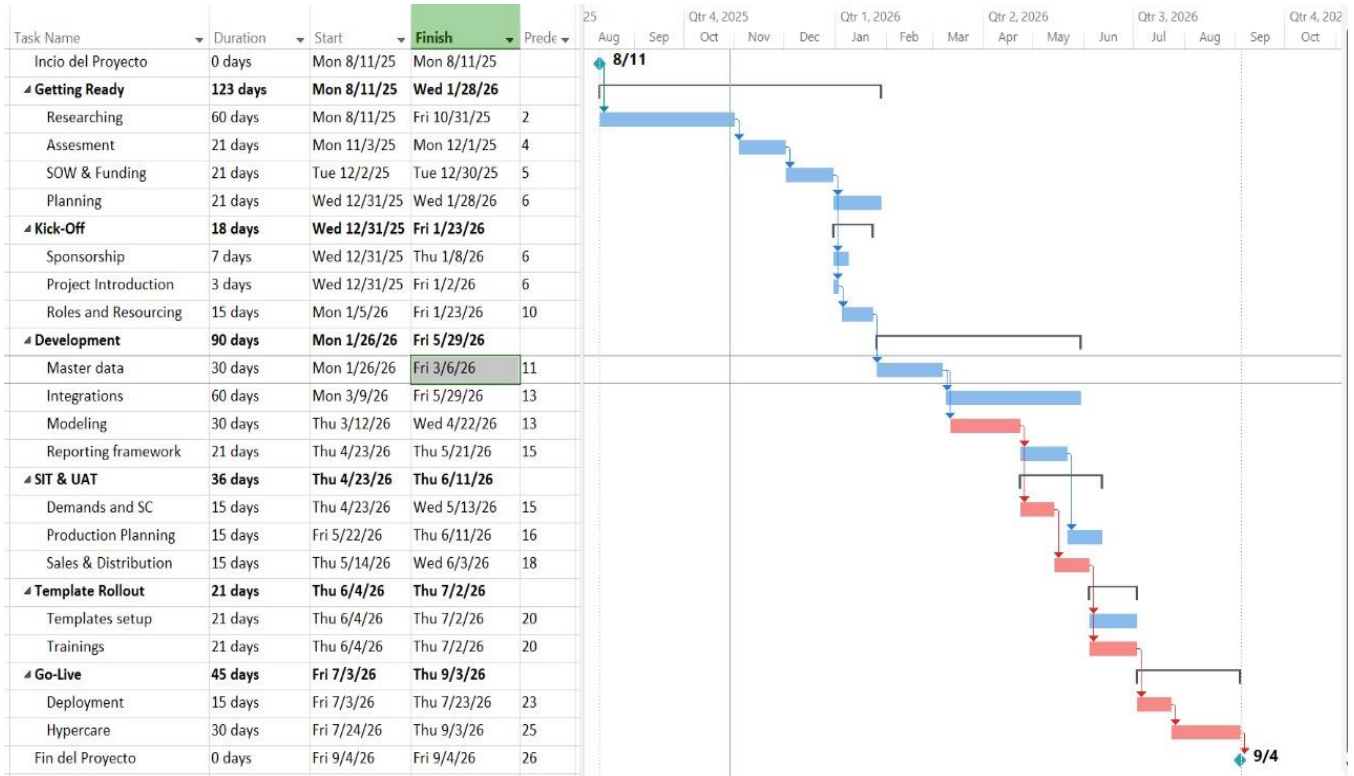
- Comparación semanal del plan con las órdenes reales de producción y embarque.
- Revisión mensual del cumplimiento en reuniones de Supply Chain y Producción.
- Ajustes automáticos sugeridos por el sistema ante variaciones en la demanda o retrasos operativos.
- **Meta esperada:** mantener un **nivel de cumplimiento superior al 95%**, garantizando la sincronización entre la oferta, la demanda y los recursos productivos.

### Mecanismos generales de seguimiento y control

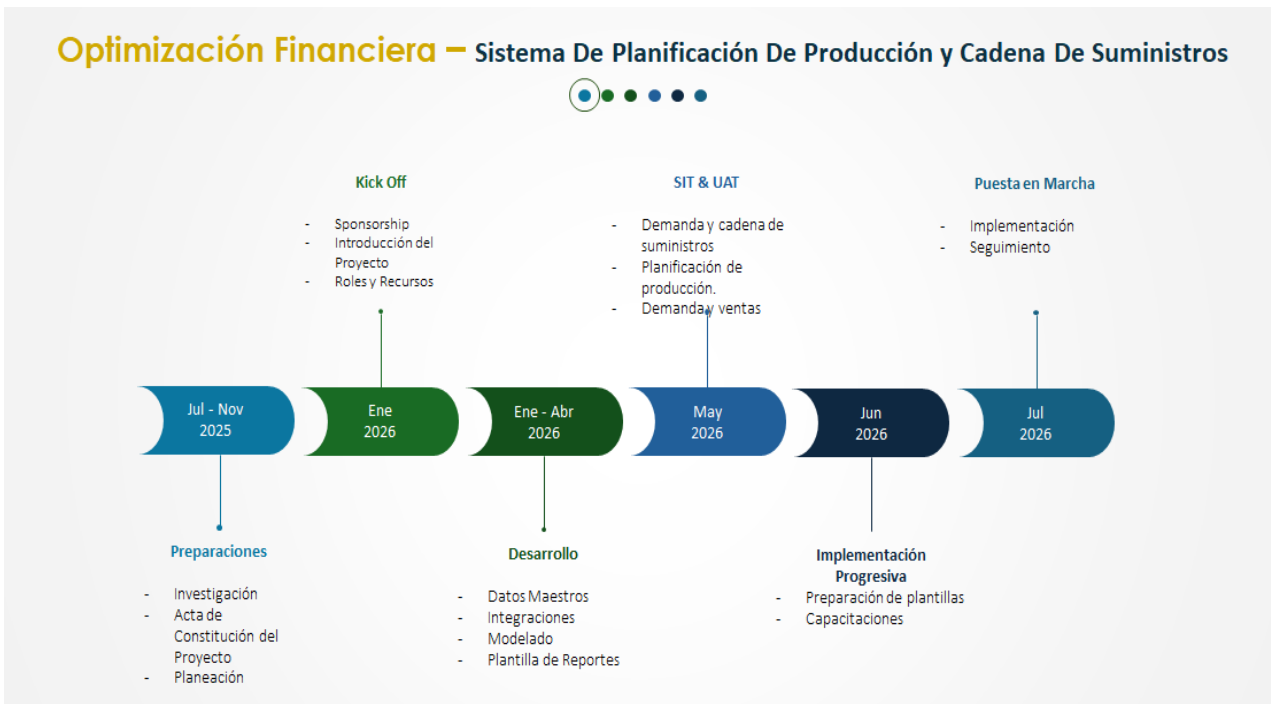
Además de los KPI específicos, se establecerán mecanismos transversales de control y mejora continua:

- **Panel de monitoreo:** tablero ejecutivo en Power BI que consolida los indicadores y se actualiza en tiempo real mediante integración con SAP B1, AquaManager y el sistema de IA.
- **Reuniones mensuales de seguimiento:** lideradas por el equipo de Supply Chain y patrocinadores del proyecto para analizar desviaciones, decisiones correctivas y nuevos aprendizajes del modelo.
- **Auditorías de datos:** verificaciones trimestrales para asegurar la integridad y consistencia de la información utilizada en los pronósticos.
- **Plan de mejora continua:** reentrenamiento del modelo predictivo, ajuste de parámetros y revisión de objetivos con base en la evolución de los resultados.

## 6.6 Cronograma De Implementación



### 6.6.1 Línea de Tiempo



## 6.7 PRESUPUESTO E IMPACTO DEL PRESUPUESTO

El presupuesto deberá ser evaluado por la firma de consultoría, pero se estima que los costos de software, consultoría y capacitación oscilarán entre los **\$300,000** y **\$350,000**, dependiendo del alcance final.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>1</b>	<b>Preparación</b>				<b>\$50,000.00</b>
1.1	Búsqueda y selección de proveedores de Sistemas	60	Días	\$500.00	\$30,000.00
1.2	Declaración de Trabajo (SOW)	21	Días	\$500.00	\$10,500.00
1.3	Planeación del Proyecto	21	Días	\$500.00	\$10,500.00
<b>2</b>	<b>KICK-OFF</b>				<b>\$14,000.00</b>
2.1	Definición del Sponsor	7	Días	\$900.00	\$6,300.00
2.2	Introducción del Proyecto	3	Días	\$900.00	\$2,700.00
2.3	Roles y Recursos (Definición de equipo)	5	Días	\$1,000.00	\$5,000.00
<b>3</b>	<b>Desarrollo</b>				<b>\$105,000.00</b>
3.1	Adquisición de Plataforma de IA	1	Unidad	\$45,000.00	\$45,000.00
3.2	Configuración de datos maestros	30	Días	\$500.00	\$15,000.00
3.3	Integraciones con otros sistemas ERP	60	Días	\$500.00	\$30,000.00
3.4	Modelado de datos (Entrenamiento IA)	30	Días	\$500.02	\$15,000.00
<b>4</b>	<b>SIT y UAT (Pruebas)</b>				<b>\$80,000.00</b>
4.1	Pruebas con Demanda y Cadena de Suministros	1	Paquete	\$40,000.00	\$40,000.00
4.2	Pruebas con Planificación de Producción	1	Paquete	\$40,000.00	\$40,000.00
<b>5</b>	<b>Implementación Progresiva</b>				<b>\$13,500.00</b>
5.1	Preparación de Plantillas (y Guías)	5	Días	\$700.00	\$3,500.00
5.2	Capacitaciones	2	Paquete	\$5,000.00	\$10,000.00
<b>6</b>	<b>Puesta en marcha</b>				<b>\$40,000.00</b>

6.1	Implementación (Soporte Go-Live)	1	Servicio	\$20,000.00	\$20,000.00
6.2	Seguimiento (Soporte post Go-Live)	1	Servicio	\$20,000.00	\$20,000.00
<b>7</b>	<b>Gestión de Riesgos (Reserva)</b>				<b>\$16,000.00</b>
7.1	7.1 Reserva de Contingencia	1	Paquete	\$16,000.00	\$16,000.00
			<b>COSTO ESTIMADO DEL PROYECTO</b>		<b>\$318,500.00</b>

## 6.8 CONCORDANCIA DE LOS SEGMENTOS DE LA TESIS CON LA PROPUESTA

La propuesta de un modelo de planificación basado en IA no es una solución arbitraria, sino que surge como una respuesta directa y lógicamente derivada de cada uno de los segmentos clave de esta tesis. La investigación ha demostrado la necesidad, la viabilidad y el camino para la implementación de un sistema inteligente que permita a la empresa superar las brechas operativas y de gestión. El siguiente cuadro detalla la coherencia entre los objetivos, hallazgos, conclusiones y la propuesta.

Capítulo I			Capítulo II	Capítulo III			Capítulo V	Capítulo IV	
Título Investigación	Objetivo General	Objetivos Específicos	Teorías/Metodologías de Sustento	Variable	Poblaciones	Técnicas	Conclusiones	Nombre de la Propuesta	Objetivos Propuesta
IA EN LA PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN Y CADENA DE SUMINISTROS	Analizar los factores claves para el diseño de un sistema de planificación basado en inteligencia artificial para optimizar la coordinación entre las áreas de producción, cadena de suministro y ventas en una empresa de producción de tilapia.	Analizar los principales procesos y factores operativos actuales de una empresa productora de tilapia.		Procesos claves de planificación.	P1: Supervisores de Operaciones y Logística P2: jefes y Gerentes de Planificación e Informática	*Check List *Cuestionario	1.El análisis de los procesos operativos actuales, mediante la Lista de Verificación 1, evidenció una sólida base en el registro de datos (100% de los supervisores realizan registros diarios de variables clave). Sin embargo, se identificaron ineficiencias en la planificación, reflejadas en un coeficiente de variación del 37% en la producción real, lo que confirma la existencia de inestabilidad y desajustes.	"Modelo de Planificación de Producción y Cadena de Suministro de Empresa Productora de Tilapia, basado en la implementación de Inteligencia Artificial."	
		Analizar los requerimientos y adaptación técnicos para la implementación de tecnologías de inteligencia artificial en las empresas productoras de tilapia.		Recursos tecnológicos y técnicos necesarios.	P4: Expertos externos o Consultores en Logística y Tecnología	Entrevista	2.Aunque la empresa cuenta con un sistema ERP, el análisis de los datos históricos evidenció una integración limitada entre las áreas y un uso restringido de analítica avanzada. Entre enero y mayo de 2024 la producción real superó el presupuesto en más del 35%, pero en el segundo semestre cayó hasta un 40% por debajo, mostrando falta de herramientas predictivas. Asimismo, el consumo de alimento presentó variaciones superiores al 30%, reflejando ineficiencias en la planificación. Estos resultados demuestran que el ERP actual se utiliza de forma transaccional y no estratégica, restringiendo su potencial. Por ello, se hace necesaria una adaptación tecnológica con inteligencia artificial que permita automatizar alertas, anticipar desviaciones y optimizar los recursos productivos.		
		Evaluar las tecnologías de inteligencia artificial disponibles que se ajusten a las necesidades de una empresa productora de tilapia, considerando su viabilidad técnica, económica y compatibilidad con los sistemas existentes.		Tecnologías de IA disponibles.	P1: Supervisores de Operaciones y Logística P2: jefes y Gerentes de Planificación e Informática P4: Expertos externos o Consultores en Logística y Tecnología	*Check List *Cuestionario *Entrevista	3.El principal desafío para adoptar un sistema de planificación inteligente (IA) es la desalineación organizacional entre la planificación y la ejecución. El sistema actual ha generado una cultura de ineficiencia, donde la Producción Real promedio (717.695,21 kg) es consistentemente inferior al Presupuesto (965.291,42 kg). Esta brecha, junto con la alta volatilidad de la producción (rango de más de 800.000 kg), requiere que el personal operativo cambie una cultura de planificación rígida a una de adaptación y monitoreo en tiempo real. El éxito de la IA dependerá de superar esta resistencia cultural y técnica para aceptar las predicciones dinámicas del nuevo sistema.		
		Analizar los principales desafíos organizacionales y culturales para la adopción de un sistema de planificación inteligente.		Factores organizacionales y culturales.	P1:Supervisores de operaciones P2: Gerencia financiera y de planificación P4: Expertos externos	*Check List *Cuestionario *Entrevista	4.El análisis evidenció baja adopción de herramientas predictivas: el 88% de los supervisores no utiliza IA. Este hallazgo representa un desafío relevante, pero también una oportunidad estratégica para implementar programas de capacitación y un plan de gestión del cambio que fomente una cultura de innovación y adopción tecnológica		
		Diseñar un plan para la implementación de un sistema inteligente de planificación basado en IA en las empresas productoras de tilapia, que incluya lineamientos, estrategias y criterios de evaluación del impacto esperado.		Plan de implementación del sistema inteligente.	P1:Supervisores de Operaciones y Logística P2:jefes yGerentes de Planificación e Informática	*Check List *Cuestionario	5.Con base en los hallazgos, se diseñó una propuesta de implementación de un sistema inteligente de planificación a 18 meses. Esta propuesta se justifica en la evidencia de las varianzas negativas acumuladas (superiores a 10 millones de kg), lo que demuestra la urgencia de una solución tecnológica que incremente la eficiencia y rentabilidad de la empresa.		

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahumada, I., & A, G. (2016). Applications of artificial intelligence in supply chain process: A systematic review. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 24(4), 663–679. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052016000400011>
- Aquaculture of tilapia. (2025). In *Wikipedia*.  
[https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Aquaculture\\_of\\_tilapia&oldid=1288862643](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Aquaculture_of_tilapia&oldid=1288862643)
- aquaManager. (2022). *Regal Springs® and aquaManager announce strategic alliance for intelligent farming: “to boldly go where no other Tilapia company has gone before.”*  
<https://www.prweb.com/releases/regal-springs-r-and-aquamanager-announce-strategic-alliance-for-intelligent-farming-to-boldly-go-where-no-other-tilapia-company-has-gone-before--894238010.html>
- ASC Programme Centre Beta. (n.d.). ASC Programme Centre Beta. Retrieved June 16, 2025, from <https://programme-centre.asc-aqua.org/>
- Ashraf Rather, M., Ahmad, I., Shah, A., Ahmad Hajam, Y., Amin, A., Khursheed, S., Ahmad, I., & Rasool, S. (2024). Exploring opportunities of Artificial Intelligence in aquaculture to meet increasing food demand. *Food Chemistry: X*, 22, 101309. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101309>
- Capetillo-Contreras, O., Pérez-Reynoso, F. D., Zamora-Antuñano, M. A., Álvarez-Alvarado, J. M., & Rodríguez-Reséndiz, J. (2024). Artificial Intelligence-Based Aquaculture System for Optimizing the Quality of Water: A Systematic Analysis. *Journal of Marine Science and Engineering*, 12(1), 161. <https://doi.org/10.3390/jmse12010161>
- Choi, T., Wallace, S. W., & Wang, Y. (2018). Big Data Analytics in Operations Management. *Production and Operations Management*, 27(10), 1868–1883. <https://doi.org/10.1111/poms.12838>
- Choi, T.-M., Wallace, S., & Wang, Y. (2018). Big Data Analytics in Operations Management. *Production and Operations Management*, 27(10), 1868–1883. <https://doi.org/10.1111/poms.12838>

Código del Trabajo de Honduras de 1959. (2025). In *Wikipedia, la enciclopedia libre*.

[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=C%C3%B3digo\\_del\\_Trabajo\\_de\\_Honduras\\_de\\_1959&oldid=165135925](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=C%C3%B3digo_del_Trabajo_de_Honduras_de_1959&oldid=165135925)

Coppola, D., Lauritano, C., Palma Esposito, F., Riccio, G., Rizzo, C., & de Pascale, D. (2021). Fish Waste: From Problem to Valuable Resource. *Marine Drugs*, 19(2), 116.

<https://doi.org/10.3390/md19020116>

Criddle, C. (2023, July 20). What is artificial intelligence and how does it work? *Financial Times*.

<https://www.ft.com/content/bde93e43-7ad6-4abf-9c00-8955c6a9e343>

Dezfuli, H., Benjamin, A., Everett, C., Maggio, G., Stamatelatos, M., Youngblood, R., Guarro, S., Rutledge, P., Sherrard, J., Smith, C., & Williams, R. (2011, November 1). *NASA Risk Management Handbook*.

[https://ntrs.nasa.gov/citations/20120000033?utm\\_source=chatgpt.com](https://ntrs.nasa.gov/citations/20120000033?utm_source=chatgpt.com)

*Espacio I+d's research works*. (n.d.). ResearchGate. Retrieved August 3, 2025, from

<https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Espacio-I-d-2196614298>

FAO Departamento de Pesca *Código de Conducta para la Pesca Responsable*. (n.d.). Retrieved June 16, 2025, from <https://www.fao.org/4/V9878S/V9878S00.htm>

Fernández Córdoba, L. (2022). *Uso estratégico de la inteligencia artificial en la gestión de la cadena de suministro* [Trabajo de Fin de Máster]. Universitat Oberta de Catalunya.

*First Honduras tilapia plant BAP certified*. (n.d.). Retrieved August 3, 2025, from

<https://www.seafoodsource.com/news/aquaculture/first-honduras-tilapia-plant-bap-certified>

*General Systems Theory: Problems, Perspectives, Practice*. (n.d.). ResearchGate.

<https://doi.org/10.1142/5871>

*GLOBALG.A.P. | Smart farm assurance solutions*. (n.d.). Retrieved June 16, 2025, from

<https://www.globalgap.org/>

- Gölzer, P., & Fritzsche, A. (2017). Data-driven operations management: Organisational implications of the digital transformation in industrial practice. *Production Planning & Control*, 28(16), 1332–1343. <https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1375148>
- Guía para la gestión integrada de proyectos [2025]* • Asana. (n.d.). Retrieved August 25, 2025, from <https://asana.com/es/resources/project-integration-management>
- Guitart, X. Y. (2024). *Contribuciones de la inteligencia artificial a la sostenibilidad en las cadenas de suministro* [Trabajo Final de Máster]. Universitat Oberta de Catalunya.
- Hamed, S., & Ghasemi Shayan, R. (2024). *Big Data, Artificial Intelligence, and IoT in Supply Chain Management* (SSRN Scholarly Paper No. 4952077). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4952077>
- Indonesia and Honduras tilapia swim into seafood guide upgrade.* (n.d.). Retrieved August 3, 2025, from [https://www.panda.org/wwf\\_news/?198341/Indonesia-and-Honduras-tilapia-swim-into---seafood-guide-upgrade](https://www.panda.org/wwf_news/?198341/Indonesia-and-Honduras-tilapia-swim-into---seafood-guide-upgrade)
- Instituto de Acceso a la Información Pública de Honduras. (2014). *Anteproyecto de Ley de Protección de Datos Personales.* <https://cei.iaip.gob.hn/doc/Ley%20de%20Proteccion%20de%20Datos%20Personales.pdf>
- Kast, F. E., & Rosenzweig, J. E. (1972). General System Theory: Applications for Organization and Management. *Academy of Management Journal*, 15(4), 447–465. <https://doi.org/10.2307/255141>
- KPIs: What Are Key Performance Indicators? Types and Examples.* (n.d.). Investopedia. Retrieved August 3, 2025, from <https://www.investopedia.com/terms/k/kpi.asp>
- Los peces que destruyen el lago – Contra Corriente.* (n.d.). Retrieved August 3, 2025, from <https://contracorriente.red/2023/06/30/los-peces-que-destruyen-el-lago/>

Magazine, A. (2022, March 30). Regal Springs® and aquaManager announce strategic alliance for intelligent farming: “to boldly go where no other Tilapia company has gone before.” *Aquaculture Magazine*. <https://aquaculturemag.com/2022/03/30/regal-springs-and-aquamanager-announce-strategic-alliance-for-intelligent-farming-to-boldly-go-where-no-other-tilapia-company-has-gone-before/>

Mercado Común Centroamericano. (2025). In *Wikipedia, la enciclopedia libre*.

[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Mercado\\_Com%C3%BAn\\_Centroamericano&oldid=167775681](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Mercado_Com%C3%BAn_Centroamericano&oldid=167775681)

Meserve, D. (2015, March 2). First Honduras Tilapia Plant Earns BAP Certification. *Global Seafood Alliance*. <https://www.globalseafood.org/blog/first-honduras-tilapia-plant-earns-bap-certification/>

mikrotek. (2025, February 25). Tilapia Trade Grows, From Domestic Asian Market to Global Export. *Regal Springs Indonesia*. <https://regalsprings.co.id/en/articles/tilapia-trade-grows-from-domestic-asian-market-to-global-export/>

Newman-Enyioko, C. (2025). *Application of Systems Theory in an Organisation* (SSRN Scholarly Paper No. 5283169). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5283169>

(PDF) Sustainable Aquaculture. (2025). In *ResearchGate*.

[https://www.researchgate.net/publication/378102983\\_Sustainable\\_Aquaculture](https://www.researchgate.net/publication/378102983_Sustainable_Aquaculture)

Pei, J., Wang, R., Yan, P., & Tan, Y. (Ricky). (2025). Quality management in supply chain: Strategic implications and the paradox of AI inspection. *Decision Sciences*, n/a(n/a). <https://doi.org/10.1111/deci.70003>

Project Management Institute. (2017). *PMBOK Guide*.

[https://www.pmi.org/standards/pmbok?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.pmi.org/standards/pmbok?utm_source=chatgpt.com)

*Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial | UNESCO.* (n.d.). Retrieved June 16, 2025, from <https://www.unesco.org/es/articles/recomendacion-sobre-la-etica-de-la-inteligencia-artificial>

*Regal Springs adopts novel tilapia traceability system.* (2021, October 12). The Fish Site.

<https://thefishsite.com/articles/regal-springs-adopts-novel-tilapia-traceability-system>

*Secretaría de Desarrollo Económico.* (n.d.). Secretaría de Desarrollo Económico. Retrieved June 16, 2025, from <https://sde.gob.hn/>

Solvoyo. (2025, January 30). What is AI in Supply Chain? *Solvoyo*. <https://www.solvoyo.com/knowledge-hub/how-is-ai-used-in-supply-chain-planning/>

Stütz, J.-D., Karras, O., Oelen, A., & Auer, S. (2023). *A Next-Generation Digital Procurement Workspace Focusing on Information Integration, Automation, Analytics, and Sustainability* (No. arXiv:2303.03882). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.03882>

*Successfully Communicating in a Digital Procurement Transformation Project.* (2025).

<https://lemonlearning.com/blog/communicating-in-a-digital-procurement-transformation-project>

*Supply Chain Traceability—Compliance Benefits | Certa.* (n.d.). Retrieved August 3, 2025, from

<https://www.certa.ai/blogs/the-importance-of-supply-chain-traceability-for-regulatory-compliance>

Taj, S., Imran, A. S., Kastrati, Z., Daudpota, S. M., Memon, R. A., & Ahmed, J. (2023). IoT-based supply chain management: A systematic literature review. *Internet of Things*, 24, 100982.

<https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100982>

*Tilapia Aquaculture in Mexico—Assessment with a focus on social and economic performance.* (n.d.).

Retrieved August 3, 2025, from [https://openknowledge.fao.org/items/899b02be-3206-406b-8e84-63690fabab1f?utm\\_source=chatgpt.com](https://openknowledge.fao.org/items/899b02be-3206-406b-8e84-63690fabab1f?utm_source=chatgpt.com)

- Truant, E., Borlatto, E., Crocco, E., & Sahore, N. (2024). Environmental, social and governance issues in supply chains. A systematic review for strategic performance. *Journal of Cleaner Production*, 434, 140024. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140024>
- Wamba, S. F., Gunasekaran, A., Akter, S., Ren, S. J., Dubey, R., & Childe, S. J. (2017). Big data analytics and firm performance: Effects of dynamic capabilities. *Journal of Business Research*, 70, 356–365. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.08.009>
- What Is Artificial Intelligence (AI)? | IBM.* (2024, August 9). <https://www.ibm.com/think/topics/artificial-intelligence>
- What is digital transformation? | McKinsey.* (n.d.). Retrieved August 3, 2025, from <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-digital-transformation>
- Yang, H., Feng, Q., Xia, S., Wu, Z., & Zhang, Y. (2025). AI-driven aquaculture: A review of technological innovations and their sustainable impacts. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 15(3), 508–525. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2025.01.012>
- Zhang, G., Yang, Y., & Yang, G. (2023). Smart supply chain management in Industry 4.0: The review, research agenda and strategies in North America. *Annals of Operations Research*, 322(2), 1075–1117. <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04689-1>

## ANEXOS

### Proceso de Recopilación de Datos

#### 1. Instrumento: Chekc List

##### 1.1 Check list 1: Verificación del uso de sistemas de apoyo en la Planificación estratégica.

Para esta fase de la investigación, el proceso se centró en la recolección de información a través de **dos listas de verificación (checklists)** diseñadas para evaluar el estado actual de los procesos de planificación en la empresa.

- **Población Objeto del Estudio:** Los instrumentos fueron aplicados a la población de Supervisores de Operaciones y Logística. Este grupo fue seleccionado por su rol clave y conocimiento directo de los procesos diarios de planificación, lo que asegura una recolección de datos relevante y de primera mano.
- **Instrumentos y Herramienta de Aplicación:**
  - **Checklist 1:** "Verificación del uso de sistemas de apoyo en la Planificación estratégica". Instrumento fue digitalizado y distribuido a través de la herramienta Google Forms para facilitar la recolección, tabulación y el posterior análisis de los datos. Esta plataforma permitió una respuesta eficiente y organizada por parte de los supervisores. El checklist consta de 10 preguntas.
- **Tamaño de la Muestra:** Se obtuvieron respuestas de 8 supervisores de las áreas de Operaciones y Logística. Este número de participantes provee una perspectiva valiosa sobre las prácticas actuales dentro de los departamentos clave de la empresa.
- **Aplicación y Recolección:** Los participantes accedieron a los formularios de Google Forms a través de un enlace directo. Los datos se registraron de forma anónima y automática, garantizando la confidencialidad de las respuestas y la integridad de la información para su posterior análisis.

## 1.2 Check list 2: Verificación de prácticas de registro, monitoreo y análisis de datos.

Para complementar el análisis de la planificación estratégica, se aplicó un segundo instrumento de recolección de datos cuantitativos.

- **Población Objeto del Estudio:** Al igual que el primer checklist, este instrumento fue dirigido a la población de Supervisores de Operaciones y Logística. El propósito fue profundizar en las prácticas de gestión de datos, que son cruciales para la implementación exitosa de tecnologías de inteligencia artificial.
- **Instrumento y Herramienta de Aplicación:** El instrumento utilizado fue el "Checklist de prácticas de registro, monitoreo y análisis de datos". Al igual que el anterior, fue digitalizado y aplicado a través de la plataforma Google **Forms** para asegurar una recolección de datos eficiente, organizada y de fácil acceso para los participantes. El checklist consta de 10 preguntas.
- **Tamaño de la Muestra:** En este caso, el instrumento fue respondido por 5 supervisores, lo que proporcionó una perspectiva concisa pero valiosa sobre las prácticas de documentación y análisis de datos en los procesos de producción y logística.
- **Aplicación y Recolección:** Los participantes completaron el formulario en línea, y las respuestas fueron registradas automáticamente en una base de datos de Google. Este método garantizó la confidencialidad de los encuestados y permitió una tabulación inmediata de los resultados para su análisis posterior.

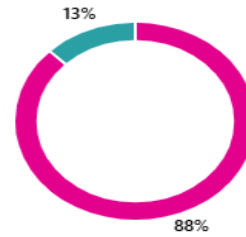
La recopilación de la información tomó más tiempo del previsto, ya que algunos participantes mostraron cierta reticencia a brindar sus respuestas debido al temor, infundado, de posibles represalias por parte de la empresa. Este miedo, aunque sin justificación porque la investigación se realiza únicamente con fines académicos para la tesis, generó retrasos en la obtención de los datos y nos obligó a dedicar más tiempo a explicar la confidencialidad y el propósito del estudio a cada participante.

# Resultados

## 1.1 Chekc List 1: Verificación del uso de sistemas de apoyo en la Planificación estratégica

1. ¿Se utilizan herramientas de IA para planificar producción y/o distribución?

● Si	0
● No	7
● A veces	1



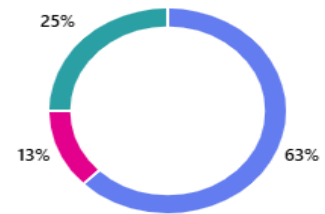
2. ¿Existe un sistema predictivo para pronóstico de demanda y planeación de SKUs?

● Si	4
● No	4
● A veces	0



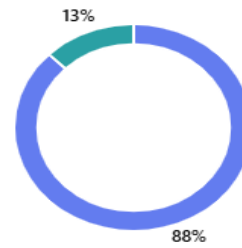
3. ¿Los planes de cosecha están alineados con la disponibilidad logística y de ventas?

● Si	5
● No	1
● A veces	2



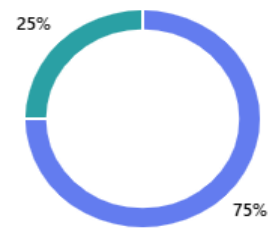
4. ¿La planificación toma en cuenta datos históricos, proyecciones y condiciones ambientales?

● Si	7
● No	0
● A veces	1



5. ¿Se actualizan regularmente las curvas de crecimiento utilizadas en planificación?

● Si	6
● No	0
● A veces	2



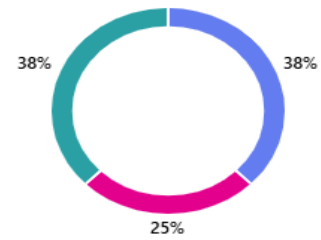
6. ¿Existe coordinación entre producción, logística y ventas para los flujos de producto?

● Si	4
● No	0
● A veces	4



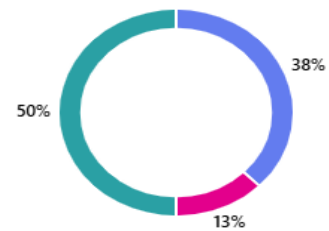
7. ¿Se evalúan escenarios de planificación con simulaciones antes de su ejecución real?

● Si	3
● No	2
● A veces	3



8. ¿Se ha reducido el desperdicio o reproceso gracias a mejoras en la planificación?

● Si	3
● No	1
● A veces	4



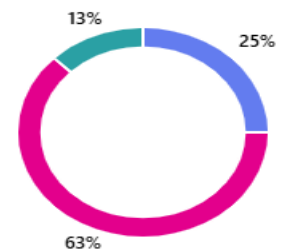
9. ¿La empresa cuenta con un sistema de indicadores de eficiencia en el supply chain?

● Si	4
● No	2
● A veces	2



10. ¿Existen métricas que midan la eficiencia de las decisiones tomadas con base en IA o simuladores?

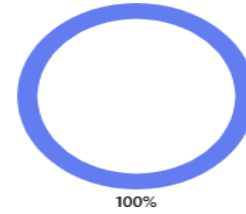
● Si	2
● No	5
● A veces	1



## 1.2 Chekc List 2: Verificación de prácticas de registro, monitoreo y análisis de datos.

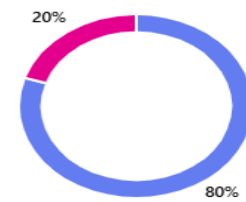
1. ¿Registra diariamente los datos de biomasa, alimentación y mortalidad en sistema?

● Si	5
● No	0
● A veces	0



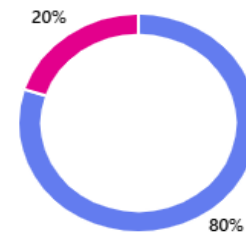
2. ¿Utiliza un sistema ERP para consolidar y analizar la información productiva?

● Si	4
● No	1
● A veces	0



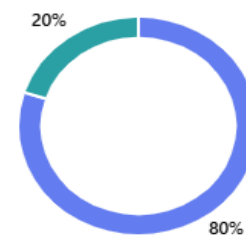
3. ¿Los reportes de crecimiento son generados automáticamente con base en históricos?

● Si	4
● No	1
● A veces	0



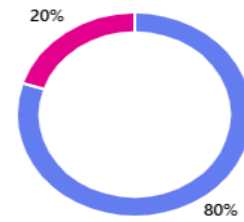
4. ¿Se actualizan los datos de campo en tiempo real o con frecuencia diaria?

● Si	4
● No	0
● A veces	1



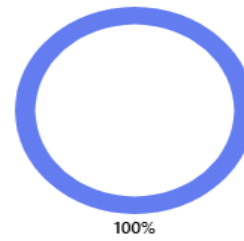
5. ¿Existe un control sobre la calidad y consistencia de los datos recolectados?

● Si	4
● No	1
● A veces	0



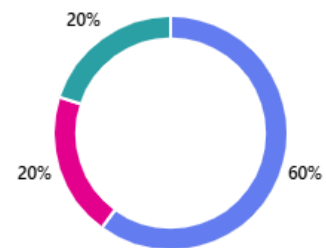
6. ¿Se comparan proyecciones con resultados reales para evaluar desviaciones?

● Si	5
● No	0
● A veces	0



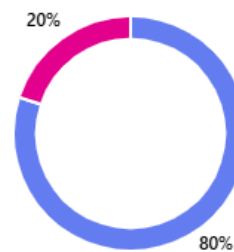
7. ¿El sistema permite alertas o recomendaciones en caso de indicadores fuera de estándar?

● Si	3
● No	1
● A veces	1



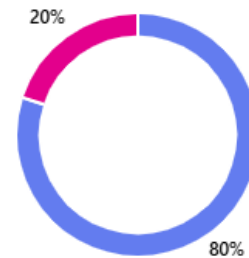
8. ¿Participa en la validación de modelos predictivos aplicados a la planificación?

● Si	4
● No	1
● A veces	0



9. ¿El sistema de datos se comunica con otros módulos?

● Si	4
● No	1
● A veces	0



10. ¿Se han documentado mejoras operativas derivadas del análisis de datos productivos?

● Si	5
● No	0
● A veces	0



## 2. Instrumento: Cuestionario

Para obtener una perspectiva de nivel estratégico sobre la planificación e innovación en la cadena de suministro, se aplicó un cuestionario específico a la siguiente población:

- **Población Objeto del Estudio:** Los **Jefes y Gerentes de Planificación e Informática**. Este grupo de participantes fue seleccionado por su rol directivo y su capacidad para evaluar los procesos a un nivel macro y tomar decisiones estratégicas dentro de la organización.
- **Instrumento y Herramienta de Aplicación:** El instrumento utilizado fue un cuestionario titulado "**Evaluación de los Procesos de Planificación e Innovación en Supply Chain**". Al igual que los checklists anteriores, este cuestionario fue digitalizado y administrado a través de **Google Forms**. El uso de esta plataforma facilitó la distribución, la recolección

de las respuestas y la posterior tabulación de los datos en un formato fácilmente analizable. El cuestionario consta de 15 preguntas.

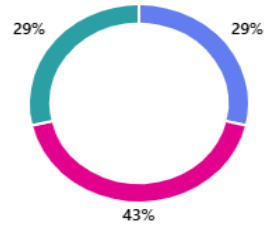
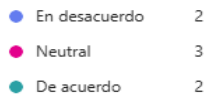
- **Tipo de Preguntas:** El cuestionario se estructuró con preguntas de escala de Likert. Este formato permite medir el nivel de acuerdo o desacuerdo de los participantes con afirmaciones específicas, lo que ofrece un análisis cuantitativo de sus percepciones sobre la planificación, la tecnología y la cultura de innovación.
- **Tamaño de la Muestra:** Se obtuvieron respuestas de **8 personas** de la población de Jefes y Gerentes. Este número de participantes proporciona un panorama valioso y representativo de la percepción de los líderes clave sobre los procesos evaluados en la tesis.

Al igual que en el checklist, en el cuestionario también ocurrió que algunos participantes mostraron cierta reticencia a brindar sus respuestas debido al temor, infundado, de posibles represalias por parte de la empresa. Este miedo, aunque sin justificación porque la investigación se realiza únicamente con fines académicos para la tesis, provocó retrasos en la recopilación de la información y nos obligó a dedicar tiempo adicional a explicar la confidencialidad y el propósito del estudio a cada participante.

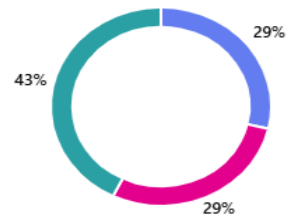
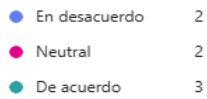
# Resultados

## Evaluación de los Procesos de Planificación e Innovación en Supply Chain

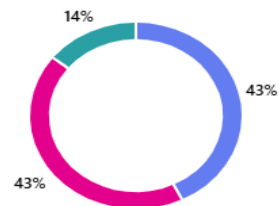
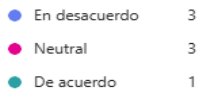
1. La planificación de la demanda actual permite anticiparse con precisión a los cambios del mercado.



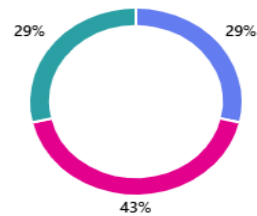
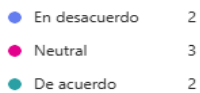
2. Los procesos de Supply Chain están adecuadamente integrados entre las distintas áreas funcionales.



3. El sistema actual de Planificación contempla información en tiempo real para apoyar decisiones estratégicas.

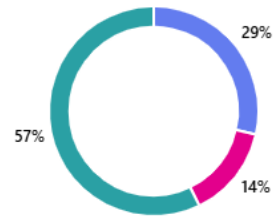


4. Se utilizan herramientas digitales o de inteligencia artificial para optimizar la planificación operativa.



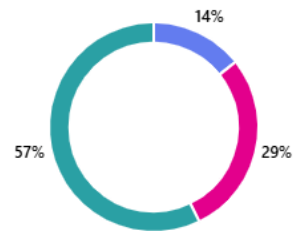
5. La empresa cuenta con indicadores clave de desempeño (KPIs) bien definidos para monitorear la eficiencia de la cadena de suministro.

● En desacuerdo	2
● Neutral	1
● De acuerdo	4



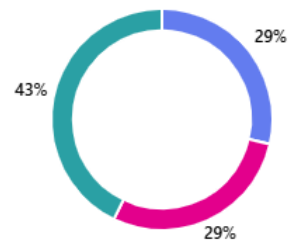
6. El sistema logístico garantiza trazabilidad y visibilidad completa de los productos en cada etapa.

● En desacuerdo	1
● Neutral	2
● De acuerdo	4



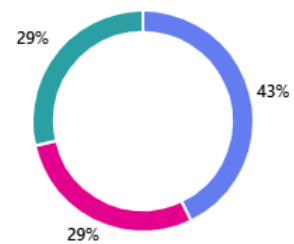
7. Los procesos de reabastecimiento y distribución son flexibles frente a cambios de demanda o contingencias.

● En desacuerdo	2
● Neutral	2
● De acuerdo	3



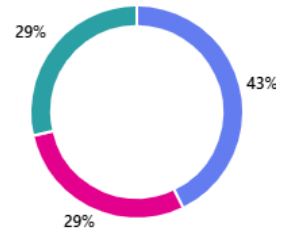
8. La gestión de inventarios está alineada con prácticas de optimización y reducción de desperdicios.

● En desacuerdo	3
● Neutral	2
● De acuerdo	2



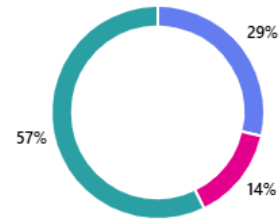
9. Se han implementado iniciativas tecnológicas recientes para automatizar o digitalizar parte del proceso de planificación

● En desacuerdo	3
● Neutral	2
● De acuerdo	2



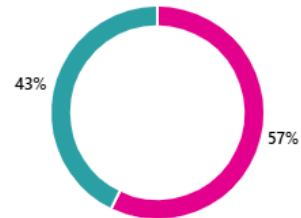
10. Existe una cultura organizacional que promueve la innovación y la mejora continua en Supply Chain.

● En desacuerdo	2
● Neutral	1
● De acuerdo	4



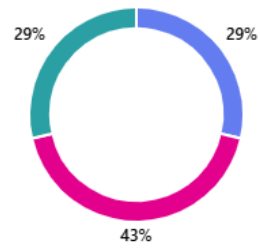
11. Las decisiones de planificación se basan en datos históricos, análisis predictivo y criterios técnicos.

● En desacuerdo	0
● Neutral	4
● De acuerdo	3



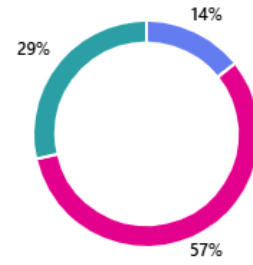
12. Se han realizado evaluaciones recientes sobre la sostenibilidad de la cadena de suministro.

● En desacuerdo	2
● Neutral	3
● De acuerdo	2



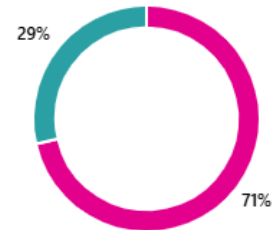
13. Se considera el impacto ambiental en las decisiones de planificación y abastecimiento.

● En desacuerdo	1
● Neutral	4
● De acuerdo	2



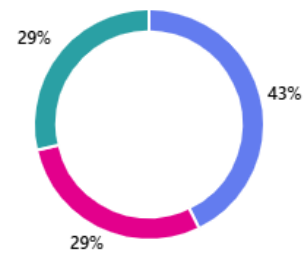
14. El equipo de trabajo cuenta con las competencias necesarias para utilizar herramientas tecnológicas avanzadas.

● En desacuerdo	0
● Neutral	5
● De acuerdo	2



15. Existe colaboración fluida entre las áreas de producción, logística y ventas para alinear la planificación general.

● En desacuerdo	3
● Neutral	2
● De acuerdo	2



### 3. Instrumento: Entrevista a expertos

Para obtener una perspectiva cualitativa y de alto nivel sobre la viabilidad de implementar tecnologías de inteligencia artificial en la empresa, se llevó a cabo una entrevista semiestructurada.

- **Población Objeto del Estudio:** La entrevista fue realizada a **dos expertos en sistemas ERP**. Estos profesionales fueron seleccionados por su amplia experiencia en la implementación y gestión de sistemas de información dentro del sector, lo que les permite ofrecer una visión profunda sobre los desafíos, oportunidades y la madurez digital de la organización.

#### Perfiles de los Expertos Entrevistados

- **Francisco Azube:** Se desempeña como **experto en sistemas ERP**, con una vasta experiencia en la implementación y gestión de plataformas como **SAP Business One** en el sector acuícola. A lo largo de la entrevista, se identifica su rol en la gestión de procesos clave como planificación, compras y finanzas, así como su enfoque en la innovación y la adopción de nuevas tecnologías.
  - **Misael Hernández:** Es también un **experto en sistemas ERP**, y su experiencia se centra en un **sistema ERP propio de la compañía, llamado Pitch**, que está fuertemente vinculado a SAP Business One. Su rol se enfoca en la gestión de adquisiciones, compras y el control de gastos. Misael aporta una perspectiva complementaria sobre la automatización de procesos y la madurez de la empresa para la adopción de nuevas tecnologías.
- **Instrumento de Recolección:** Se utilizó una **guía de entrevista semiestructurada** con el propósito de fomentar un diálogo abierto y profundo realizada en Google Form como guía. El instrumento estaba diseñado para explorar temas clave como la experiencia con sistemas ERP, los beneficios de la automatización, el nivel de preparación de la empresa para la IA, los desafíos de implementación y las recomendaciones para una planificación tecnológicamente eficiente.
  - **Metodología y Herramienta de Aplicación:** La entrevista se realizó de forma virtual a través de una **videoconferencia en la plataforma Microsoft Teams**. Esta herramienta

permitió no solo la interacción en tiempo real con los expertos, sino también la grabación del audio y la transcripción de las respuestas, lo que garantiza la exactitud de la información para su posterior análisis.

- **Tamaño de la Muestra:** Se entrevistó a dos expertos. Este enfoque es común en estudios cualitativos, donde la profundidad de las respuestas es más relevante que la cantidad de participantes.

## Resultados

### **Transcripción completa de toda la entrevista:**

**José Amner Ramos Paz:** Perfecto. Bueno, muchas gracias y buenas tardes. Eh, el tema, soluciones tecnológicas para la gestión de procesos y planificación de planificación y supply chain. Se les agradece las respuestas, eh, pueden ser breves si así si así gustan, eh, según su experiencia en, eh, en la gestión o en la administración de sistemas ERP con relación al tema, podría ser o este, eh, cualquier área que se relacione con el tema, ¿verdad?

Entonces, eh, prefiero que hagamos, eh, una pregunta y obtengamos una respuesta de cada uno, eh, para que quede grabado y luego este respondemos. Entonces, eh, vamos así una por una y luego yo les cedo el paso para que ustedes lo puedan responder según su criterio.

Entonces, eh, gracias, gracias por su participación y vamos a empezar con la, eh, introducción. Eh, el propósito: recabar la experiencia y perspectiva sobre la implementación de tecnologías con inteligencia artificial, machine learning, eh, y herramientas especializadas dentro de los sistemas ERP que apoyan los procesos de planificación, producción y sostenibilidad en empresas acuícolas, particularmente en el cultivo de tilapia.

Entonces, la primer pregunta sería, ¿podrían contarnos brevemente sobre su experiencia con sistemas ERP en el sector acuícola? Eh, cualquiera de los dos puede responder primero y luego el otro, por favor.

**Francisco Azube:** Okay. Voy primero.

**José Amner Ramos Paz:** Vale, pues, Francisco, gracias.

**Francisco Azube:** A ver, ¿en qué hemos trabajado? Con el SAP Business One como ERP principal en empresas multinacional productora de tilapia. Gestionamos procesos de planificación, compra, finanzas, control de inventario. Hemos participado en integraciones con los sistemas externos. Estamos con el asunto este de con Amner en Whole Chain. Eh, eventualmente, ¿qué he pretendido? Pre- cambiar, bueno, integré la parte de lo de Live Signature, además, este, ahora estamos queriendo cambiar con el Live Signature ya sea con el Airslate o con Zoho. Y aparte que estamos queriendo introducir a un CRM de para poder integrar a nuestro ERP.

**José Amner Ramos Paz:** Excelente. Excelente. Me permiten un segundo, por lo que tenemos, eh, aquí la participación de alguien más.

**Francisco Azube:** Okay, dale.

**Misael Hernández:** Okay.

**José Amner Ramos Paz:** Y este, aprovecho este momento para, eh, presentarles a la compañera de equipo, Leisy Chavarría, este, quien nos va a colaborar en esta entrevista de hoy. Y eh Leisy, le presento a los compañeros Francisco Arzube y Misael Hernández, ellos son expertos en sistema de ERP, eh, que nos

estarán ayudando con las respuestas de la entrevista del día de hoy.

**Leisy Chavarría:** Hola, buenas.

**Francisco Azube:** Mucho gusto.

**Misael Hernández:** Mucho gusto.

**Leisy Chavarría:** Mucho gusto. Gracias a ustedes por su apoyo, pues, eh, esperemos que esta entrevista sea de mucha ayuda para nosotros y se los agradecemos enormemente, la verdad, la oportunidad que nos dan de poderlos entrevistar.

**Francisco Azube:** No, muchas gracias.

**Misael Hernández:** Un gusto, Leisy.

**Leisy Chavarría:** Igual, mucho gusto.

**Francisco Azube:** Okay.

**José Amner Ramos Paz:** Okay, muchas gracias. Ya tenemos la respuesta de la primera pregunta por el compañero, por el, eh, experto en sistemas Juan Arzube, ahora vamos con la respuesta de Misael Hernández, por favor. Eh, también podríamos, este, también podríamos, si ustedes gustan, en caso de que la respuesta sea redundante, podemos pasar a la siguiente o, eh, obtener las dos respuestas, para nosotros también es muy valioso, gracias.

**Misael Hernández:** ¿Qué tal? Eh, buenas tardes. Mi respuesta es un tanto redundante, pero al mismo tiempo complementaria ya que yo trabajo sobre un sistema ERP que está fuertemente vinculado con SAP Business One. Este, debido a que hay muchos procesos de automatización de SAP que no ocurren dentro de SAP, sino que ocurren en un sistema, eh, aparte, un sistema hermano llamado Pitch. Es un sistema ERP que fue diseñado dentro de la misma compañía, eh, a la medida o a las medidas, este, de los de los requerimientos de la compañía para que, eh, las necesidades de la misma queden satisfechas. El sistema Pitch básicamente se basa o tiene como objetivo la gestión de adquisiciones, de compras, de artículos inventariables o de servicios, este, que nos permitan, ah, pues dichas adquisiciones. Este, al mismo tiempo tiene muchos procesos de autorización y ejecución de, ah, funciones con la finalidad de controlar los gastos de la compañía, este, y y todas las adquisiciones de la misma.

**Leisy Chavarría:** Okay, perfecto. Ahora vamos con la siguiente pregunta, que sería la pregunta, ¿qué beneficios claves ha observado al integrar BPA o procesos automatizados dentro de estos sistemas?

**Francisco Azube:** ¿Qué pasó?

**Misael Hernández:** Creo que definitivamente la, el principal beneficio es la reducción de los tiempos de operación, eh, asimismo se aseguran a través de las automatizaciones que la información llega íntegra de un lugar al otro, reduciendo la, el tiempo, del tiempo y el esfuerzo del trabajo humano. Este, con lo cual, eh, como como beneficio, digamos, este, es completamente una reducción del tiempo, de los esfuerzos, eh, aumento de la precisión del trabajo y, ah, pues, creo que esos serían los principales.

**Leisy Chavarría:** Perfecto.

**Francisco Azube:** Voy a enriquecer la respuesta de Misael. Él habló perfecto de agilizar los procesos. También hay otro efecto añadido, cuando automatizamos las cosas, ¿qué hacemos? Reducimos los errores manuales. Minimizamos los errores. Otro detalle es que, creo que, también ampliando la respuesta de Misael, optimizamos la parte del recurso humano, ¿no?

**José Amner Ramos Paz:** Okay, muchas gracias. Continuamos con la siguiente pregunta. Desde tu punto de vista, ¿qué tan preparada está la organización para adoptar herramientas basadas en inteligencia artificial o machine learning dentro de sus procesos de planificación?

**Francisco Azube:** Para mí, yo creo que estamos en un nivel intermedio de madurez digital, ¿no? Tenemos las bases sólidas en el ERP, ahí tenemos ya la parte que se está trabajando, automatización de flujos, tenemos un super ingeniero que está trabajando en ese proceso de automatización. Ah, por el otro lado, la parte de la reportería con el Power BI. Pero obviamente, hay que, todavía tenemos oportunidades de mejoras, ¿no? Hay que seguir, hay que aprovechar esas oportunidades de mejoras que están pendientes, que nos faltan, para poder pasar todavía a un siguiente nivel.

**José Amner Ramos Paz:** Okay, perfecto.

**Misael Hernández:** Bueno, eh, yo considero que, ah, también considero que la empresa se encuentra en un punto intermedio, eh, hemos, ah, sobre todo Juan Francisco, ha adoptado ciertos mecanismos de inteligencia artificial, sobre todo para mejorar la eficiencia de las reuniones. Él ha implementado un sistema dentro de las llamadas de Teams que nos permite, ah, tener una redacción y un resumen de lo que tenemos, eh, o de las llamadas que se realizan dentro de la compañía. Eso pues definitivamente aumenta la productividad y la eficiencia de las llamadas, además de que pues no se quedan temas al aire. Creo que ahora mismo la implementación de inteligencia artificial como como proceso intrínseco de las de las compañías es algo que todavía requiere un poco más de madurez, pero creo que, creo que la compañía pues está en buen camino, al menos en lo que a inteligencia artificial se refiere.

**Francisco Azube:** Y justamente ese tema, como lo dijo Misael, es el que a uno de los que más me toca es a mí. Me toca el camino todavía es largo para ir adoptando la inteligencia artificial en los diversos tipos de procesos. Pero, porque básicamente se quiere utilizar la inteligencia artificial como aliada desde el mismo personal senior que pueda utilizar a la IA para poder optimizar su tiempo.

**José Amner Ramos Paz:** Okay, muchas gracias.

**Leisy Chavarría:** Okay. Bueno, vamos con la siguiente pregunta. Eh, ¿consideras que las soluciones que conoces en el mercado de tecnologías con IA podrían integrarse eficazmente en el entorno actual de la empresa y por qué?

**José Amner Ramos Paz:** Vamos con Misael.

**Misael Hernández:** Eh, bueno, las tecnologías que existen actualmente en lo que respecta a IA son muy variadas y se están diversificando muchísimo con el paso del tiempo. Sin embargo, creo que la adaptación de los sistemas y de los procesos de las compañías requieren un análisis muy grande, con lo cual, eh, personalmente considero que, eh, si bien la compañía está en proceso de adaptación, creo que todavía no está del todo lista para integrar las tecnologías de IA que existen, sobre todo porque creo que las tecnologías por sí mismas todavía no han madurado lo suficiente para que puedan, eh, por sí mismas, eh, ah, integrarse, este, con facilidad a los procedimientos que ya de por sí son complejos de compañía a compañía. Entonces, eh, creo que todavía, en el hoy por hoy, es algo difícil, este, tener una integración de estas herramientas. Todavía falta un poco de camino tanto del lado de la compañía como de la madurez de la inteligencia artificial en sí misma.

**Francisco Azube:** Consideras que las soluciones... Sí, siempre que se realice un proceso gradual de la integración. Soluciones de la inteligencia artificial como modelo predictivo, por ejemplo, de... y eso es lo que estamos tratando de hacer, de consumo de alimento, pronóstico de mortalidad o algoritmo de optimización logística puede aportar gran valor a la organización.

**José Amner Ramos Paz:** Muy bien, excelente. Pasamos a la pregunta número cinco y este dice así: ¿Cuáles son, en tu opinión, los principales desafíos para implementar herramientas predictivas o inteligentes en el área de supply chain? Esta la vamos a iniciar con Francisco.

**Francisco Azube:** Okay. Desafíos, opinión, desafíos para implementar herramientas... Calidad, homogeneidad de los datos. Ese es un desafío grandote que lo estamos teniendo para, por ejemplo, el el Whole Chain, ¿no es cierto? Mmm. Esa parte, y la estás peleando tú, ¿cómo homogeneizar los datos? ¿Sí o no?

**Misael Hernández:** Sí.

**Francisco Azube:** Eh, lo típico, cambio cultural en la adopción de modelos predictivos frente a la experiencia empírica. Esa es la parte que sé que voy a tener en el momento que quiera a un a un senior decirle que use la inteligencia artificial como asesor, ahí voy a, sé que voy a tener un problema. Porque de todas maneras me va a decir, yo tengo la experiencia y todo lo demás, pero la idea es de que les ayude.

**José Amner Ramos Paz:** Okay, perfecto.

**Francisco Azube:** Okay. Eh, los costos de implementación, mantenimiento, y por ahí los sistemas viejos, los sistemas legacy que no fueron diseñados para trabajar con analítica avanzada, nos podrían generar

algún tipo de inconveniente.

**José Amner Ramos Paz:** Okay, perfecto.

**Leisy Chavarría:** Okay, siguiente pregunta, ¿qué recomendaciones darían para que una empresa logre una planificación sostenible y tecnológicamente eficiente?

**José Amner Ramos Paz:** Comenzamos con Misael.

**Misael Hernández:** Me parece algo ambigua la pregunta, no consigo, eh, comprender el objetivo específico de la pregunta.

**José Amner Ramos Paz:** Sí, recomendaciones. ¿Basado en tu experiencia, este, crees que una plataforma con inteligencia artificial ayudaría a que la empresa logre una planificación sostenible y eficiente o qué recomendaciones darías?

**Francisco Azube:** Por ejemplo, una que es dura para nosotros. ¿Qué problema tenemos con nuestra información de data maestra? Que la tenemos regada, ¿no? Y ese y ese es un detalle...

**José Amner Ramos Paz:** Decías al principio también, Misael, de que la información histórica debe de ser bastante correcta y muy grande, una buena base de datos. Podría ser una recomendación.

**Francisco Azube:** En un entorno ideal, yo diría recomendar y centralizar la gestión de los datos maestros. Porque tenemos la información de los datos maestros regada en todas las bases y a veces viene de que encontramos un producto con un código y el otro. Eso me tocó cuando estuve justamente con la parte de data master. Esa era la parte que se comenzaron a, nos tocó dar de baja algunos SKU.

**José Amner Ramos Paz:** ¿Te parece que se deben centralizar los procesos que integran todo el camino de la planificación en la compañía para que no haya pérdida de...?

**Francisco Azube:** Por eso es que empezamos primero centralizando la data master, haciendo que sea una sola. Empezamos por ahí. ¿No es cierto? Empezamos con, con poniendo una sola persona y ya no una data master por cada empresa, sino una que controle a todas las empresas para que haya un solo criterio y con el mismo criterio empezar por el mismo criterio.

**José Amner Ramos Paz:** Okay, perfecto. Misael.

**Misael Hernández:** Bueno, eh, yo creo que la inteligencia artificial como herramienta para tomar decisiones, eh, puede ser altamente poderosa, sobre todo si se encuentra bien, bien entrenada y con buenos datos. Debido a que, nosotros como seres humanos, sin importar cuánto nos esforcemos, siempre vamos a tener un pequeño sesgo. Sesgo a través de nuestra memoria en la historia, ¿qué tantos datos nosotros podemos recordar? ¿De qué manera podemos interpretar los datos? Entonces, al nosotros poder, eh, si bien es algo, eh, que tiene muchos beneficios que nosotros podemos hacer y es ver las cosas desde diferentes ángulos, también es cierto que una IA, por otro lado, puede observar muchísimos más escenarios simultáneos y tomar los datos que ya existen, hacer predicciones futuras y en base a eso tomar decisiones que seguramente serán mucho más acertadas debido a que los cálculos pues son más grandes, eh, más precisos y más ricos en información. Entonces, eh, yo creo que una inteligencia artificial como soporte, eh, para la toma de decisiones, es un, puede ser una muy buena, eh, herramienta, este, siempre y cuando tengamos la la certeza de que su entrenamiento ha sido el correcto, que tiene los datos correctos, este, y y pues que la veamos como eso, como una herramienta de soporte. Eh, más allá de eso, no no podría agregar, eh, más, es más que nada un complemento a la a la respuesta que dio Juan Francisco.

**José Amner Ramos Paz:** Perfecto.

**Francisco Azube:** Al final del día siempre debe haber una persona que verifique la información y que tome la decisión como humano.

**Misael Hernández:** Hoy por hoy la supervisión humana en para la inteligencia artificial considero que es algo indispensable.

**José Amner Ramos Paz:** Okay, excelente.

**Leisy Chavarría:** Okay, gracias por esa respuesta. La siguiente, eh, ¿existen riesgos o limitaciones que deban tenerse en cuenta al implementar estas tecnologías?

**Francisco Azube:** Calidad de los datos. Datos incompletos, producen modelos poco confiables.

**Leisy Chavarría:** Okay.

**Francisco Azube:** La otra, la dije ya, tiene que ver con la cultura, la resistencia de las personas.

**Leisy Chavarría:** La cultura, sí.

**Francisco Azube:** Y hay una mucho más importante que siempre nos lo recuerda nuestro jefe.

**José Amner Ramos Paz:** ¿Cuál es, Misael?

**Misael Hernández:** La verdad no recuerdo.

**Francisco Azube:** El dinero, el costo. ¿Qué pasó, pues Misael? Siempre nos hacen el recordatorio del dinero, del costo.

**Misael Hernández:** Sí, es verdad.

**Francisco Azube:** ¿Sí o no?

**José Amner Ramos Paz:** Riesgos de infraestructura podrían ser, ¿verdad?

**Francisco Azube:** Limitaciones, esa, costos, costos de infraestructura.

**José Amner Ramos Paz:** Riesgos de, eh, de no uso, podría ser de implementar algo, este, y gastar en algo y que no se use.

**Francisco Azube:** Ese te lo provocaría la resistencia al cambio, haces el cambio y la gente se resiste y no lo usa.

**José Amner Ramos Paz:** Así es. ¿Tienes, eh, algo más para agregar, Misael, o pasamos a la siguiente?

**Francisco Azube:** Okay.

**José Amner Ramos Paz:** Bien.

**Leisy Chavarría:** Okay, gracias. Eh, bueno, la siguiente pregunta. ¿Cómo puede la inteligencia artificial apoyar a la toma de decisiones operativas en entornos variables como el cultivo de tilapia? Comenzamos con Francisco.

**Francisco Azube:** Toma de decisiones operativas en entornos variables como el cultivo de tilapia. La IA, pronóstico de crecimiento y biomasa.

**José Amner Ramos Paz:** Okay.

**Francisco Azube:** Pronóstico de crecimiento y biomasa. Puede ver el comportamiento en base a condiciones ambientales y alimentación.

**José Amner Ramos Paz:** Exacto.

**Francisco Azube:** No, y hay, y hay, y es... y esto me lo trató de explicar un experto en la parte acuícola. El agua abajo puede, si cambia el agua, la temperatura a veces está fría abajo, está caliente arriba, pero si por algún motivo llega a calentarse la de abajo y se invierte, eso produce una, es lo que genera la cuestión del shock térmico.

**José Amner Ramos Paz:** El shock térmico.

**Francisco Azube:** Y el shock térmico, ¿y qué nos produce? Una mortalidad en la tilapia.

**José Amner Ramos Paz:** Sí.

**Francisco Azube:** Esto me lo trató de explicar, y yo ahí sí no soy el experto, me lo trató de explicar un experto en la parte acuícola. ¿Por qué es que se produce la mortalidad de los de de las tilapias? Porque ¿qué tenemos que hacer con la tecnología? Usar entre sensores y la inteligencia artificial para poder prever de que eso no nos ocurra, Amner.

**José Amner Ramos Paz:** Sí.

**Francisco Azube:** Esa es la parte que yo estoy que le doy vueltas al asunto, ¿con qué salimos para encontrarle la varita mágica, la solución científica para prevenir de aquí en adelante y que no se nos vuelva a, no volvamos a tener una mortalidad alta de tilapia.

**José Amner Ramos Paz:** Okay, excelente. Siguiendo pregunta, Leisy.

**Leisy Chavarría:** Okay. La siguiente pregunta sería, eh, el número nueve. ¿Cómo evaluarías el nivel actual de madurez digital de la organización en comparación con otras que conoces?

**José Amner Ramos Paz:** Eh, Misael.

**Misael Hernández:** Bueno, eh, como lo mencionaba en una pregunta anterior, es una pregunta difícil de responder porque las organizaciones, como las personas, son altamente diversas y dependiendo de sus actividades o fines de la de la compañía misma, es que su su integración natural con la con la tecnología va a ser muy variable. Entonces, eh, no tengo ahora mismo eh conocimiento sobre el camino que llevan otras compañías eh en el mismo ramo que la nuestra, eh como para poder tener un punto de referencia para para hacer dicha comparación, no tengo datos objetivos que ah mostrar.

**José Amner Ramos Paz:** Okay. Juan Francisco.

**Francisco Azube:** Yo digo que estamos en un plano intermedio. Pero con apertura, ¿por qué? Porque justamente una de las cosas que me toca a mí, que es estar en la parte de la planificación, es la parte de la innovación. Y es la incorporación de la inteligencia artificial en las diversas, este, ¿cómo se diría?, en los, como apoyo en las diversas facetas de la organización.

**José Amner Ramos Paz:** Okay. ¿Quieres agregar algo más, Misael?

**Misael Hernández:** No, es todo.

**José Amner Ramos Paz:** Okay.

**Leisy Chavarría:** Bueno, vamos con la última pregunta, que sería la número 10. Finalmente, ¿qué tendencias tecnológicas consideras más prometedoras para el futuro cercano en sistemas de planificación inteligente?

**José Amner Ramos Paz:** Francisco.

**Francisco Azube:** Tendencias tecnológicas. Okay, una de las que ya estamos utilizando es para la cuestión de la trazabilidad y ya se está utilizando la tecnología del blockchain a través del sistema de Whole Chain. ¿Correcto, Amner?

**José Amner Ramos Paz:** Así es.

**Francisco Azube:** Ya la estamos, la estamos poniendo. Considero que después tengo que, tenemos que ver cómo integramos equipos automatizados y con inteligencia artificial para lo que les estuve conversando, sensores en el agua, alimentación automática, cómo llevamos, cómo podemos a a mejorar y optimizar esa parte en el proceso de la producción acuícola. Y ahí sí, yo creo que la empresa pasará al siguiente nivel, que es lo que estamos siempre buscando.

**Leisy Chavarría:** Okay, perfecto.

**José Amner Ramos Paz:** ¿Algo más que agregar, Misael, en esta pregunta?

**Misael Hernández:** Ah, no, yo no tengo más que agregar. Creo que Juan Francisco dio una excelente respuesta. Este, no quiero redundar sobre la misma. Eh, por mi lado, no tengo más para agregar.

**José Amner Ramos Paz:** Perfecto. Bueno, de esta manera estamos concluyendo la entrevista. Agradecemos su participación y valioso tiempo.

**Francisco Azube:** A la orden.

**Misael Hernández:** Claro.

**José Amner Ramos Paz:** Y este, los mantendremos al tanto de los resultados que obtengamos de este, de esta investigación.

**Francisco Azube:** Okay.

**Leisy Chavarría:** Muchas gracias.

**Misael Hernández:** Gracias a ustedes.

**José Amner Ramos Paz:** Muchas gracias. Pasen buenas tardes.

**Leisy Chavarría:** Igualmente.

**Francisco Azube:** Pasen bien. Hasta luego.

**Misael Hernández:** Gracias. Igualmente.