



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado de Ingeniería
Maestría en Artes en Gestión Industrial

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE INVENTARIOS
EN LA BODEGA DE MATERIA PRIMA DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE
AGROQUÍMICOS, MEDIANTE UN SISTEMA ABC.**

Menphis Sofonias Reyes Mazariegos

Asesorado por la Licda. M. Sc. Olivia Dorandina Malin Leonardo

Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE INVENTARIOS
EN LA BODEGA DE MATERIA PRIMA DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE
AGROQUÍMICOS, MEDIANTE UN SISTEMA ABC.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MENPHIS SOFONIAS REYES MAZARIEGOS

ASESORADO POR LA LICDA. M. SC. OLIVIA DORANDINA MALIN LEONARDO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN ARTES EN GESTIÓN INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	MSc. Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Dra. Aura Marina Rodríguez de Peña
EXAMINADORA	Dra. Alba Maritza Guerrero Spínola
EXAMINADOR	MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
SECRETARIA	MSc. Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE INVENTARIOS
EN LA BODEGA DE MATERIA PRIMA DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE
AGROQUÍMICOS, MEDIANTE UN SISTEMA ABC.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería, con fecha 20 de noviembre de 2015.



Memphis Sofonias Reyes Mazariegos

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser mi fuente de sabiduría y fuerza para continuar día con día.
- Mis padres** Cornelio Reyes y Aurora Mazariegos, por ser mi fortaleza e inspiración. Por ser mi motivación para alcanzar nuevas metas.
- Mis hermanos** Por siempre estar presentes en cada logro de mi vida. Gracias por su apoyo para cumplir mis objetivos.
- Mis amigos** Por ser mis cómplices de aprendizaje. Por estar presentes en los momentos de tristeza y felicidad.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la academia que inspira el orgullo interior y el alma mater del aprendizaje.
Escuela de Estudios de Postgrado	Por brindarme el conocimiento necesario para alcanzar esta nueva meta.
Facultad de Ingeniería	Por ser la facultad que me vio crecer y desarrollarme como profesional.
Aura Marina Rodríguez	Por su apoyo, dedicación y paciencia para concretar esta investigación.
Alba Maritza Guerrero	Por su aporte profesional para la consecución de la investigación.
Olivia Malin	Por su amable ayuda para la asesoría de esta investigación.

.



FACULTAD DE
INGENIERÍA - USAC
ES
ESCUELA DE
ESTUDIOS DE POSTGRADO

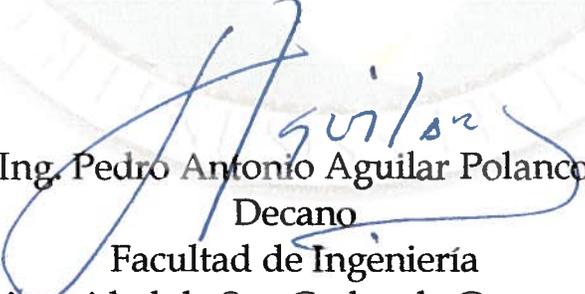
**Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / 24188000 Ext. 86226**

APT-2017-018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Postgrado, al Trabajo de Graduación de la Maestría en Artes en Gestión Industrial de titulado: **"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE INVENTARIOS EN LA BODEGA DE MATERIA PRIMA DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE AGROQUÍMICOS, MEDIANTE UN SISTEMA ABC"** presentado por el Ingeniero Industrial Menphis Sofonias Reyes Mazariegos, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Guatemala, octubre de 2017.

Cc: archivo/la

Doctorado: Sostenibilidad y Cambio Climático. **Programas de Maestrías:** Ingeniería Vial, Gestión Industrial, Estructuras, Energía y Ambiente Ingeniería Geotécnica, Ingeniería para el Desarrollo Municipal, Tecnologías de la Información y la Comunicación, Ingeniería de Mantenimiento. **Especializaciones:** Gestión del Talento Humano, Mercados Eléctricos, Investigación Científica, Educación virtual para el nivel superior, Administración y Mantenimiento Hospitalario, Neuropsicología y Neurociencia aplicada a la Industria, Enseñanza de la Matemática en el nivel superior, Estadística, Seguros y ciencias actuariales, Sistemas de información Geográfica, Sistemas de gestión de calidad, Explotación Minera, Catastro.



FACULTAD DE
INGENIERÍA - USAC
ESCUELA DE
ESTUDIOS DE POSTGRADO

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / 24188000 Ext. 86226

APT-2017-018

El Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y dar el visto bueno del revisor y la aprobación del área de Lingüística del Trabajo de Graduación titulado **"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE INVENTARIOS EN LA BODEGA DE MATERIA PRIMA DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE AGROQUÍMICOS, MEDIANTE UN SISTEMA ABC"** presentado por el Ingeniero Industrial Memphis Sofonias Reyes Mazariegos, correspondiente al programa de Maestría en Artes en Gestión Industrial; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala



Guatemala, octubre de 2017.

Cc: archivo/la

Doctorado: Sostenibilidad y Cambio Climático. **Programas de Maestrías:** Ingeniería Vial, Gestión Industrial, Estructuras, Energía y Ambiente Ingeniería Geotécnica, Ingeniería para el Desarrollo Municipal, Tecnologías de la Información y la Comunicación, Ingeniería de Mantenimiento. **Especializaciones:** Gestión del Talento Humano, Mercados Eléctricos, Investigación Científica, Educación virtual para el nivel superior, Administración y Mantenimiento Hospitalario, Neuropsicología y Neurociencia aplicada a la Industria, Enseñanza de la Matemática en el nivel superior, Estadística, Seguros y ciencias actuariales, Sistemas de información Geográfica, Sistemas de gestión de calidad, Explotación Minera, Catastro.



FACULTAD DE
INGENIERÍA - USAC
ES
ESCUELA DE
ESTUDIOS DE POSTGRADO

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / 24188000 Ext. 86226

APT-2017-018

Como Coordinador de la Maestría en Artes en Gestión Industrial del Trabajo de Graduación titulado **"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE INVENTARIOS EN LA BODEGA DE MATERIA PRIMA DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE AGROQUÍMICOS, MEDIANTE UN SISTEMA ABC"** presentado por el Ingeniero Industrial Memphis Sofonias Reyes Mazariegos, apruebo y recomiendo la autorización del mismo.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Dra. Alba Maritza Guerrero Spínola
Coordinadora de Maestría

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala



Guatemala, octubre de 2017.

Cc: archivo/la

Doctorado: Sostenibilidad y Cambio Climático. **Programas de Maestrías:** Ingeniería Vial, Gestión Industrial, Estructuras, Energía y Ambiente Ingeniería Geotécnica, Ingeniería para el Desarrollo Municipal, Tecnologías de la Información y la Comunicación, Ingeniería de Mantenimiento. **Especializaciones:** Gestión del Talento Humano, Mercados Eléctricos, Investigación Científica, Educación virtual para el nivel superior, Administración y Mantenimiento Hospitalario, Neuropsicología y Neurociencia aplicada a la Industria, Enseñanza de la Matemática en el nivel superior, Estadística, Seguros y ciencias actuariales, Sistemas de información Geográfica, Sistemas de gestión de calidad, Explotación Minera, Catastro.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTAS ORIENTADORAS.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO	XVII
INTRODUCCIÓN.....	1
1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Empresas de agroquímicos.....	3
1.1.1. Naturaleza	3
1.1.2. Descripción del sector económico	5
1.1.3. Empresas en Guatemala	6
1.1.4. Productos agroquímicos	8
1.1.5. Líquidos emulsificables.....	9
1.1.6. Líquidos solubles.....	9
1.1.7. Suspensiones concentradas.....	10
1.1.8. Granulados	11
1.1.9. Polvos solubles.....	11
1.1.10. Polvos mojables	12
1.1.11. Gránulos solubles.....	12
1.1.12. Gránulos mojables.....	13
1.2. Pesticidas y agroquímicos.....	13
1.2.1. Insecticidas.....	14

1.2.2.	Herbicidas	15
1.2.3.	Fungicidas	15
1.2.4.	Nemática	16
1.2.5.	Molusquicidas.....	16
1.2.6.	Coadyuvantes.....	17
1.3.	Materias primas.....	17
1.3.1.	Productos técnicos o activos	18
1.3.2.	Solventes.....	18
1.3.3.	Emulsificantes	19
1.3.4.	Colorantes	20
1.3.5.	Dispersantes	20
1.3.6.	Neutralizadores	21
1.3.7.	Olorizantes	21
1.4.	Bodegas de materiales.....	22
1.4.1.	Definición.....	22
1.4.2.	Características.....	23
1.4.2.1.	Contar con un área de recepción de mercaderías	23
1.4.2.2.	Contar con un área de almacenamiento	23
1.4.2.3.	Contar con un área de despacho de mercancías.....	24
1.4.2.4.	Contar con registros	24
1.4.3.	Clasificación	25
1.4.3.1.	Bodega de materias primas.....	25
1.4.3.2.	Bodega de material de empaque.....	26
1.4.3.3.	Bodega de producto terminado	27
1.4.3.4.	Bodega de etiquetas y panfletos	27
1.4.3.5.	Bodega de producto en proceso.....	28

1.5.	Sistemas de manejo de inventarios.....	28
1.5.1.	Conceptos y puntos principales.....	29
1.5.2.	Tipos de inventarios.....	29
1.5.2.1.	Materias primas.....	30
1.5.2.2.	Artículos de fabricación ajena.....	30
1.5.2.3.	Suministros industriales.....	30
1.5.2.4.	Piezas de repuestos.....	30
1.5.2.5.	Productos en curso.....	30
1.5.2.6.	Productos terminados.....	31
1.5.3.	Funciones del Inventario.....	31
1.5.3.1.	Eliminación de irregularidades en la oferta.....	31
1.5.3.2.	Compra o producción en lotes o tandas.....	32
1.5.3.3.	Permitir a la organización manejar materiales perecederos.....	32
1.5.3.4.	Almacenamiento de mano de obra.....	32
1.6.	Gestión de inventarios.....	33
1.6.1.	Costes de inventario.....	33
1.6.1.1.	Costo de preparación.....	33
1.6.1.2.	Costo de de almacenamiento.....	34
1.6.1.3.	Costos por agotamientos.....	34
1.6.1.4.	Costo de oportunidad.....	34
1.6.1.5.	Costos por faltante.....	34
1.7.	Sistema ABC.....	34
2.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	37
2.1.	Estimación de pronósticos de demanda.....	38
2.2.	Error de pronóstico.....	38

2.3.	Tamaño de inventario:.....	42
2.4.	Inventario de seguridad.....	42
2.5.	Punto de pedido	43
2.6.	Existencia máxima	44
2.7.	Existencia media	44
2.8.	Ciclo de reaprovisionamiento	45
2.9.	Porcentaje de influencia del costo.....	46
2.10.	Porcentaje acumulado de influencia.....	47
2.11.	Número total de conteos	48
2.12.	Porcentaje de conteos.....	49
3.	PROPUESTA: SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS	51
3.1.	Evaluación del sistema de gestión de inventarios propuesto ...	62
3.1.1.	Indicador paros de producción	63
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	65
	CONCLUSIONES.....	73
	RECOMENDACIONES.....	75
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
	ANEXOS.....	81

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Comportamiento gráfico de las demandas de producción	37
2.	Estimación del valor de alfa	39
3.	Modelo de suavizado exponencial propuesto	40
4.	Modelo de clasificación de inventarios ABC.....	48
5.	Diagrama de flujo de la propuesta	51
6.	Diagrama Pareto de influencia del costo en los inventarios	56
7.	Modelo de inventarios cíclicos propuesto	61
8.	Comportamiento del indicador de paros de producción	63

TABLAS

I.	Empresas de agroquímicos registradas en Agrequima.....	7
II.	Pronósticos de demanda de producción	40
III.	Parametrización de los inventarios	53
IV.	Clasificación ABC de los inventarios.....	56
V.	Total de conteos de cada categoría de materia prima	59
VI.	Porcentaje de conteos anuales de cada categoría	60
VII.	Conteos diarios y semanales de cada categoría.....	60

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Tanto por ciento
\$	Dólares americanos
I+D	Investigación y desarrollo
Kg	Kilogramo
L	Litro
M	Metro
PEPS	Primero en entrar, primero en salir
PIB	Producto interno bruto

GLOSARIO

Asperjado	Rociar o esparcir en forma de pequeñas gotas el agua u otro líquido.
Desorción	Proceso inverso a la absorción, donde una sustancia se libera separándose de otra.
Emulsificante	Capacidad para que dos o más sustancias no comunes que normalmente no se combinan, se mezclen.
Explosión	Visualización de cada uno de los componentes de un grupo.
Fluctuación	Variación de intensidad de medida o cualidad.
Heterogéneo	Que está formado por elementos de distinta clase o naturaleza.
Incurrección	Proceso en donde se ha cometido un error o falla.
Ítem	Distinción de artículos o categorías.
Maquiladora	Empresa que se dedica al montaje que se encarga de la fabricación de un producto para otra empresa.

Merma	Sobrante o exceso de consumo de algo establecido.
Mojable	Que tiene la capacidad de ser humectado por agua u otro líquido.
Rack	Soporte metálico destinado a alojar mercaderías, insumos o materiales.
Stock	Se refiere al inventario o existencia de productos en una bodega.
Parametrizar	Establecer parámetros característicos que describen, clasifican, o caracterizan un insumo.

RESUMEN

La adopción de un sistema incorrecto de gestión de inventarios de la empresa en estudio, ocasionaba retrasos en producción y una serie de costos innecesarios. Se buscó implementar un sistema de administración y manejo de inventarios que permitiera mejorar la gestión de las materias primas disponibles en la bodega, mediante la utilización de un sistema ABC basado en la clasificación del costo de los inventarios, se construyeron las bases para el sistema de gestión propuesto; permitiendo en conjunto con el establecimiento de pronósticos de la demanda, la creación de sistemas de conteo cíclico y la parametrización de inventarios, contar con la certeza de los niveles de inventario necesarios para evitar los costos innecesarios asociados.

Se logró minimizar el indicador de paros de producción, un indicador indirecto del desaprovisionamiento, con lo cual la producción fluyó con mejor exactitud y los costos incurridos por paros de producción bajaron. También se garantizaron los *stocks* necesarios para el flujo correcto de los requerimientos de producción. Debe saberse que el éxito de un sistema de gestión de inventarios, debe tomar en cuenta el análisis previo de cada uno de los elementos que componen los inventarios en una empresa; tales como su clasificación, parametrización, modelado y ciclos de conteo, de lo contrario los costos incurridos en el manejo no reflejarán un sistema de gestión beneficioso; al momento de realizar cualquier aproximación de un pronóstico es necesario tomar en cuenta que ningún modelo por más exacto que sea, otorgará un valor exacto de la demanda real, debido a esto no debe sustituirse la serie de controles que deben mantenerse en bodega para garantizar la exactitud de los inventarios.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTAS ORIENTADORAS

Planteamiento del problema

En la bodega de materias primas de una empresa de producción de agroquímicos, no existe un sistema de control y manejo de inventarios que permita contar con los *stocks* suficientes para el abastecimiento de producción; generando para la empresa pérdidas monetarias considerables.

Descripción del problema

La bodega de materias primas de la empresa en estudio, tiene considerables retrasos en producción, debido a que la bodega es incapaz de abastecer completamente los materiales por no poseer en existencia; esto ocasiona un incumplimiento de fechas de entrega en los pedidos de sus clientes. A esto se suma que mucho del inventario almacenado ya ha caducado o se encuentra dañado por haber pasado mucho tiempo en almacenamiento, esto agrega costos de pérdida de materiales a los costos de almacenamiento; adicional, genera que los inventarios dentro de la bodega sean inexactos creando un descontrol de materiales que no permite la planificación correcta de producción debido a las mermas constantes de inventarios almacenados.

Se considera que el sistema actual de manejo de inventarios de la bodega en mención no es el adecuado, porque se ve reflejado en un incremento de costos de almacenamiento que finalmente repercute en pérdidas monetarias para la empresa.

Dentro de la empresa se observa que existe un desconocimiento total de la fluctuación de la demanda de productos, porque la proyección de ventas no refleja verdaderamente el comportamiento de las mismas generando un mal abastecimiento de materiales. El sistema de registro y conteo de inventarios no es el adecuado, presenta muchas fallas que hacen que los conteos no sean exactos; volviendo incorrectos los registros. Finalmente, la empresa al no conocer la caracterización de materiales por prioridad o de mayor influencia en el manejo de inventarios, crea una mala gestión de inventarios en general que repercuten directamente en la productividad de la organización.

Formulación del problema

Para llevar a cabo el establecimiento del sistema de administración y manejo de inventarios para la bodega de materias primas es necesario dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación:

Pregunta central

¿Cómo mejorará un sistema ABC a la administración y manejo de inventarios de la bodega de materias primas de la empresa en estudio?

Preguntas secundarias

¿Mediante el establecimiento correcto de la fluctuación de la demanda de los productos se puede generar un mejor abastecimiento y *stock* de materia prima?

¿Pueden clasificarse las diferentes materias primas con base a su influencia en el costo de los inventarios de la bodega de materia prima?

¿Se mejorará la exactitud de los inventarios utilizando un sistema de conteo cíclico?

OBJETIVOS

General

Implementar un sistema de administración y manejo de inventarios basado en el sistema ABC para una empresa de producción de agroquímicos dentro de la bodega de materia prima.

Específicos

1. Analizar el comportamiento de las fluctuaciones de la demanda para generar los parámetros de mantenimiento de inventarios de materia prima.
2. Clasificar las diferentes materias primas de acuerdo a su nivel de influencia hacia los inventarios de la bodega de materia prima.
3. Establecer un sistema de conteo cíclico de inventarios que permita verificar la exactitud de los registros.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

La presente investigación comprende un estudio de tipo no experimental con un enfoque mixto, que permitió desarrollar una propuesta de un método de gestión de inventarios para la empresa bajo estudio al mismo tiempo que desarrolló el estudio de variables cuantitativas y cualitativas de los modelos de gestión de inventarios, a fin de crear las relaciones pertinentes entre estas; que permitieron la ejecución de un manejo de inventarios adecuado para volver eficiente la producción. Mediante el estudio del tipo descriptivo correlacional desarrollado, se pretendió dar a conocer las características de la gestión de los inventarios de la bodega de materias primas; a fin de describir las variables involucradas y el establecimiento de un modelo que permitió la obtención de los resultados esperados mediante la relación de las variables en estudio.

Para la realización del estudio se utilizaron diferentes herramientas y técnicas de la ingeniería que han demostrado ser una solución para los problemas identificados, tales herramientas son técnicas de pronóstico de la demanda basado en correlaciones de datos históricos, sistema de conteo cíclico de inventarios y el sistema de gestión de inventarios ABC. Los resultados fueron la definición del *stock* necesario para cada ítem que comprende la bodega, el modelo de predicción de la demanda que permitió generar los abastecimientos adecuados y necesarios, el sistema de conteo y registro de los inventarios y el sistema de clasificación ABC de los productos con la secuencia de prioridades que debe tenerse para cada ítem de material almacenado.

Los beneficiarios de esta investigación fueron los propietarios y trabajadores de la empresa, lo cual contribuyó a la mejora del ambiente económico de la empresa y es parte de la constitución de un camino fundamental para alcanzar la competitividad económica de los países en vías de desarrollo. Para el cumplimiento de los objetivos de la presente investigación se utilizaron diferentes variables, tanto independientes como dependientes, mismas que fueron manipuladas para establecer los valores requeridos para contestar las preguntas de investigación. También se plantearon el conjunto de indicadores requeridos para dar validación al estudio propuesto.

La fase I comprendió la revisión documental y los antecedentes del tema bajo en estudio, a modo de evidenciar los trabajos previos en cuanto al manejo de inventarios y las metodologías aplicables para la gestión integral de las bodegas de materiales; seguidamente la fase II, donde se realizó el análisis del comportamiento de las fluctuaciones de la demanda para generar los parámetros de mantenimiento de inventarios de materias primas. La fase III, la clasificación de las diferentes materias primas de acuerdo a su nivel de influencia hacia los inventarios de la bodega de materias primas. Y, la fase IV que consistió en establecer un sistema de conteo cíclico de inventarios que permitió verificar la exactitud de los registros.

A partir de la presente investigación, se dejaron las bases para la gestión adecuada de los inventarios dentro de empresa bajo en estudio, estableciendo las principales variables de gestión de los inventarios y cómo estas pueden verse influenciadas cuando se lleva un sistema de administración basado en los costos de los insumos; en este caso, establecido por el sistema de administración de inventarios bajo el sistema ABC que permitió centralizar el enfoque en aquellos productos que representan el 80 % o más del costo de los inventarios.

La propuesta quedó implementada y valorada, mediante un indicador de gestión, reflejado en el indicador de paros de producción manifestado en el correcto aprovisionamiento de inventarios, indicador que presentó un comportamiento decreciente validando el sistema propuesto y garantizando la mejora de la gestión general de los inventarios dentro de la bodega de materias primas en comparación al resto de bodegas.

INTRODUCCIÓN

La gestión de inventarios es el factor clave para la correcta operación de las empresas productivas, pues permite contar con los insumos necesarios para el cumplimiento de las demandas de productos por parte de los clientes. La empresa en estudio ve la necesidad de requerir un sistema de gestión que permita el correcto aprovechamiento de los recursos disponibles, y que al mismo tiempo refleje el cumplimiento de las demandas de insumos, por parte de producción, para no afectar el flujo y garantizar el cumplimiento de las entregas. Resulta necesaria la implementación de un sistema ABC que permita obtener los modelos de clasificación, para priorizar y enfocar el control de los insumos en aquellos que generan mayor influencia en el costo, erradicando las incongruencias de los registros y permitiendo una producción más fluida.

Se busca mejorar el sistema de control y manejo de inventarios basado en la clasificación ABC, para una posterior parametrización de los inventarios obtenidos, a partir de los modelos de predicción de la demanda que permitan calcular las fluctuaciones de cada insumo; y finalmente, establecer los métodos de conteo que permitan mantener la exactitud y el control de los insumos. Inicialmente se presenta una idea general acerca de las empresas de agroquímicos. Posteriormente, se detalla una descripción de los diferentes pesticidas y productos agroquímicos a modo de establecer las características de cada uno de ellos. A continuación, para realizar la investigación se utiliza la información concerniente de la bodega de materias primas de la empresa en mención, donde se implementa el sistema propuesto basado en el establecimiento de los pronósticos de la demanda mediante un modelo de suavizado exponencial, donde con la parametrización de los inventarios se sientan las bases para el control y manejo de los inventarios que componen la

bodega de materias primas, seguidamente utilizando una clasificación ABC de inventarios se realiza la clasificación de los insumos a modo de dar mayor prioridad y frecuencia de inventarios a los insumos catalogados como A, posteriormente B y consecuentemente C.

Para la implementación del sistema propuesto se desarrollan diferentes metodologías de traslado de información y capacitación. La metodología fue ejecutada por un período de un año, donde utilizando el indicador de paros de producción ocasionados por mal manejo de materiales, se mide indirectamente los beneficios del sistema propuesto, logrando con esto consolidar el sistema en vista a la mejoría de los indicadores identificados.

Finalmente, mediante la ejecución de un sistema de clasificación de inventarios basado en el costeo ABC y la utilización de herramientas como la parametrización de inventarios, los pronósticos de la demandas y los inventarios cíclicos, se logra crear e implantar un sistema de gestión de los inventarios para la bodega de materias primas de la empresa bajo estudio que garantiza la fluidez de la producción y el cumplimiento de las demandas de producto en su tiempo, así también se logra disponer de un sistema de costos de inventarios efectivo que minimiza los costos incurridos por mal manejo de inventarios. Cabe destacar que, el éxito de un sistema de gestión de inventarios dependerá de la capacidad del análisis de cada uno de los elementos que componen los inventarios en una empresa, tales como su clasificación, parametrización, modelado y ciclos de conteo, tomando en cuenta que ningún modelo por más exacto que sea otorgará un valor exacto de la demanda real, para garantizar la exactitud de los inventarios, no debe desfocalizarse en la continuidad de los sistemas de control ya establecidos.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Empresas de agroquímicos

Como cualquier tipo de industria, la industria de agroquímicos guarda particularidades que pueden describirse en términos de los procesos productivos, es por ello que para conocer la naturaleza de este tipo de empresas, es necesario y relevante conocer algunos aspectos que caracterizan a este tipo de industrias; como los son la naturaleza de sus productos, los principales productos elaborados, las principales formulaciones llevadas a cabo, las diferentes materias primas involucradas y las bodegas que dentro de este tipo de industria se manejan, por lo tanto, a continuación se presenta el desarrollo de los mismos. Sin duda alguna, este detalle de información servirá para focalizar la atención en cuáles son los principales retos y necesidades de este tipo de industria en términos de la solución de los problemas característicos de las mismas.

1.1.1. Naturaleza

La industria de agroquímicos, hace referencia a la industria cuyo proceso de producción consiste en la transformación de materias primas para la obtención de pesticidas y agentes, para la protección de cultivos. Un agroquímico se refiere a la porción de la química orgánica enfocada a la obtención de fertilizantes nitrogenados, coadyuvantes para la regulación del crecimiento vegetal y pesticidas en general.

La industria de agroquímicos está integrada por un grupo de empresas productivas que se dedican a la síntesis química de agentes activos y formulaciones diversas de pesticidas de naturaleza diversa como sólidos granulares, polvos, líquidos, emulsiones. Mediante la dosificación de estos productos se logra erradicar o controlar alguna plaga, y mejorar el rendimiento productivo agrícola. La constante búsqueda de optimizar los recursos naturales y la búsqueda de métodos eficientes de producción agrícola, han vuelto a esta industria en un sector altamente competitivo que demanda innovación tecnológica, buscando alternativas amigables con el ambiente y soluciones innovadoras que permitan contrarrestar los problemas agrícolas.

Parafraseando Sanz, A. (2013) se puede decir, que la industria de agroquímicos es una de las más competitivas en tecnología; la constante aparición de un producto más efectivo hacia una plaga, ocasiona en poco tiempo la sustitución de otro, esto con base en la relación costo/rendimiento que es determinante para el agricultor. La aparición de resistencias de los agentes que propician la plaga hacia un producto, requiere el desarrollo de uno nuevo, pero mejorado. Debido a estas condiciones el sector de agroquímicos, junto con el farmacéutico, tiene los costes más altos en investigación (hasta el 8 % de los ingresos brutos).

Por otro lado, el Acuerdo SP-M-1811-2004, "Norma sanitaria para la autorización y control de plantas que sintetizan, fabrican, formulan y/o envasan plaguicidas agrícolas define a la industria de agroquímicos como "cualquier entidad privada o estatal que se dedica a sintetizar, fabricar, formular, mezclar y/o envasar sustancias químicas que se destinen a destruir, prevenir, atenuar o repeler la acción de cualquier plaga."

Se entiende por industria de agroquímicos, toda industria dedicada a la transformación de sustancias químicas enfocadas para cualquier sistema agrícola; tanto para la erradicación de un agente infeccioso como para la aceleración de los procesos biológicos del sistema, regido por la investigación y desarrollo de productos nuevos, donde intervienen tanto los químicos que sintetizan el producto como los entomólogos, toxicólogos o micólogos que los ensayan.

Cuando un nuevo producto es desarrollado, las autoridades fitosanitarias exigen una serie de documentación científica y técnica para otorgar las licencias y permisos de comercialización de los mismos; sin embargo de cada 10.000 compuestos ensayados sólo uno alcanza la producción comercial, razón por lo cual la industria es muy cambiante en términos operativos y de producción, porque debe adaptarse a las necesidades nuevas de los clientes que cambian en períodos muy cortos de tiempo, esto dificulta enormemente la predicción de demandas de consumo.

1.1.2. Descripción del sector económico

La industria de agroquímicos se encuentra dentro del sector económico de la industria química, que comprende la transformación y manipulación de sustancias químicas para la generación de subproductos. Cabe destacar que este sector representa el 10 % del PIB del país, volviéndose un sector de bastante importancia hablando de actividad económica generada. Sanz, A. (2013) afirma “La industria química es, sin duda alguna, el sector que más ha contribuido a mejorar los niveles de calidad de vida del ser humano. Sin la química y la industria que la desarrolla, la esperanza de vida no superaría los 40 años; no existirían ni medicamentos, ni agua potable, ni alimentos suficientes para la población mundial”.

Dentro del sector químico, la industria de agroquímicos se encuentra contenida en la clasificación referente a la fabricación de pesticidas y otros productos agroquímicos. Tomando en cuenta que el sector agrícola en el país es uno de los más influyentes e importantes, la producción de agroquímicos hace al sector químico uno de los más importantes económicamente dentro del país.

1.1.3. Empresas en Guatemala

En Guatemala se han difundido y consolidado las empresas de agroquímicos en vista al auge de este sector, estas empresas se catalogan como importadoras y distribuidoras siendo aquellas que se dedican a gestionar productos existentes en mercados exteriores para su importación al país y su pronta distribución en la región con los permisos y registros respectivos. Posteriormente, destacan las empresas formuladoras; siendo aquellas industrias que se dedican a la preparación de formulaciones químicas a partir de productos técnicos, para la creación de productos pesticidas con sus licencias y permisos de acuerdo a la vigilancia de los ministerios de Ambiente y Recursos Naturales, Agricultura, ganadería y alimentación y Ministerio de Salud.

Dentro de las empresas formuladoras destacan las empresas maquiladoras y las empresas productoras de marcas propias. De acuerdo al registro de Agrequima, cuya misión es “Ser el referente de la industria de protección y nutrición de cultivos que promueve una agricultura innovadora, sostenible y responsable con el medio ambiente, contribuyendo a mejorar el nivel de vida del guatemalteco” en Guatemala se encuentran asociadas las siguientes empresas de agroquímicos:

Tabla I. **Empresas de agroquímicos registradas en Agrequima**

Formuladoras		Importadoras y distribuidoras	
Agrivances		Superb	
InciSA		Adama	
Proagro		Duwest	
Tecun		Syngenta	
Proagro		Esporangio	
Monsanto		Insumos Modernos	
Westrade Guatemala S.A.		Agroinsumos	
Foragro		FMC	
SAC		Yara	
Bayer CropScience		Biesterfeld	

Quilubrisa		Stoller	
CTL		Dow Agro Sciences	
Lidagro		Rainbow	
		Basf	
		Arista LifeScience	

Recuperado de Agrequima 2015.

http://www.agrequima.com.gt/index.php?option=com_content&view=article&id=52&Itemid=159

1.1.4. Productos agroquímicos

Los productos agroquímicos son todos aquellos agentes elaborados por la industria, para contrarrestar afecciones en los cultivos, mismos que han atendido las clasificaciones que se han hecho en torno a los componentes utilizados para la protección de los cultivos; esta clasificación es debido a las diferentes características de formulación, aplicación, almacenamiento y toxicidad; las cuales contribuyen a la diferenciación de los mismos. Diferentes normativas existentes los han catalogado dentro de una serie de productos para diferenciarlos, así también se ha normado colocar un apartado a cada nombre de los productos que refiera a la concentración del activo contenida y a la representación en siglas de cada producto a modo de saber en todo momento cuál es la clasificación respectiva del mismo.

Dentro de las normativas aplicables se han contenido los diferentes métodos de análisis, las pruebas que deben ejecutarse para cada producto, de acuerdo a su clasificación, y los parámetros que deben cumplir para ser catalogados como aceptables, mismas normativas se han expandido internacionalmente a modo de crear una estandarización. A continuación se describen la principal clasificación de productos agroquímicos, basado en normativas guatemaltecas vigentes COGUANOR. Ref. (M. Cerezo, 1990).

1.1.5. Líquidos emulsificables

Como su nombre lo indica, este tipo de formulación se refiere a una emulsión líquida. Es decir, la mezcla de dos sustancias líquidas naturalmente insolubles, las cuales se han hecho emulsionar para formar una sola mezcla líquida. Este tipo de formulación es representada por las siglas EC, mismas que deben acompañar a todo producto agroquímico que atienda esta clasificación.

Como lo definen las normativas aplicables, se puede decir que este tipo de producto se refiere a todo aquel pesticida, cuya formulación se encuentra en estado líquido; sin embargo, el agente activo es soluble en el solvente de la formulación mas no en el solvente de aplicación, formando emulsiones donde el activo queda suspendido en el solvente vehículo.

1.1.6. Líquidos solubles

Este tipo de formulación consiste en una mezcla de líquidos totalmente solubles entre sí, de tal forma que, la concentración de los mismos en homogénea en cada punto del producto formulado. En este caso, dos sustancias totalmente solubles entre sí forman una mezcla de concentración y composición constante.

Este tipo de formulación es representada por las siglas SL, mismas que deben acompañar a todo producto agroquímico que atienda esta clasificación. Según normativas aplicables este tipo de producto se refiere a todo aquel pesticida, cuya formulación se encuentra en estado líquido donde el agente activo es totalmente soluble en el solvente de la formulación y en el solvente de aplicación, formando una mezcla totalmente soluble, donde el activo se mantiene en la misma concentración dentro de toda la mezcla.

1.1.7. Suspensiones concentradas

Cuando se habla de una suspensión, se hace referencia a dos sustancias una sólida y una líquida, en donde la sustancia sólida determinada por un tamaño de partícula característico no es soluble dentro de la sustancia líquida, para formar una mezcla de la misma se incurre a un agente dispersante que mantenga al producto sólido suspendido uniformemente en la solución. La diferencia con una emulsión radica que la mezcla final obtenida no se es homogénea, sino heterogénea. Este tipo de formulación es representado por las siglas SC, mismas que deben acompañar al producto formulado que atienda esta clasificación.

De acuerdo a las normativas vigentes, este tipo de producto se refiere a todo aquel pesticida cuya formulación se encuentra en estado líquido donde el agente activo no es soluble en el solvente de la formulación, ni tampoco en el solvente de aplicación, encontrándose suspendido en la mezcla y el producto formando una suspensión del activo en la mezcla.

1.1.8. Granulados

Un producto granular, como su nombre lo indica, consiste en un sólido de un tamaño de partícula característico dentro del cual se encuentra contenido el agente activo. En este caso, el producto granular contiene dentro de su interior poroso, el o los agentes químicos que actuarán en contra de la plaga. Este tipo de formulación se representa con las siglas GR, mismas que deben acompañar al nombre de cada producto que atienda esta clasificación.

De acuerdo a la normativa vigente, este tipo de producto se refiere a todo aquel cuya formulación se encuentra en estado sólido, donde el agente activo ha sido asperjado sobre un gránulo inerte, permitiendo que el activo se libere de forma esporádica en la aplicación, no siendo soluble en un solvente de aplicación. Regularmente, se utilizan medios inertes sólidos porosos que permiten la absorción y desorción de agentes químicos.

1.1.9. Polvos solubles

Los polvos solubles son por naturaleza polvos de partículas finas homogéneas con un tamaño de partícula característico que contienen adherida a su superficie, el o los agentes químicos que contraatacarán la plaga. Estos se diferencian de los granulados en tanto que su tamaño de partícula es inferior a los 325 micrómetros. Este tipo de producto es representado por las siglas SP, mismas que deben acompañar al nombre de todo producto formulado que atienda esta clasificación. De acuerdo a las normativas vigentes, este tipo de producto se refiere a todo aquel cuya formulación se encuentra en estado sólido con un tamaño de partícula inferior a los 325 micrómetros, donde el agente activo fue asperjado sobre un polvo soluble en cualquier solvente de aplicación a modo de formar una mezcla suspendida del activo en la aplicación.

1.1.10. Polvos mojables

A diferencia de los polvos solubles, los polvos mojables son productos cuya naturaleza es un polvo sólido que es totalmente soluble en agua, mas no en otros tipos de solventes de aplicación. Según su naturaleza tienen altos coeficientes de humectación, siendo fáciles de disolver en agua, se representan por las siglas WP, mismas que deben acompañar a todo producto formulado que atienda esta clasificación.

De acuerdo a las normativas vigentes, este tipo de producto se refiere a todo aquel cuya formulación se encuentra en estado sólido con un tamaño de partícula inferior a los 325 micrómetros, donde el agente activo fue asperjado sobre un polvo soluble en agua, a modo de formar una mezcla soluble donde el activo se encuentra distribuido homogéneamente.

1.1.11. Gránulos solubles

Cuando se habla de un gránulo soluble, se hace referencia a un producto sólido granular que es soluble en cualquier solvente de aplicación permitiendo disolver el sólido completo y manteniendo la concentración constante en solución; este tipo de producto es representado por las siglas SG, mismas que deben acompañar al nombre de todo producto que atienda esta clasificación.

La normativa vigente establece que este tipo de producto se refiere a todo aquel cuya formulación se encuentra en estado sólido granular cilíndrico o esférico, donde el agente activo se ha asperjado sobre un material inerte soluble en el solvente de aplicación a modo que forma una mezcla totalmente soluble en la aplicación, donde el activo se encuentra distribuido homogéneamente.

1.1.12. Gránulos mojables

Los gránulos mojables, a diferencia de los polvos mojables constituyen productos de forma granular cilíndrica o esférica que son solubles únicamente en agua; de tal forma que al mezclarse con agua forman una mezcla de composición constante y homogénea.

Estos productos se representan por las siglas WG, mismas que deben acompañar a todo producto formulado que atienda esta clasificación. Este tipo de producto se refiere a todo aquel cuya formulación se encuentra en estado sólido granular cilíndrico o esférico, donde el agente activo se ha asperjado sobre un material inerte soluble en agua a modo que forma una mezcla totalmente soluble en la aplicación, donde el activo se encuentra distribuido homogéneamente.

1.2. Pesticidas y agroquímicos

Un pesticida o comúnmente un agroquímico, es toda sustancia que contrarresta o ataca eventualmente una plaga, puede tratarse de cualquier tipo de producto, de acuerdo a la clasificación anteriormente descrita. Sabiendo que una plaga puede referirse tanto a un ataque de un agente biológico como los son los ácaros, insectos, moluscos, roedores, así también a ataques físicos como lo son temperaturas, humedad, viento. Sabiendo esto, los pesticidas se han clasificado en diferentes grupos de acuerdo al tipo de plaga que atacan. Para conocer la naturaleza de cada uno de los diferentes pesticidas se atiende previamente esta clasificación. Guardino, X. (2015) afirma: “Dentro del término general de pesticidas se incluyen todos aquellos compuestos que se utilizan para luchar contra los parásitos, tanto vegetales como animales, en la agricultura y para la protección de la salud pública”.

Desde el punto de vista químico, se trata de un grupo muy heterogéneo al que continuamente se van añadiendo nuevos compuestos. Por lo tanto, se entiende por pesticida todo aquel agente químico que contraataca o contrarresta los efectos de las plagas sobre cualquier sistema vivo de carácter agrícola, estos pueden clasificarse de acuerdo a su naturaleza y plaga atacada de la siguiente manera.

De acuerdo a la clasificación internacional de los pesticidas, adoptada por las normativas del país, se puede decir que los pesticidas se clasifican en seis tipos principales, los cuales son insecticidas, herbicidas, fungicidas, nemátocidas, molusquicidas y coadyuvantes.

1.2.1. Insecticidas

Es aquel tipo de pesticida cuya naturaleza química inhibe el crecimiento y el desarrollo de cualquier tipo de organismo vivo dentro del género de insectos. Los hay de distintas familias químicas destacando los compuestos orgánicos fosforados, clorados, carbamatos, naturales y nitro derivados. Algunos nombres más comunes son Metilparation, cipermetrina, endosulfan, carbaril. Cuando se habla de un insecticida se habla de una plaga provocada o propiciada primordialmente por algún insecto tal como una pulga, garrapatas, chinches, hormigas, zompopos, entre otros.

Este tipo de pesticidas buscan atacar el sistema neurológico de estos agentes biológicos, a fin de evitan su supervivencia y alejarlos de la planta o cultivo protegido.

1.2.2. Herbicidas

Es aquel tipo de pesticida cuya naturaleza química inhibe el crecimiento y desarrollo de cualquier tipo de organismo vivo del género vegetal. Los hay de distintas familias químicas dentro de los cuales destacan los fenoxiácidos, nitrofenoles, heterocíclicos nitrogenados, arilmetilureas, sales cuaternarias de heterocíclicos, ácidos y ésteres halogenados y nitrilos, tales como 2,4 D amine, Triazinas, Paraquat. Un herbicida contrarresta una plaga, donde el agente que impide el crecimiento normal del cultivo es un mismo vegetal se entiende como la maleza, plantas enredaderas, plantas expansivas. De tal forma que, este tipo de pesticida busca impedir el desarrollo de todo agente vegetal sin atacar al cultivo o planta que se desea proteger, es por ello que regularmente este tipo de pesticidas son selectivos en términos de tamaño de hoja a modo de diferenciarlos de la planta protegida.

Este tipo de compuestos atacan el sistema de absorción de la luz del sol, por parte de las plantas a modo de impedir su desarrollo y crecimiento. Otros más fuertes son agentes químicos irritantes que queman los agentes biológicos vegetales matándolos en el transcurso de la aplicación.

1.2.3. Fungicidas

Es aquel tipo de pesticida, cuya naturaleza química inhibe el crecimiento y desarrollo de cualquier tipo de organismo vivo del género fungi u hongos. Los hay de distintas familias químicas dentro de los cuales destacan los derivados aromáticos, derivados de ácido ditiocarbámico, compuestos organometálicos.

Los fungicidas son agentes que buscan atacar una peste de origen microbiano dentro de la clasificación de hongos y levaduras a modo de crear las condiciones que impidan el desarrollo y reproducción de este tipo de microorganismos.

1.2.4. Nemátocida

Es aquel tipo de pesticida, cuya naturaleza química inhibe el crecimiento y desarrollo de cualquier tipo de organismo vivo que comprende los arácnidos (ácaros) y gusanos (nemátodos). Dentro de este grupo destacan las familias químicas de fosforados y algunos acaricidas específicos. Al igual que los insecticidas, los nemátocida buscan impedir el desarrollo de insectos del tipo de ácaros que son muy característicos en las plantas. Esto mediante una alteración del sistema neurológico de este tipo de agente biológico, que impide su crecimiento y desarrollo, alejándolo de la planta o cultivo bajo protección.

1.2.5. Molusquicidas

Es aquel tipo de pesticidas, cuya naturaleza química inhibe el crecimiento y desarrollo de cualquier tipo de organismo vivo que comprende el género de los moluscos. Dentro de este tipo de pesticidas entran las familias químicas de metaldehídos, sulfato de aluminio y azufre, metiocarbono. Muchos cultivos se encuentran cerca de fuentes acuíferas y en sistemas de alta humedad, que facilita la proliferación de molusco mismos que ocasionan una plaga para los cultivos, razón por la cual este tipo de pesticida atacará primordialmente los sistemas de desarrollo, y vida de este tipo de agentes biológicos a modo de erradicarlos y alejarlos de la planta o cultivo protegido.

1.2.6. Coadyuvantes

Es aquel tipo de pesticida cuya naturaleza química actúa en grupo con un pesticida o cualquier otro agente, mejorando el rendimiento de acción sobre la planta. Dentro de estos se encuentran los adherentes, penetrantes, surfactantes, reguladores de crecimiento, solubilizantes, aplicadores, vehículos.

Cuando se habla de los coadyuvantes se atiende a todos aquellos demás productos que facilitarán la aplicación de activos no necesariamente para contrarrestar directamente una plaga sino como una agente facilitador de la labor química de un pesticida.

1.3. Materias primas

Se refiere a todo aquel producto involucrado en el proceso de producción, el cual sufrirá una transformación como parte del proceso productivo para la obtención de productos en proceso y productos terminados, en este caso en particular, la obtención de productos agroquímicos. Es decir, las materias primas constituyen cada uno de aquellos componentes utilizados para la obtención de un producto.

Regularmente las materias primas utilizadas para la obtención de productos agroquímicos son materiales de origen químico tanto orgánico como inorgánico, productos de las síntesis y transformaciones varias de los compuesto químicos. Para la producción de productos agroquímicos de pueden catalogar como productos técnicos o activos, solventes, emulsificantes, colorantes, dispersantes, neutralizadores, olorizantes, entre otros.

1.3.1. Productos técnicos o activos

Como producto técnico o activo se entiende a aquella materia prima que constituye el agente fundamental en un producto terminado, es el agente que realiza la función principal del pesticida, compuesto primordialmente por el agente químico expresado en porcentaje en peso o volumen en formulación. Los ingredientes activos de un pesticida regularmente son compuestos químicos orgánicos e inorgánicos que resultan de la síntesis química, utilizados para atacar o contrarrestar un ataque hacia un cultivo o planta, por mencionar un ejemplo un activo en un insecticida, es la materia prima destinada a inhibir el desarrollo crecimiento y posteriormente la vida de el insecto causante de la plaga.

Los ingredientes activos en una formulación se expresan en porcentaje de activo en solución, localizando desde pequeños porcentajes 1.8 % hasta activos altamente concentrados 90 %. De acuerdo a las normativas adoptadas, el porcentaje de un activo contenido por un producto debe expresarse en el nombre de este junto con las siglas que determinan el tipo de formulación al que pertenece. Esta información se detalla en las etiquetas de los productos mismas que fueron clasificadas con un color para denotar su grado de toxicidad, siendo estas: rojo I, rojo II, amarillo, verde y azul en grado de altamente tóxico a ligeramente peligroso respectivamente.

1.3.2. Solventes

Se entiende por solvente o disolvente aquella materia prima utilizada para disolver o solubilizar el agente activo en una formulación, a modo que el producto terminado contenga el activo de la forma fisicoquímica establecida.

Muchos agentes químicos no son solubles en toda clase de solventes, de acuerdo a las propiedades fisicoquímicas de los agentes activos así será el tipo de solvente utilizado, estos pueden ser polares y no polares dentro de sus familias orgánicas e inorgánicas.

Se sabe que un solvente es aquella sustancia que disolverá al soluto manteniéndolo en solución, de esta forma se entiende que los solventes utilizados para productos agroquímicos van desde sustancias orgánicas siendo las más populares, xileno, solveso, etanol, alcohol isopropílico, hasta sustancias inorgánicas tales como dimetilformamida y agua. La naturaleza del solvente utilizado en una formulación dependerá de la naturaleza del soluto o agente activo y demás componentes que se quieran disolver.

1.3.3. Emulsificantes

Este tipo de materia prima es utilizada como enlace de dos o más sustancias químicas que no son afines. Muchas formulaciones pueden contener una mezcla de sustancias que de forma natural no permanecen en mezcla, al agregar un agente emulsificante o surfactante se logra estabilizar la mezcla de estas dos sustancias mediante la naturaleza química de los emulsificantes. Un emulsificante será útil en un formulación en la que uno o más componentes no se mezclan en condiciones naturales con otros componentes haciendo imposible la formación de una mezcla homogénea de producto, es por ello que los emulsificantes son tan populares en las formulaciones de productos agroquímicos en tanto que muchos componentes no son miscibles entre sí. Los emulsificantes de mayor uso son derivados sulfurados fenólicos, siliconas y alcoholes orgánicos.

1.3.4. Colorantes

Este tipo de materia prima es utilizada para imprimir color a una formulación basado en la capacidad de absorción de luz visible de algunas sustancias. Regularmente son compuestos orgánicos que al aplicarse en un sustrato imprimen un color característico. Para ello se busca compatibilidad química de solventes con el colorante para lograr la solubilización y la absorción homogénea del color.

Para la producción de productos agroquímicos los colorantes son de suma importancia, según las normativas adoptadas muchos productos pesticidas no deben tener colores que se confundan fácilmente con alimentos, por esta razón el uso de colores fuertes como el rojo, azul y amarillo resulta primordial para la tinción de algunos productos para hacerlos diferentes tanto que en condiciones naturales un polvo pesticida podría ser de color blanco y confundirse fácilmente con sal de mesa, leche en polvo o harina por mencionar un ejemplo.

1.3.5. Dispersantes

Este tipo de materias primas se refieren a aquellas sustancias cuyas características químicas permiten que alguna sustancia se distribuya homogéneamente en solución sin disolverse a modo que su concentración en la mezcla insoluble sea la misma en cualquier punto. En algunas formulaciones puede pasar que algún componente no es soluble aun utilizando emulsificantes, para ello la alternativa es la utilización de dispersantes que permitan mantener a cada componente del producto insoluble distribuido homogéneamente en toda la mezcla de producto formulada.

1.3.6. Neutralizadores

Este tipo de materia prima se refiere a toda sustancia química ácido o base que tenga la propiedad de donar protones o iones hidroxilo neutralizando cualquier ácido o base en solución, esto con el objeto de obtener un pH determinado del producto final. Algunas formulaciones requieren de la utilización de productos básicos y ácidos, que dificulta el mecanismo de acción del activo en solución, incurrir a un proceso de neutralización o regulación de pH en un producto es una práctica habitual dentro de la formulación de agroquímicos, muchos de los productos utilizados para estos fines son hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico.

1.3.7. Olorizantes

Este tipo de materia prima se refiere a toda aquella sustancia utilizada para inhibir o acentuar un olor característico de un producto, para ello se emplean sustancias químicas orgánicas e inorgánicas tales como el yoduro de potación en yodo como inhibidor de olor de mercaptanos y algunos compuestos orgánicos aromáticos para acentuar olor. Otra práctica bastante común llevada dentro de las formulaciones de agroquímicos resulta ser cambiar el olor o ocultar el olor de un agente activo, muchos activos de pesticidas poseen un olor característicos en ocasiones bastante fuerte que dificulta la manipulación y almacenamiento del producto, por esta razón, el uso de encapsuladores de olor u olorizantes es bastante difundido, sin embargo esta práctica podría ocasionar la insensibilización a la toxicidad de un producto por la nula percepción de olor.

1.4. Bodegas de materiales

Una bodega constituye el espacio físico disponible para el almacenamiento de diferentes tipos de productos a modo que cada una de las características del producto se conserven intactas, también se cuenta con la disponibilidad de los mismos en un momento determinado. Para conocer las diferentes características de las bodegas dentro de la industria de agroquímicos de detallan los siguientes conceptos.

1.4.1. Definición

Sabiendo que las bodegas son los espacios físicos donde se resguardan los insumos y materiales para la obtención de los productos estas deben poseer una serie de características. Algunas definiciones que se pueden tomar en cuenta son.

Sánchez, A. (2012) afirma que: “Son aquellos lugares donde se guardan los diferentes tipos de mercancía. Dentro de esta se controla físicamente y mantiene todos los artículos inventariados”. De tal modo que, la bodega se puede definir como el espacio físico disponible para llevar el almacenamiento de los diferentes mercancías que conforman los procesos productivos de la empresa a modo de administrarlos y disponer de ellos en el momento requerido. El almacenamiento consiste en una actividad bastante compleja, mantener las características apropiadas de los insumos almacenados, a través del tiempo no es una tarea fácil, es por ello que una bodega de una industria de agroquímicos debe poseer las siguientes características.

1.4.2. Características

Una bodega variará de acuerdo a las necesidades y características de la empresa a la que pertenece; sin embargo todas las bodegas deben mantener las siguientes características.

1.4.2.1. Contar con un área de recepción de mercaderías

Toda bodega debe tener la capacidad de aceptar diferentes ingresos a modo de llevar el control y registro de cada una de las operaciones de entrada de mercancías; dentro de este punto, se debe verificar que cada una de las mercancías posea las características de acuerdo a lo solicitado y requerido.

Se entiende que dentro de una bodega se tendrán movimientos continuos de entradas y salidas de mercancías, que deben diseñarse con espacios necesarios para la recepción y despacho de los mismos, las mismas áreas deben estar diseñadas a tal forma de facilitar la descarga y carga de insumos. Muchas bodegas cuentan con un nivel superior al del suelo a modo que el nivel del la bodega sea igual al nivel de un contenedor de carga de esta forma el transporte a través de las bodegas se facilita y presenta una mejor fluidez.

1.4.2.2. Contar con un área de almacenamiento

A esto se refiere propiamente al espacio físico donde se llevará a cabo el resguardo de mercancías, dispuesto con los mobiliarios y equipos necesarios para la ubicación, almacenamiento y recuperación posterior.

Esta área debe estar dispuesta físicamente tal que, la integridad de las mercancías almacenadas no se vea afectada. Sin duda alguna, el área de almacenamiento es imprescindible en una bodega, será aquí donde se almacenen cada uno de los insumos e la bodega. Deben ser áreas amplias que permitan el libre movimiento y ubicación de la mercancía almacenada. Algunas bodegas disponen de amplios espacios de almacenamientos mismos que deben diseñarse con base a las cantidades de *stock* requeridas para almacenamiento a modo de no tener espacio sin uso o espacio insuficiente.

1.4.2.3. Contar con un área de despacho de mercancías

El encargado de bodegas debe llevar control y registro de cada una de las operaciones de salidas de materiales de acuerdo al documento de solicitud en las condiciones requeridas por el departamento solicitante. Tal y como se mencionó anteriormente, el área de despacho de los productos debe facilitar la movilidad y fluidez de los mismos, algunos productos almacenados son pesados, requieren sistemas físicos de transporte y movilización del producto almacenado, de esta forma los espacios para la movilización de los vehículos de carga dentro de la bodega deben tomarse en cuenta, así también el nivel del suelo para evitar transportes entre niveles.

1.4.2.4. Contar con registros

Toda operación llevada a cabo dentro de las bodegas debe quedar enmarcada y plasmada en un registro que permita llevar el control del movimiento de las mercancías y que permita realizar evaluaciones a la bodega en términos de almacenamiento, despachos y recepción.

Todo producto almacenado en una bodega genera registros y movimientos para mantener el control de los insumos almacenados, es por ello que la elaboración de formatos de control y listas de chequeo dentro de las bodegas resulta necesario, algunas bodegas almacenan el producto clasificados con base a las características particulares de los productos almacenado, a modo de permitir su fácil ubicación y orientación a la hora de llevar los registros correspondientes.

1.4.3. Clasificación

Existen diferentes tipos de bodega dentro de una industria, todas buscan mejorar las condiciones de preservación y orientación de los insumos almacenados, a modo que los productos que guardan características similares se almacenen dentro el mismo espacios físico, otro caso sería la utilización de diferentes espacios de almacenamiento, debido a que algunos productos podrían dañar otros productos.

De acuerdo a las características y uso de los suministros almacenados las bodegas pueden clasificarse de acuerdo a los siguientes parámetros.

1.4.3.1. Bodega de materias primas

Consiste en el espacio físico, donde se almacenan todos aquellos suministros que formarán parte del producto terminado, mediante un proceso de transformación dentro de las diferentes líneas de producción, el cual constituye el proceso productivo. Estos insumos no se comercializan como tales sino es requerido un proceso de manufactura cuya combinación y utilización genera el producto como tal.

Con el objetivo de mantener los parámetros de cumplimiento y estándares de calidad las bodegas de materias primas deben cumplir una serie de requisitos generales para garantizar el correcto almacenamiento de los artículos pertenecientes a la bodega, en muchos se utilizan sistemas de almacenamiento tipo racks para mejorar la recuperación de la mercancía y aprovechamiento del espacio. Sin embargo, en el caso de las materias primas las condiciones de almacenamiento deben ser de tal forma que se permita en resguardo independiente de cada uno de los materiales a modo de impedir todo tipo de contaminación cruzada, así también los movimientos de inventarios con base a fecha de caducidad debe ser de un estricto control y permitir el almacenamiento de primero en entrar y primero en salir.

1.4.3.2. Bodega de material de empaque

Consiste en el espacio físico, donde se almacenan todos aquellos suministros que se utilizarán o conformarán la parte exterior o empaque del producto terminado, para garantizar sus características internas hasta llegar al cliente final. Constituyen la serie de elementos que conforman los envases, cajas, bolsas, sellos, tapas que resguardan al producto del ambiente exterior. Las bodegas de materiales de empaque deben mantener una serie de condiciones generales que permitan conservar las características fundamentales del empaque, de tal forma que si el empaque almacenado corresponde a productos de cartón y papel la bodega debe impedir todo ingreso de agua para evitar el deterioro del empaque almacenado. Por lo tanto si los empaques almacenados son productos frágiles estos deben protegerse para mantener las características de presentación al momento de ser utilizados, otro ejemplo bastante importante es evitar la confusión o mezcla de materiales de empaque de características similares, tanto que los productos podrían salir con un material no especificado para ese producto.

1.4.3.3. Bodega de producto terminado

Consiste en el espacio físico, donde se almacena todos aquellos productos terminados que constituyen al producto final como *stock* o nivel e inventario disponible para el despacho. Este producto se encuentra en su estado final después de haber pasado por un proceso productivo de transformación y empaque que le confieren las características de un producto listo para ser comercializado.

Las bodegas de producto terminado son las bodegas de mayor importancia en una industria, es allí donde se almacena el producto listo para su despacho, así las condiciones de almacenamiento deben ser las adecuadas, para evitar afectar alguna de las características de producto ya almacenado. Así también dentro de esta bodega se requiere mayor control y seguridad en el almacenamiento a modo de no despachar productos incorrectos como perder el control de algún producto que pueda ser sustraído de la bodega.

1.4.3.4. Bodega de etiquetas y panfletos

Consiste en el espacio físico donde se almacenan todos aquellos materiales que conforman la etiqueta y la información técnica del producto para ser adheridos y adjuntados a los empaques finales de los productos terminados. Dentro de las industrias de agroquímicos, las bodegas de etiquetas y panfletos resultan ser de suma importancia, por una parte son este tipo de industrias las que necesitan de disponer de una bodega de este tipo, debido a que las cantidades de etiquetas y panfletos con la información técnica que se manejan son bastantes considerables.

Cada uno de los artículos almacenados debe disponerse de tal forma que no se vean afectadas las condiciones de los insumos almacenados deteriorándose a tal punto de no poder ser utilizadas, el control individual de cata ítem resulta ser de particular importancia para evitar la confusión o mezcla entre productos de características similares.

En vista a las normativas locales y regionales, el despacho de estos productos debe ser cuidadoso para cumplir con los requisitos en cada país de destino donde vaya el producto terminado.

1.4.3.5. Bodega de producto en proceso

Consiste en el espacio físico donde se almacenan todos aquellos productos que no han sido completados en todas sus características como para formar parte de los productos terminados. Estos productos serán transformados esporádicamente para constituirse finalmente como productos terminados.

Este tipo e bodega son requeridas en aquellos industrias que cuentan con procesos intermitentes, lo cual genera una serie de productos pre preparados o pre empacados, y en vista a la características de estos, este tipo de bodega debe mantener las características a modo de permitir el correcto almacenamiento de los productos sin que se deterioren o confundan.

1.5. Sistemas de manejo de inventarios

El inventario se refiere a las existencias que se tengan en bodega de los diferentes componentes que comprenden los productos terminados y la razón productiva de la empresa.

Los inventarios sirven de aprovisionamiento o *stock* de los distintos insumos necesarios para la producción, a fin que esta sea continua y no se vea afectada por la ausencia de alguno de los componentes de un producto. El inventario representa la carga de bienes destinados para la operación de una industria que se utilizarán en la operación, uso, transformación o compra y venta, almacenados para su uso posterior. Estos se encuentran catalogados como activos al formar parte de los bienes de una empresa, además se consideran circulantes por el hecho de que están en constante uso y movimiento.

1.5.1. Conceptos y puntos principales

El concepto de inventario es entonces un detalle ordenado y preciso de cada uno de los componentes y suministros necesarios para la producción. Comprende también el almacenamiento de todos los materiales usados o fabricados por cualquiera en la organización para propósitos directos o indirectos de ofrecer productos terminados o servicios a los clientes (Starr, M. 1996). Todo inventario va relacionado con un correcto control y administración que permita optimizar los costos incurridos en ello y hacer que la productividad de las empresas no se vea afectada. Por el contrario, un inadecuado manejo y gestión de inventarios se verá reflejado en incurrir a costos por almacenamientos innecesarios y faltantes de inventarios cuando sean requeridos, así también un mal manejo de los inventarios repercute en la inversión de costos elevados por la gestión y mantenimiento.

1.5.2. Tipos de inventarios

Existen diferentes tipos de inventarios de acuerdo a las características propias del suministro almacenado requerido en una industria y estos pueden responder a la siguiente definición.

Desde el punto de vista de Domínguez (Domínguez et al, 1995, p. 13) los inventarios pueden clasificarse como se ilustra en la siguiente figura:

1.5.2.1. Materias primas

Se refiere al conjunto de suministros que conforman directamente a los productos terminados, es decir, un producto terminado se puede dividir en sus componentes, los cuales constituyen las materias primas.

1.5.2.2. Artículos de fabricación ajena

Constituyen todos aquellos productos terminados que no son manufacturados por la empresa, sino son adquiridos en su constitución final.

1.5.2.3. Suministros industriales

Son todos aquellos suministros que no nos requeridos en los procesos productivos, que no llegan a formar parte del producto terminado como tal.

1.5.2.4. Piezas de repuestos

Constituyen todo el suministro de artículos y componentes de las maquinarias que son requeridas en los procesos productivos.

1.5.2.5. Productos en curso

Son aquellos productos que han sido sometidos a procesos de manufactura, pero que aún no son catalogados como productos terminados.

1.5.2.6. Productos terminados

Son constituidos por toda la gama de productos con los que comercializa la empresa, y que se encuentran ya en su estado final para ser despachados y suplir necesidades de los clientes.

1.5.3. Funciones del Inventario

Sucede que algunos inventarios son necesarios en vista que algunos procesos de manufactura los requieren. Por lo frecuentemente se pueden minimizar los mismos en cantidades en las que el flujo de la producción no se vea afectada, resulta más conveniente mantener insumos almacenado a interferir con la producción por falta de materiales. Es conveniente acumular algunos insumos para los procesos, así evitar distorsiones en la planificación de la producción y programación de las mismas. Cabe destacar que una política bien definida de mantenimiento de inventarios resulta una ayuda imprescindible. Las funciones de los inventarios se pueden clasificar de la siguiente manera, con base a los objetivos fundamentales de los inventarios:

1.5.3.1. Eliminación de irregularidades en la oferta

Los inventarios pretenden dar garantía y seguridad a cualquier fluctuación e irregularidad de la oferta de productos en vista que esta no es siempre constante o predecible con exactitud. Las irregularidades de las oferta son los factores de cambio en el comportamiento que se tiene de la aceptación de los productos por el cliente y depende de muchos factores como situación económica, tendencias, temporadas, necesidades particulares, entre otras.

1.5.3.2. Compra o producción en lotes o tandas

Mediante el mantenimiento de inventarios se logra planificar de una mejor manera las compras y abastecimientos, mediante la producción por lote. Algunas industrias requieren de la producción de cierto número de unidades nada más, así los materiales van siendo requeridos conforme se van produciendo estas unidades, esto como una respuesta a las demandas de productos efectuadas por los clientes.

1.5.3.3. Permitir a la organización manejar materiales perecederos

Con el control de inventarios se logra controlar mejor el manejo de todos aquellos inventarios perecederos o de menor vida útil. Los materiales perecederos son un factor importante para el manejo de los inventarios mantener mucho inventario de un producto perecedero puede verse reflejado en pérdidas de los mismos, por transcurso de la fecha de vida útil.

Por este motivo, el uso de un sistema PEPS es de suma importancia, también deben generarse las condiciones adecuadas que permitan el resguardo y almacenamiento de los productos en óptimas condiciones.

1.5.3.4. Almacenamiento de mano de obra

El manejo de inventarios permite de una mejor manera la predicción y planificación de la mano de obra utilizada en la producción, adelantándose a acontecimientos futuros.

Las cantidades necesarias de almacenamiento se pueden estimar la cantidad de personal requerido para la gestión y manejo de los inventarios, esto con base a las políticas establecidas por la organización en tanto a los sistemas de *stock* y mantenimiento.

1.6. Gestión de inventarios

La gestión de inventarios se refiere a la forma de planificar, controlar, organizar y dirigir los inventarios a modo de minimizar costes de almacenamiento, optimizar la rentabilidad de la empresa y garantizar la producción continua. Para logra una gestión adecuada de inventarios se den conocer con exactitud las demandas de los diferentes insumos almacenados, la naturaleza de los mismos y el costo de cada uno de ellos sobre la producción.

1.6.1. Costes de inventario

Todo sistema de gestión de inventarios involucra un costo, los cuales se pueden clasificar de la siguiente manera:

1.6.1.1. Costo de preparación

Constituyen todos aquellos costos incurridos para el abastecimiento de inventarios y *stocks*, se refiere primordialmente a aquellos flujos de dinero que la empresa debe hacer para sufragar gastos del proceso de compras.

1.6.1.2. Costo de de almacenamiento

Son todos aquellos costos incurridos, debido al mantenimiento de almacén de los inventarios y todas las erogaciones de dinero que la empresa debe sufragar para el mantenimiento y constitución de la propiedad de lo almacenado.

1.6.1.3. Costos por agotamientos

Son los costos incurridos como consecuencia a la no disposición de inventario o *stock* para satisfacer las demandas de producción o despachos.

1.6.1.4. Costo de oportunidad

Son todos los costos asociados a la inmovilidad de los inventarios almacenados que pudieran comercializarse.

1.6.1.5. Costos por faltante

Son todos aquellos costos incurridos como consecuencia a la no disposición de inventarios de seguridad y *stock* para el complemento de la demanda de consumo.

1.7. Sistema ABC

El sistema de gestión ABC consiste en el establecimiento de un modelo de administración de inventarios que se basa en conferir mayor control a los inventarios que generan más costo para la empresa, siendo estos todos aquellos productos catalogados como productos A.

De acuerdo a este rango, los productos tipo B son aquellos que significan el 50% de los costos de la empresa y los productos tipo C aquellos cuya injerencia de costo para la empresa es menor.

En si con este modelo se pueden clasificar los diferentes insumos contenidos en los inventarios centralizando y enfocando el control en la categoría A. así como un menor control para los productos B y C respectivamente. Taha, H. (2005) afirma que: “la experiencia ha demostrado que sólo un número relativamente pequeño de artículos del inventario suelen incurrir en una parte importante del costo del capital y dichos artículos o bienes son los que deben estar sujetos a unos estrictos controles por parte de la administración”. Razón por la cual resulta importante diferenciar a los diferentes insumos que componen los inventarios en estas categorías descritas.

García et al, (2004) afirma que “El análisis ABC está basado en la regla o principio de Pareto, según se analizan grandes cantidades de datos la distribución de la mayor parte de los parámetros está distribuida de manera irregular. El análisis ABC aplicado a los inventarios trata de clasificar los inventarios según la importancia relativa de los mismos. Como productos A se catalogarán todos aquellos insumos que representan más del 80 % del valor del inventario, los productos B los que representan el 15 % del valor de inventario y finalmente la categoría de productos C los que representan el 5 % de los costos.

2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Para proyectar las demandas de producción, se realizó un análisis de las demandas históricas donde de acuerdo a la figura 1, se puede observar que el comportamiento es ascendente teniendo una serie de ciclos correspondientes a los resultados de las fluctuaciones en ciertos meses, sin embargo en términos generales se observa un crecimiento.

Figura 1. **Comportamiento gráfico de las demandas de producción**



Fuente: elaboración propia.

Sabiendo el comportamiento gráfico de las demandas históricas, un método factible para la predicción de las demandas con bastante aproximación lo es, el modelo de pronósticos con suavización exponencial que se basa en los cambios cíclicos de los datos históricos otorgando mayor peso a los períodos previos al período en estudio.

2.1. Estimación de pronósticos de demanda

Los pronósticos son calculados mediante el modelo de suavizado exponencial que contempla la siguiente ecuación, estimación de pronósticos de la demanda:

$$Y_{e(t)} = Y_{n-1} \times \alpha + (1 - \alpha) \times Y_{e(t-1)}$$

Donde,

$$Y_{e(t)} = \text{estimación suavizada}$$

$$Y_{n-1} = \text{demanda anterior}$$

$$\alpha = \text{valor alfa de suavizado}$$

$$Y_{e(t-1)} = \text{estimación suavizada anterior}$$

$$Y_{\text{enero}} = 87.05 \times 0.5 + (1 - 0.5) \times 86.26 = 86.47$$

Para este caso se puede determinar que el valor del pronóstico para el mes de enero del año en estudio es de 86.47 miles de kilogramos.

2.2. Error de pronóstico

El pronóstico de demanda puede ser comparado con la demanda real para la estimación de un error de pronóstico de acuerdo a las siguientes ecuaciones, estimación del error de pronóstico:

$$e = Y_{e(t)} - Y \text{ y } SSE = \sum_{i=1}^n e_i^2$$

Donde,

$$e = \text{error de pronóstico}$$

$$Y_{e(t)} = \text{estimación suavizada}$$

$$Y = \text{demanda real}$$

$$e = 62.5 - 61.90 = 0.60$$

$SSE = \text{cuadrado medio del error}$

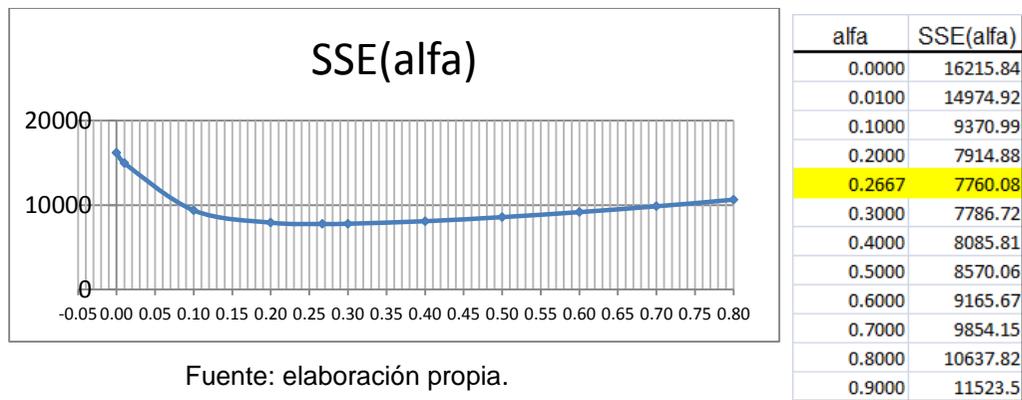
$n = \text{período de interés}$

$e = \text{error de pronóstico}$

$$SSE = (0.60)^2 + (-16.76)^2 + \dots + (30.80)^2 = 7760.08$$

El objetivo de la estimación del error de pronóstico es la determinación del valor ideal de alfa para el modelo con el cual se obtiene la mínima cantidad de error. De acuerdo a la figura 2, se evidencia que el mínimo error se obtiene para un valor de alfa de 0.2667. Mediante la determinación de diferentes cuadrados medio del error para alfa desde 0 hasta 1, se establece con una curva el punto donde el error sea el mínimo, resumen que se detalla en la figura 2. Por lo tanto, el valor de alfa es de 0.2667 donde el cuadrado medio de error obtenido es el mínimo 7760.08

Figura 2. **Estimación del valor de alfa**



Una vez determinado el valor de alfa el modelo exponencial puede ser utilizado para calcular los diferentes pronósticos de los períodos en estudio. De esta manera se pueden determinar los valores de los requerimientos de materia prima mediante un porcentaje de representación del inventario a modo de garantizar la disponibilidad de insumos en bodega, y consecuentemente evitar todo tipo de paros de producción por falta de inventario.

De acuerdo a la figura 3 se muestra el comportamiento de los pronósticos calculados, con sus diferentes errores indicados en la tabla II.

Figura 3. **Modelo de suavizado exponencial propuesto**



Fuente: elaboración propia.

Según el comportamiento de la curva suavizada obtenida, representada por el valor de Y_e se evidencia que si bien no se pueden predecir con exactitud la magnitud de los picos de la demanda real representada por Y , los valores obtenidos sirven de parámetro de aproximación para la generación de niveles de *stock* de inventarios.

Tabla II. **Pronósticos de demanda de producción**

	estimación suavizada	error pronóstico	error Cuadrado
Y	$Y_e(t)$	e	e^2
61.90			
62.50	61.90	0.60	0.36
45.30	62.06	-16.76	280.90
78.20	57.59	20.61	424.77

41.60	63.09	-21.49	461.68
52.30	57.36	-5.06	25.57
93.03	56.01	37.02	1370.65
67.92	65.88	2.04	4.15
59.66	66.42	-6.76	45.74
81.51	64.62	16.89	285.30
50.30	69.13	-18.83	354.38
69.51	64.11	5.41	29.24
101.21	65.55	35.66	1271.73
76.21	75.06	1.15	1.32
73.64	75.36	-1.73	2.99
86.56	74.90	11.66	135.87
62.26	78.01	-15.75	248.00
87.23	73.81	13.42	180.02
110.64	77.39	33.25	1105.49
87.05	86.26	0.79	0.62
87.65	86.47	1.19	1.41
93.96	86.79	7.17	51.42
77.35	88.70	-11.35	128.85
105.70	85.67	20.03	401.13
121.81	91.01	30.80	948.50

Fuente: elaboración propia.

Uno de los componentes importantes de todo manejo de inventarios resulta ser la parametrización de los mismos, es por ello que mediante el comportamiento de las demandas proyectadas de acuerdo a la figura 3 y tabla II, se determinan los valores de tamaño de inventario, inventarios de seguridad, punto de pedido, existencia máxima, existencia media y ciclo de reaprovisionamiento.

2.3. Tamaño de inventario:

El tamaño de inventario describe la cantidad óptima necesaria a mantener en almacenamiento, mediante la utilización de la siguiente ecuación se calcula el tamaño de inventario:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2(D \times Cp)}{Ca \times Cu}}$$

Donde,

Q_{opt} = cantidad óptima de pedido

D = demanda

Cp = costo de pedido

Ca = costo de almacenaje

Cu = costo unitario

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2(382 \times 1419)}{0.22 \times 10}} = 687Kg$$

Utilizando la anterior ecuación y ejemplo, se determina que para un ítem de inventario bajo estudio la cantidad que debe requerirse en cada pedido debe ser de 687 Kg. En la tabla III se presenta el detalle de este parámetro para cada ítem del inventario de materias primas.

2.4. Inventario de seguridad

El inventario de seguridad describe la cantidad mínima necesaria a mantener en almacenamiento para evitar el desaprovechamiento. Mediante la siguiente ecuación, se procede con el cálculo del inventario de seguridad:

$$IS = \frac{Ac \times \sigma}{360} \times \sqrt[2]{Lt} + \frac{D}{360} \times \sqrt[2]{Lt}$$

Donde,

IS = inventario de seguridad

Ac = coeficiente de seguridad

σ = desviación estándar

Lt = ciclo de gestión de inventarios

D = demanda

$$IS = \frac{164 \times 15320}{360} \times \sqrt[2]{29} + \frac{382}{360} \times \sqrt[2]{29} = 382 \text{ Kg}$$

Con esta ecuación y datos del ejemplo, se determina que para un ítem de inventario bajo estudio, la cantidad que debe mantenerse en inventarios como seguridad debe ser de 382 Kg. En la tabla III se presenta el detalle de este parámetro para cada ítem del inventario de materias primas.

2.5. Punto de pedido

El punto de pedido es la cantidad de inventario en la cual debe realizarse un nuevo pedido. Utilizando la siguiente ecuación, se procede con el cálculo del punto de pedido:

$$PP = IS + \frac{Lt \times D}{360}$$

Donde,

PP = punto de pedido

IS = Inventario de seguridad

Lt = ciclo de gestión

D = demanda

$$PP = 382 + \frac{29 \times 382}{360} = 412 \text{ Kg}$$

Para un ítem de inventario bajo estudio la cantidad que debe haber en el inventario para realizar un nuevo pedido es de 412 Kg. En la tabla III se presenta el detalle de este parámetro para cada ítem del inventario de materias primas.

2.6. Existencia máxima

La existencia máxima como su nombre lo indica es la cantidad máxima de inventario que se mantiene. Utilizando la siguiente ecuación puede calcularse el valor de este parámetro:

$$Q_{max} = Q_{opt} + IS$$

Donde,

$$Q_{max} = \textit{existencia máxima}$$

$$Q_{opt} = \textit{tamaño de inventario}$$

$$IS = \textit{inventario de seguridad}$$

$$Q_{max} = 688 + 450 = 1138 \text{ Kg}$$

Tomando en consideración la ecuación anterior y los datos del ejemplo, se establece que para un ítem de inventario bajo estudio la cantidad de existencia máxima a mantener en inventario debe ser de 1138 Kg. En la tabla III se presenta el detalle de este parámetro para cada ítem del inventario de materias primas.

2.7. Existencia media

Mediante la siguiente ecuación, se procede con el cálculo de la existencia media:

$$Q_{med} = IS + \frac{Q_{opt}}{2}$$

Donde,

Q_{med} = existencia media

IS = inventario de seguridad

Q_{opt} = tamaño de inventario

$$Q_{med} = 482 + \frac{328}{2} = 647 \text{ Kg}$$

De acuerdo a la ecuación y ejemplo anterior, se determina que para un ítem de inventario bajo estudio la cantidad media de existencia en inventario debe ser de 647 Kg. En la tabla III se presenta el detalle de este parámetro para cada ítem del inventario de materias primas.

2.8. Ciclo de reaprovisionamiento

El ciclo de reaprovisionamiento establece el período de tiempo durante el cual los inventarios se mantienen en los niveles óptimos. Utilizando la ecuación abajo descrita, se procede con el cálculo del ciclo de reaprovisionamiento:

$$NE = Q_{max} \times \frac{360}{D}$$

Donde,

NE = ciclo de reaprovisionamiento

Q_{max} = existencia máxima

D = demanda

$$NE = 1736 \times \frac{360}{1168} = 535 \text{ días}$$

Para los datos del ejemplo anterior, se tienen que para un ítem de inventario bajo estudio el ciclo de reaprovisionamiento de inventarios es cada 535 días. En la tabla III se presenta el detalle de este parámetro para cada ítem del inventario de materias primas.

Para determinar el modelo de clasificación ABC de los inventarios, se utilizar la influencia del costo en el inventario de cada ítem del inventario y de esta manera se pueden clasificar los mismos de acuerdo al porcentaje de influencia y mediante una orden ascendente estimar cuales son los artículos que generan un mayor impacto en el costo, artículos que serán clasificados como categoría A, los que ejercen una influencia media que serán categorizados como B y los que ejercen una baja influencia que serán categorizados como C.

2.9. Porcentaje de influencia del costo

Mediante la siguiente ecuación, se procede con el cálculo de la influencia en costo de inventario:

$$\%I = \frac{I_n}{T} \times 100$$

Donde,

$\%I$ = *porcentaje de influencia del inventario*

I_n = *costo del inventario del ítem en análisis*

T = *costo total de inventario*

$$\%I = \frac{18497.10}{794487.85} \times 100 = 2.33 \%$$

Para un ítem de inventario bajo estudio el porcentaje de influencia en el costo del inventario es de 2.33 %. En la figura 4 se grafican los porcentajes de influencia para cada ítem de inventario.

2.10. Porcentaje acumulado de influencia

Seguidamente se procede con el cálculo del porcentaje acumulado de influencia para ver el grado de incremento de cada ítem del inventario en el costo del inventario tomando en cuenta el ordenamiento de los ítems de menor a mayor influencia. Mediante la siguiente ecuación, se procede con el cálculo del porcentaje acumulado de influencia en el costo de inventarios:

$$Ac_n = \sum_{i=1}^n \%I_n$$

Donde,

Ac = *porcentaje acumulado de influencia en costo de inventario*

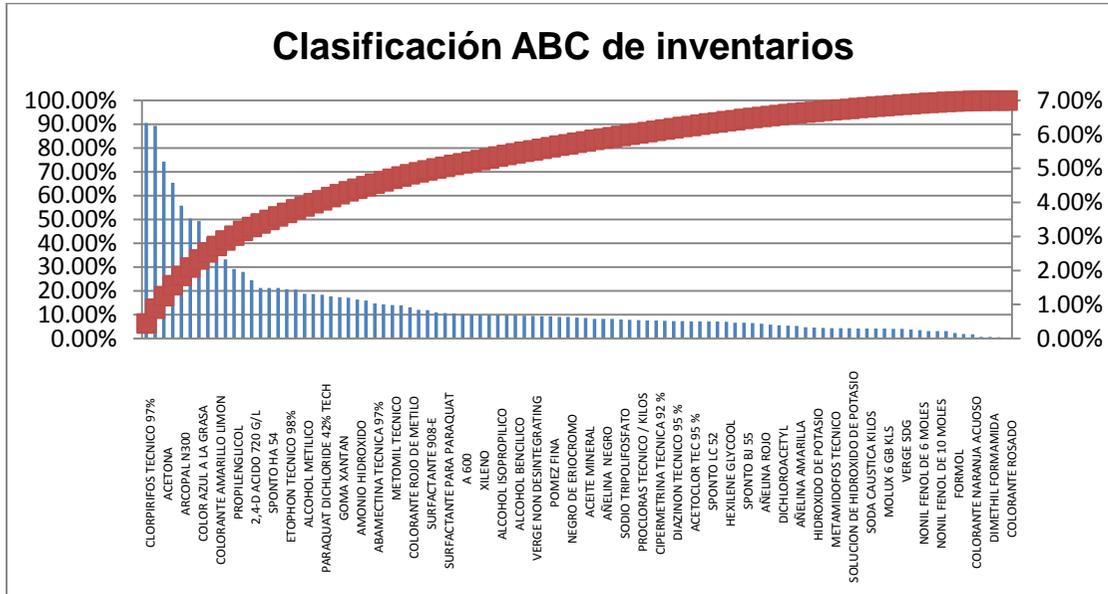
$\%I_n$ = *porcentaje de influencia del inventario*

$$Ac_2 = 6.34 \% + 6.26 \% = 12.60 \%$$

Utilizando la ecuación descrita, se determina que para el segundo ítem de inventario el porcentaje acumulado de influencia en el inventario es de 12.60 %.

De acuerdo al comportamiento de la figura 4, donde se grafican cada uno de los ítem del inventario y su respectiva influencia se puede determinar como un diagrama Pareto, los ítems con una influencia del 80 % en costo de inventarios los cuales son los de categoría A, los ítem con un 50 % de influencia en el costo los cuales son los de categoría B y los ítem con una influencia menor al 20 % los cuales son los de categoría C.

Figura 4. Modelo de clasificación de inventarios ABC



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la figura 4, se evidencia que el 80 % de la influencia en el costo de ítem de inventarios es ejercido por menos del 20 % de ítem que permite focalizar el control en estos y mejorar el manejo de inventarios.

2.11. Número total de conteos

Utilizando la metodología de inventarios cíclicos, es necesaria la determinación del número total de conteos que deben realizarse tomando en cuenta la cantidad de los artículos de cada categoría establecida. Para ello mediante la utilización de la siguiente ecuación de total de conteos se tiene:

$$C_T = \frac{\sum_{i=A}^C (A_n \times f)_n}{200}$$

Donde,

C_T = número total de conteos

A_n = cantidad de artículos de la categoría n

$f = \text{frecuencia de conteos}$

$$C_T = \frac{(3 \times 12 + 12 \times 2 + 84 \times 4)}{200} = 1.98 \cong 2$$

Utilizando la ecuación anterior y los datos del ejemplo, se determina que el número total de conteos que deben realizarse es de 2.

2.12. Porcentaje de conteos

Así también para determinarse el número de artículos a contar por día se debe establecer el porcentaje de conteos, mismo que se establece mediante la aplicación de las siguientes ecuaciones:

$$\%C_n = \frac{(A_n \times f)}{\sum_{i=A}^C (A_n \times f)_n} \text{ y } C_D = C_T \times \%C_n$$

Donde,

$\%C_n = \text{porcentaje de conteos de la categoría } n$

$A_n = \text{cantidad de artículos de la categoría } n$

$f = \text{frecuencia de conteos}$

$C_D = \text{número de conteos por día}$

$C_T = \text{número total de conteos}$

$\%C_n = \text{porcentaje de conteos de la categoría } n$

$$\%C_A = \frac{3 \times 12}{(3 \times 12 + 12 \times 2 + 84 \times 4)} = 9 \%$$

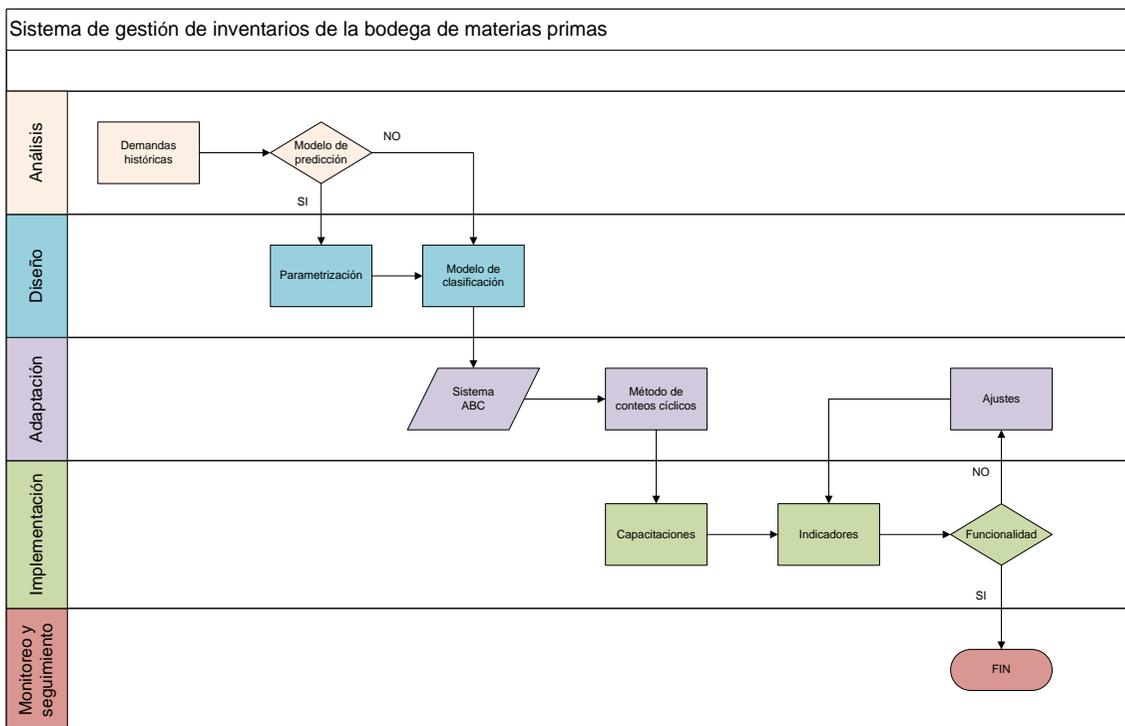
$$C_D = 2 \times 85 \% = 2 \text{ conteos}$$

Se determina que para un artículo de la categoría A que tiene un 85 % de conteos se requieren al menos 2 conteos diarios.

3. PROPUESTA: SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS

La propuesta planteada consiste en la implementación de un nuevo sistema de gestión de inventarios para la bodega de materias primas de la empresa en estudio, para ello se describe por medio de un diagrama de flujo la propuesta planteada.

Figura 5. Diagrama de flujo de la propuesta



Fuente: elaboración propia.

En el diagrama de flujo presentado en la figura 5, se observan las diferentes etapas que comprenden la propuesta presentada.

En primer lugar se tiene la etapa del análisis en donde mediante la determinación de las demandas históricas de producción y la adaptación a un modelo de predicción se obtienen los datos necesarios para parametrizar.

Seguidamente la etapa de diseño en donde se calculan los diferentes valores de parametrización de inventarios y los modelos de clasificación de cada ítem a modo de obtener un sistema de gestión. A continuación, durante la etapa de adaptación, se crean las bases de utilización del modelo establecido mediante la creación de los métodos de conteos necesarios.

Durante la etapa de implementación, se llevan a cabo a través de capacitaciones la aplicación del modelo propuesto en la empresa en estudio, utilizando indicadores los cuales describen la funcionalidad y validez de la propuesta. Finalmente como en toda propuesta se incurre al monitoreo y seguimiento necesario para evidenciar cualquier oportunidad de mejora.

De acuerdo a lo modelo de proyección de inventarios propuesto que se detalla en la figura 3, se establecerán los pronósticos de la demanda de cada período bajo estudio, el mismo puede ser utilizado mediante una hoja de cálculo dinámica con alimentación de información histórica cada mes. Así también se propone el modelo de parametrización de cada uno de los ítems de inventario descrito en la tabla III.

Tabla III. Parametrización de los inventarios

Código	producto	unidad	mayo	cu	lt	cp	ca	ac
			121.81	\$/kg	días	\$	\$/kg	95%
20063	2,4-d ácido 720 g/l	kg	1147	12	20	1453	0.23	1.64
20001	a 600	kg	2294	3	40	753	0.18	1.64
20162	abamectina técnica 97%	kg	911	9	19	1088	0.17	1.64
20069	aceite mineral	kg	1071	4	29	975	0.17	1.64
20062	aceite vegetal	kg	1071	7	31	1006	0.30	1.64
20181	acetoclor tec 95 %	kg	382	10	29	1419	0.22	1.64
20047	acetona	kg	765	54	45	913	0.24	1.64
20122	ácido acético	kg	395	4	41	845	0.23	1.64
20137	ácido clorhídrico	kg	826	12	39	795	0.24	1.64
20002	ácido fosfórico 85 %	kg	765	7	20	976	0.21	1.64
20142	agua desmineralizada	kg	1168	6	41	862	0.22	1.64
20141	agua potable	kg	422	6	28	1486	0.16	1.64
20175	alcohol bencílico	kg	1168	5	16	1391	0.15	1.64
20004	alcohol isopropílico	kg	1147	5	17	1404	0.25	1.64
20090	alcohol metílico	kg	902	12	24	879	0.21	1.64
20075	amonio hidróxido	kg	765	12	24	925	0.19	1.64
20145	añelina negro	kg	395	12	28	1242	0.30	1.64
20147	añelina amarilla	kg	578	5	32	1269	0.27	1.64
20146	añelina rojo	kg	382	9	21	1042	0.16	1.64
20044	antiespumante dc	kg	765	6	20	1387	0.28	1.64
20007	arcopal n300	kg	2294	14	32	1105	0.18	1.64
20071	calcio carbonato polvo	kg	765	7	28	1097	0.23	1.64
20008	caolin	kg	765	5	31	1334	0.28	1.64
20050	carbaryl técnico	kg	765	0	32	728	0.24	1.64
20017	carbonato de propileno	kg	1682	7	19	1385	0.30	1.64
20009	carbowax	kg	765	4	33	797	0.26	1.64
20143	cipermetrina técnica 92 %	kg	970	4	24	1477	0.24	1.64
20011	clorpirifos técnico 97%	kg	765	66	27	1052	0.21	1.64
20160	color azul a la grasa	kg	960	29	39	1023	0.30	1.64
20081	colorante amarillo limón	kg	1578	13	19	1430	0.16	1.64
20012	colorante azul	kg	1147	5	15	1266	0.18	1.64
20182	colorante azul mineral	kg	578	7	21	811	0.29	1.64
20148	colorante azul nitro	kg	529	4	24	1458	0.26	1.64
20173	colorante azul vegetal	kg	566	7	19	783	0.21	1.64

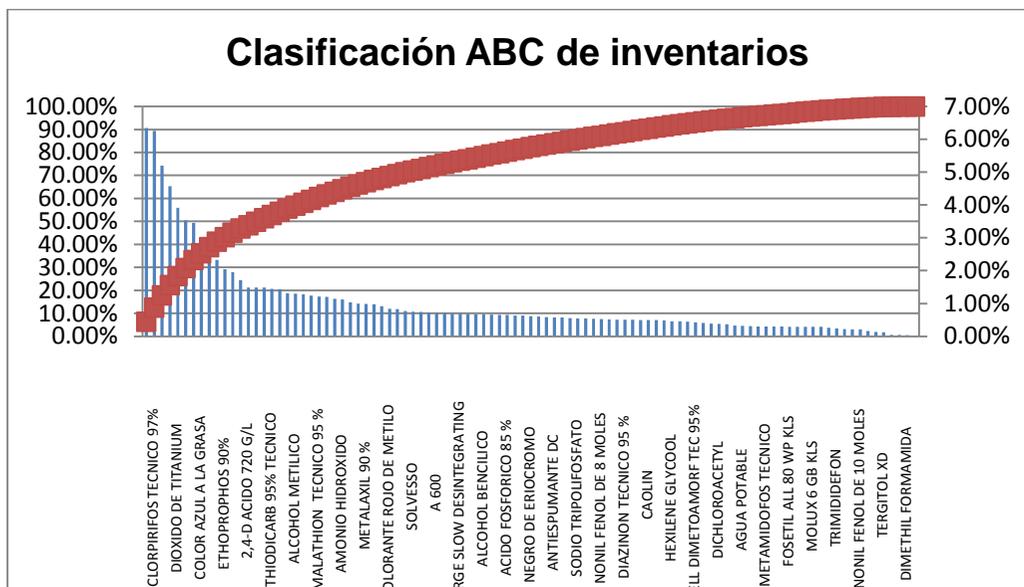
20013	colorante naranja acuoso	kg	765	1	28	819	0.16	1.64
20150	colorante rojo de metilo	kg	804	9	30	1383	0.19	1.64
20014	colorante rosado	kg	765	0	27	1223	0.22	1.64
20168	demethyl amina	kg	529	4	15	801	0.23	1.64
20097	diazinon técnico 95 %	kg	826	5	26	1412	0.16	1.64
20183	dichloroacetyl	kg	529	6	38	1200	0.17	1.64
20016	dietilenglicol	kg	19881	3	17	1385	0.16	1.64
20164	dimethyl formamida	kg	422	1	35	915	0.27	1.64
20086	dióxido de titanium	kg	4634	8	16	785	0.28	1.64
20065	edta	kg	841	5	29	1145	0.15	1.64
20120	emulsificante a608	kg	970	5	28	1191	0.28	1.64
20159	endosulfan técnico 95%	kg	765	37	34	1232	0.20	1.64
20048	ethoprophos 90%	kg	1071	17	22	1192	0.16	1.64
20019	etilenglicol	kg	765	5	19	964	0.19	1.64
20152	etophon técnico 98%	kg	1352	8	26	1128	0.25	1.64
20020	fenil sulfonato de calcio 70%	kg	765	15	25	1475	0.30	1.64
20126	foramil 90 sp kgs	kg	578	8	45	903	0.24	1.64
20163	formol	kg	801	2	19	935	0.21	1.64
20117	fosetil all 80 wp kls	kg	1168	2	28	887	0.16	1.64
20149	goma xantan	kg	948	10	24	989	0.27	1.64
20040	hexazinona tech 98 %	kg	1988	12	27	1028	0.23	1.64
20170	hexilene glycool	kg	382	10	39	1330	0.21	1.64
20033	hidróxido de potasio	kg	529	5	27	1270	0.21	1.64
20079	hidroxilamina hcl	kg	765	4	39	1477	0.15	1.64
20076	magnesio cloruro 6 hid	kg	1147	5	34	972	0.24	1.64
20095	malathion técnico 95 %	kg	1254	8	16	1274	0.16	1.64
20031	metalaxil 90 %	kg	1168	7	35	766	0.22	1.64
20055	metamidofos técnico	kg	1071	2	17	723	0.30	1.64
20022	methil parathion técnico / 80%	kg	1147	14	42	1033	0.22	1.64
20067	metomil técnico	kg	1988	4	16	1256	0.19	1.64
20121	molux 6 gb kls	kg	529	4	42	744	0.24	1.64
20057	monoetonenglicol	kg	765	6	19	1487	0.16	1.64
20077	negro de eriocromo	kg	841	6	28	1113	0.23	1.64
20169	nonil fenol de 10 moles	kg	395	4	18	1471	0.29	1.64
20184	nonil fenol de 6 moles	kg	419	5	33	1467	0.23	1.64
20176	nonil fenol de 8 moles	kg	970	4	26	1040	0.16	1.64
20061	paraquat dichloride 42% tech	kg	765	13	20	1193	0.19	1.64

20049	pendimethalin 95%	kg	841	2	34	1106	0.26	1.64
20116	phorato técnico	kg	422	1	44	784	0.19	1.64
20024	pómez fina	kg	765	7	44	1402	0.22	1.64
20155	procloras técnico / kilos	kg	777	6	31	1232	0.18	1.64
20151	propilenglicol	kg	1551	10	30	1344	0.30	1.64
20144	soda caustica kilos	kg	529	4	22	1145	0.29	1.64
20133	sodio tripolifosfato	kg	780	6	36	865	0.28	1.64
20037	solución de hidróxido de potasio	kg	529	4	34	1103	0.27	1.64
20034	solvesso	kg	395	15	32	1014	0.21	1.64
20026	sponto bj 55	kg	765	5	39	961	0.18	1.64
20027	sponto ha 54	kg	765	15	22	848	0.28	1.64
20028	sponto lc 52	kg	765	5	38	857	0.30	1.64
20029	sponto pb 300	kg	765	14	44	829	0.27	1.64
20092	surfactante 908-e	kg	780	8	29	1193	0.23	1.64
20021	surfactante para paraquat	kg	1147	5	20	1230	0.17	1.64
20080	surfactante pb-50 e	kg	1988	4	40	984	0.23	1.64
20035	terbufos 85 % técnico	kg	382	6	32	912	0.26	1.64
20030	tergitol xd	kg	422	3	22	1029	0.18	1.64
20005	thiodicarb 95% técnico	kg	765	15	33	819	0.24	1.64
20100	toximul	kg	765	6	26	849	0.15	1.64
20166	trimididefon	kg	1168	2	32	1290	0.21	1.64
20174	tween 80	kg	422	6	16	1097	0.30	1.64
20171	verge non desintegrating	kg	578	9	33	1035	0.26	1.64
20036	verge sdg	kg	578	4	34	1471	0.30	1.64
20172	verge slow desintegrating	kg	529	10	44	1185	0.26	1.64
20039	xileno	kg	765	7	37	1076	0.29	1.64
20178	zell dimetoamorf tec 95%	kg	395	9	36	1354	0.29	1.64
20177	zell lambda cihalotrina tech 95%	kg	529	10	18	1274	0.26	1.64

Fuente: elaboración propia.

Mediante el modelo de clasificación de las materias primas propuesto se detalla la clasificación ABC de cada uno de los ítems que conforman la bodega de materias primas, de acuerdo a la figura 6, y el detalle en la tabla IV.

Figura 6. Diagrama Pareto de influencia del costo en los inventarios



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en el diagrama Pareto presentado en la figura 6, las materias primas que comprenden el 80 % del costo del inventario, se encuentran representadas por menos del 20 % de los ítems de la bodega, estos ítems serán clasificados como los de categoría A. Y así sucesivamente para las categorías B y C.

Tabla IV. Clasificación ABC de los inventarios

	Costo	% de Participación	% Acumulado	Categoría
clorpirifos técnico 97%	50388.66	6.34 %	6.34 %	A
dietilenglicol	49702.76	6.26 %	12.60 %	A
acetona	41301.62	5.20 %	17.80 %	A
dioxido de titanium	36354.22	4.58 %	22.37 %	B
arcopal n300	31071.87	3.91 %	26.28 %	B
endosulfan técnico 95 %	28041.24	3.53 %	29.81 %	B
color azul a la grasa	27451.81	3.46 %	33.27 %	B
hexazinona tech 98 %	23610.80	2.97 %	36.24 %	B
colorante amarillo limón	21039.07	2.65 %	38.89 %	B
ethoprophos 90 %	18497.10	2.33 %	41.22 %	B

propilenglicol	16212.77	2.04 %	43.26 %	B
methil parathion técnico / 80 %	15535.94	1.96 %	45.21 %	B
2,4-d ácido 720 g/l	13621.62	1.71 %	46.93 %	B
fenil sulfonato de calcio 70 %	11826.96	1.49 %	48.42 %	B
sponto ha 54	11826.96	1.49 %	49.90 %	B
thiodicarb 95 % técnico	11826.96	1.49 %	51.39 %	C
etophon técnico 98 %	11473.18	1.44 %	52.84 %	C
carbonato de propileno	11439.28	1.44 %	54.28 %	C
alcohol metílico	10428.81	1.31 %	55.59 %	C
sponto pb 300	10357.29	1.30 %	56.89 %	C
paraquat dichloride 42 % tech	10193.35	1.28 %	58.18 %	C
malathion técnico 95 %	9869.79	1.24 %	59.42 %	C
goma xantan	9593.78	1.21 %	60.63 %	C
ácido clorhídrico	9545.02	1.20 %	61.83 %	C
amonio hidróxido	9081.08	1.14 %	62.97 %	C
surfactante pb-50 e	8882.88	1.12 %	64.09 %	C
abamectina técnica 97 %	8191.01	1.03 %	65.12 %	C
metalaxil 90 %	7945.10	1.00 %	66.12 %	C
metomil técnico	7793.39	0.98 %	67.10 %	C
aceite vegetal	7764.92	0.98 %	68.08 %	C
colorante rojo de metilo	7309.51	0.92 %	69.00 %	C
agua desmineralizada	6652.62	0.84 %	69.84 %	C
surfactante 908-e	6605.28	0.83 %	70.67 %	C
solvesso	6102.71	0.77 %	71.43 %	C
surfactante para paraquat	5964.33	0.75 %	72.19 %	C
colorante azul	5877.16	0.74 %	72.93 %	C
a 600	5734.93	0.72 %	73.65 %	C
calcio carbonato polvo	5546.37	0.70 %	74.35 %	C
xileno	5546.37	0.70 %	75.04 %	C
verge slow desintegrating	5532.17	0.70 %	75.74 %	C
alcohol isopropílico	5488.33	0.69 %	76.43 %	C
magnesio cloruro 6 hid	5401.16	0.68 %	77.11 %	C
alcohol bencílico	5372.24	0.68 %	77.79 %	C
zell lambda cihalotrina tech 95 %	5353.95	0.67 %	78.46 %	C
verge non desintegrating	5252.84	0.66 %	79.12 %	C
ácido fosfórico 85 %	5199.67	0.65 %	79.78 %	C
pómez fina	5199.67	0.65 %	80.43 %	C

emulsificante a608	5044.33	0.63 %	81.07 %	C
negro de eriocromo	4996.27	0.63 %	81.69 %	C
foramil 90 sp kgs	4895.68	0.62 %	82.31 %	C
aceite mineral	4783.09	0.60 %	82.91 %	C
antiespumante dc	4605.08	0.58 %	83.49 %	C
añelina negro	4560.40	0.57 %	84.07 %	C
monoetonenglicol	4542.07	0.57 %	84.64 %	C
sodio tripolifosfato	4440.89	0.56 %	85.20 %	C
toximul	4356.96	0.55 %	85.74 %	C
procloras técnico / kilos	4301.73	0.54 %	86.29 %	C
nonil fenol de 8 moles	4219.17	0.53 %	86.82 %	C
cipermetrina técnica 92 %	4192.49	0.53 %	87.35 %	C
colorante azul mineral	4106.81	0.52 %	87.86 %	C
diazinon técnico 95 %	4041.45	0.51 %	88.37 %	C
colorante azul vegetal	4019.90	0.51 %	88.88 %	C
acetoclor tec 95 %	3997.23	0.50 %	89.38 %	C
caolín	3976.22	0.50 %	89.88 %	C
sponto lc 52	3976.22	0.50 %	90.38 %	C
edta	3960.85	0.50 %	90.88 %	C
hexilene glycool	3868.46	0.49 %	91.37 %	C
etilenglicol	3658.89	0.46 %	91.83 %	C
sponto bj 55	3658.89	0.46 %	92.29 %	C
zell dimetoamorf tec 95 %	3585.28	0.45 %	92.74 %	C
añelina rojo	3418.95	0.43 %	93.17 %	C
carbowax	3211.56	0.40 %	93.57 %	C
dichloroacetyl	3060.31	0.39 %	93.96 %	C
hidroxilamina hcl	2997.46	0.38 %	94.34 %	C
añelina amarilla	2906.75	0.37 %	94.70 %	C
agua potable	2592.65	0.33 %	95.03 %	C
hidróxido de potasio	2531.95	0.32 %	95.35 %	C
tween 80	2441.17	0.31 %	95.65 %	C
metamidofos técnico	2411.67	0.30 %	95.96 %	C
demethyl amina	2380.99	0.30 %	96.26 %	C
solución de hidróxido de potasio	2364.21	0.30 %	96.55 %	C
fosetil all 80 wp kls	2349.23	0.30 %	96.85 %	C
soda caustica kilos	2306.22	0.29 %	97.14 %	C
colorante azul nitro	2302.58	0.29 %	97.43 %	C

molux 6 gb kls	2288.02	0.29 %	97.72 %	C
terbufos 85 % técnico	2271.03	0.29 %	98.00 %	C
verge sdg	2266.08	0.29 %	98.29 %	C
trimididefon	2091.64	0.26 %	98.55 %	C
nonil fenol de 6 moles	1926.69	0.24 %	98.80 %	C
ácido acético	1719.67	0.22 %	99.01 %	C
nonil fenol de 10 moles	1716.95	0.22 %	99.23 %	C
pendimethalin 95 %	1704.45	0.21 %	99.44 %	C
formol	1265.11	0.16 %	99.60 %	C
tergitol xd	1055.23	0.13 %	99.73 %	C
colorante naranja acuoso	957.35	0.12 %	99.85 %	C
phorato técnico	383.39	0.05 %	99.90 %	C
dimethyl formamida	366.16	0.05 %	99.95 %	C
carbaryl técnico	285.68	0.04 %	99.99 %	C
colorante rosado	117.76	0.01 %	100.00 %	C

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla IV, se presenta el detalle completo de la clasificación de los inventarios basados en su influencia en el costo, esto como base para la determinación de los ítems de la bodega que requieren mayor cantidad de conteos y por consiguiente un mayor control del inventarios.

Mediante el modelo de conteo de inventarios cíclicos propuesto se describe las frecuencias de conteo y la metodología de conteo propuesta.

Tabla V. Total de conteos de cada categoría de materia prima

Clasificación	# artículos	frecuencia	conteos	total conteos
A	3	12	36	396
B	12	2	24	396
C	84	4	336	396

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Porcentaje de conteos anuales de cada categoría

clasificación	conteos anuales	total conteos	% conteos
A	36	396	9 %
B	24	396	6 %
C	336	396	85 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Conteos diarios y semanales de cada categoría

clasificación	% conteos	total conteos	# artículos a contar diario	# artículos a contar semanal
A	9%	2	0	1
B	6%	2	0	1
C	85%	2	2	8

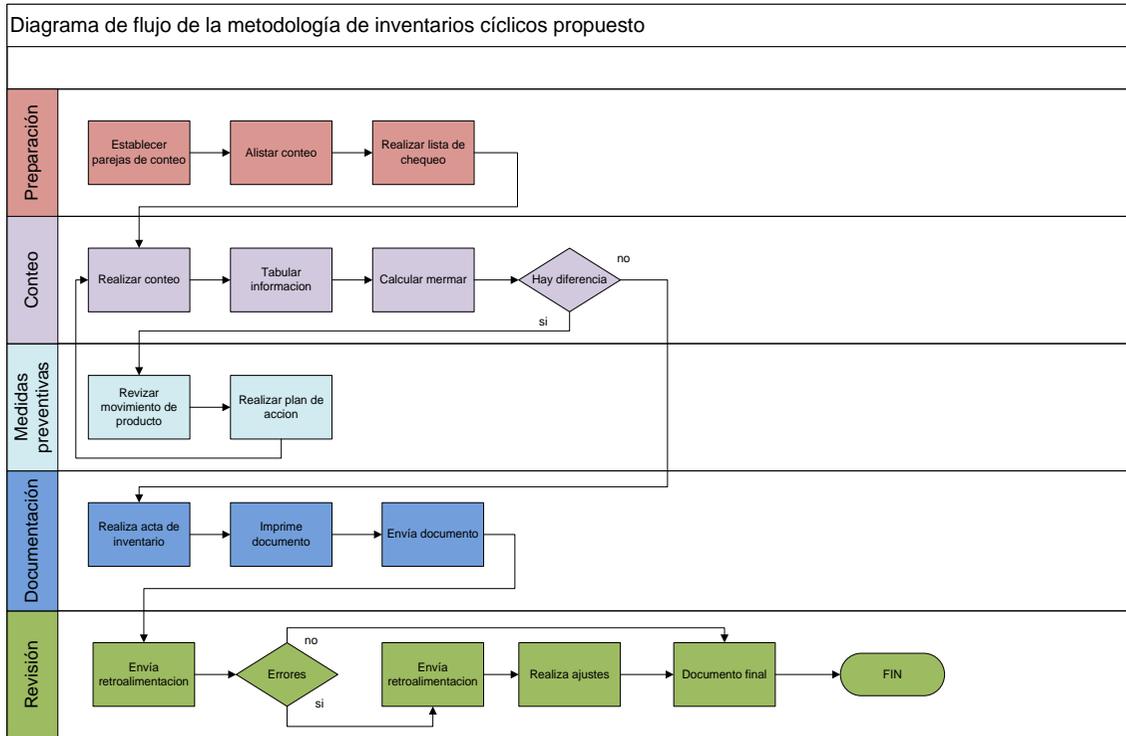
Fuente: elaboración propia.

Basado en la tabla V se evidencia que para los inventarios clasificados como A, que corresponden a 3 artículos se requieren 36 conteos anuales, para los inventarios clasificados como B que corresponden a 12 artículos se requieren 24 conteos anuales. Y para los inventarios clasificados como C que corresponden a 84 artículos se realizarán 336 conteos anuales.

Como se muestra en la tabla VII, la distribución diaria de los conteos establecida de la siguiente manera, 1 conteo semanal de artículos de categoría A. 1 conteo semanal de artículos de categoría B y 2 conteos diarios de artículos de categoría C.

El modelo de inventarios cíclicos propuesto se encuentra compuesto por una serie de etapas que se describen en el siguiente diagrama de flujo.

Figura 7. **Modelo de inventarios cíclicos propuesto**



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo al modelo de inventarios cíclicos propuesto, se detallan las en las que corresponden a los conteos realizados. Primeramente se tiene la etapa de preparación en donde se establecen las parejas de conteo y se alistan las listas previas a la realización del conteo, seguidamente durante la etapa de conteo, es el punto en donde se realiza el conteo obteniendo los datos que deben ser tabulados para calcular las mermas y determinar si existen o no diferencias. A continuación, procede la etapa de medidas preventivas en donde se revisan los movimientos de los productos en aquellos casos donde halla diferencia y se elabora un plan de acción para evitar mermas. Posteriormente, se tiene la etapa de la documentación en donde se realiza el acta de inventarios y la impresión del documento con el objeto de enviar un documento a todas las partes involucradas.

3.1. Evaluación del sistema de gestión de inventarios propuesto

El proceso de evaluación del sistema de gestión propuesto, inició con la capacitación y el adiestramiento al personal de bodegas acerca del control de inventarios mediante la clasificación ABC, ver anexo. Seguidamente se otorgaron las herramientas necesarias para llevarlos controles en bodega mediante un sistema de hojas de Excel que permitió con mayor facilidad alimentar el sistema electrónico de inventarios ya existente, apoyado con el sistema de inventarios cíclicos desarrollado.

Se contó con un período de implementación de un mes, donde los diferentes usuarios de la bodega de inventarios (supervisores, jefes de bodega, auxiliares de bodega) ejecutaron el sistema propuesto de manejo de inventarios, otorgando supervisión constante a modo de constatar la correcta implementación. Finalmente se llevó registro de un indicador de gestión que permitieron evaluar la propuesta.

Posterior al mes de ejecución, se realizó la revisión de los resultados a fin de detectar las retroalimentaciones necesarias para consolidar la implementación y evidenciar errores, con el objetivo de realizar los ajustes necesarios y la evaluación de los indicadores de gestión.

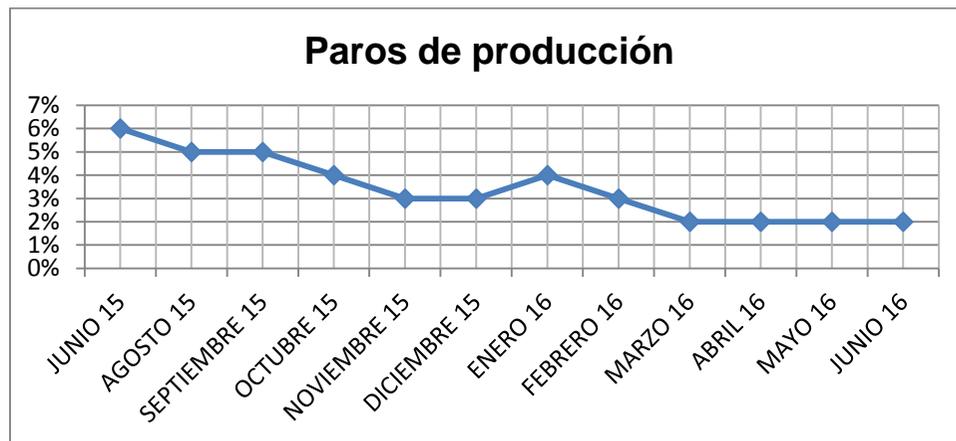
Para confirmar la implementación del sistema de gestión, resultó conveniente realizar la evaluación de la propuesta mediante la evaluación del indicador de gestión, que mediante su comportamiento permitió describir una mejora en la gestión, mismo que se detalla a continuación.

3.1.1. Indicador paros de producción

Uno de los principales inconvenientes previos a la realización del estudio eran los paros de producción no programados debido a la falta de materiales e insumos, como consecuencia de descuadres en el sistema y registros poco confiables.

Por ello, se utilizó el indicador de gestión de paros de producción que describe el porcentaje de producción no efectuado por falta de materiales correspondiente a la bodega de materias primas. Históricamente se tenían paros no programados de hasta el 10 % de la producción programada, una vez implementado el sistema de gestión que contribuyó a mejorar el control de los inventarios este indicador tuvo un comportamiento decreciente con una tendencia marcada, lo cual permitió validar el sistema propuesto mejorando el indicador de gestión.

Figura 8. Comportamiento del indicador de paros de producción



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo al análisis de la figura 8 se puede visualizar que con la implementación de la metodología propuesta, los paros de producción el cual es un indicador indirecto de la correcta administración de los inventarios, se ve disminuido con una tendencia claramente marcada, lo cual confirma y consolida la efectividad de la propuesta descrita.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para la determinación del modelo de proyección de inventarios, se utilizó un modelo de pronósticos de suavización exponencial, esto debido a que partiendo de las fluctuaciones de la demanda evidenciadas en los datos históricos, si bien puede reflejarse una tendencia no puede establecerse un comportamiento predecible de las demandas. Tal como lo menciona Ortega (2011), la administración y control de los inventarios es un problema de alta dificultad afrontado por las empresas tanto industriales como comerciales (p. 35), así resultó conveniente la utilización de un modelo de suavizado exponencial que permitió dar importancia y valor a los datos reales de la demanda para establecer el pronóstico en cada período. Uno de los principales fundamentos para que el modelo de suavizado exponencial sea válido, es el establecimiento del valor indicado de alfa para el cual se logra el mínimo error incurrido; para ello se realizó una proyección de los errores incurridos para una serie de valores de alfa en donde mediante un análisis gráfico, y de prueba y error se obtuvo el valor de alfa requerido.

Oliver (2009), presentó su trabajo de graduación previo a optar al título de Master en Ciencias de la Administración, donde incluyó un estudio detallado para el establecimiento de niveles de *stock* e inventarios de seguridad para una empresa farmacéutica. Donde finalmente, recomendó la posibilidad de desarrollar un método que permitiera una mejor exactitud de los pronósticos de venta de la empresa, en vista a las desviaciones detectadas con los métodos tradicionales. De ello el valor de alfa para el establecimiento de los pronósticos cobra un valor importante, para predecir con mayor similitud los pronósticos de las demandas reales.

Si bien los datos obtenidos no reflejan un comportamiento totalmente predecible de las demandas de producción, el valor obtenido es un valor muy atinado de referencia en vista de la variación de las demandas que se tienen en cada período, de tal forma que se valida el método propuesto de pronósticos de la demanda. Se sabe perfectamente que predecir una demanda a cabalidad en un mercado tan cambiante por las condiciones del clima, temperaturas, humedades y hasta las mismas condiciones biológicas de los cultivos resulta ser sumamente complicado. Este es el problema que diariamente afectaba a la empresa en el mantenimiento de sus inventarios y la proyección de los mismos.

Analizando el modelo propuesto se puede establecer que efectivamente las variaciones en los datos pronosticados pueden ir a un error mínimo utilizando un valor de alfa de 0.2667 mismo que permite pronosticar fluctuaciones de la demanda acertadas para el modelo de consumo de la planta de producción.

Así también Flores (2010), realizó un estudio de gestión de inventarios donde para realizar los pronósticos de demanda utilizó modelos cuantitativos basados en series de tiempo, que analizó formando familias de productos. Es por ello que se incluyó el modelo de clasificación ABC de los productos. Posteriormente, estableciendo los porcentajes de participación de los inventarios respecto a la demanda total, resultó factible especificar la demanda requerida de cada uno de los ítems que conforman el inventario de la bodega de materias primas. De acuerdo a la demanda pronosticada para cada mes, la empresa podrá ser capaz de establecer las demandas de cada insumo que comprende la bodega y por consiguiente parametrizar los inventarios a modo de mantener un mejor control de las existencias de los mismos y los puntos necesarios donde debe realizarse un pedido para que en un momento determinado la producción no se vea afectada.

Para todo proceso de gestión de los inventarios, la parametrización de los mismos resulta ser un factor clave tal como lo indica Sánchez, A. (2012), es por ello que mediante las demandas pronosticadas y el porcentaje de equivalencia de las materias primas se establecieron los valores de demanda de cada ítem que conforma la bodega de materias primas.

Otros datos requeridos fueron el costo unitario de cada ítem, establecido directamente con el precio de compra de cada ítem, proporcionado por el departamento de compras; la cantidad de días en recibir el pedido también definido por el departamento de compras, el costo por realizar el pedido definido por los gastos incurrido en la realización del pedido también definido por compras, el costo de almacenaje definido por el departamento de logística y finalmente el nivel de servicio definido por las mismas políticas de la empresa, los criterios de despacho y almacenamiento.

Para este caso, se utilizó un nivel de servicio de 95 % el cual es un valor sumamente alto en términos de exigencia para el control de inventarios por consiguiente el valor de A_c correspondiente es de 1.64. Se buscó un nivel de servicio de 95 % donde la probabilidad de poder cumplir con las demandas de los clientes sea alta, debido a las exigencias del mercado y lo competitivo del mismo, si la empresa no cuenta con la capacidad para despachar el producto requerido, fácilmente existe otra empresa de la competencia que podrá despacharlo. Por tal sentido, se utilizó el parámetro en mención. Esto apoyado en las teorías y trabajos realizados por (Starr, M. 1996), donde se recomienda los valores descritos en la búsqueda de altos controles para los inventarios.

Los parámetros obtenidos a partir de las demandas pronosticadas fueron el tamaño del lote, el inventario de seguridad, punto de pedido, existencia máxima, existencia media, ciclo de reaprovisionamiento. Estos parámetros permitirán controlar de una mejor manera cada uno de los ítems que comprenden la bodega de materias primas, a modo de establecer la cantidad necesaria que debe comprender un lote del pedido a realizar, con lo cual se define el inventario de seguridad como la mínima cantidad de inventario a mantener en bodega para no estar desabastecidos, apoyado en las teorías de Taha, H. (2005). El punto de pedido se encuentra definido como el instante en el cual debe gestionarse el pedido en vista de la cantidad de inventario en existencia, la existencia máxima como la cantidad máxima de producto que debe mantenerse en bodega para evitar realizar pedidos innecesarios. Y finalmente el ciclo de reaprovisionamiento como la frecuencia en términos de días con el que se debe realizar pedidos de cada ítem, un valor de suma importancia para manejar un mejor control de los requerimientos de insumos y materiales.

De acuerdo a los parámetros de inventarios obtenidos, se puede decir con certeza que el manejo de los mismos mediante las consideraciones del mantenimiento de un inventario de seguridad y los demás parámetros establecidos, que la gestión de inventarios en general es la adecuada. Esto mediante las comparaciones indicadas por Taha, H. (2005). Se puede evaluar esta consideración mediante que el ciclo de reaprovisionamiento de los inventarios sobrepasa la condición del doble del tiempo de abastecimiento posterior a la realización del pedido, así también los valores tan altos de tiempo obtenidos definen que para que el sistema de gestión establecido se quede sin capacidad de abastecimiento debe pasar un largo tiempo sin realizar un pedido, lo cual resulta no sólo seguro sino prudencial en términos de cualquier inconveniente suscitado.

Seguidamente se evalúa la condicionante que la existencia máxima en un año dividido la demanda sea mayor que el doble del tiempo de abastecimiento, generando también la garantía que el modelo de inventarios propuesto es el adecuado para un sistema de gestión libre de demoras y paros de producción. De acuerdo a los parámetros propuestos de gestión se plasma una guía de cada uno de los ítems que componen la bodega de materia primas a modo de focalizar la atención en el conjunto de parámetros que deben manejarse en esta bodega de cada ítem para asegurar el control de los inventarios a modo de evitar todo tipo de abastecimiento y paros de producción innecesarios. Parafraseando Figueroa (2012) (p. 26) la tecnología brinda las herramientas de control y registro necesarias que permiten dar solidez a cualquier sistema de gestión, no se descarta la posibilidad de continuar con el control de los inventarios a través del sistema, con la alimentación de los parámetros definidos.

Tal como lo indica Granda (2013), “para el diseño del método de control de inventarios ABC, éste se concentra en el razonamiento de la manera adecuada de las actividades que causan costos y su relación de consumo con el costo de los productos.

Mediante la realización del diagrama de Pareto se logró realizar la clasificación de los productos en las tres categorías descritas, siendo la categoría A los productos de mayor influencia del costo siendo esta mayor del 80% de significancia en el valor del costo de los inventarios, donde de acuerdo a la figura 5 se logra visualizar 3 productos que corresponden a los productos de tipo A.

Consecuentemente, se encontraron los productos de la categoría B siendo esto los que tienen una influencia media en los costos de inventarios situándose en un mínimo de 50% de significancia de valor donde de acuerdo a la figura 5 se visualizan 12 productos que corresponden a los productos de tipo B, y finalmente la categoría de los productos C de menor influencia en el costo siendo esta menor al 20 % de la influencia del costo total, donde de acuerdo a la figura 5 se visualizan 84 productos. De esta manera, mediante la influencia del costo de los inventarios estos pueden ser clasificados a modo de centrar la atención en los productos tipo A de mayor influencia en el costo, posteriormente en los productos B de influencia media y finalmente en los productos C que requieren una menor atención. Con lo cual se logra mejorar el control de los inventarios en la bodega en tanto que los puntos y focos de atención se ven reflejados en aquellos productos que tienen mayor influencia en el costo. Esto fundamentado en los resultados obtenidos por varios autores en cuanto al uso de la metodología ABC, tal como Flores (2010), Figueroa (2012), Oliver (2009) entre otros.

Para la realización de los conteos de los inventarios se partió de 260 días disponibles en el año laboral donde la mayor frecuencia de conteos la tendría la categoría A. A criterio de Taha, H. (2005), se realizan con una frecuencia de 12 veces los inventarios tipo A, 2 veces los inventarios tipo B y 4 veces los inventarios tipo C, por lo tanto se estimaron 396 conteos anuales siendo alrededor de 2 ítems de inventarios de la categoría A y B de forma semanal y 2 ítems diarios de inventarios de la categoría C. De acuerdo con esto, se logró no complicar la operación al mismo tiempo que se mejoraba la garantía del control de los inventarios. De esta forma se planteo el método para realizar el conteo de los mismos mediante la consolidación de un diagrama del proceso como tal.

La herramienta de inventarios cíclicos permitió otorgar al sistema de gestión de inventarios propuestos una ayuda al lado que se mantiene un control de las diferentes categorías de inventarios, suponiendo un mejor control de los mismo y la reducción de cualquier merma o faltante al momento de llevar a cabo la requisición de materiales.

Finalmente, para la validación del sistema propuesto se implementó el indicador de paros de producción por falta de materiales llevando un recuento a partir de la implementación del sistema siendo los resultados evidentes de la mejoría del proceso en términos de mejorar la disponibilidad de los inventarios, sin embargo cabe destacar que el proceso sigue en etapa de implementación tanto que se partió de la realización de inventarios cíclicos por lo menos en un año de funcionamiento del plan propuesto. De acuerdo con la la figura 7, se evidencia que los paros de producción han disminuido considerablemente luego de implementar el sistema de control, lo cual evidencia la funcionalidad del plan propuesto que logra mejorar el indicador en 3 puntos porcentuales.

CONCLUSIONES

1. Se implementó un sistema ABC dentro de la bodega de materias primas que permitió mediante la clasificación de inventarios, basado en el costeo y la utilización de herramientas como la parametrización de inventarios, los pronósticos de la demandas y los inventarios cíclicos, crear un sistema de gestión que garantizó la fluidez de la producción y el cumplimiento de las demandas de producto en su tiempo. Esto se evaluó mediante la verificación del indicador de gestión de paros de producción el cual presentó una mejoría al implementar el sistema propuesto.
2. Se analizó el comportamiento de las fluctuaciones de la demanda mediante la utilización de un modelo de suavizado exponencial con un valor de alfa de 0.2667, logrando predecir con la menor cantidad de error los datos de proyecciones de demanda de producción de la planta formuladora de agroquímicos, obteniendo con esto la respectiva parametrización de inventarios que permitió mantener un mejor control de los insumos de la bodega de materias primas.
3. Se clasificaron las diferentes materias primas de acuerdo a su influencia del costo, a modo de centrar la atención en los productos tipo A de mayor influencia en el costo, posteriormente en los productos B de influencia media y finalmente en los productos C que requieren una menor atención. Con lo cual se logró mejorar el control de los inventarios en la bodega, los puntos y focos de atención se ven reflejados en aquellos productos que tienen mayor influencia en el costo, por consiguiente cualquier descuadre de los inventarios no influirá drásticamente en el costo de los mismos.

4. Se estableció un sistema de conteo cíclico de inventarios que permitió mantener la exactitud de los inventarios, el cual se evaluó mediante la utilización del indicador propuesto de paros de producción que durante el tiempo que duró el estudio se presentó una mejoría de hasta tres puntos porcentuales.

RECOMENDACIONES

1. Para implementar un sistema de ABC adecuado de inventarios, se debe tomar en cuenta el análisis de cada uno de los elementos que componen los inventarios en una empresa tales como su clasificación, parametrización, modelado y ciclos de conteo, de lo contrario, los costos incurridos en el manejo no reflejarán un sistema de gestión beneficioso para la empresa.
2. Al momento de analizar el comportamiento de las fluctuaciones de la demanda con cualquier método de pronóstico, es necesario tomar en cuenta que ningún modelo por más exacto que sea, podrá otorgar un valor exacto de la demanda real, se sabe perfectamente que predecir una demanda a cabalidad en un mercado tan cambiante por la condiciones del clima, temperaturas, humedades y hasta las mismas condiciones biológicas de los cultivos resulta ser sumamente complicado. Además los pronósticos de la demanda deben revisarse periódicamente para garantizar el ajuste correspondiente y la menor cantidad de error.
3. La utilización de un sistema de clasificación ABC permitirá una clasificación basada en el costo de los insumos, sin embargo, se debe centrar la atención en aquellos insumos que son también importantes en el inventario independientemente de su influencia en el costo, donde el factor de interés en una industria debe categorizarse previo a realizar la clasificación ABC.

4. La implementación de sistemas de conteos cíclicos, no sustituye la serie de controles que deben mantenerse en bodega, para garantizar la exactitud de los inventarios. Es necesaria la continuidad de los sistemas de control aún manteniendo un sistema de conteo de inventarios.

5. Debe aplicarse el modelo propuesto a las demás bodegas de la empresa en estudio para tener un mejor comportamiento del indicador de los paros de producción propuesto y extender el modelo de gestión a todas las bodegas de la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anaya, J., (2011), *Logística integral. La gestión operativa de la empresa*, Madrid, España: Editorial Esic.
2. Cuevas, C., Chávez, G. (2004). Costeo ABC: ¿Por qué y cómo implantarlo? Cali, Colombia: Universidad ICESI – Programa de especialización en Finanzas. Recuperado el 21 de septiembre de 2015 de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-59232004000300003&lng=en&nrm=iso
3. Donald, W. (Ed). (2011), *Administración de la producción e inventarios*, San Diego California, Estados Unidos de América: Compañía editorial continental.
4. Figueroa, U. (2012), *Diseño e implementación del sistema de gestión de inventarios en la planta Funza de Amcor Rigid Plastics de Colombia* (tesis de maestría) Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.
5. Flores, A. (2010). *Gestión de Inventario con Pronóstico de Demanda*. Santiago, Chile: Universidad de Chile - Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Recuperado el 13 de marzo de 2016 de <http://www.repositorio.uchile.cl/handle/2250/103755>

6. Granda, G., Rodríguez, R. (2013). *Diseño de un sistema de control basado en el Método ABC de gestión de inventarios, a través de indicadores de medición, aplicado a un estudio fotográfico en la ciudad de Machala* (Tesis de grado) Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
7. Guardino, X. (2015, julio 9). Pesticidas: definición, clasificación, uso y toxicidad. *Salud y trabajo*. - Madrid., N° 33, p. 77-83.
8. Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación*. México DF, México: McGraw-Hill.
9. Martínez, G. E. (2007). *Competitividad Agrícola en Centroamérica. Implicaciones de las normas de propiedad intelectual contenidas en el CAFTA-DR con relación al mercado de agroquímicos*. Guatemala, Guatemala: Fundación Nacional para el Desarrollo.
10. M. Cerezo (1999). *Reglamento sobre registro, comercialización, uso y control de plaguicidas agrícolas y sustancias afines*. Guatemala, Guatemala: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación.
11. Sosa, M. (2004). *Norma sanitaria para la autorización y control de plantas que sintetizan, fabrican, formulan y/o envasan plaguicidas agrícolas*. Guatemala, Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

12. Ortega, J., Vidal, C. (2001). *Aplicación de modelos de inventarios en una cadena de abastecimiento de productos de consumo masivo con una bodega y N puntos de venta* (Tesis de maestría) Universidad el Valle, Santiago de Cali, Colombia.
13. Pérez, M. (Ed)., (2010), *Introducción a la gestión de stocks: El procesos de control, valoración y gestión de stocks*, México DF, México: Ideaspropias Editorial.
14. Pilona, A. (2004), *Guía práctica sobre métodos y técnicas de investigación documental y de campo*, Guatemala, Guatemala: Editores Autores.
15. Quintero, R. (1996). Biotecnología y desarrollo sustentable. Biotecnología Aplicada. Revista de la Sociedad Iberoamericana de Biotecnología Aplicada a la Salud. *Elfos Scientiae*, 13.
16. Sáez, C. (2014). Administración y funcionamiento de la bodega. Recuperado el 16 de Julio 16 de 2015 de 2-learn Sitio web: www.2learn.net/diplomados/diplomados/bodega/BODEGAS/Modulo1.pdf
17. Salkind, N. J. (1999). *Métodos de investigación*. México DF, México: Pearson Educación.
18. Sánchez, A. (2002). Organización de materiales en una bodega. Recuperado el 16 de julio de 2015, de <https://operaciondebodegasasm.wordpress.com/2012/10/05/organizacion-de-materiales-en-una-bodega/>

19. Sanz, A. (2013). La industria agroquímica. Recuperado el 6 de julio de 2015, de <http://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-12.php>
20. Vera, A. (2008). *7 pasos para una tesis exitosa*, Lima, Perú: Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos.
21. Yúfera, E. P. (1995). *Química orgánica básica y aplicada: de la molécula a la industria (Vol. 10)*. Madrid, España: Reverté.

ANEXOS

Capacitación efectuada de implementación del sistema de gestión

Gestión de Inventarios

Ing. Memphis Reyes

Stocks, existencias, inventarios

- Se entiende por stock a un conjunto de artículos que se tienen almacenados para su venta o utilización posterior
- La gestión de stocks consiste en el control de los niveles de artículos depositados en los almacenes de la empresa
- Su interés se debe a que es una de las facetas empresariales en las que es más factible reducir gastos (y consecuentemente, aumentar beneficios)
- La problemática implícita es la diferencia temporal y espacial de la demanda y el reabastecimiento

Stock vs Demanda

- La consideración de la demanda es posiblemente el aspecto que más influye en la gestión de inventarios
- Se entiende que la demanda es determinista si en cada periodo de tiempo considerado es conocida con exactitud. Si en los periodos de tiempo de igual duración la demanda es siempre la misma, se dice que es estática; si cambia de un periodo a otro se dice que es dinámica
- Se entiende que la demanda es probabilística cuando en cada periodo de tiempo considerado es desconocida, pero se asume que puede ser expresada por una distribución de probabilidad. Del mismo modo que antes, si en todos los periodos de tiempo de igual duración la demanda sigue la misma distribución de probabilidad, se dice que ésta es estática; en caso contrario se dice que es dinámica.

Gestión de Inventarios

- La gestión de inventarios puede definirse como el conjunto de acciones destinadas a minimizar los gastos originados por el almacenamiento de existencias.
- Para realizar una adecuada gestión necesitaremos disponer de información precisa acerca de ciertos aspectos fundamentales que influyen en los costes de almacenamiento:
 - Nivel del inventario. N° de artículos en el almacén
 - Tiempo que transcurre desde que se hace un pedido hasta que se recibe
 - Costes relevantes que influyen en la toma de decisiones

Predicción de la demanda



Parametrización de inventarios

- Tamaño de inventario
- Inventario de seguridad
- Punto de pedido
- Existencia máxima
- Existencia media
- Ciclo de reaprovisionamiento

