

# **Análisis y propuesta para renovar la funcionalidad del WMS en una Empresa del Sector de Agroquímicos**

Elaborado por:

Diana Fernanda Rodríguez Huertas

Cesar David Mosquera Salazar

Leonardo Ojeda Guerrero

Universidad EAN

Escuela de Formación en Investigación

Seminario de Investigación Plan E++ Especialización en Logística

Bogotá

2024

TABLA DE CONTENIDO

Planteamiento del problema.....	4
Resumen .....	4
Abstract.....	4
Palabras clave .....	5
Problema de investigación .....	5
Objetivo General: .....	5
Objetivos Específicos:.....	5
Marco Teórico.....	5
Significado de los Agroquímicos.....	5
La logística y la cadena de suministro: .....	8
La gestión de almacenes:.....	9
Gestión de Inventario .....	10
Beneficios al implementar un programa de gestión de inventarios .....	11
Significado del WMS. ....	13
Motivos por los que una compañía necesita un WMS: .....	13
Proyección de la demanda .....	15
Estrategia de operaciones .....	15
Metodología .....	16
Enfoque.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Método de recolección de datos:.....	16
Técnicas de análisis de datos.....	17
Estado del Arte .....	18
Caso de Estudio.....	22
La empresa en Colombia:.....	22
Organigrama de la cadena de suministro en Colombia:.....	23
Descripción del proceso de cadena de suministro: .....	23
Descripción del proceso de gestión de almacenes:.....	25
Infraestructura del almacén en planta de producción .....	26
Infraestructura IT:.....	27
Configuración del sistema: .....	28
Estado actual de la operación del sistema: .....	28
Oportunidades de mejora del sistema:.....	30
Alternativas de mejora .....	32
Alternativa de mejora para la reutilización del WMS acorde a las unidades de medida de la empresa .....	32
Alternativa para la resistencia al cambio por la implementación de WMS .....	32
Conclusiones .....	34

Referencias.....	35
TABLA DE CONTENIDO DE TABLAS.....	40
TABLA DE CONTENIDO DE GRÁFICAS .....	40

## **Planteamiento del problema**

La empresa objeto de estudio se encarga de comercializar y manufacturar agroquímicos (herbicidas, fungicidas e insecticidas), fertilizantes, biosoluciones, reguladores de crecimiento, coadyuvantes y demás productos para la nutrición y protección de cultivos. El portafolio de productos de la empresa abarca un total de 457 SKU's comercializados a nivel nacional; la empresa cuenta con una planta de producción que ocupa 120 empleados, y cuenta con una capacidad instalada para fabricar 2.600.000 Ton/Mes. En esta empresa, en 2022 se invirtió mucho en equipos e infraestructura para implementar el sistema de gestión de almacenes WMS (Ortiz & Paredes-Rodríguez, 2021), cuyo objetivo era optimizar el flujo de materiales, tener una óptima trazabilidad de los inventarios en la planta de producción y obtener información real de los inventarios para tomar decisiones. La empresa evidencia actualmente es un uso limitado del sistema implementado y una desconfianza en la información del sistema al área encargada de administrar los inventarios.

## **Resumen**

El presente documento tiene su base en el análisis de cómo un sistema WMS (software utilizado para la gestión de inventarios) adquirido por una compañía de agroquímicos en el 2022 para mejorar el control de sus inventarios ha quedado subutilizado y limitado en su uso después de dos años de servicio. La compañía de agroquímicos con sede ubicada a las afueras de la ciudad de Bogotá realizó la implementación del WMS porque la casa matriz a la que pertenece adquirió dicho software sin analizar todos los parámetros que se requerían para realizar la implementación en la sede de Colombia, dejando así subutilizado el software sin la intención de adecuarlo a sus necesidades por ende, el objetivo de este trabajo es analizar las causas por las que el proyecto de implementación del Sistema de administración de inventarios puede no ser exitoso y plantear alternativas y buenas prácticas para que un proyecto así pueda funcionar de manera óptima.

## **Abstract**

This document is based on the analysis of how a WMS system (software used for inventory management) acquired by an agrochemical company in 2022 to improve the control of its inventories has remained underutilized and limited in its use after two years of service. The agrochemical company with headquarters located on the outskirts of the city of Bogotá implemented the WMS because the parent company to which it belongs acquired said software without analyzing all the parameters that were required to carry out the implementation in the Colombian headquarters, leaving thus underutilized the software without the intention of

adapting it to their needs. Therefore, the objective of this work is to analyze the causes why the implementation project of the Inventory Management System may not be successful and to propose alternatives and good practices so that a project so it can function optimally.

### **Palabras clave**

Software de inventarios, WMS, agroquímicos, gestión de inventarios.

### **Problema de investigación**

¿Por qué la implementación del sistema de gestión de inventarios WMS no puede ser exitosa en una empresa de agroquímicos?

### **Objetivo General:**

Proponer alternativas de mejora que faciliten la recuperación funcional del sistema de gestión de inventarios (WMS) en una empresa de agroquímicos.

### **Objetivos Específicos:**

1. Analizar y entender lo que significa el software WMS.
2. Analizar las características del proyecto de implementación del WMS en una empresa del sector de agroquímicos.
3. Presentar alternativas basadas en buenas prácticas para revitalizar la implementación del sistema de gestión de almacenes (WMS).

### **Marco Teórico**

Iniciamos el desarrollo de la presente investigación dando contexto del significado del software de WMS, planteado como primer objetivo y además dando conceptos de terminología relevante para poder comprender la importancia de la investigación.

### **Significado de los Agroquímicos**

Son productos químicos utilizados para preservar o incrementar la fertilidad del suelo, mejorar el rendimiento de productos agrícolas, garantizar la calidad de las cosechas, disminuir o controlar plagas u otros organismos perjudiciales para las plantas o cultivos. Algunos tipos de

agroquímicos son fertilizantes y fitorreguladores usados para mejorar la calidad de la tierra y el crecimiento de cultivos, herbicidas utilizados para eliminar plantas nocivas para los cultivos, insecticidas para erradicación insectos dañinos, fungicidas para eliminación de hongos, nematicidas para matar parásitos y gusanos que se alimentan de los cultivos y raticidas. Jacobs, F. R. (2022).

La importancia de los agroquímicos se destaca por el uso que se le da en la producción agrícola, siendo un elemento de importancia para contrarrestar los efectos que tienen las plagas en la agricultura. Los agroquímicos son productos peligrosos para la salud, por ende, su almacenamiento, transporte y manipulación deben realizarse correctamente para prevenir accidentes. (Villafana, 2020)

Los agroquímicos se clasifican de acuerdo con el destino de aplicación que tengan y por los que podemos encontrar actualmente en el mercado son: (Pochteca Colombia, 2021)

- Fertilizantes y fitorreguladores. Son agroquímicos que se usan para mejorar la calidad de la tierra, propiciar el crecimiento de los cultivos. Entre estos encontramos a las fitohormonas: hormonas vegetales que regulan el crecimiento de las plantas al estimular o detener el desarrollo de las raíces y sus partes aéreas. Además de mejorar la calidad de los cultivos, aportan nutrientes a las plantas y hace que crezcan rápidamente y con mejor calidad.
- Herbicidas. Se utilizan para eliminar plantas nocivas para los cultivos y se encuentran de varios tipos con base en sus cualidades, periodos de aplicación, grado de afectación de las plantas y tipo de planta que se quiere controlar
- Insecticidas. Son los agroquímicos más conocidos por su importancia en la erradicación de plagas de insectos nocivos para los cultivos.
- Fungicidas. Se usan para acabar con hongos perjudiciales tanto para animales como para plantas y se clasifican con base en su composición química, área de empleo en el cultivo y modo de actuación.
- Nematicidas. Son plaguicidas utilizados para matar a los parásitos de las plantas y gusanos del suelo que se alimentan de los cultivos.
- Raticidas. Utilizados para el control de roedores como ratas y ratones que pueden ingresar al campo para comerse los cultivos.

El manejo agrícola que se les da a los cultivos tiene diferentes procesos, de los cuales las empresas de agroquímicos deben estar bien informados y actualizados con las técnicas de los diferentes agricultores realizan para establecer e identificar qué tipo de plagas o enfermedades se pueden realizar para que en la aplicación de los agroquímicos desarrollados para estos cultivos se logre evitar que los patógenos y enfermedades de cultivos y a las personas se desarrollen arruinando la cosecha. Las empresas de agroquímicos deben considerar que pueden afectar a microorganismos benéficos presentes en el suelo, que ayudan para mantener la fertilidad y ayudar a que el cultivo se desarrolle de la mejor forma. Por ende, los agroquímicos deben realizarse con un desarrollo tecnológico que no afecte a esos microorganismos. (Zhiminaicela, 2020).

Los cambios en el cultivo de alimentos acordes a la salud humana han llevado a la especialización de productos agroquímicos que disminuyen la toxicidad en los utilizados para contrarrestar las plagas de cultivos. Teniendo en cuenta la salud pública y el bienestar del ambiente las regulaciones que se han presentado a nivel mundial desde la década de los 90 se han enfocado en garantizar que las empresas que producen y comercializan los agroquímicos sean acorde al bienestar y buen uso de productos químicos que sean amigables con el ambiente (en especial con el suelo) y que a la salud humana no le genere impacto negativo a la hora de consumir los alimentos que han sido con origen de cultivos que han utilizado agroquímicos para cuidar dichos cultivos.(Molpeceres, 2022).

En los últimos años se ha encontrado que los agroquímicos acumulados en suelos agrícolas con altos índices de toxicidad vuelven infértiles, disminuyendo la calidad de los productos alimenticios y contaminando el agua subterránea y el suelo, por ende, una especialidad de los departamentos de investigación y desarrollo de las empresas que producen agroquímicos es la de realizar a sus productos mitigando la toxicidad que pueden generar al medio ambiente, analizando y creando productos que ayuden a potenciar la concentración viable. (Hernández Ángel, 2020).

Las empresas que trabajan con agroquímicos deben respetar la reglamentación que compete sobre ellos, disponiendo de la licencia que otorgan las autoridades competentes de cada región y/o país para poder realizar la producción, manipulación, producción, almacenamiento y distribución de estos productos, evidenciando que pueden manipularlos. Como manejo seguro

en el almacenamiento de agroquímicos se recomienda ubicar los productos en zonas frescas y ventiladas, realizar inventarios de forma periódica teniendo en cuenta fechas de vencimiento, lotes de stock y lotes despachados, separar los productos sólidos de los líquidos, ubicar de manera separada los diferentes tipos de agroquímicos como lo son insecticidas, fungicidas, fertilizantes, etc. (Villafana, 2020).

En Colombia se validan las reglamentaciones sobre los agroquímicos en el decreto 1076 de mayo de 2015 donde el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible expone, recopila y organiza las normas existentes sobre el uso de los plaguicidas que se encuentren en los agroquímicos comercializables en el territorio nacional. También el Manual técnico del ICA hace referencia a los requisitos para la aplicación de insumos agrícolas (Rivas & Patiño, 2021).

#### La logística y la cadena de suministro:

Según Ballou, R. H. (2004). Logística y la cadena de suministros son un conjunto de actividades funcionales (producción, transporte, control de inventarios, etc.) que se repiten muchas veces a lo largo del canal de flujo de un producto, mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados que añaden valor para los consumidores.

Adicionalmente Ballou, R. H. (2004). Menciona que la administración de la cadena de suministros se define como la coordinación sistemática y estratégica de las funciones tradicionales del negocio y de las tácticas a través de estas funciones empresariales dentro de una compañía en particular, y a través de las empresas que participan en la cadena de suministros con el fin de mejorar el desempeño a largo plazo de las empresas individuales y de la cadena de suministros como un todo.

Según las definiciones anteriores, la cadena de suministro pretende gestionar estratégicamente las interacciones entre las actividades funcionales de un negocio y las empresas aliadas que lo integran, garantizando el correcto flujo de información y materiales que permitan la transformación y entrega de un producto al consumidor final. Bajo este entendimiento también se puede decir que cualquier gestión de mejora continua de los procesos al interior de la cadena de suministro no solo dependerá de la empresa encargada de la transformación de un producto, sino de todos los actores y/o empresas involucradas en el proceso de transformación y transporte del producto hasta el consumidor final. Ballou, R. H. (2004).

## La gestión de almacenes:

De acuerdo con Gwynne R. (2014). La gestión de almacenes tiene un papel importante dentro de las cadenas de suministro y seguirá teniéndolo en el futuro previsible, aunque estos almacenes aparezcan en diferentes formas. El crecimiento de los centros logísticos para el comercio electrónico, por ejemplo, ciertamente está cambiando el panorama del almacenamiento. El stock terminado debe mantenerse lo más cerca posible del punto de consumo para reducir los costos de transporte y cumplir con los requisitos de entrega cada vez más exigentes de los clientes. Esto ha llevado a que muchos almacenes se transformen en centros de cruce y transbordo, centros de distribución, puntos de clasificación y consolidación, centros de logística inversa, todo esto adicional a sus funciones principales como instalaciones de almacenamiento.

Según Gwynne R. (2014). Los administradores de los almacenes deben comprender mejor las diversas funciones que pueden cumplir los almacenes y entender cómo la gestión de estos afecta al negocio y a la cadena de suministro en su conjunto; por lo tanto, y de acuerdo con Correa. E.A. (2010) y con Gwynne R. (2014). Los principales objetivos en la gestión de almacenes son los siguientes:

- Minimizar el espacio empleado para almacenamiento, y maximizar la rotación de los productos con el fin de aumentar la rentabilidad y evitar la obsolescencia.
- Reducir Las necesidades de inversión y costos de administración de inventarios.
- Mejorar la eficiencia y la productividad y reducir los costos de almacenamiento.
- Reducir las pérdidas, causadas por robos, averías e inventario extraviado.
- Mejorar la calidad y la precisión de los inventarios
- Minimizar las manipulaciones, por lo cual los recorridos y movimientos de las personas, equipos de manejo de materiales y productos, deben ser reducidos a través de la simplificación y mejora de procesos.
- Reducir los costos logísticos, la reducción de faltantes y los retrasos en la preparación de despachos para los clientes.
- Gestionar la implementación de avances tecnológicos.
- Mejorar las condiciones de seguridad y salud en el trabajo de los colaboradores minimizando los riesgos a los que se encuentra expuesto el personal al manipular los productos en la planta física.

- Gestionar los efectos negativos de la operación sobre el medio ambiente.
- Maximizar La disponibilidad de productos para atender pedidos de clientes.

## Gestión de Inventario

Para poder tener un buen manejo de materiales y llevar una gestión de almacenes adecuada, los inventarios son ficha clave para el cumplimiento de la gestión organizada de los recursos, en donde el éxito de su adecuado seguimiento es definir y determinar con claridad la forma de registrar, clasificar y determinar el método de control que se va a utilizar para que la compañía tenga la información de manera clara y concisa en cada momento que se requiera. El primer paso para comprender mejor la gestión de inventarios es entender que un inventario es el registro detallado, ordenado y valorado de los materiales e insumos que pertenecen a la compañía, ya sea de un área específica o de toda la empresa. (Laza, 2020).

Para poder realizar el seguimiento del inventario de manera adecuada y encontrar una forma optimizada en la gestión de stock es la capacidad de llevar el seguimiento controlado de la cantidad que se tiene de cada producto / pieza existente en el almacén. (Laza, 2020). Es decir, la manera en la que se define que un inventario de almacén está siendo gestionado de la mejor manera, es la que garantice el ingreso y salida del almacén en tiempo real y de la manera óptima para todas las áreas que están presentes en la compañía, de esa manera el flujo de materiales se va a tener en la visual de los que requieren la información de dicha mercancía para poder ser más eficientes en los diferentes procesos en los que se requieren.

Para diferenciar dos términos importantes en la gestión de inventarios, se aclara que la definición que más se acerca a lo que nos referimos en el presente trabajo son las siguientes: “Inventario es la relación de los bienes que se disponen, clasificados según familias y categorías y por lugar de ocupación! Y “Stock es el conjunto de existencias almacenadas en la empresa hasta su uso o venta” (Laza, 2020).

De los principales parámetros que se deben tener en cuenta en una compañía es que los inventarios contables coincidan con los inventarios físicos, puesto que de esta manera se evidencia la forma en la que la empresa está manejando los recursos tanto físicos como humanos para poder implementar de la mejor manera los materiales adquiridos, en los procesos que lleva a cabo la compañía. La visual del inventario de manera contable o en un

software ayuda a la administración de la compañía a confirmar la rotación de materiales y los movimientos que estos tienen dentro de cada proceso, desde el momento en el que se adquieren hasta el momento en que transformados o no por la compañía, salen a continuar su flujo por la cadena de suministro.

Las variables dentro de la gestión de inventarios que toman mayor relevancia son la demanda y el costo que tiene mantener un artículo en el inventario, las características que se deben tener en cuenta para realizar el manejo del stock (Laza, 2020) incluyen:

- Unidad de medida
- Tamaño y frecuencia de rotación
- Sistema de distribución y almacenaje
- Valor unitario
- Costo de fabricación
- Costo de almacenaje

De la gestión que se realice de las anteriores características verá reflejado el nivel de servicio que se tiene dentro de la compañía como fuera de la misma.

### Beneficios al implementar un programa de gestión de inventarios

En la actualidad la respuesta ágil a los cambios del ambiente es una de las principales características que ha obligado a las empresas a encontrar apoyo en las tecnologías de la información, pues con ellas se es más fácil estar atentos a los cambios que las cadenas de suministros están sujetas a presentar. Uno de los beneficios que presentan las herramientas de tecnologías que manejan la información en la actualidad, es que las interacciones que se presentan en los diferentes procesos de la cadena de suministro y en los procesos al interior de una compañía: es el acceso a la información de stock e inventarios disponibles en tiempo real. (Llanos, 2018).

Un punto de inicio que debe tener en cuenta una compañía es la tener la visual de las necesidades del cliente, la cual se ve apoyada por el manejo de la información que se tiene de sus necesidades desde la planeación hasta la entrega exacta de lo que necesita. La aplicación de las tecnologías de la información y la buena comunicación en la gestión de almacenes e

inventarios ayuda a actuar de manera adecuada y ágil a los requerimientos del cliente. (Llanos, 2018).

Entendiendo lo descrito textualmente por Rodrigo Rojas (2017): “La clave en la implementación de las tecnologías de la información no solo se da cuando la empresa adquiere un software para el manejo de esta, también se deben tener en cuenta las personas que gestionen, almacenen y produzcan esta información para alimentar los sistemas en lo que se apoye la empresa. Es por esto que la eficacia de un sistema de información solo se da si se dispone de información necesaria y oportuna, es decir en el momento en el que se precise”, se interpreta lo anterior como que la gestión de almacenes e inventarios no se soluciona solo con la implementación de un software, la implementación de un software para la gestión de la información de un inventario se basa en utilizar la herramienta (en este caso el software) como complemento a los demás recursos con los que cuenta la empresa en la que se está implementando, de tal manera que la información de los inventarios sea clara y que en cada proceso que interactúa el software se vea beneficiada con la facilidad de contar con la información de manera instantánea.

Cuando la empresa integra la tecnología de la información con el recurso humano de manera armónica, se presentan buenas prácticas en la gestión de los inventarios, logrando la facilidad en el acceso a la información de los recursos materiales de la compañía. (GPR, 2013).

Entendiendo que la implementación de un software de inventarios implica adaptar los procesos y las personas que trabajan en la compañía a una nueva combinación y sincronización en el manejo de la información que se llevará a cabo en la cultura organizacional una vez el software se implemente en la compañía. (Silva, 2018).

Al definir que la empresa requiere de un software para la gestión de inventarios, lo que se debe tener en cuenta es como principales variables (Llanos, 2018):

Software adecuado para la información y tipo de materiales que maneja de manera diaria como lo son los insumos, materias primas, producto terminado, producto en proceso, entre otros.

Identificar los procesos que lleva la empresa de manera clara.

Costo del software.

Tiempo de adecuación del software a la compañía.

Tiempo de aprendizaje para el manejo del software.

Actualmente en el mercado se encuentran varias herramientas tecnológicas para la gestión de inventarios y uno de esos es el WMS.

### Significado del WMS.

El WMS es un software de información que ayuda a reunir diferentes variables que se presentan en la gestión de inventario y muestra como resultado un comportamiento aproximado del comportamiento que tiene el flujo de materiales en la compañía. También encontramos que el WMS surge como una herramienta que sirve para las áreas de planeación, ejecución y control para los diferentes procesos de la empresa como la recepción, almacenamiento, procesamiento y despacho. El sistema WMS ayuda a predecir cuellos de botella y a reducir de manera significativa los costos financieros que el inventario mal gestionado puede incurrir, al prevenir la posibilidad de exceso o escasez de materiales y/o productos. (Ortiz y Paredes, 2021)

El WMS es un software que se enlaza con el resto de los procesos que se manejan en la empresa, en el cuál encontramos las siguientes características (Sabio, 2015):

Gestiona los movimientos de materiales en los diferentes procesos de la compañía.

- Se adapta a cualquier sector.
- Gestiona trazabilidad de los materiales.
- Administración avanzada y control de equipos.
- Gestión y ubicación automática de la mercancía.

### Motivos por los que una compañía necesita un WMS:

En la cadena de suministro y las operaciones logísticas, cada día se hace más imprescindible tener un adecuado manejo y precisión de la información de los inventarios para una óptima planificación del almacenamiento, un correcto el control y flujo de mercancías entrantes y salientes que permitan una rápida y óptima gestión del inventario.

De acuerdo con lo expresado por S. Alyahya, Q. Wang (2016). Los avances tecnológicos y el comercio en red hacen que cada día los clientes prefieran comprar productos en línea y exigen una entrega rápida de los productos solicitados que se enviarán directamente a su puerta. Por lo tanto, y para no perder mercado, las empresas deben buscar métodos aún más eficientes y eficaces para almacenar, recoger y enviar mercancías en centros de distribución cada vez más

centralizados en los que la automatización y la integración de los sistemas de almacenamiento son inevitables.

Según lo descrito por Correa. E.A, Álvarez L.C, Gómez M.R. (2010) el hecho de lograr identificar y tener trazabilidad de los productos en cada una de las etapas de la cadena de suministro se ha vuelto relevante debido a la gran cantidad de transacciones y controles por las que debe pasar un producto hasta llegar al consumidor final; esta trazabilidad ofrece información de valor agregado para la planeación y control de las operaciones de todos los actores involucrados en la cadena de suministro (*proveedores, fabricantes, transportadores, distribuidores y clientes*); Correa. E.A, Álvarez L.C, Gómez M.R. (2010) citan los siguientes 5 sistemas de identificación y trazabilidad que pueden ser utilizados por cualquier empresa de acuerdo con sus capacidades y requerimientos de sus cadenas de suministro:

Sistemas de visión: Trabajan mediante cámaras de video o fotografías que conectada a un software permiten la identificación de los productos.

Reconocimiento óptico de caracteres: mediante los cuales haces de luz permiten reconocer formas impresas en los embalajes de los productos.

Sistemas de reconocimiento de voz.

Sistemas de radiofrecuencia RFID: (Radio Frequency Identification por sus siglas en inglés): los cuales usan el principio de ondas de radio para identificar los productos con capacidades de almacenamiento de información variable y actualizable a través de la cadena de suministro.

Código de barras o QR: Son un sistema compuesto por una serie de líneas y espacios únicos de cada producto que sirven para la captura de información de estos.

Dada la existencia de estos sistemas de trazabilidad y la ya mencionada necesidad de los actores de la cadena de suministro de comunicarse mediante el intercambio electrónico de información instantánea, se hace necesaria la implementación de herramientas que faciliten la consulta y visibilidad de la información correspondiente al estado de los productos durante su permanencia en la cadena de suministro, en este proceso, la gestión del almacenamiento y los inventarios toma un rol importante ya que actúa como punto de unión entre los diferentes estados de un producto durante su proceso de transformación, desde la gestión de las materias primas hasta la logística de los productos terminados. En este aspecto y de acuerdo con lo descrito por Silva.G. G (2018).

La implementación de un sistema de administración de inventarios o WMS (Warehouse Management System) por sus siglas en inglés, permite a las empresas que lo implementan los siguientes beneficios:

- Incrementar el nivel de exactitud en el control de inventarios.
- Optimizar del espacio y la capacidad de los centros de distribución o almacenes de manera eficiente.
- Dar un uso adecuado a las instalaciones y equipos de trabajo.
- Ser eficaces en la programación de la mano de obra necesaria para la operación e incrementar su productividad.
- Facilitar el acceso a las mercancías garantizando la protección de las mismas.
- Reducción en los costos de la operación.
- Disminución de los errores humanos en cualquier fase del proceso de trabajo.
- Agilizar la toma de decisiones durante la operación del almacén.
- Evitar que la pérdida de mercancía y productos por obsolescencia.

### Proyección de la demanda

Es el proceso el que permite estimar los bienes o servicios que los usuarios podrían adquirir en un tiempo futuro. La estimación tiene diferentes factores como datos históricos de ventas, tendencias de mercado, fluctuación de la economía, comportamiento del consumidor, variedad de producto, entre otros. Es importante resaltar que la toma decisional es fundamental, ya que prepara a las compañías a anticipar y prepararse para la futura demanda de producto.

Los métodos más usados para proyectar la demanda incluyen análisis de series temporales, sondeos de encuestas, modelos estadísticos, regresión y estudios de tendencias, etc. Todo esto resulta en una demanda acertada y sólida, optimizando operaciones, gestión eficiente de cadena de suministro, capacidad medida, fijación de precios, cumpliendo con las necesidades y perspectivas del cliente. Slimstock. (2024, 22 febrero).

### Estrategia de operaciones

Plan futuro desarrollado por una organización para orientar y gestionar actividades operativas de forma eficiente, con el fin de lograr objetivos planteados. Algunos de los ítems a tener en cuenta son: El diseño de productos y servicios, diseño del proceso, gestión de la cadena de suministro, planificación y control de la producción, gestión de calidad, tecnología, gestión del

talento humano, capacidad, etc. García Díaz, J. C. (2016).

## Metodología

La investigación que se lleva a cabo en este documento tiene un enfoque cualitativo que se centra en explorar la gestión de inventarios en la industria manufacturera buscando métodos aplicados al sector de agroquímicos identificando cómo las empresas manufactureras enfrentan en la actualidad, los desafíos que presentan al implementar un sistema WMS, buscando entender las estrategias implementadas para mejorar la eficiencia y la efectividad en la gestión de inventarios en una industria de agroquímicos. (Sampieri, 2014).

## Alcance & Diseño de la investigación

Esta investigación se basa en el análisis del proyecto de implementación de un sistema de gestión de inventarios WMS en una empresa de manufactura del sector de agroquímicos en Colombia; y a partir de dicho análisis, se busca identificar oportunidades de mejora en el proceso de implementación del sistema WMS y proponer alternativas o buenas prácticas que permitan una mejor funcionabilidad del sistema implementado.

Para el desarrollo de este trabajo, es importante contar con el conocimiento de las personas que laboran en la empresa y que se encargan de la gestión del proceso de inventarios (operadores, supervisores y jefe de área) esto a fin de complementar el análisis y poder obtener un entendimiento general de la operación.

## Método de recolección de datos:

En la actualidad las empresas de agroquímicos en busca de proyectar su crecimiento, optimizar tiempos de entrega, reducir costos operativos y mejorar el nivel de servicio a clientes han implementado WMS, pero las tendencias actualmente buscan complementos adicionales que se pueden adaptar o complementar a esta tecnología, entre ellas están:

**Sistema de administración de patios (YMS);** Este sistema permite el seguimiento y rastreo en tiempo real de camiones de carga. Se presenta como una solución a la planificación y gestión de recursos de las diferentes áreas y operaciones. Su objetivo principal se basa en analizar el puerto y los productos esperados, garantizando el cargue y descargue correcto, eliminando los tiempos de inactividad, reducción de riesgo de hurto y optimiza recursos.

**Elegir para iluminar (pick to light):** Es un sistema de luces en la estantería de lujo que se encienden para indicar la posición y la cantidad de producto a despachar. Al finalizar cada evento, se debe oprimir un botón como confirmación de la entrega. Un trabajador puede usar un número específico de luces, para indicar el ritmo del proceso, dependiendo del grueso del sistema. Se suele seleccionar para sistemas de elección de alta velocidad.

**Tecnología RFID:** Es un sistema de intercambio de información inalámbrico que utiliza un chip de radiofrecuencia para identificar datos. Lo más resaltante de esta tecnología es que no requiere ninguna conexión física con los productos, eliminando a los sistemas convencionales con código de barras, haciendo muy eficiente. Los productos deben estar en un almacén o un pallet, y puede identificar y comunicarse con una etiqueta específica sin importar que estén múltiples etiquetas dentro del área seleccionada.

#### Técnicas de análisis de datos

<b>DOCUMENTO</b>	<b>TÉCNICA</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE COMO LA VAMOS A UTILIZAR EN NUESTRA INVESTIGACIÓN</b>
<i>Alexander Correa, Rodrigo Gómez y José Cano “Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación”</i>	<i>Correa. E.A. (2010) Gestión De Almacenes Y Tecnologías De La Información Y Comunicación (Tic)</i>	<i>Se utilizará como referencia para entender la mejor forma de analizar y plantear formas de utilización de las tecnologías de la información y comunicación en la gestión de almacenes.</i>
<i>Jose Luis Sabio Muñoz TFC Implementación de un WMS Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación. México: McGraw Hill, sexta edición.</i>	<i>Investigación no experimental de tipo descriptivo</i>	<i>Se tomará como referencia para entender el proceso de implementación de un WMS en una empresa del sector de manufactura.</i>

<p>Disponible en base de datos Libros electrónicos Ebooks 7-24.</p> <p><a href="https://concepto.de/metodologia/#:~:text=Existen%20diferentes%20m%C3%A9todos%20que%20comprenden,lo%20B3gico%20deductivo%20o%20el%20inductivo.">https://concepto.de/metodologia/#:~:text=Existen%20diferentes%20m%C3%A9todos%20que%20comprenden,lo%20B3gico%20deductivo%20o%20el%20inductivo.</a></p>		
<p>Cerca Technology potencia su práctica de TMS con Unigis en Empresas Najri</p>	<p><b>YMS</b></p>	<p>Se analizará detalladamente el proceso implementando de WMS con un agregado de YMS, reconociendo su impacto en el sector de agroquímicos.</p>
<p>Camilo silva García, “Gestión de almacenes con tecnología WMS” 2018</p>	<p><b>WMS</b></p>	<p>Análisis de cómo es la mejor forma de implementar un software de WMS</p>

Tabla 1. Técnicas de análisis de datos

**Estado del Arte**

Análisis PESTEL para el WMS

Factores Políticos	Factores Económicos	Factores Sociales
<p>En Colombia el decreto 1076 de mayo de 2015 expone, recopila y organiza las normas existentes sobre el uso de los plaguicidas en el territorio nacional. (Rivas &amp; Patiño, 2021)</p>	<p>La implementación de softwares como el WMS en Colombia han demostrado ser de alta inversión para las pequeñas y medianas empresas, demostrando que empresas grandes como Colombina, con buen músculo financiero, logran</p>	<p>Con un WMS implementado en las empresas colombianas se logra dar un mejor servicio al cliente demostrando la trazabilidad de los productos y colaborando con la atención en cuanto a pedidos y cumplimientos de fechas y</p>

<p>En Colombia el inventario de Activos se debe realizar de acuerdo con lo estipulado por el Ministerios de Tecnología de la Información y las Comunicaciones (MINTIC, 2020)</p>	<p>con mayor éxito la implementación de estas tecnologías. Ya que dicha implementación requiere de recursos tanto humanos como financieros para su correcta implementación y adecuación a cada compañía (Rincón, 2018)</p>	<p>contrataciones realizadas. (Peláez, 2020)</p>
--	--	--

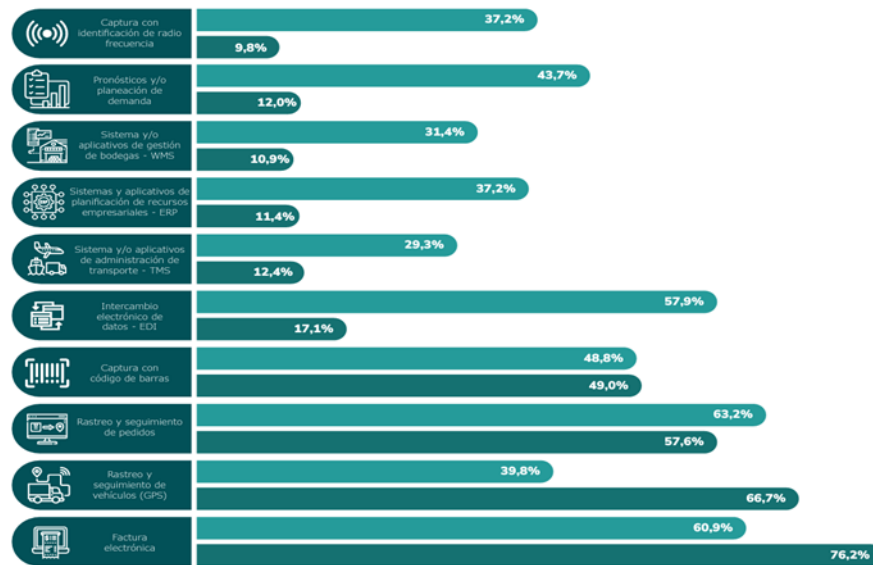
Tabla 2. Análisis PESTEL con factores: Políticos, económicos y sociales

Factores tecnológicos	Factores Ecológicos	Factores Legales
<p>La conexión es una necesidad para las empresas, mejorando la trazabilidad de la información de los productos manejados en la cadena de suministro, lo que ha llevado a las empresas a buscar nuevas formas de digitalizar su información, por lo que se puede decir que la tecnología se ha convertido en un factor clave en la mejora de la gestión de la cadena de suministro. (Rodríguez, 2022)</p>	<p>La trazabilidad de la vida útil del producto en el WMS ayuda con la incidencia en el medio ambiente que tendrá en la cadena de suministro, verificando su correcta disposición final y forma idónea en la que se pueda disponer del residuo generado por el uso del producto. (Báez &amp; Vargas 2017)</p>	<p>La implementación del WMS como gestión de inventarios es importante para la sistematización e integración de datos de la cadena logística, además de contribuir a diferentes procesos de información contra el lavado de activos y la financiación del terrorismo, (Peláez &amp; Acosta, 2021)</p>

Tabla 3. Análisis PESTEL con factores: Tecnológicos, ecológicos y legales.

A continuación, se muestran algunas referencias relevantes encontradas en el transcurso del desarrollo de la presente investigación evidenciando como se ha aplicado el sistema WMS en la actualidad:

De acuerdo con los resultados de la encuesta Nacional Logística 2022 del Departamento nacional de planeación de Colombia (DNP), el país demuestra un 31.4% de utilización de tecnologías WMS para la gestión de inventarios, y un nivel de conocimiento de este tipo de tecnologías de apenas 10.9%, estas cifras demuestran la gran oportunidad existente en las industrias del país para implementar e incrementar su conocimiento en tecnologías que permitan mejorar la eficiencia de la gestión logística y de inventarios de las empresas.



Grafica 1. Nivel de Utilización y conocimiento tecnologías tradicionales en logística en Colombia  
Fuente: Encuesta nacional logística 2022 DNP. (2022).

En la investigación de “Gestión de almacenes con tecnología WMS” del autor Camilo Silva García, de Junio de 2018, se ve como objetivo evidenciar los temas principales que se implican en la implementación del sistema WMS en su aplicación en Colombia, evidenciando como resultado que la implementación del WMS en Colombia en una compañía de muebles en el sector de consumo masivo se pasó de un a nivel de exactitud del 77.18% a un 97%, logrando una optimización en sus operaciones logísticas llegando a una confiabilidad del 99% en todos sus centros logísticos, lo que llevó a la conclusión que los sistemas de WMS implementados como tecnología en una compañía es una herramienta esencial para la optimización del manejo del inventario.

Dentro de la revista de ingeniería UIS, nos muestra la investigación “Evaluación sistémica de la implementación de un sistema de gestión de almacenes (WMS) de los autores Sol Jarlín Ortiz y Andrés Mauricio Paredes-Rodríguez del año 2021, vemos como objetivo analizar desde la perspectiva financiera el efecto de implementar un sistema de WMS como herramienta para la gestión de inventarios en una empresa dedicada a la distribución de artículos ferreteros al detal y por mayor, descubriendo en una simulación de modelo financiero el comparativo de flujo de caja, donde se evidencia que en el escenario donde se implementa el WMS tiene un aumento de 25% de utilidad adicional en comparación con un escenario donde no se implementa un WMS, concluyendo que la implementación a largo plazo de un software de WMS sí ayuda con la solución de los problemas de inventarios pues ayuda con el orden de las bodegas y disminución de devoluciones, factores críticos en un comienzo para la compañía en la que se realizó el estudio.

De la “Guía de general y estándar para la implementación de un WMS”, realizada por Maykol Stiven Velásquez-Díaz, John Edward Saldarriaga-Guirales, Jonathan Alberto Montoya-Henao James Ariel Sánchez-Alzate, podemos ver cómo en una encuesta de la ENL-2020 revela que el 37.8% de las empresas que implementan el WMS no lo utilizan pues no comprenden en su totalidad cómo funcionar dicho software con las necesidades y naturaleza de la empresa, por eso en esta guía vemos 21 pasos basados en el modelo PHVA para que las empresas tengan una guía más fácil y sencilla de integrar el WMS al manejo de sus inventarios.

En República Dominicana la empresa Líder en fabricación, distribución y venta de agroquímicos, fertilizantes y otros productos de higiene personal, contrató a (Unigis) una compañía dedicada al mejoramiento de procesos de las compañías, para mejorar la gestión de transporte. En el 2010 fundaron una nueva compañía llamada Login, para que se encargara de la logística y distribución de productos farmacéuticos y de agroquímicos, como objetivo de proyección y crecimiento empresarial, enfocándose en el servicio al cliente y mejorando tiempos de entrega. Con el fin de cumplir los objetivos, se requiere un control estricto y riguroso de la operación de forma manual, donde se identificaron que los problemas logísticos de transporte de la empresa, donde debía intervenir el proceso de planeación de rutas y optimizarse, reduciendo el uso de los automotores y costos de operación de los mismos.

Otro punto es cumplir con los plazos pactados, teniendo en cuenta las actualizaciones en despachos y entregas, manteniendo al área de ventas y clientes informados sobre el estado de los pedidos, en tiempo real.

Con la implementación del WMS se transformó la cadena de suministro digitalmente, permitiendo utilizar diferentes funcionalidades como: Rastreo de vehículos por GPS monitoreando entregas desde cualquier dispositivo, indicadores de desempeño, agilización de transporte, reducir costos operativos, aumento de disponibilidad de equipos mejorando el estado de pedidos.

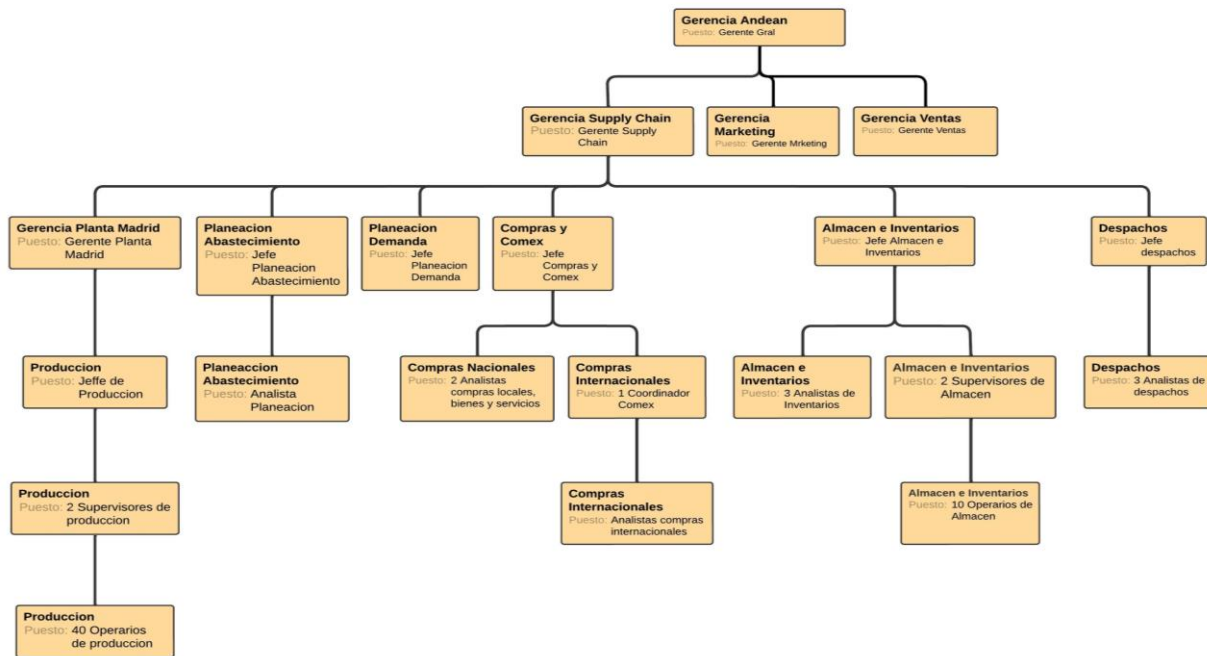
### Caso de Estudio

Para desarrollar el objetivo número dos de esta investigación se analizarán las características del proyecto de implementación del WMS que tuvo una empresa del sector de agroquímicos.

#### La empresa en Colombia:

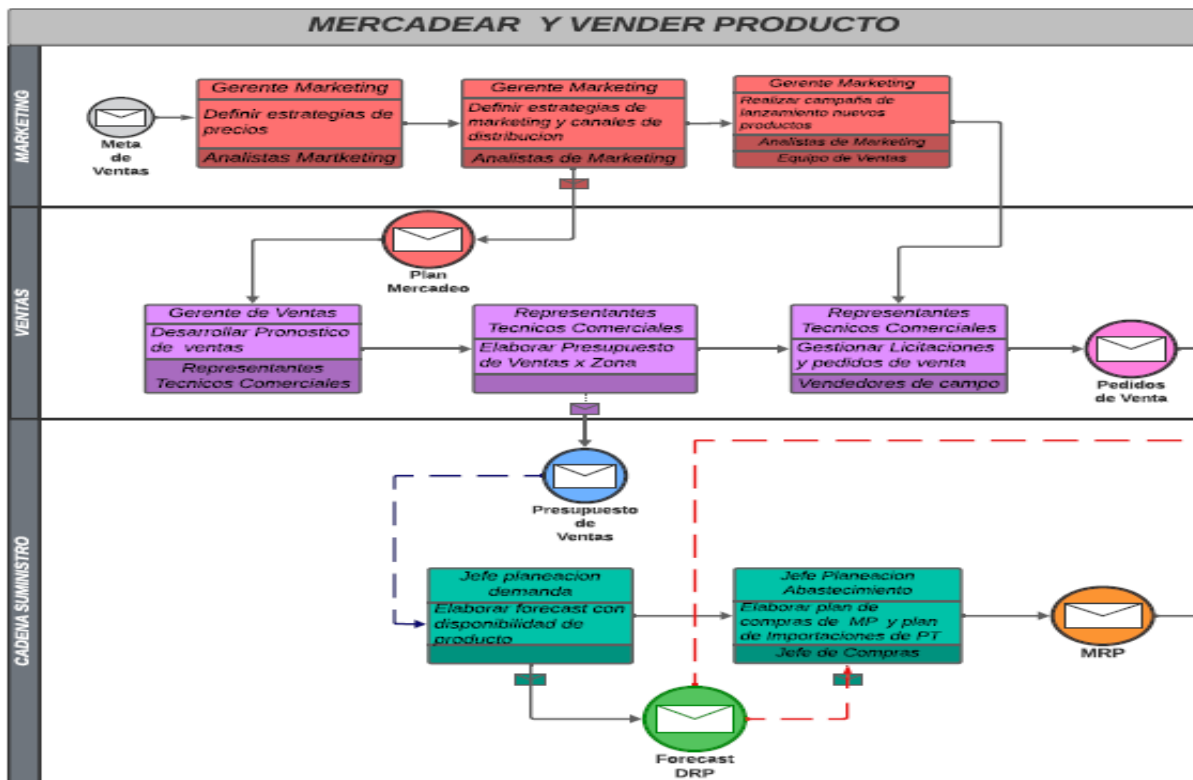
La empresa objeto de estudio es una compañía multinacional que se encarga de comercializar y manufacturar agroquímicos (herbicidas, fungicidas e insecticidas), fertilizantes, biosoluciones, reguladores de crecimiento, coadyuvantes y otros productos para la nutrición y protección de cultivos. El portafolio de productos de la empresa abarca más de 500 SKU's comercializados a nivel nacional de acuerdo con los tipos de cultivos en los que se emplean. La facturación anual de la empresa en Colombia ascendió a 98MM USD para el año fiscal 2022, y ocupa a un total de 320 empleados a nivel nacional. Dentro de su infraestructura la compañía cuenta con una planta de producción en el departamento de Cundinamarca con una capacidad instalada para formular y empacar 2.900.000 Ton/Mes entre fungicidas, herbicidas y fertilizantes; la compañía también cuenta con 7 centros de distribución y alianzas estratégicas con distribuidores a nivel nacional con el fin de asegurar abastecimiento constante y entregas en tiempos menores a 3 días.

Organigrama de la cadena de suministro en Colombia:



Gráfica 2. Organigrama de la empresa objeto de estudio.

Descripción del proceso de cadena de suministro:

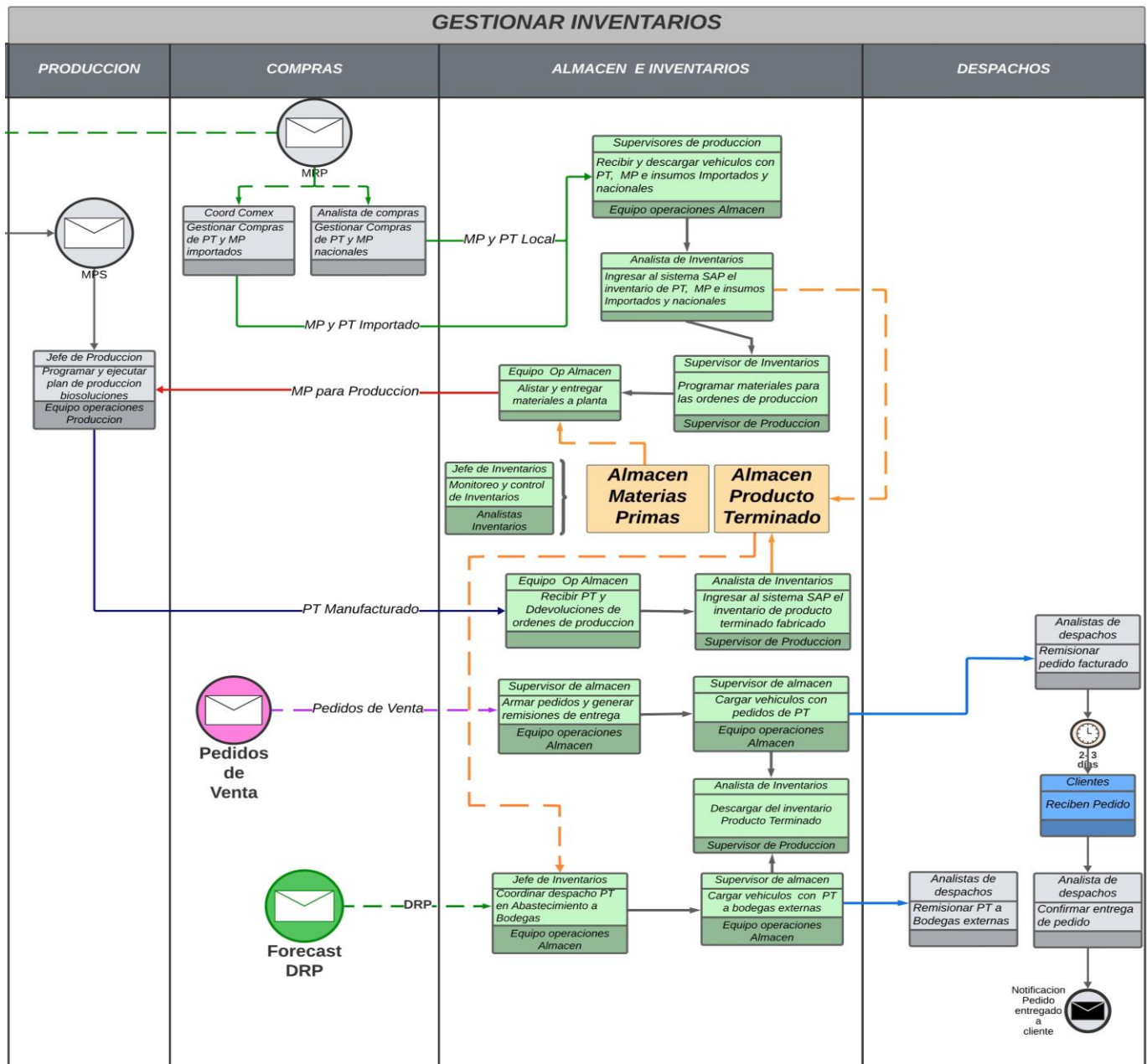


Gráfica 3. Flujo del proceso de la cadena de suministro, proceso de mercadear y vender.



genera el programa de producción década mes e inicia el proceso de producción. En el anterior escenario el área de almacén e inventarios se encarga de recibir los productos importados, las materias primas, locales e importadas y se encarga de entregar a producción las materias primas de acuerdo con el programa de producción y se encarga de entregar producto terminado en abastecimiento para las bodegas de externas y pedidos de producto terminado al área de despachos para transporte a los clientes.

Descripción del proceso de gestión de almacenes:



Gráfica 5. Flujo del proceso de la cadena de suministro proceso de gestionar inventario.

La grafica N°5 describe el proceso general de gestión del área de almacén e inventarios de la compañía en cuanto al flujo de información y materiales desde la recepción de importaciones de productos terminados y materias primas hasta la entrega de productos terminados al cliente.

### Infraestructura del almacén en planta de producción

Bodegas de Almacenamiento en planta:



Gráfica 6. Layout de las bodegas de almacenamiento en planta.

Nombre	Área	Posiciones Almacenamiento
Bodega Almacenamiento MP Agroquímicos N°1	606 m <sup>2</sup>	472
Bodega Almacenamiento MP Agroquímicos N°2	409 m <sup>2</sup>	322
Bodega Almacenamiento MP Agroquímicos N°3	335 m <sup>2</sup>	80
Bodega Almacenamiento MP Fertilizantes	438 m <sup>2</sup>	190
Bodega Almacenamiento Envases	466 m <sup>2</sup>	Almacén a Piso 56 Estantería 72

Bodega Almacenamiento Corrugados.	414 m <sup>2</sup>	Almacén a Piso 72 Esterantería 24
Bodega Almacenamiento PT Fertilizantes	640 m <sup>2</sup>	736
Bodega Almacenamiento PT Agroquímicos	805 m <sup>2</sup>	646
<b>TOTAL</b>	<b>4.113 m<sup>2</sup></b>	<b>2.670</b>

Tabla 4. Listado de bodegas.

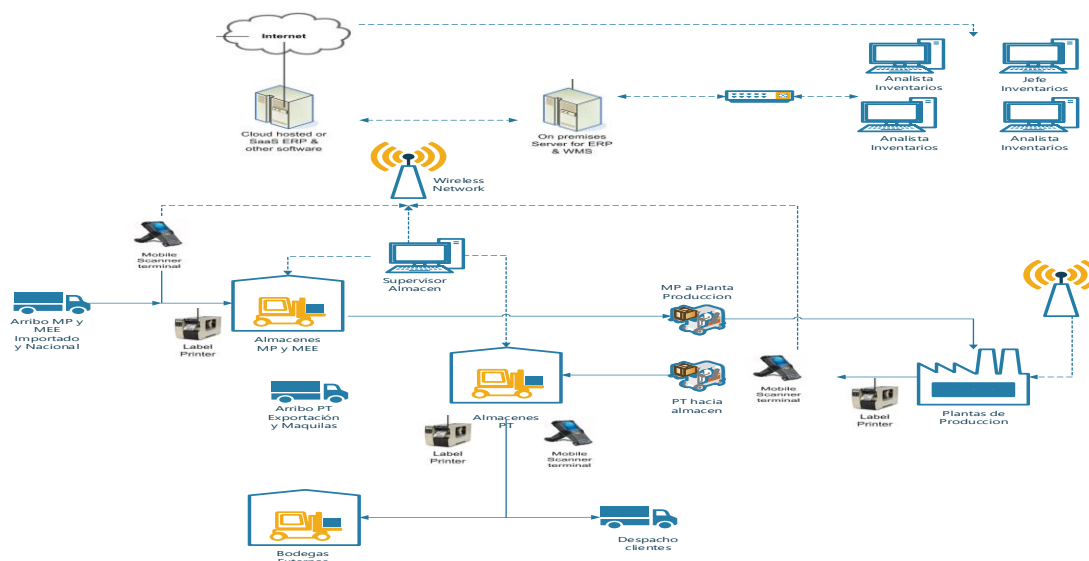
Bodegas de almacenamiento externas a planta:

- 1 bodega de almacenamiento externo para producto terminado aledaño a la planta con 2500 posiciones de almacenamiento en arriendo.
- 6 bodegas de almacenamiento en diferentes ciudades del país. *(No se comparte capacidad ni ubicaciones por confidencialidad del área logística).*

#### Descripción del sistema WMS Instalado en la compañía.

En el año 2021, por iniciativa de casa matriz, la compañía decide implementar SAP WMS a nivel Latinoamérica con el objetivo de estandarizar la gestión de almacenes y ofrecer a todos los facilites y plantas, un conjunto completo de herramientas y funcionalidades para optimizar la gestión de inventarios, controlar el flujo de materias primas y productos terminados, y optimizar los procesos de picking, embalaje y transporte.

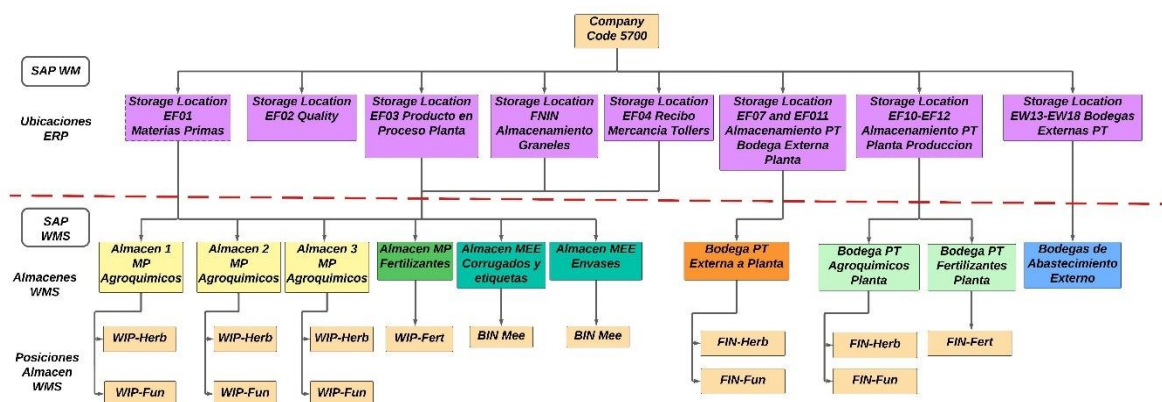
Infraestructura IT:



Gráfica 7. Infraestructura IT proyecto empresa de agroquímicos.

En la figura N°7 se muestra la estructura sobre la cual se montó el sistema SAP- WMS, en la primera etapa se instaló un servidor dedicado para WMS enlazado al servidor principal de la compañía, los equipos de cómputo de los supervisores , analistas y jefe de almacén e inventarios tienen enlace a estos servidores para la gestión de los datos del sistema; en las bodegas de almacenamiento y plantas de producción al interior de la planta se instalaron puntos de conexión inalámbrica o Wi-Fi para las hand-held asignadas a cada bodega y puntos de internet físicos para las impresoras de etiquetas instaladas en cada una de las bodegas.

### Configuración del sistema:



Gráfica 8. Configuración del sistema.

La figura N°8 muestra la configuración virtual implementada para las bodegas en el sistema SAP-WMS; la parte superior a la línea roja muestra la configuración general de SAP para la identificación de las bodegas en el ERP y la parte inferior muestra la configuración de las bodegas en el software WMS y su conexión con las bodegas principales.

### Estado actual de la operación del sistema:

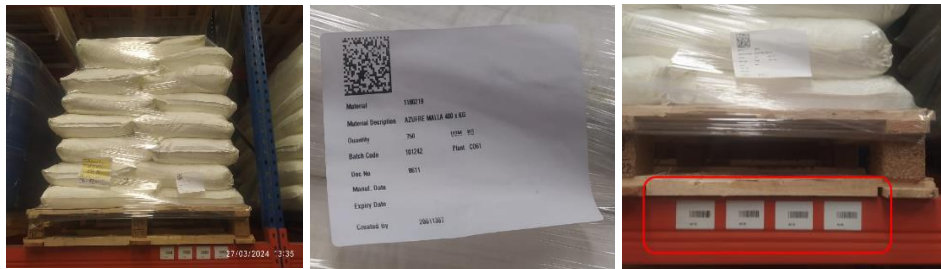
Al revisar la operación del área de almacén e inventarios durante los meses de febrero y marzo de 2024 tenemos los siguientes datos:

Operación	Ton / día
Recepción MP y PT en Planta	50 – 100 Ton/día
Recepción PT en Bodega Externa a planta	50 – 200 Ton/día

Operación de entrega de MP a planta de producción	25 - 40 Ton día
Operación de despacho de PT a otras bodegas o clientes	50 – 350 Ton/día
Operación de despacho de PT a otras bodegas desde la bodega externa a la planta.	50 – 350 Ton/día

Tabla 4. Listado de bodega

Bajo las condiciones de operación actuales, la compañía utiliza el sistema WMS únicamente para la recepción y entrega de materias primas en las bodegas de la planta destinadas para este fin; como primer paso se descarga el material del vehículo, se imprimen las etiquetas con los datos del material, las cantidades y numero de lote del material a ingresar, luego se pegan las etiquetas en cada uno de los pallets, finalmente define una posición de almacenamiento en los rack de las bodegas mediante el escaneo de un código de barras impreso en las estanterías. Ver imagen N°9.



Gráfica 9. Utilización WMS para codificación y trazabilidad de Materias primas.

Una vez ingresados los materiales al sistema, estos quedan inmediatamente bloqueados en la bodega virtual EF02 para inspección de calidad, ya inspeccionados y aprobados, los materiales son transferidos a la bodega EF01 en la cual quedan disponibles para ser asignados a las órdenes de proceso como se ve en la imagen N°10.

Visualizar stocks en almacén por material										
Ce.	Alm.	Denominación	Materia	Texto breve de material	UMB	LibrUtiliz	Fe.fabrica	TpMt	FeCadc/FeP	No Libr
C061	EF01	MP & MEE. - P.	1021942	PYRIMETHANIL TECHNICAL 25KG B.	KG	849.000	00.00.0000	ROH	00.00.0000	0.000
C061	EF01	MP & MEE. - P.	1180101	ACIDO BORICO x KG	KG	186.000	11.03.2022	ROH	10.03.2025	0.000
C061	EF01	MP & MEE. - P.	1180102	ACIDO CITRICO x KG	KG	1,108.960	29.11.2023	ROH	27.11.2025	0.000
C061	EF01	MP & MEE. - P.	1180103	ACIDO FOSFORICOS 85% x KG	KG	2,096.401	10.01.2023	ROH	10.01.2025	0.000
C061	EF01	MP & MEE. - P.	1180104	ACIDO GIBERELICO x KG	KG	4.795	07.07.2021	ROH	30.03.2024	0.000
C061	EF01	MP & MEE. - P.	1180105	ACIDO NAFTALENACETICO x KG	KG	9.486	25.04.2023	ROH	25.04.2025	0.000
C061	EF01	MP & MEE. - P.	1180106	ACIDO NITRICO 54% x KG	KG	15.000	15.01.2024	ROH	15.01.2025	0.000
C061	EF01	MP & MEE. - P.	1180109	NATROBORCALCITA B203 48% x	KG	23.750.000	07.07.2023	ROH	07.07.2028	0.000
C061	EF01	MP & MEE. - P.	1180110	SOLUBOR x KG	KG	1,754.414	28.02.2022	ROH	27.02.2024	0.000
C061	EF01	MP & MEE. - P.	1180112	CARBONATO DE CALCIO CaO 50% x	KG	13,600.000	05.08.2023	ROH	05.08.2028	0.000

Gráfica 10. Imagen de la visualización de stocks en almacén por material.

Para el paso del material a las órdenes de proceso, los operadores del almacén toman la orden de proceso, ubican los materiales en la bodega, escanean el código QR, ingresan las cantidades a transferir y descargan el material del inventario, sin embargo, el traslado virtual de los materiales desde la bodega EF01 a la bodega EF03 (*Bodega de producto en proceso*), lo hace de manera manual el analista de inventarios.

Ce.	Alm.	Denominación	Materia	Texto breve de material	UMB	LibrUtiliz	Fe.fabrica
C061	EF03	Mat. en Pro..	6031619	COMPLEJO FULVICO R 201 C x L	L	47.596	11.12.2023

Gráfica 10.1. Imagen de la visualización de stocks en almacén por material.

### Oportunidades de mejora del sistema:

Al realizar seguimiento al funcionamiento del sistema se evidenció lo siguiente:

1. La configuración del sistema está hecha para trabajar ingreso y entrega de mercancía por pallets y por cajas, sin embargo, la operación de ventas requiere despacho de producto por unidades, si bien la orden de remisión trae ya impreso el código de barras para iniciar el escaneo de los productos, este solamente se puede realizar por pallets completos o por cajas, de manera que las unidades se deben registrar manualmente en el sistema, ya que este no está configurado para escaneo de unidades, y actualmente ningún SKU de la empresa, ya sea importado o fabricado en la planta, actualmente no cuenta con codificación por barras o QR que permita su escaneo en la hand-held.



Gráfica 11. Producto para despacho en planta.

2. Se cuenta con una bodega aledaña a la planta de producción la cual recibe producto terminado importado y producto terminado de planta; también desde esta bodega se despachan pedidos hacia los clientes y hacia las bodegas de abastecimiento; al ser esta una bodega propiedad de un tercero, no se incluyó dentro del alcance del proyecto de implementación, por lo tanto, se pierde trazabilidad de los movimientos de esta bodega.
3. Las bodegas externas de abastecimiento algunas administradas por la compañía y otras de la compañía a las zonas, si bien cuentan con acceso a SAP y están configuradas en el sistema, estas bodegas no fueron incluidas dentro de la implementación del proyecto WMS, por tanto, tampoco cuentan con sistemas de escaneo que permitan el registro de movimientos y/o trazabilidad de los productos en el sistema.
4. Al entrevistar a los supervisores y personal operativo del almacén, y realizando la pregunta: ¿Cuál es su percepción general respecto al funcionamiento del sistema WMS?, las respuestas más comunes fueron:
  - En cuanto a la recepción de materias primas agiliza el proceso, sin embargo, se dificulta la operación cuando la bodega está llena y se debe almacenar producto a piso.
  - Al momento de generar los despachos se tenía que realizar el registro de unidades de manera manual lo que en ocasiones generaba múltiples registros ya que el sistema registraba cajas y no unidades.
  - Cuando pasamos material a la línea, se retrasaba el proceso ya que teníamos que registrar en la hand-held uno a uno los materiales que entregábamos.
  - Teníamos errores en los despachos porque las unidades se registraban varias veces en el sistema y teníamos que anular el movimiento.

Como conclusión se evidenció una implementación sub utilizada y parcial del sistema WMS en cual no se tuvo en cuenta durante el proyecto de implementación el alcance de la operación en cuanto a las bodegas de almacenamiento externo, no se tuvo presente el proceso de operación respecto a la necesidad de codificación de los SKU unitarios para el despacho directo a los clientes de retail; finalmente se evidenció conocimiento de los colaboradores del área de almacén e inventarios respecto al uso del sistema, sin embargo, los operarios perdieron

motivación respecto al uso del sistema WMS debido a la poca confiabilidad y a los retrasos que el uso de la herramienta genera al momento de realizar los movimientos de mercancías.

### Alternativas de mejora

A continuación, se realizan las 2 alternativas mencionadas en el objetivo número tres de la investigación para revitalizar la implementación del sistema de gestión de almacenes (WMS) en la empresa de agroquímicos a la que se le está realizando el estudio

#### Alternativa de mejora para la reutilización del WMS acorde a las unidades de medida de la empresa

#### Alternativa para la resistencia al cambio por la implementación de WMS

Después de extraer y analizar las lecciones aprendidas en la implementación inicial, se creó una ruta de choque con puntos clave, para abordar de manera oportuna la resistencia al cambio dentro de la compañía. Es importante resaltar que no solo se busca evitar la resistencia al cambio, sino también promover y agilizar el cambio en la empresa con compromiso para obtener mejores resultados. Por consiguiente, se propone el siguiente plan de acción:

1. **Seguimiento constante y programado del proceso de implementación:** el acompañamiento en el proceso es clave, por eso es necesario definir fechas de reuniones para revisar avances, dificultades, preguntas y aportes que se han generado durante cada lapso de tiempo. Adicionalmente es oportuno hacer visitas inesperadas a cada área, para revisar que el proceso se esté siguiendo de manera correcta y se esté usando.
2. **Plan de capacitación:** para asegurar una implementación exitosa, se deben organizar capacitaciones grupales y personalizadas, con el fin de proporcionar a cada empleado todas las herramientas necesarias para el correcto uso del WMS, junto con sus variables asociadas. Durante las capacitaciones se debe inculcar los numerosos beneficios y facilidades que tiene este sistema robusto, teniendo como aliados a esos funcionarios que impulsan la utilización de la herramienta con sus compañeros.
3. **Programa de reconocimiento:** El objetivo principal de este programa es generar reconocimiento a los empleados que demuestren un buen dominio del WMS dentro de la empresa. Este reconocimiento motivará a todos los empleados a mejorar su conocimiento y manejo del sistema, aportando a la eficiencia operativa. Los criterios de evaluación que se tendrán en cuenta son:

- Búsqueda de inventario.
- Registro de inventario.
- Seguimiento de inventario.
- Uso efectivo de las funciones avanzadas el sistema (En pro de la optimización de la gestión de almacenamiento).
- Resolución de problemas dentro del WMS.
- Apoyo a compañeros con dificultades en el uso del sistema.
- Aportes para la mejora de implementación o de los procesos de la compañía.

Dentro del este programa se nombran **pívorot**, quienes serán personal de apoyo en planta para las personas que necesiten solucionar dudas del sistema, capacitación o acompañamiento en la utilización del sistema, generando un ambiente robusto de apoyo y de retroalimentación constante.

Como alternativas de mejora adicionales se plantea lo siguiente:

- Tener Inventario de seguridad real y puntos de reorden, ya que es importante para garantizar la continuidad de operaciones y cumplimiento al cliente, teniendo producto en existencia para manejar las variabilidades en la demanda y posibles contratiempos en la cadena de suministro.
- La proyección de la demanda es un tema fundamental para la operación de la compañía, por ello debe considerarse el uso de datos históricos, haciendo análisis avanzados identificado solicitudes por temporada, tendencias entre otros.
- Es necesario hacer un monitoreo constante a las proyecciones de demanda comparando con los datos reales de la operación y evaluar que maniobras se deben realizar para optimizar procesos.
- Codificar todas las unidades de producto con el fin de poder utilizar de manera óptima el WMS registrando entrada y salida de producto en cada parte del proceso.

- Hacer seguimiento constante (una vez por semana) donde se verifique por área que cada producto está debidamente identificado y coincida el inventario real con el inventario del sistema.
- Definir una matriz de mantenimiento de los equipos físicos utilizados para mantener al día el software de WMS garantizando su operatividad y correcta parametrización.

## Conclusiones

- Como resultado del primer objetivo de la investigación, el sistema WMS es una herramienta para manejar la información de los inventarios que puede reutilizarse en la compañía analizando la unidad de medida de los productos e insumos manejados y, en especial, buscando el soporte continuo del proveedor para integrar la plataforma del WMS a las necesidades de la empresa, recordando que el software WMS es un modelo de gestión de inventarios a largo plazo.
- Para el desarrollo del segundo objetivo de la investigación, en el caso de la empresa de comercialización y manufactura de agroquímicos, se evidenció una implementación del sistema WMS con deficiencias en su funcionamiento, esto debido a que al proyecto de implementación inicial, no tuvo un alcance definido acorde a la operación real de la compañía bajo las condiciones de venta a retail, razón por la cual actualmente el sistema se encuentra subutilizado y limitado a la gestión de inventarios de materias primas. Respecto a los colaboradores del área de gestión de almacén e inventarios de la empresa, a pesar de tener conocimiento del funcionamiento del sistema, se evidencia poca motivación hacia la utilización de la herramienta WMS, a raíz de que el sistema no brinda confiabilidad y genera retrasos en la operación diaria.
- Para finalizar con el objetivo número tres, la implementación de un software de información como el WMS en el manejo de inventarios, debe analizarse desde el enfoque de empresa, sus necesidades y, en especial, el tipo de información que se desea ingresar al sistema. Luego de este análisis, se procede a implementar el software con parámetros definidos, generando una mejor adaptación del sistema en la empresa y viceversa, dando resultados positivos a la compañía.

- Complementando el tercer objetivo, se aborda la resistencia al cambio como prioridad para poder revitalizar la implementación de WMS, asegurando el éxito del proyecto, con un plan de capacitación estructurado de forma grupal e individual, agendado sesiones participativas y generando reconocimiento junto con una red de apoyo robusto, disminuyendo significativamente la oposición al cambio, generando aceptación y optimizando los procesos de almacenamiento de forma efectiva.

## Referencias

ARENAL LAZA, C. Gestión de inventarios: UF0476. ed. Logroño (La Rioja): Editorial Tutor Formación, 2020. 107 p. Disponible en:

<https://elibronet.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/ereader/bibliotecaean/126745?page=8>

Báez López César Giovanni & Vargas Osorio Jonathan Eduardo (2017) Implementación de warehouse management system (wms) en un centro de distribución. Trabajo de grado. Universidad Piloto de Colombia, Bogotá, Colombia.

Cerca Technology. (s.f.). Cerca Technology potencia su práctica de TMS con Unigis en empresas Najri. Recuperado de <https://www.cercatechnology.com/cerca-technology-potencia-su-practica-de-tms-con-unigis-en-empresas-najri/>

Correa. E.A. (2010) Gestión De Almacenes Y Tecnologías De La Información Y Comunicación (Tic)

Correa. E.A, Álvarez L.C, Gómez M.R. (2010) Sistemas de identificación por radiofrecuencia, código de barras y su relación con la cadena de suministro

Departamento Nacional de Planeación (2022, noviembre) “Encuesta Nacional Logística”. <https://rutadelasostenibilidad.org/wp-content/uploads/2023/12/Encuesta-nacional-logistica-1.pdf>.

Ecomercio Agrario. (2023). Axalion de BASF: Insecticida con un nuevo modo de acción. Recuperado de <https://ecomercioagrario.com/axalion-de-basf-insecticida-con-un-nuevo-modo-de-accion/>

García Díaz, J. C. (2016). Predicción en el dominio del tiempo: análisis de series temporales para ingenieros: (ed.). Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/lc/bibliotecaean/titulos/57439>

Gwynne Richards (2014). Warehouse Management. A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse

Hernandez Angel, M. L., Lopez, E. P., Jaramillo Granda, M. C., & Posada Usuga, A. P. (2020). Identificación de microorganismos biorremediadores de suelos agrícolas del norte de Antioquia para degradación del clorpirifos. Revista Politécnica, 16(32),96-110.[fecha de Consulta 28 de Marzo de 2024]. ISSN: 1900-2351. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=607867804009>

Hernandez Sampieri, Fernandez collado & Baptista Lucio (2014 sexta edición) "Metodología de la investigación" Editorial McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V

Ideas y proyectos de consultoria GPR. (2013). El exito empresarial a travez de las tic, buenas prácticas en el e-commerce y tic: frenos y oportunidades de las tecnologias de la informacion y la comunicacion en la estructura empresarial. . anetcom, 1 -60.

Jacobs, F. R. (2022). Administración de operaciones. McGraw-Hill Interamericana. <https://www-ebooks7-24-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/?il=20757>

La República. (2023). Precios de fertilizantes llevan 15 meses a la baja. Recuperado de [\[https://www.larepublica.co/economia/precios-de-fertilizantes-llevan-15-meses-a-la-baja-3771590\]](https://www.larepublica.co/economia/precios-de-fertilizantes-llevan-15-meses-a-la-baja-3771590)

LLANOS L. GISELLE A. I papel de las tecnologías de la información (TI) y la eficiencia en la gestión de almacenes con WMS. Universidad Militar Nueva Granada. 2018.

MINTIC, (2020) Guía N0. 5: Guía para la Gestión y Clasificación de Activos de Información. - Marzo de 2016

Molpeceres, Celeste (2022) Políticas públicas y sistemas agroalimentarios en Argentina: entre agroquímicos y agroecología (1990-2020). Eutopía, Revista de desarrollo Económico Territorial No. 21 Junio 2022.

Peláez Gómez Didier Rolando (2020) Propuesta de implementación de WMS (Warehouse Management System) con código de barras en la comercializadora de Soy Campo S.A.S: Un enfoque de gestión y modelamiento. Trabajo de grado, Universidad ESUMER, Medellín, Colombia.

Peláez Gómez Didier Rolando & Acosta Strobel Jorge Andrés, (2021) La importancia de la implementación de Warehouse Management System para los Centros de Distribución. Revista CIES Volumen 12. Número 1. Páginas 213-232.

Pochteca Colombia. (2021, 29 noviembre). ¿Qué son los agroquímicos? Pochteca Colombia | Venta de materias primas para la Industria.

<https://colombia.pochteca.net/que-son-los-agroquimicos/>

Rodriguez Mayorga Sebastian, (2022). El impacto de la inteligencia artificial en la sostenibilidad de la cadena de suministro: una revisión de literatura. Trabajo de grado, universidad el bosque, bogotá, colombia.

Rincón Sarmiento Paola Andrea (2018) Impacto de la implementación del voice picking en la administración de inventarios y el alistamiento en grandes empresas colombianas. Trabajo de grado. Universidad Militar Nueva Granada, 2028. Facultad de Ingeniería.

Rodrigo Rojas, S. J. (2017). Introducción de las tecnologías de la información y la comunicación a la gestión empresarial. Jaén: Universidad de Jaén. Obtenido de Universidad de Jaén: <https://hdl.handle.net/10953.1/6723>

S. Alyahya, Q. Wang, N. Bennett, Application and integration of an RFID-enabled warehousing management system – a feasibility study, J. Ind. Inf. Integr., vol. 4, pp. 15-25, 2016

S.J. Ortiz, A.M. Paredes Rodríguez, “Evaluación sistemática de la implementación de un sistema de gestión de almacenes (WMS)” Rev, UIS., vol. 20.

Solunion. (2023). El sector agroindustrial en Colombia: avances y desafíos en 2023. Recuperado de <https://www.solunion.co/blog/el-sector-agroindustrial-en-colombia-avances-y-desafios-en-2023/>

Silva Garcia , C. (2018). Gestion de Almacenes con tecnologia WMS. Repositorio Universidad Militar Nueva Granada, 1-12.

Silva.G. G (2018), Gestión De Almacenes Con Tecnología WMS Universidad Militar Nueva Granada.

Slimstock. (2024, 22 febrero). Proyección de la demanda en la cadena de suministro: cómo mejorar la eficiencia y la rentabilidad de la supply chain. Slimstock. <https://www.slimstock.com/es/blog/proyeccion-de-la-demanda-en-la-cadena-de-suministro/>.

Rivas Gonzáles Jhon Alexander & Patiño Rodriguez Germán (2021) Impactos Ambientales del Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y de Medio Ambiente Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD Programa: Ingeniería Ambiental Yopal-Casanare Sector Agrícola y los Agroquímicos en Casanare en el Periodo 2015 – 2020.

Velásquez-Díaz, Maykol Stiven & Saldarriaga-Guirales, John Edward & Montoya-Henao, Jonathan Alberto & Sánchez-Alzate, James Ariel (2020) Guía general y estándar para la implementación de un WMS. Escenarios: empresa y territorio. Institución Universitaria ESUMER

Villafana M, Luis A. (Abril, 2020) “Manejo seguro de Agroquímicos”  
Manual\_de\_agroquimicos.pdf

Zhiminaicela Cabrera, J. B., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. M. (2020). La producción de banano en la Provincial de El Oro y su impacto en la agrobiodiversidad. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(3), 189-195.

## TABLA DE CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Técnicas de análisis de datos .....	16
Tabla 2. Análisis PESTEL con factores: Políticos, económicos y sociales .....	17
Tabla 3. Análisis PESTEL con factores: Tecnológicos, ecológicos y legales.....	18
Tabla 4. Listado de bodegas.....	28

## TABLA DE CONTENIDO DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Nivel de Utilización y conocimiento tecnologías tradicionales en logística en Colombia. Fuente: Encuesta nacional logística 2022 DNP. (2022) .....	19
Gráfica 2. Organigrama de la empresa objeto de estudio.....	21
Gráfica 3. Flujo del proceso de la cadena de suministro, proceso de mercadear y vender....	22
Gráfica 4. Flujo del proceso de la cadena de suministro proceso de entregar producto.....	23
Gráfica 5. Flujo del proceso de la cadena de suministro proceso de gestionar inventario.....	24
Gráfica 6. Layout de las bodegas de almacenamiento en planta.....	25
Gráfica 7. Infraestructura IT proyecto empresa de agroquímicos.....	27
Gráfica 8. Configuración del sistema.....	28
Gráfica 9. Utilización WMS para codificación y trazabilidad de Materias primas.....	29
Gráfica 10. Imagen de la visualización de stocks en almacén por material.....	29
Gráfica 10.1. Imagen de la visualización de stocks en almacén por material.....	29
Gráfica 11. Producto para despacho en planta.....	30