

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
ESCUELA DE GRADUADOS**

TESIS DE GRADO

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
MAGÍSTER EN CONTROL DE OPERACIONES Y GESTIÓN LOGÍSTICA**

TEMA

**DISEÑO DE UNA POLÍTICA DE INVENTARIO PARA UNA EMPRESA
DEDICADA A LA PRODUCCIÓN Y A LA VENTA DE PRODUCTOS
ORGÁNICOS PARA LA ACUACULTURA**

AUTORES

GARCÍA MOREIRA MARIO ALBERTO

MALDONADO ASANZA GONZALO PATRICIO

Guayaquil- Ecuador

2015

Dedicatoria

A mis padres y hermanas por toda su continua ayuda y motivación para mi superación personal y profesional.

Mario García

Dedicatoria

A mis padres, a su apoyo incondicional.

Gonzalo P. Maldonado

Agradecimientos

A MsC. Carlos Cepeda de la Torre por su acertada e inagotable dirección en este proyecto y a la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas por su compromiso para con nosotros los estudiantes.

Declaración Expresa

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en esta Tesis de Postgrado, nos corresponde exclusivamente, el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Mario Alberto García Moreira

Gonzalo Patricio Maldonado Asanza

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

MsC. Carlos Manuel Martin Barreiro
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MsC. Carlos Cepeda De La Torre
DIRECTOR DE TESIS

MsC. Daniel Agreda De La Paz
VOCAL DEL TRIBUNAL

CONTENIDO

ANTECEDENTES, PROBLEMÁTICA, JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	6
I. ANTECEDENTES	6
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
III. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	9
IV. OBJETIVO GENERAL.....	10
V. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
VI. METODOLOGÍA.....	10
CAPÍTULO II.....	12
2.1. MARCO TEÓRICO	12
2.1.1 ANÁLISIS ABC	15
2.1.2 MODELOS DE INVENTARIO	16
2.1.3 DEMANDA.....	17
2.1.4 PRONÓSTICO DE LA DEMANDA.....	20
CAPÍTULO III	23
3.1. MARCO METODOLÓGICO	23
3.2. DESCRIPCIÓN DE LA LOGÍSTICA DE LA EMPRESA	25
3.3. ANÁLISIS ABC.....	27
3.4. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA	30
3.4.1. PRODUCTO NUTRIBLOOM COMPUS	31
3.4.2. SELECCIÓN DEL MODELO DE PRONÓSTICO PARA EL PRODUCTO NUTRIBLOOM COMPUS	32
3.4.3. PRODUCTO COCCI PLUS	36
3.4.4. SELECCIÓN DEL MODELO DE PRONÓSTICO PARA EL PRODUCTO COCCI PLUS	37
3.5. MODELO DE INVENTARIOS.....	41
3.6 IMPLEMENTACIÓN INFORMÁTICA.....	47
3.7 COSTOS ASOCIADOS	53
CAPÍTULO IV	56
4.1 CONCLUSIONES	56
4.2. RECOMENDACIONES.....	58
BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXOS.....	60
ANEXO 1: MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA DE INVENTARIO	60

1.1. GLOSARIO.....	60
1.2. PROCEDIMIENTO PARA EL INGRESO DE PRODUCTOS Y CÁLCULO DEL INVENTARIO.....	62
ANEXO 2: TABLAS	66
ANEXO 3: CÓDIGO FUENTE.....	71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Exportaciones de camarón ecuatoriano de enero 2011 a febrero 2013	7
Ilustración 2 Comparativo de ventas de los años 2011 y 2012 por ciudad.....	8
Ilustración 3 Cantidad de productos por categoría.....	29
Ilustración 4 Ventas Vs. Porcentaje acumulado.....	30
Ilustración 5 Análisis HoltWinters para Nutribloom Compus.....	33
Ilustración 6 Gráficas suma cuadrática del error para Nutribloom Compus	34
Ilustración 7 Pronóstico con intervalos de confianza para Nutribloom Compus	35
Ilustración 8 Pronóstico demanda 2013 para Nutribloom Compus	36
Ilustración 9 Análisis HoltWinters para Cocci Plus.....	38
Ilustración 10 Gráficas suma cuadrática del error para Cocci Plus.....	39
Ilustración 11 Pronóstico con intervalos de confianza para Cocci Plus	40
Ilustración 12 Pronóstico demanda 2013 para Cocci Plus.....	41
Ilustración 13 Implementación del Sistema de Inventario	49
Ilustración 14 Demanda de Compus Nutribloom vs. Órdenes vs. Inventario de seguridad	52
Ilustración 15 Demanda de Cocci Plus vs. Órdenes vs. Inventario de seguridad	52
Ilustración 16 Ventana principal Sistema de Inventario.....	60
Ilustración 17 Opción “Nuevo Producto”	62
Ilustración 18 Opción “Agregar Período”	63
Ilustración 19 Opción “Guardar”	63
Ilustración 20 Opción “Calcular Inventario”	64
Ilustración 21 Inventario semanal	64
Ilustración 22 Inventario diario.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación ABC por ventas año 2012.....	28
Tabla 2 Resumen de clasificación ABC.....	29
Tabla 3 Evolutivo de ventas de Nutribloom Compus	32
Tabla 4 Evolutivo de ventas de Cocci Plus	37
Tabla 5 Costos asociados a una orden.....	53
Tabla 6 Costos asociados a la producción	54
Tabla 7 Costos asociados al mantenimiento del inventario.....	55
Tabla 8 Ventas por producto año 2012	66
Tabla 9 Expansión y compresión de períodos	67
Tabla 10 Datos semanales obtenidos del sistema de inventario para Compus Nutribloom	68
Tabla 11 Datos semanales obtenido del sistema de inventario para Cocci Plus	69
Tabla 12 Datos diarios obtenidos del sistema de inventario para Compus Nutribloom.....	70
Tabla 13 Datos diarios obtenidos del sistema de inventario para Cocci Plus.....	71

ANTECEDENTES, PROBLEMÁTICA, JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

I. ANTECEDENTES

Reducir costos y poder ofrecer productos de mejor calidad siempre han sido, o al menos deberían ser, los objetivos fundamentales de toda empresa, por sobre todo, para aquellas dedicadas al consumo masivo y las relacionadas con el almacenamiento de suministros. Sobreprecio, pérdidas de producto y desabastecimiento, junto al deterioro de la imagen empresarial, en parte, son originados por una inadecuada administración de los inventarios. Es por ello que, las técnicas de gestión de almacenamientos han tomado mayor trascendencia en la última década.

La empresa objeto de nuestro estudio, se encuentra ubicada en la ciudad de Durán (provincia del Guayas) y su actividad económica principal es la fabricación y comercialización de productos orgánicos para la acuicultura, formulaciones que deben de cumplir con normativas gubernamentales impuestas para el sector.

La acuicultura orgánica constituye uno de los sectores de la alimentación que registra un veloz crecimiento en los últimos años en el Ecuador; la producción del sector, debido a su rentabilidad, está enfocada casi en su totalidad a satisfacer la demanda internacional a través de la exportación de productos del mar. Es por ello que, Ecuador ocupa el quinto lugar a nivel mundial con una participación del 6.37% [1]. De acuerdo a cifras oficiales a febrero de 2013 la exportación de camarón se ubicó en treinta millones de libras, mientras que la exportación de tilapia fue de un millón y medio de libras a finales del año 2012 [2].

Exportaciones de Camarón Ecuatoriano de Enero 2011 a Febrero 2013
libras vs dólares



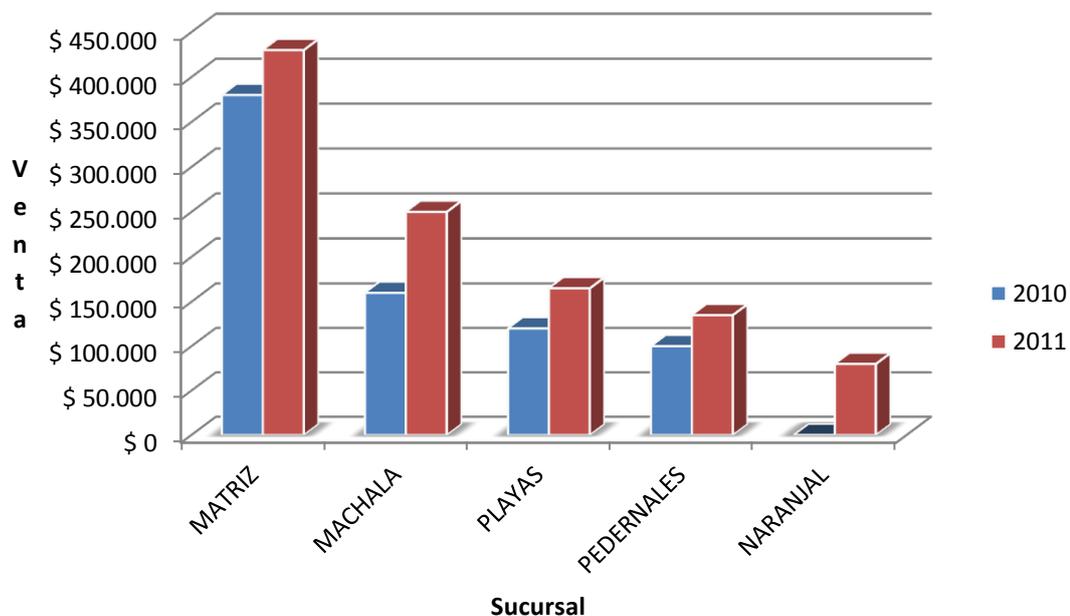
Fuente: Cámara Nacional de Acuicultura del Ecuador

Ilustración 1 Exportaciones de camarón ecuatoriano de enero 2011 a febrero 2013

Gracias al crecimiento obtenido por este sector económico tradicional ecuatoriano, surgen empresas orientadas a satisfacer la cada vez mayor demanda de alimentos de los organismos acuáticos. Siendo los productos elaborados a base de compuestos orgánicos los que gozan de mayor aceptación que su contraparte química, a pesar de ser más costosos.

El Viceministerio de Acuicultura y Pesca del Ecuador es el ente encargado de expedir reglamentos, acuerdos y resoluciones relacionados con la dirección y control de la actividad acuícola en el país. Esta institución tiene la facultad de resolver y reglamentar los casos especiales y los no previstos que se suscitaran en aplicación de la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero.

En la actualidad la empresa, objeto del presente análisis, cuenta con más de cuatrocientos clientes alrededor del país, entre los cuales se encuentran camaroneras, productores del sector pecuario y distribuidores de insumos acuícolas.



Fuente: Empresa objeto de estudio

Ilustración 2 Comparativo de ventas de los años 2011 y 2012 por ciudad

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Brindar servicio con eficiencia, calidad y permanecer pioneros en un entorno comercial cada vez más dinámico y competitivo, es considerado el objetivo más trascendental dentro de las empresas del sector de la acuicultura. Para ello, se deben definir procesos logísticos que estén cohesionados para trabajar en conjunto con un estilo único y confiable.

Toda empresa que tenga como objetivos la disminución de costos y el mantener o incrementar la calidad del producto terminado, debe emprender un sistema logístico integral, pudiendo de esta manera cubrir las expectativas y satisfacer las demandas de sus clientes de una manera eficaz.

La empresa, en la que la presente tesis centra su estudio, se dedica a la elaboración de productos orgánicos para la acuicultura. La carencia de políticas de inventario está causando problemas a la empresa como incumplimientos en los pedidos, pérdida por desecho de producto terminado, quiebres de inventario e insatisfacción por parte de sus clientes; habiéndose identificado un deficiente

control del inventario que se viene realizando de forma empírica, como el generador de escasez y sobreproducción de los productos terminados.

El incremento en la demanda de sus productos hace imprescindible la creación de políticas de inventario que permitan optimizar la cantidad de stock que debe ser mantenido en bodega.

Por otra parte, la empresa no cuenta con un método de pronóstico de la demanda, impidiendo el análisis del inventario para los meses futuros, problemática en la cual también se centrará el presente análisis.

En el año 2012 la empresa reportó costos totales por mantenimiento de inventarios, producción, distribución y pérdidas de productos en \$500.000, lo cual se busca disminuir.

III. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El inadecuado manejo del inventario del producto terminado dentro de la empresa ocasiona inconvenientes con respecto a la cantidad óptima de stock a mantener en bodega. Esto provoca inconformidad en los clientes directos e indirectos e inclusive retrasos en la producción por la acumulación de pedidos pendientes. Una mala administración del inventario, carente de planificación y sin control de sus actividades, es en consecuencia el principal problema de esta empresa.

El establecimiento de una política formal de inventario, que permita conocer la cantidad óptima de producto terminado a almacenar, es imprescindible para prevenir cualquier tipo de inconveniente logístico en el futuro. De esa manera, se estaría ayudando a controlar el sistema de rotación del producto con lo que cumpliría con todos los requerimientos de los clientes.

IV. OBJETIVO GENERAL

Determinar una política de inventario adecuada para una empresa productora y comercializadora de productos orgánicos para la acuicultura, en base a un pronóstico de la demanda de sus productos terminados.

V. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Pronosticar la demanda de los productos orgánicos terminados en base al historial de ventas.
2. Diseñar un producto de software que permita la administración del inventario con versatilidad para la agregación o modificación de productos en el futuro.
3. Recomendar las cantidades y las fechas de pedidos de suministros para la elaboración de los productos estrella de la empresa, de manera que, se cuente con un manejo eficiente del inventario.
4. Evaluar la reducción de costos una vez implementada la política de inventario en la empresa.

VI. METODOLOGÍA

En el presente trabajo, se propone la implementación de una política de almacenamiento para una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de productos orgánicos con el objetivo de satisfacer la demanda de empresas nacionales del sector acuífero. Con base en el historial de ventas que posee la empresa, se determinará un pronóstico de la demanda futura.

Con base en el pronóstico calculado, se determinarán las cantidades de producto a almacenar, esto es, el stock mínimo a mantener en inventario y que disparará la alerta de que los niveles de producto terminado están en su límite de tolerancia y que se debe producir más; el stock máximo que salvaguarde la producción, para así evitar tener que desecharlo o venderlo a coste de producción por sobreproducción del mismo; y aquel nivel de almacenamiento de seguridad que

nos ayude a satisfacer la demanda próxima, reduciendo costos de almacenamiento.

Con referencia a estos elementos expuestos, se desarrollará el presente trabajo y, como parte de la implementación en los capítulos posteriores se compararán los balances financieros y los pedidos rechazados una vez implementada una política de almacenamiento óptima para la empresa en cuestión. De igual manera se motivará la constante proyección de la demanda futura que asegure cifras cercanas al comportamiento de consumo para este sector.

CAPÍTULO II

CONCEPTOS TRAS LA POLÍTICA DE INVENTARIO

2.1. MARCO TEÓRICO

El inventario son bienes tangibles que se tienen para la venta en el curso ordinario del negocio o para ser consumidos en la producción de bienes o servicios para su posterior comercialización. Los inventarios comprenden, además de las materias primas, productos en proceso, productos terminados o mercancías, materiales, repuestos y accesorios para ser consumidos en la producción de bienes fabricados, empaques, envases e inventarios en tránsito.

La correcta administración del inventario dentro de la empresa es un componente fundamental en su desempeño y esencial para alcanzar el éxito. La incertidumbre de saber qué cantidad de producto se debe mantener en bodega, es uno de los aspectos negativos que influyen directamente en los costos atados al inventario, en los costos de mantenimiento y en los de reposición por fuera de tiempo.

Mantener inventario en bodega es muy necesario, lo determinante radica en saber la cantidad óptima a mantener de producto terminado, la cantidad máxima de producto en proceso de elaboración y los insumos necesarios que aseguren las próximas operaciones. Como consecuencia de una política de inventario deficiente, el servicio al cliente se ve afectado de forma directa.

Los siguientes son componentes dentro de la política de inventario:

- **Inventario Inicial:** Es el inventario en mano al momento de iniciar las operaciones [3].
- **Inventario Final:** Se realiza al cierre del ejercicio económico, generalmente al finalizar el periodo, y sirve para determinar una nueva situación patrimonial [3].
- **Inventario Máximo:** Máxima cantidad de inventario que puede ser mantenido en bodega.
- **Inventario Mínimo:** La cantidad de inventario mínima que puede ser mantenida en bodega.
- **Inventario de producto terminado:** Son productos que están disponibles para su exhibición y venta, es esencial para las estrategias de posicionamiento [3].
- **Inventario de producto en proceso:** Son existencias que se tienen a medida que se añade mano de obra, otros materiales y demás costos indirectos a la materia prima bruta, la que llegará a conformar ya sea un sub-ensamble o componente de un producto terminado; mientras no concluya su proceso de fabricación, ha de ser inventario en proceso. Necesario para la producción enfocada a procesos, desacopla las etapas de la producción e incrementa la flexibilidad de la producción [3].
- **Inventario de insumos:** Son los materiales con los que se elaboran los productos, pero que no pueden ser cuantificados de una manera exacta. Comprar grandes cantidades da como resultado descuentos considerables y ahorro en costos por flete [3].
- **Inventario de Seguridad:** Es el volumen de inventario que existe en el almacén para un determinado producto por encima de lo que normalmente vamos necesitar con la finalidad de hacer frente a las fluctuaciones de la demanda o retrasos imprevistos en la recepción de pedidos.

De la misma manera al mantener un inventario bajo control podemos reducir costos, tales como:

- **Costos de orden o reposición:** Es el coste de procesamiento, seguimiento, registro y recepción que se adquiere al realizar un pedido de compra o transferencia de suministros o productos terminados [3].
- **Costos por faltantes:** Costo que se adquiere cuando nos quedamos sin inventario de insumos o productos terminados, estos son debido a pérdida de ventas parciales y clientes insatisfechos, para ello se debe mantener un inventario adicional o de seguridad [3].
- **Costos de adquisición:** Costo que se adquiere al momento de comprar materia prima, los costos unitarios pudieran resultar menores al comprar en grandes cantidades y también tendremos un menor costo por flete y manejo de materiales [3].
- **Costos de calidad por arranque:** Al momento de realizar una producción en lote, existe un riesgo de que una cantidad de producto resulte defectuosa. Ya sea porque los operarios están en proceso de aprendizaje o las máquinas necesiten algún ajuste. Por ello es recomendable la elaboración de lotes de mayor tamaño, asegurando de esta manera menos cambios por operación y tener menos desperdicio [3].

Pero el mantener inventario en bodega también involucra incrementar otros costos.

- **Costos de almacenar:** Son costes que se adquieren por alquiler o mantenimiento del almacén, acondicionamiento térmico, iluminación, limpieza, seguridad, entre otros [3].
- **Costo de coordinar la producción:** Costo que se adquiere al mantener grandes cantidades de inventario que incurre en la necesidad de más personal para el manejo de la producción [3].

2.1.1 ANÁLISIS ABC

En 1987 Wilfrido Pareto, un economista italiano, afirmó que el 20% de las personas poseen el 80% de las riquezas. Tal fue el impacto de este principio que actualmente se lo utiliza en muchas cosas y conforma un estilo de gerencia. En el escenario de la gestión de inventarios, el principio de Pareto significa que unos pocos materiales representan la mayor parte de la inversión de la empresa.

El análisis ABC de los productos tiene como objetivo priorizar un reducido número de artículos del almacén que representan un gran porcentaje de la inversión de capital de la empresa.

Estos artículos no son necesariamente ni los de mayor precio unitario, ni los que se consumen en mayor proporción, sino aquellos cuyas valorizaciones (precio unitario por consumo o demanda) constituyen porcentajes elevados dentro del valor del inventario total [4]. Este método de categorización del inventario es conocido como análisis ABC, y consiste en la división de los artículos, en tres categorías.

- **A**, los más importantes a efectos del control.
- **B**, Aquellos artículos de importancia secundaria.
- **C**, Los de importancia reducida.

Para elaborar una clasificación ABC se siguen los siguientes pasos:

- Los artículos se clasifican en orden creciente, tomando como base el gasto anual promedio o la inversión anual.
- Se suman los valores de todos los artículos del almacén. El resultado representa la inversión total anual.

- El valor de cada artículo se convierte en porcentaje del total de la inversión anual.

Los artículos se reparten en tres grupos: A, B y C.

- Grupo A: en esta categoría vamos a encontrar muy pocos artículos, cuyos valores representan del 70 al 80% del total del inventario y generalmente estos constituyen el 15% de los artículos.
- Grupo B: concentrará una mediana cantidad de artículos; usualmente representan entre el 20 y 30% de los artículos, cuyo valor está comprendido entre el 15 y 25% del total de la inversión anual.
- Grupo C: representa la mayoría de los artículos, entre un 60 y 70 por ciento, cuyo valor total de inventario es considerado casi despreciable, representando del cinco al 10%.

2.1.2 MODELOS DE INVENTARIO

Existen diversos modelos para el manejo de los inventarios, podemos encontrar sistemas complejos y con una gran variabilidad entre ellos. Se ha desarrollado una amplia gama de modelos que se ajustan a diferentes situaciones. A continuación se detallan algunos de los aspectos que se deben de tener en cuenta al momento de formular un modelo:

- Tiempo: se debe de saber si la representación del tiempo es continua o discreta.
- Producto: si se trata de un producto único o se establecerá la política para múltiples productos. Por ejemplo, la cremallera que sirve de insumo para una chaqueta (producto único) o los diferentes colores de tela que sirven de insumo para una camiseta (múltiples productos).
- Costos de ordenar: si se incurre o no en un costo al momento de colocar un pedido al proveedor o emitir una orden de preparación.

- Incertidumbre en la demanda: si la demanda es determinística (conocida) o estocástica (desconocida).
- Distribución de la demanda: si la demanda es dinámica (variable) o constante.
- Horizonte de planeación: si el horizonte de estudio del modelo es finito o infinito.

Los modelos de inventarios pueden ser de dos tipos:

- Modelos determinísticos: cuando la demanda es conocida y constante.
- Modelos probabilísticos: cuando no es conocida.

La función principal de un modelo de gestión de inventario es garantizar el nivel de servicio requerido por los clientes y que permita a la empresa ejecutar estrategias de posicionamiento con el propósito de convertirse en competitiva dentro de su sector económico. Para ello, estos modelos necesitan analizar el historial de datos de la empresa o, si fuera el caso, deducir la demanda que gobierna el inventario.

2.1.3 DEMANDA

La demanda es la cantidad de unidades solicitadas, incluyendo a las despachadas. Si existe suficiente inventario, el consumo es igual a la demanda, ya que cada unidad solicitada es despachada. Si se presenta una ruptura de inventario y durante ese período se requieren materiales, la demanda será superior al consumo.

Existen diferentes tipos de demanda, entre ellas tenemos:

- Demanda dependiente: cuando existe una dependencia conocida de la demanda de un producto con otro. Además está compuesta por la materia prima, los componentes y sub-ensambles que son usados en la producción para la fabricación de productos finales.
- Demanda Independiente: son aquellas en las cuales se desconoce la dependencia de la demanda con otro artículo o producto. Esta demanda está influenciada por las condiciones del mercado. La demanda independiente puede ser:
 - Determinística, si la demanda de un artículo se conoce con certeza, pudiendo ser:
 - Estática, aquella donde la tasa de consumo permanece constante durante el transcurso del tiempo.
 - Dinámica, en la cual la demanda se conoce con certeza, pero varía de un período al siguiente.
 - Probabilística, cuando la demanda de un artículo está sujeta a incertidumbre y variabilidad, y se describe en términos de una función de probabilidad. Se divide en:
 - Estacionaria, cuando la función de densidad de probabilidad de la demanda, se mantiene invariante en el tiempo.
 - No estacionaria, por lo contrario cuando la función de densidad de probabilidad varía con el tiempo.

Los modelos usados para demandas independientes son:

- Modelo de tamaño de lote económico (EOQ por sus siglas en inglés), representa la cantidad óptima a ordenar cada vez que se realice un pedido y puede variar con el tiempo, dependiendo de la situación que se considere. Este modelo hace ciertos supuestos para su ejecución, como son:
 - La demanda es independiente y determinística;
 - El tiempo de entrega se conoce y es constante;
 - La recepción del inventario es instantánea;

- Los descuentos por cantidad son posibles;
 - Los costos variables son los costos de preparación y manejo;
y
 - Los faltantes de inventario se pueden evitar.
- Planeación de requerimiento de materiales (MRP por sus siglas en inglés), modelo a aplicar cuando la demanda del producto o cualquier variable es desconocida, pero es posible especificarla por medio de una distribución de probabilidad.
 - Mínimos y Máximos: este modelo es altamente utilizado por muchas empresas y sistemas de manejo de inventarios, maneja dos niveles de inventario mínimo y máximo. Cuando el inventario baja del nivel mínimo (punto de re-orden) una orden de reabastecimiento del sistema es puesta tantos días atrás en función del *leadtime*, con esto el sistema se asegura que el inventario no baje a niveles críticos. Así también existe un punto de orden máximo que el inventario no puede superar, permitiendo mantener un nivel de producto que evita sobre stocks reduciendo costos de mantenimiento, pérdidas de producto y reabastecimiento.

En este modelo, el inventario fluctúa entre los niveles mínimo y máximo. Se lo utiliza en situaciones donde la demanda es independiente y se comporta de manera irregular o errática. Además de ello es altamente utilizado en controles de inventario al día. La cantidad a ordenar no siempre es la misma, ya que a la cantidad de producto disponible, que cae por debajo del nivel mínimo, se le añade la cantidad de pedido. Esta cantidad de pedido es el nivel máximo restada de la cantidad de producto disponible e incluye el déficit o demanda esperada.

Cada uno de los modelos utiliza diferentes enfoques para garantizar el manejo óptimo del inventario y uno de los puntos más importantes a tener en cuenta al momento de escoger alguno de ellos es el stock de seguridad.

El stock de seguridad es un inventario creado con el doble propósito de satisfacer la demanda que excede de las previsiones para un determinado período y de proteger al sistema de irregularidades no previstas dentro del entorno. En sistemas donde la demanda es independiente y tiene incertidumbre es común que el valor real sea mayor que la demanda prevista. En estos casos el stock de seguridad evita que se agote el producto, y por lo tanto que se pierdan ventas por falta de éste, pero siempre hay un riesgo de mantener elevadas cantidades de producto en bodega, ya que los costes por mantenimiento y pérdida pueden ser muy altos. Debido a esto, existen dos aspectos fundamentales que se debe tener en cuenta al momento de planificar el nivel de inventarios, uno de ellos es que el stock de seguridad incrementa la disponibilidad del producto y el margen de pedidos admisible, y por otro, incrementar el nivel de inventario hace que los costes aumenten.

El verdadero reto es tratar de disminuir el stock de seguridad de manera que no descienda el nivel de disponibilidad de los productos es decir el servicio al cliente.

Cuando la incertidumbre de la demanda aumenta, el nivel de stock de seguridad también lo hace.

2.1.4 PRONÓSTICO DE LA DEMANDA

Las posibilidades que brinda un modelo de gestión de inventario son considerablemente impactantes para la empresa al momento de tomar decisiones. En la mayoría de los casos, estas decisiones son tomadas realizando una planificación futura ya sea a corto, mediano o largo plazo. Para ello los modelos necesitan brindar información de los comportamientos futuros del inventario. Como se expuso, la demanda es el factor condicionante, es por ello que se hace imprescindible conocer un aproximado de cómo será la conducta de la demanda para futuros períodos. Esto se conoce como pronóstico de la demanda.

El pronóstico de la demanda ayuda a la empresa a moverse en un contexto menos incierto, es decir, le permite reducir la incertidumbre del futuro mediante la anticipación de eventos, cuya probabilidad de ocurrencia sea relativamente alta, respecto a otros eventos posibles. Apoya también a la toma de decisiones y ayuda sobremanera a la empresa a prepararse ante estos eventos.

Estos pronósticos dependen de datos históricos, mientras mayor cantidad de datos históricos se tengan y menor sea el horizonte del pronóstico, mejor será su predicción.

Conocer con anticipación la cantidad de producto a demandarse en el futuro inmediato es fundamental para la planeación de la comercialización en una empresa dedicada a la fabricación de productos de consumo. Estrategias efectivas de mercado, planeación y control de inventarios por medio de toma de decisiones basadas en la estimación anticipada de la demanda, se constituyen en características que ponen en ventaja a la empresa, con respecto a otra que carezca de dichas políticas.

Pronosticar el valor futuro de una variable nos ayuda a anticiparnos y estar preparados ante eventuales temporadas de baja o alta demanda, reduciendo así la incertidumbre. **Si bien el pronóstico no será exacto, de cuán aproximado al valor real esté, dependerá la confiabilidad y precisión.**

El pronóstico de la demanda dentro de una industria debe ser un proceso continuo que va evolucionando conforme lo hagan el catálogo y los clientes de la misma. Para ello debemos garantizar que la información provenga de fuentes primarias o secundarias y que sea confiable, completa, consistente y periódica.

Entre los métodos usados para el pronóstico de la demanda tenemos:

- Métodos cualitativos o subjetivos: se basan en el juicio y la experiencia. Cuando se carece de datos históricos adecuados o suficientes, como cuando que se presenta un nuevo producto o se espera un cambio en la tecnología, las empresas confían en la experiencia y buen juicio administrativo para generar pronósticos, entre ellos tenemos:
 - Consulta a la fuerza de venta: en ocasiones la mejor información sobre la demanda futura proviene de las personas que están más cerca de los clientes.
 - Jurado de opinión ejecutiva: la opinión ejecutiva es un método de pronóstico en el cual se hace un resumen de las opiniones, la experiencia y los conocimientos técnicos de uno o varios gerentes para llegar a un solo pronóstico.
 - Método Delphi: es un proceso para obtener el consenso dentro de un grupo de expertos, al tiempo que se respeta el anonimato de sus integrantes.
 - Investigación de mercado: consiste en un enfoque sistemático para determinar el grado de interés del consumidor por un producto o servicio determinado, mediante la creación y puesta a prueba de diversas hipótesis, a través de encuestas encaminadas a la recopilación de datos.
- Métodos cuantitativos: son modelos matemáticos que se basan en datos históricos. Estos modelos suponen que los datos históricos son relevantes para el futuro, pudiendo ser:
 - Promedio móvil: es una serie de promedios aritméticos y se utiliza si existe poca o ninguna tendencia en los datos; ofrece una impresión general de los datos en el tiempo.
 - Alisamiento exponencial: método de ponderación que responde de mejor manera a los cambios recientes en la demanda asignando una constante de alisamiento que es más fuerte para los datos más recientes.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA PROPUESTA

3.1. MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo trata sobre el tipo de investigación, el diseño y las estrategias que se utilizarán a lo largo del presente trabajo para resolver el problema planteado.

Los tipos de investigación a ser aplicados son de tipo documental y de campo:

- Investigación documental: este tipo de investigaciones se enfocan en la recolección y análisis de información procedente de bibliografías y en material de la empresa objeto del presente análisis, lo que incluye: listado de productos, registros de ventas y clientes, entre otros. En lo concerniente a material bibliográfico se puede acudir a documentos escritos, libros, periódicos, encuestas, conferencias, documentos electrónicos, páginas web y demás.
- Investigación de campo: trata de examinar, comprender y resolver un problema o situación dados dentro de un contexto determinado. Normalmente se trabaja en el ámbito natural del sistema, realizando observaciones directas, lo que permite la manipulación de datos verídicos.

Dentro de las características actuales de la investigación se empezará describiendo el proceso logístico actual de la empresa, y mediante los datos recolectados se buscará las posibles causas que originan los problemas en el sistema logístico de la empresa, con la finalidad de proponer planes de acción que puedan resolver la problemática actual.

La recolección de información es el punto de partida de todo análisis. Generalmente se utilizan diferentes instrumentos para llevar a cabo esta tarea entre los cuales tenemos:

- La observación: tiene amplia aceptación científica, se utiliza para estudiar fenómenos de forma grupal o aislada y puede ser estructurada y no estructurada.
- La entrevista: se utiliza para obtener información de forma verbal a través de reuniones, en las que se exponen inquietudes a los gerentes o colaboradores de la empresa, ya que ellos conocen el sistema y son usuarios del mismo. Algunas veces no son la mejor fuente de información, debido a que podrían obviar información.
- La encuesta: es un conjunto de preguntas previamente normalizadas dirigidas a los gerentes o colaboradores de la empresa. Tiene como objetivo recolectar datos, hechos específicos y estados de opinión.

La metodología seleccionada para la realización de la presente tesis tiene como pasos, los siguientes:

- Descripción de la logística de la empresa: detalla un poco el ciclo logístico actual de la empresa, es decir, la forma en que se realizan sus actividades dentro y fuera de la empresa. También se presentarán las políticas de reposición y requerimiento de materiales usados en estos momentos. Para esto, la información necesaria se recopilará mediante una entrevista y la observación, obteniendo así una mejor percepción del sistema.
- Determinación del comportamiento de la demanda: en este punto se procederá a estudiar el comportamiento de la demanda de los dos productos que han sido escogidos y se determinará si su demanda es dependiente o independiente, lo cual servirá de base para la selección del mejor modelo de gestión de inventario.

- Pronóstico de la demanda: análisis que permite predecir de manera acertada cuál será el comportamiento futuro de la demanda y, por ende se podrá decidir la política de inventarios a manejar posteriormente.
- Propuesta de modelos de inventario: luego de obtener la información de la demanda y el correspondiente pronóstico se realizará una propuesta, según las características que presenten los dos tipos de productos, basándose en el mejor que se ajuste a las necesidades de la empresa. Todo esto mediante un estudio analítico de los modelos existentes de inventario y las características propias de los productos.
- Establecimiento de planes de acción: habiendo escogido el modelo a ser aplicado, se determinarán los planes de acción a seguir, para mejorar los problemas existentes dentro del ciclo logístico de la empresa. Se establecerán las formas de control y el tiempo estipulado para la implantación, a manera de garantizar que se lleve a cabalidad el proceso de ajuste planteado.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LA LOGÍSTICA DE LA EMPRESA

Los productos ofrecidos de la empresa de estudio están dirigidos a grandes, medianos y pequeños productores del sector camaronero y de insumos acuícolas en general a nivel nacional. Cuenta con cuatro sucursales alrededor de la costa ecuatoriana y una matriz central que hace las veces de centro de distribución, sus ventas en los últimos años han incrementado de forma considerable, por este motivo han surgido algunos inconvenientes con respecto al manejo logístico de la empresa. Es por ello que surge la necesidad de implantar políticas de inventario que ayuden a optimizar la cantidad de producto con el que se debe contar para cubrir la demanda de las sucursales y la generada por los clientes que solicitan directamente a la matriz.

En esta sección, se llevará a cabo un estudio del ciclo logístico de la empresa, para identificar las diferentes problemáticas, identificando cada una de las actividades que se realizan dentro del sistema en estudio. Para obtener la información necesaria en la realización de este análisis se pudo contar con cada

uno de los actores presentes en el ciclo logístico, además de la ayuda del gerente de la misma.

Actualmente el proceso logístico de la empresa empieza desde las sucursales. Un encargado de bodega verifica visualmente y decide en base a su experiencia cuándo necesitará de más inventario, entonces una orden de pedido es generada hacia la matriz. Esta orden puede ser enviada por correo electrónico o directamente con una llamada telefónica. Luego de ello, la matriz verifica si cuenta con el stock necesario en bodega, de no ser así se genera una orden de trabajo a la fábrica y se calendariza un proceso de producción de nuevos productos. La materia prima es considerada infinita, ya que en el caso de necesitarla, la repuesta se da como máximo en dos horas. Una vez llegado el turno de la orden de trabajo, se procede a la manufactura del producto que tarda de entre dos a cuatro días dependiendo del producto y la disponibilidad de la línea de producción. Con el producto terminado se procede a su distribución, la cual se realiza utilizando vehículos de la propia empresa o alquilando vehículos de terceros, cuando es necesario.

En base a lo expuesto, se evidencia que la empresa realiza sus actividades logísticas de manera empírica, a pesar de que posee el recurso humano adecuado y capaz para las operaciones dentro de la organización. Lo anterior implica que se debe realizar un control meticuloso del inventario debido al manejo poco práctico que se tiene del control logístico.

Esto indica que la orden de pedido es generada en base a la experiencia del dependiente en cada sucursal, mientras tanto en la matriz no se cuenta con una política de producción orientada a satisfacer la futura demanda nacional, sino por el contrario, para satisfacer las demandas de cada sucursal.

Otro punto a tener presente, es el problema en la priorización en la línea de producción originada por los pedidos que pueden realizar los clientes directamente a la fábrica. Lo que desencadena una serie de eventos que terminan generando desabastecimiento de producto en las sucursales en función de suplir las demandas propias de la matriz.

Ha ocurrido en ocasiones anteriores, que en la matriz de manera proactiva adelantan la producción en base a lo que ellos creen será necesario para satisfacer la demanda de producto, pero la medida no siempre ha sido exitosa, ya que se han presentado temporadas en las que les ha tocado desechar el producto terminado por sobreproducción.

3.3. ANÁLISIS ABC

La empresa maneja en total cuarenta y cinco productos, entre terminados e intermedios, de los cuales es necesario realizar un análisis para saber qué artículos representen el mayor porcentaje de inversión, seguido de un control básico y que éste se vaya reduciendo cada vez más en función de cómo se comprime el porcentaje de inversión.

Se cuenta con un portafolio de veinte productos terminados, de los cuales cuatro son productos estrella y se encuentran dentro de la categoría “A” en la distribución ABC de la empresa. En dos de ellos se centrará el presente análisis, además se generarán sendas políticas de inventario.

Los productos catalogados como estrella, en función del porcentaje de inversión del capital, son:

- *Nitrozime Dust*, es un probiótico para el alimento y el agua.
- *Cocci Plus*, antiparasitario orgánico de gran espectro.
- *Compus Nutribloom*, fertilizante orgánico.
- *Nutribloom Premium*, fertilizante que puede ser usado en cualquier salinidad.

Compus Nutribloom y *Cocci Plus*: fueron los dos productos escogidos para realizar el presente análisis, ya que dentro de la gama de productos son los que tienen mayor demanda y además de ello son los únicos productos que poseen el

historial de información de ventas requerido para poder realizar el estudio predictivo, de acuerdo a los datos suministrados por la gerencia de ventas.

En el Anexo 2, Tabla 1; se detalla el total de ventas nacionales de cada uno de los productos registrado para el año 2012, en donde nos concentraremos para realizar el análisis ABC.

Grupo	Ventas	%	% Acumulado	Clasificación
NUTRIBLOOM COMPUS - NUTRIBLOOM COMPUS	\$ 84,850.00	21%	21%	A
NUTRIBLOOM NORMAL - NUTRIBLOOM POLVO NORMAL	\$ 70,232.00	17%	38%	A
COCCI 1KG - COCCI 1 KG	\$ 53,860.00	13%	51%	A
SFR 280 - BALANCEADO 28%	\$ 34,903.00	9%	60%	A
CAL PLYS - CAL HIDRATADA	\$ 23,070.00	6%	65%	A
PROMOTOR L 1 KG - PROMOTOR L 1 KG ACTUAL	\$ 19,870.00	5%	70%	A
SFR 220 - BALANCEADO 22%	\$ 14,430.00	4%	74%	B
ROVIMIX MINERALES - ROVIMIX MINERALES 1 KG	\$ 13,650.00	3%	77%	B
PEGA - PEGA FOOD Caneca20Kg	\$ 13,250.00	3%	80%	B
NITROZIME - NITROZIME	\$ 12,170.00	3%	83%	B
PEGA TANQUE - PEGA FOOD TANQUE 220 LT	\$ 8,800.00	2%	86%	B
INMUNE 1 KG - INMUNE 1 KG	\$ 8,770.00	2%	88%	B
FRUT 28% - BALANCEADO FRUTOMAR 28%	\$ 7,670.00	2%	90%	B
NUTRIBL TANQUE - NUTRIBLOOM TANQUE 220 LT	\$ 6,600.00	2%	91%	C
MELAZA - MELAZA	\$ 6,130.00	2%	93%	C
FRUT 22% - BALANCEADO FRUTOMAR 22%	\$ 6,020.00	1%	94%	C
COCCI SACO - COCCI SACO 25 KG	\$ 4,820.00	1%	95%	C
PROMOTO L ACTUAL - PROMOTOR L SACO 25 KG ACTUAL	\$ 3,830.00	1%	96%	C
PROTEC KG - PROTEC KG	\$ 2,710.00	1%	97%	C
INMUNE SACO 25 KG - INMUNE SACO DE 25 KG	\$ 1,690.00	0%	97%	C
NUTRI CANECA 20 LT - NUTRI CANECA 20 LT	\$ 1,610.00	0%	98%	C
NITROZIME DUST KILO - NITROZIME DUST KILO	\$ 1,380.00	0%	98%	C
SFR 350 - BALANCEADO AL 35%	\$ 1,350.00	0%	99%	C
NUTRIBLOOM B - NUTRIBLOOM B	\$ 1,320.00	0%	99%	C
NITROZIME DUST - NITROZIME DUST SACO 25 KG	\$ 700.00	0%	99%	C
PROTEC CITROBAC KG - PROTEC CITROBAC KILO	\$ 620.00	0%	99%	C
PROTEC CITROBAC - PROTEC CITROBAC SACO 25 KG	\$ 570.00	0%	99%	C
NUCLEOTIDOS - NUCLEOTIDOS	\$ 560.00	0%	99%	C
INMUNE LAB - INMUNE LAB GALON	\$ 380.00	0%	100%	C
MINERAL SACO 5 KG - MINERAL SACO 5 KG	\$ 330.00	0%	100%	C
TETRA - TETRA PLUS KILOS	\$ 290.00	0%	100%	C
PEGA CN 50 LT - PEGA FOOD CANECA 50 LT	\$ 200.00	0%	100%	C
GOOD - PROTEC GOOD FLAVOR	\$ 160.00	0%	100%	C
NUTRIBLOOM NS - NUTRIBLOOM NS	\$ 150.00	0%	100%	C
MELAZA30 - MELAZA 30KG	\$ 150.00	0%	100%	C
CI 350 - BALANCEADO CI 350	\$ 140.00	0%	100%	C
ROVIMIX MINERALES SC - ROVIMIX MINERALES 25 KG	\$ 140.00	0%	100%	C
NUTRIB>20 - NUTRIBLOOM > 20 SACO 10 KG	\$ 100.00	0%	100%	C
COCCI TACHO 3 KG - COCCI TACHO 3 KG	\$ 70.00	0%	100%	C
CI 380 # 5 - BALANCEADO CI 380 # 5	\$ 60.00	0%	100%	C
FLUTYL - FLUTYL	\$ 40.00	0%	100%	C
TURBO - TURBO HK	\$ 30.00	0%	100%	C
POWER - POWER SHRIMP	\$ 20.00	0%	100%	C
VITAMINA SACO - VITAMINA C SACO 25 KG	\$ 10.00	0%	100%	C
AQUABAC - AQUABAC SACO 10 KILOS	\$ 10.00	0%	100%	C

Fuente: Empresa objeto de estudio

Tabla 1 Clasificación ABC por ventas año 2012

La tabla 2, muestra el resultado final del análisis ABC, el mismo que se realizó a partir de los datos del registro de ventas nacionales del año 2012. Se puede observar que un 13% de los artículos son los que aportan mayor utilidad a la

empresa. De enfocarse los recursos estrictamente a los seis primeros productos, se estaría controlando aproximadamente el 70% del valor del inventario.

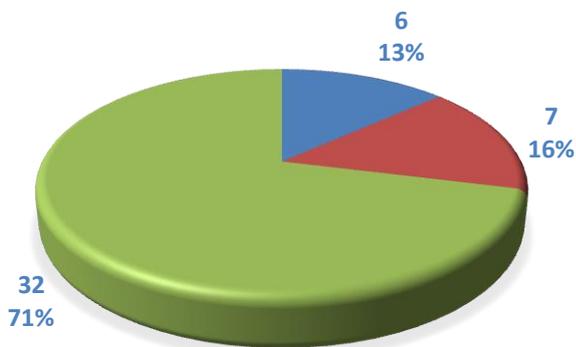
Los artículos que constituyen la clasificación “B”, representan el 16% de los productos, con una participación del 20% del monto total. Cabe señalar que los artículos pertenecientes a esta clasificación se consideran para tener un mediano y estricto control de inventario.

Finalmente a la clasificación tipo “C” pertenece 71% por ciento de los productos, con un porcentaje de utilización menor al 10%; su control de inventario es menos estricto que el de los anteriores.

Clasificación	Cantidad de productos
A	6
B	7
C	32

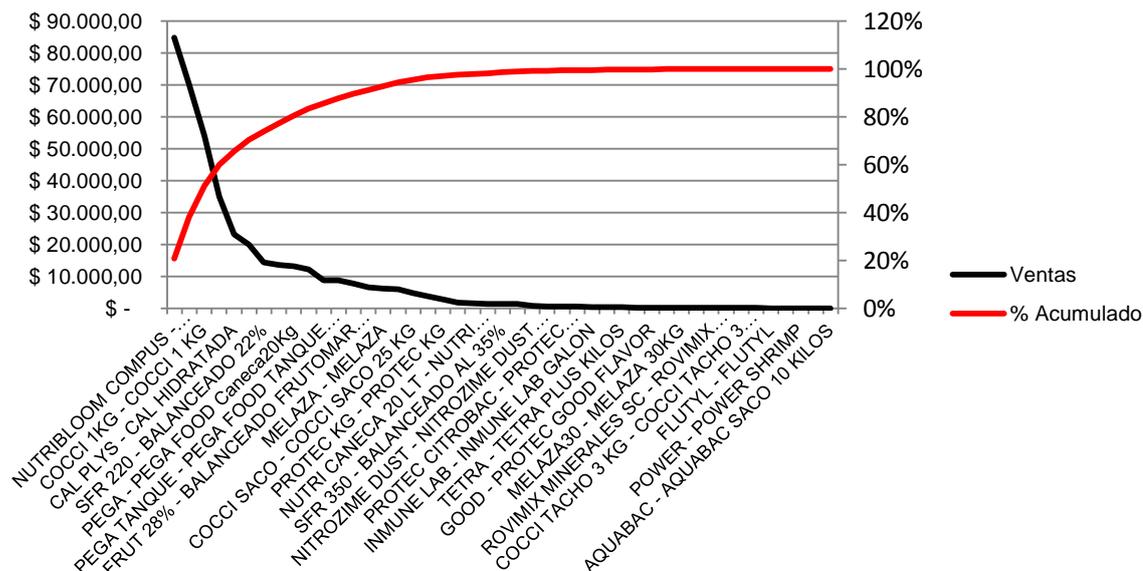
Fuente: Empresa objeto de estudio

Tabla 2 Resumen de clasificación ABC



Fuente: Empresa objeto de estudio

Ilustración 3 Cantidad de productos por categoría



Fuente: Empresa objeto de estudio

Ilustración 4 Ventas Vs. Porcentaje acumulado

3.4. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA

El análisis del pronóstico de la demanda originalmente se iba a basar en todos los productos de la categoría “A”, de acuerdo a su participación en las ventas totales dentro de la empresa, sin embargo, cuatro de los seis productos que conforman este grupo cuentan con poco tiempo en el mercado, por tanto no se tiene el historial suficiente para poder hacer uso de modelos estadísticos para la estimación de la demanda venidera. Se espera que a priori la empresa cuente con más información histórica y con el uso de la herramienta proporcionada genere las predicciones necesarias.

La empresa objeto del presente estudio posee un historial de ventas de los últimos 28 meses de los productos *Nutribloom Compus* y *Cocci Plus*, ambos productos estrella de la empresa y dentro de la categoría “A” de acuerdo a la participación en las ventas.

El modelo seleccionado para proyectar las ventas en la empresa de estudio se basa enteramente en el historial de ventas por ser una técnica simple, económica y fácil de aplicar. Las series de tiempo son secuencias de observaciones,

medidas en determinados momentos del tiempo y ordenados cronológicamente y espaciados entre sí de manera uniforme.

El análisis de las series de tiempo se fundamenta en el supuesto de que los valores que toma la variable observada se debe a cuatro componentes: tendencia o evolución a largo plazo, estacionalidad o movimiento periódico de corto plazo, cíclica o movimientos irregulares alrededor de la tendencia y aleatoria o accidental que son de carácter errático.

Gracias a herramientas de software, se facilita el análisis estadístico de series de tiempo, complementando velocidad de procesamiento con una amplia capacidad gráfica, pudiendo de esta manera determinar el método de pronóstico que se aproxima más a los valores reales.

3.4.1. PRODUCTO NUTRIBLOOM COMPUS

Con una participación del 21% del total de ventas que representan \$ 84.850, este compuesto constituye el producto insignia de la empresa. Se cuenta con 28 observaciones de venta a nivel nacional del producto *Nutribloom Compus* que datan desde enero 2011.

Por ser un producto de categoría “A”, su rotación es alta y siempre se debe de garantizar su existencia en stock.

La tabla 4: Evolutivo de ventas de *Nutribloom Compus* detalla las ventas mensuales del producto, desde enero 2011 a abril 2013, período en base al cual se pronosticó la demanda para el resto del año 2013.

Mes	Ventas (unidades)
2011-01	15
2011-02	9
2011-03	12
2011-04	12
2011-05	8
2011-06	15
2011-07	10
2011-08	5
2011-09	564
2011-10	1,166
2011-11	929
2011-12	730
2012-01	1,434
2012-02	1,702
2012-03	2,246
2012-04	1,351
2012-05	2,533
2012-06	1,425
2012-07	3,303
2012-08	2,586
2012-09	3,637
2012-10	3,630
2012-11	2,488
2012-12	2,330
2013-01	2,498
2013-02	2,651
2013-03	2,060
2013-04	2,126

Fuente: Empresa objeto de estudio

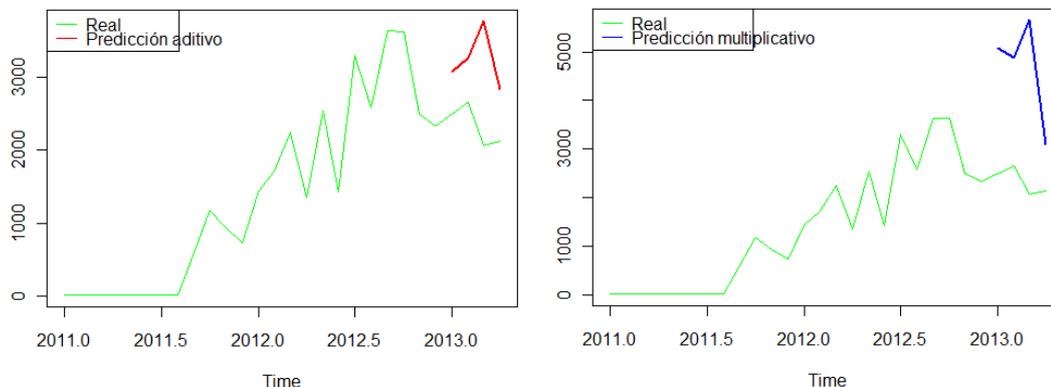
Tabla 3 Evolutivo de ventas de *Nutribloom Compus*

3.4.2. SELECCIÓN DEL MODELO DE PRONÓSTICO PARA EL PRODUCTO NUTRIBLOOM COMPUS

La determinación de un modelo cuya estimación de demanda se ajuste de mejor manera a los valores reales es el objetivo en el presente estudio. Para ello de entre los diferentes pronósticos obtenidos se seleccionará el que guarde estrecha relación con los datos reales y cuyo error sea menor.

Con el historial de ventas de los últimos 28 meses que se posee, se procederá a estimar la demanda futura.

Habiendo aplicado el modelo *HoltWinters* con estacionalidad aditiva y multiplicativa, tenemos las siguientes predicciones:

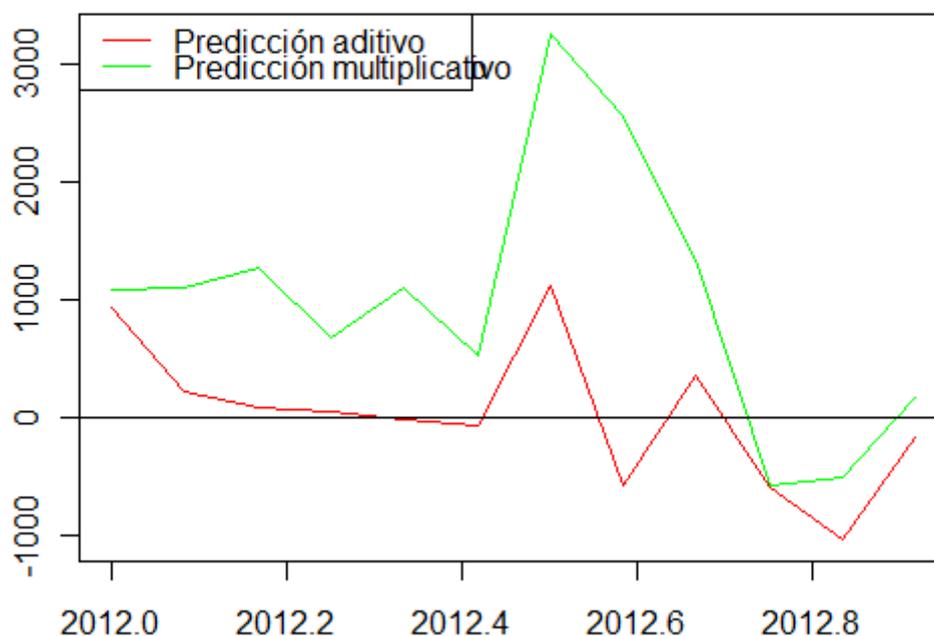


Fuente: R

Ilustración 5 Análisis *HoltWinters* para *Nutribloom Compus*

De las gráficas anteriores, se puede constatar que la proyección de la demanda para los cuatro primeros meses del 2013 del modelo aditivo es la que mejor se ajusta con las ventas reales del producto.

Los valores de la suma cuadrática del error de ambos modelos será la referencia para determinar cuál de los dos modelos es el más apropiado para determinar la demanda. Esto es, SSE aditivo: 4.093.739 y SSE multiplicativo: 25.595.862. Resultando una vez más el modelo aditivo como el mejor entre ambos.



Fuente: R

Ilustración 6 Gráficas suma cuadrática del error para *Nutribloom Compus*

Las gráficas anteriores muestran el comportamiento del error del pronóstico para cada uno de los modelos, por tanto, el pronóstico aditivo sería el mejor a usar para períodos de predicción cortos, ya que se mantiene cercano a los valores reales.

Sin embargo, en la predicción de todo el año 2013, con el 95% de intervalo de confianza y usando el modelo *HoltWinters* aditivo, no se evidencia que se refleje la caída en las ventas presentadas por la empresa a inicios de 2013.

Se optó por evaluar un tercer modelo, esta vez *HoltWinters* sin estacionalidad.

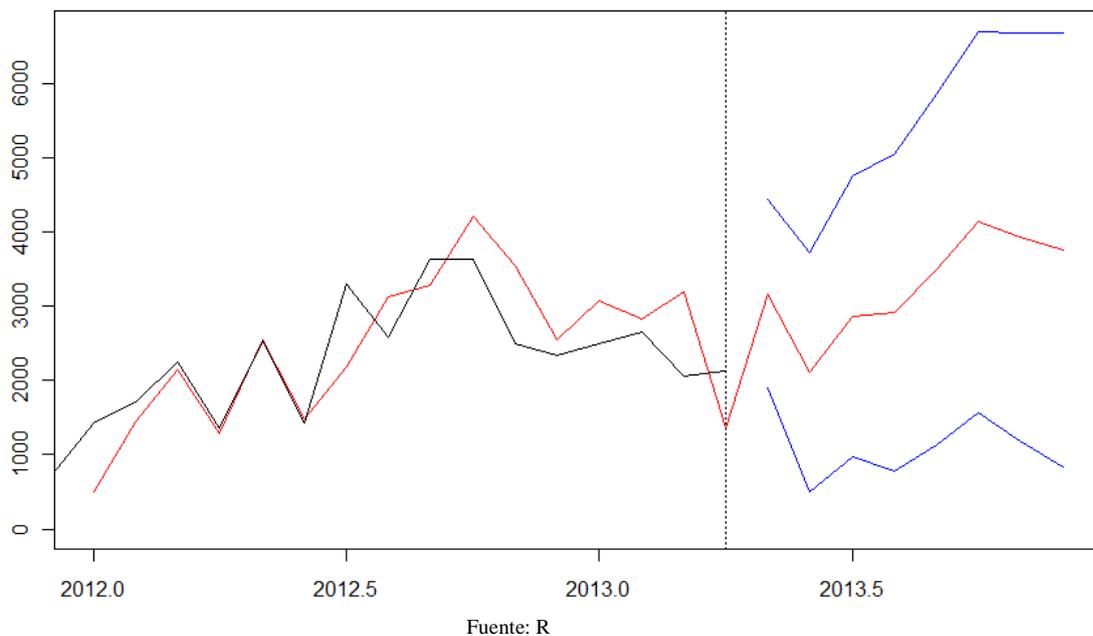
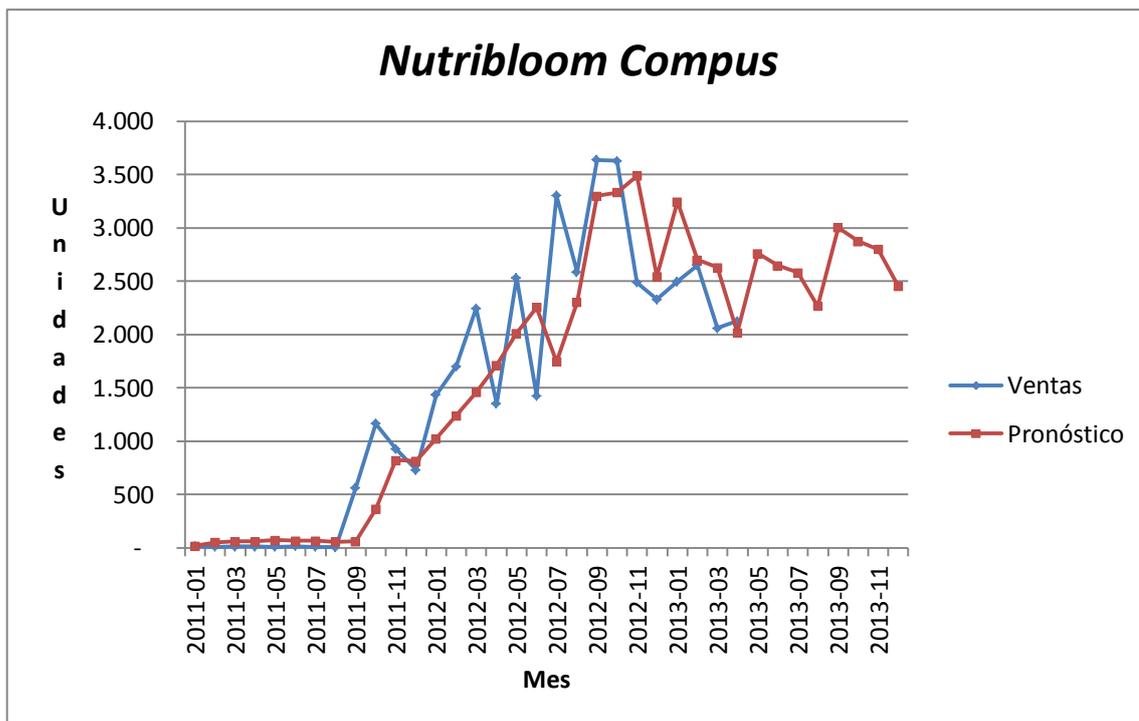


Ilustración 7 Pronóstico con intervalos de confianza para *Nutribloom Compus*

Se observa como de esta manera el pronóstico si considera la disminución de las ventas a inicios del 2013 y proyecta una sutil recuperación en lo que resta del año.

Por tanto en base a la observación de las gráficas de los distintos modelos ensayados se puede determinar que el que mejor se adapta al negocio es un modelo *HoltWinters* carente de estacionalidad.

Las ventas del producto *Nutribloom Compus*, se presentan con una evidente tendencia creciente, así como una estacionalidad de corto ciclo. Las ventas se mantienen constantes a lo largo del tiempo, la proyección usada para pronosticar la demanda es muy cercana a los valores reales registrados. Véase la ilustración 9 Pronóstico 2013 demanda *Nutribloom Compus*.



Fuente: Empresa objeto de estudio

Ilustración 8 Pronóstico demanda 2013 para *Nutribloom Compus*

3.4.3. PRODUCTO COCCI PLUS

Resulta vital para la empresa objeto del presente análisis poder aproximar la demanda futura del producto *Cocci Plus* en presentación de un kilogramo, representativo en las ventas y un producto categoría “A”. Como punto de partida se cuenta al igual que el producto anterior con un historial de veintiocho meses, mismo que inicia en enero 2011.

La tabla 5: Evolutivo de ventas de *Cocci Plus*, representa las ventas desde enero 2011 registradas del producto y con las cuales se determinará la demanda futura.

Mes	Ventas (unidades)
2011-01	179
2011-02	178
2011-03	106
2011-04	242
2011-05	424
2011-06	374
2011-07	234
2011-08	155
2011-09	104
2011-10	199
2011-11	378
2011-12	96
2012-01	180
2012-02	355
2012-03	276
2012-04	238
2012-05	314
2012-06	207
2012-07	238
2012-08	278
2012-09	335
2012-10	211
2012-11	337
2012-12	242
2013-01	319
2013-02	160
2013-03	326
2013-04	331

Fuente: Empresa objeto de estudio

Tabla 4 Evolutivo de ventas de *Cocci Plus*

3.4.4. SELECCIÓN DEL MODELO DE PRONÓSTICO PARA EL PRODUCTO COCCI PLUS

Para el presente estudio se cuenta con un historial de ventas de 28 para el producto *Cocci Plus* en formato de un kilogramo. Partiendo de esa información se deberá determinar el modelo que más se acerca a los valores de ventas reales ya que será el modelo con el que pronosticará la demanda futura de dicho producto.

Para la serie de datos perteneciente al registro de ventas del producto, se aplicarán los modelos *HoltWinters* aditivo y multiplicativo y se escogerá el óptimo.

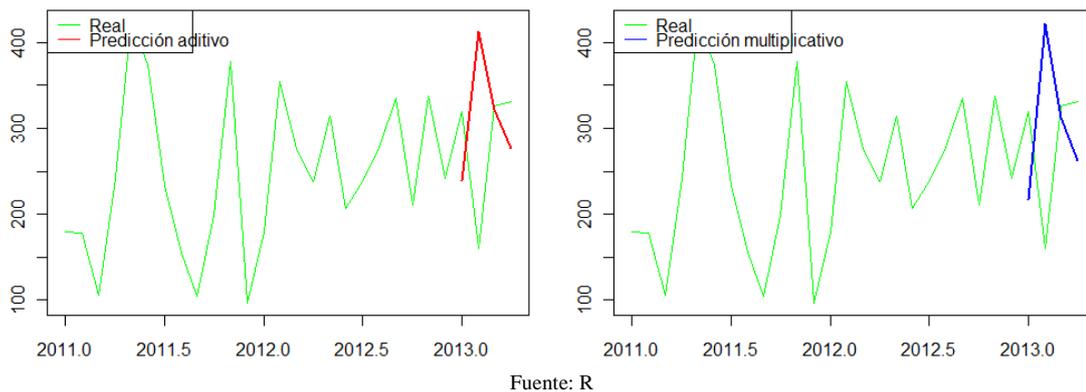
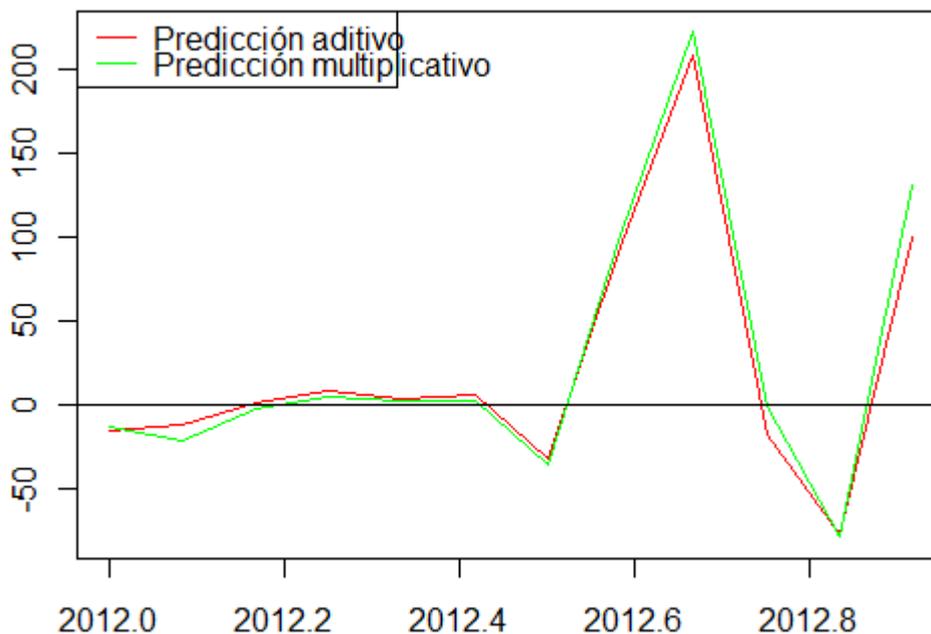


Ilustración 9 Análisis *HoltWinters* para *Cocci Plus*

Tanto el pronóstico de estacionalidad aditiva como multiplicativa resultaron semejantes, sin embargo distan de los valores reales para el segundo mes pronosticado. Es decir, que la verificación mediante las gráficas de predicción es insuficiente e incierta para optar uno de los dos modelos.

Habiendo determinado la suma cuadrática del error para ambos pronósticos, se obtuvo que el SSE aditivo es de 69.977 mientras que para el modelo multiplicativo se ubica en 84.414. Ambos modelos presentan una suma cuadrática del error cercana, sin embargo el modelo aditivo es levemente menor.

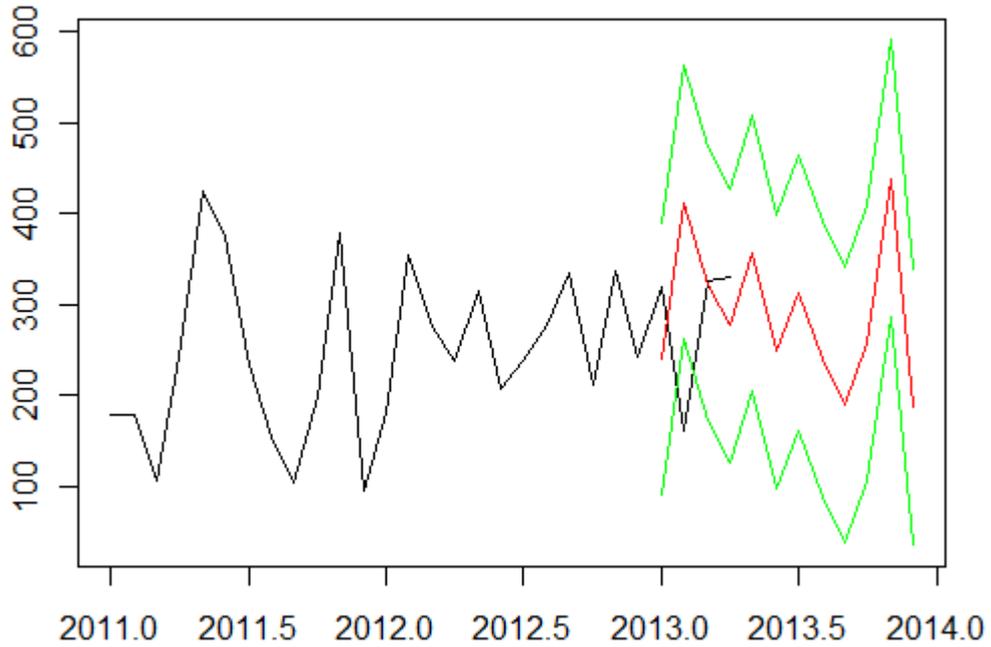


Fuente: R

Ilustración 10 Gráficas suma cuadrática del error para *Cocci Plus*

Tanto las gráficas de pronóstico como las del error residual son muy cercanas entre sí para los modelos *HoltWinters* aditivo y multiplicativo, no obstante, con esta última gráfica se puede concluir que ambos modelos son válidos para las predicciones a corto plazo, pero no a mediano ya que se alejan bastante de los valores reales. La decisión de seleccionar el modelo aditivo como el óptimo para el producto *Cocci Plus* se determinó debido a que éste presenta la menor suma cuadrática del error.

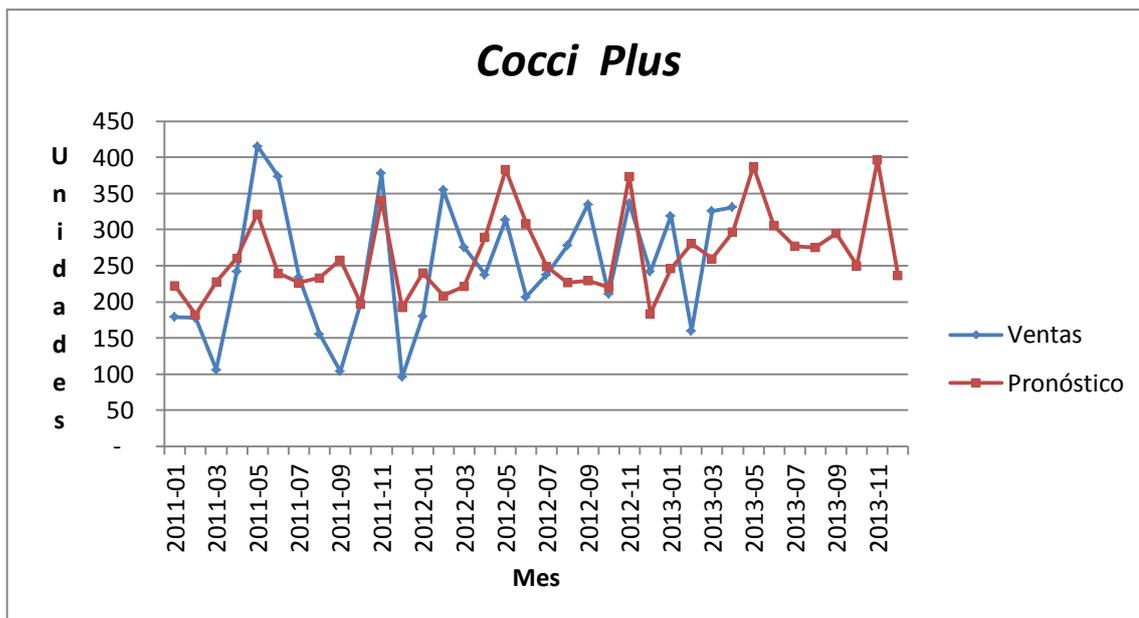
La proyección de todo el 2013 para *Cocci Plus* bajo el modelo *HoltWinters* aditivo con 95% de intervalo de confianza está dado por:



Fuente: R

Ilustración 11 Pronóstico con intervalos de confianza para *Cocci Plus*

A diferencia del producto anterior, *Cocci Plus*, presenta una demanda constante en el tiempo con estacionalidad de mediano plazo. El pronóstico resultante para el resto del año si bien guarda relación de la tendencia de los valores históricos se mantiene discreto y es muy cercano a las ventas registradas. Véase tabla 13: Pronóstico 2013 demanda Cocci Plus.



Fuente: Empresa objeto de estudio

Ilustración 12 Pronóstico demanda 2013 para *Cocci Plus*

3.5. MODELO DE INVENTARIOS

En esta sección se analizará la metodología propuesta para la determinación de la política de inventarios que más se acople a su modelo de producción y abastecimiento.

Entre los elementos determinantes en el establecimiento de las políticas de inventario se encuentra la demanda, que en el caso actual podemos observar es muy fluctuante, lo que hace complicado el uso de modelos convencionales.

Otro de los puntos a tener en cuenta es que la empresa recibe órdenes a diario y su inventario debe ser manejado de la misma forma, los reabastecimientos de materia prima vienen directamente del proveedor en grandes cantidades y con un ciclo de orden relativamente no significativo, regularmente es de unas pocas horas.

En la empresa se supervisa el inventario semanalmente. Este proceso se lo efectúa en cada almacén de manera visual, determinando en ese momento los

pedidos que crean necesarios. Dado ello se tiene que los períodos son fijos y de siete días. La fábrica recibe el pedido el mismo día en que los almacenes lo emiten que puede ser por medio de un correo electrónico o una llamada telefónica.

Como el abastecimiento de materia prima es de unas pocas horas ya que los proveedores se encuentran cerca de la fábrica y además el abastecimiento es en grandes cantidades, se supondrá un stock de materia prima infinita con tiempo de reposición igual a cero.

Debido a que se posee una demanda variable y el manejo del inventario debe ser diario hemos escogido el modelo Min-Max para el desarrollo del sistema, este método de control de inventarios es considerado el más popular entre los métodos de control de inventarios que históricamente se ha puesto en práctica para diferentes tipos de productos y empresas.

El método Min-Max tiene como objetivo establecer niveles de máximos y mínimos para cada producto. Los niveles máximos garantizan un suministro adecuado del producto durante los ciclos de pedido, pero el necesario para prevenir el exceso y derroche de existencias. Los niveles mínimos establecen el nivel más bajo posible, pero incluyen un margen de seguridad para prevenir que el producto se agote.

Min-Max normalmente considera el nivel mínimo como el stock de seguridad, este nivel mínimo es suficiente para cubrir la demanda de los siguientes días. Estos días son representados por los días mínimos de suministro. El nivel máximo de inventario es suficiente para cubrir la demanda de los siguientes días con el máximo de días de suministro. Por requerimiento de la misma empresa se conservarán los parámetros que ya poseían, esto es, dos días de suministro como mínimo y máximo.

El tiempo de reposición de *Compus Nutribloom* y el de *Cocci Plus* es normalmente de un día para ambos, es decir, su *leadtime* es de un día.

Así mismo se requiere definir un máximo y mínimo para los tamaños de las órdenes y debido a que otros de sus productos tienen producción en lotes se desea tener la capacidad de definir el múltiplo con el que cada orden debe ser pedida.

La empresa requiere que el inventario sea calculado semanalmente con los datos mensuales de la demanda, pero también necesita revisar la información diaria del inventario, ya que los procesos de fabricación se realizan día a día. En esta situación, el modelo debe ser capaz de manipular información en diferentes escalas de tiempo y transformarla para que el usuario sea capaz de comprenderla sin la necesidad de realizar ninguna conversión de tiempo.

Debido a que la empresa no cuenta con datos sobre histórico de manufacturas, costos asociados a la producción ni planes de producción bien establecidos, se optó por utilizar un modelo de inventario que sea sencillo y fácil de aplicar pero así mismo flexible y robusto.

Como la demanda de los productos es fluctuante y no sigue patrones de estacionalidad ni tendencia bien definidos, el tamaño de los lotes a ordenar debe ser variable con respecto a la demanda, así mismo, el stock de seguridad no necesariamente debe ser un valor estático sino variar y ser dinámico a razón de la demanda.

Con el modelo de inventario a sugerir, se busca reducir costos e incrementar el nivel de servicio de la empresa, asegurando a los clientes la cantidad de productos que requieran en el tiempo acordado.

Compus Nutribloom, tiene una demanda promedio de 1.339 unidades al mes y desviación estándar de 1.250. En cambio, *Cocci Plus*, tiene una demanda promedio de 54 unidades por mes, con una desviación estándar de 20.

La demanda promedio del *Compus Nutribloom* es muy variante en el tiempo, mientras que la de *Cocci Plus* mantiene un promedio cercano al resto de períodos, esto tendrá impacto sobre el inventario y el modelo elegido, ya que debe ser lo suficientemente flexible para lidiar con este tipo de excepcionalidades.

La fábrica no cuenta con una bodega propia de gran tamaño, lo que dificulta lidiar con órdenes grandes en el día a día, por ello el modelo deberá manejar el inventario de tal forma que permita un nivel de rápida rotación de los productos.

De acuerdo al análisis previo se tomó la decisión de considerar el modelo de mínimos y máximos como idóneo para la presente tesis debido a que se acopla a las necesidades de la empresa.

Mínimos y máximos es un modelo sencillo que pretende realizar el manejo del inventario de los almacenes con períodos cortos entre órdenes y lograr un inventario óptimo. Permitiendo establecer los niveles de existencias y definir un período de revisión de los mismos.

La versatilidad del modelo de mínimos y máximos, permite tener variabilidades en la cantidad de re-orden, con ello podemos lograr niveles de servicio mucho más altos pero incurriendo en un alza de costos por inventario y mayor necesidad de espacio para almacenamiento. Esta característica será controlada dentro del presente desarrollo debido a que la empresa no cuenta con una gran bodega, por esto el modelo debe realizar pedidos menos espaciados en el tiempo y que permitan mantener el nivel de servicio y optimizar el inventario.

Normalmente el inventario mínimo o de seguridad para este modelo está dado por la ecuación:

$$\text{Inventario de Seguridad} = \text{Consumo Promedio diario} * \text{Días de reposición}$$

Compus Nutribloom

$$\text{Inventario de Seguridad} = 46 * 1 = 46$$

Cocci Plus

$$\text{Inventario de Seguridad} = 2 * 1 = 2$$

Éstos son los inventarios de seguridad recomendados por el método, pero en la práctica, junto con la empresa se analizó la situación, llegando a la conclusión de que el inventario de seguridad debe ser capaz de variar con respecto a la demanda, ya que la misma es muy fluctuante en el tiempo. Esto llevó a considerar la propuesta de generar dependencia en las variables del sistema de manera directamente proporcional a la demanda.

La siguiente ecuación se utilizará para el cálculo del inventario de seguridad por cada período de inventario:

$$\text{Inventario de Seguridad}(i) = \sum_{j=i}^{i+k} d$$

Dónde:

i: Período actual

k: Días de cobertura de la demanda

d: Demanda

Siendo los días de cobertura de la demanda, aquellos en los que como mínimo se debe cubrir por cada vez que se realiza la recomendación de una orden. A su vez como mínimo se debería tener lo suficiente para cubrir dos días de demanda:

$$\text{Inventario de Seguridad}(i) = \sum_{j=i}^{i+2} d$$

El inventario mínimo será igual al inventario de seguridad:

$$\text{Inventario Mínimo} = \text{Inventario de Seguridad}$$

Por otra parte se tiene que el inventario máximo está dado por:

$$\text{Inventario Máximo} = \text{Inventario Mínimo} + W$$

Donde W es así mismo una cantidad que varía con respecto a la demanda, esta cantidad debe ser tal que se obtengan órdenes que permitan mantener el nivel de servicio y eviten incrementar de manera abrupta el inventario en bodega y con ello los costos de mantención. Según la experiencia se supo que el máximo de productos almacenados en bodega no debe superar cuatro días de cobertura, con ello se tiene que:

$$\text{Inventario Máximo} = \text{Inventario Mínimo} + \sum_{j=i}^{i+2} d$$

$$\text{Inventario Máximo} = \sum_{j=i}^{i+2} d + \sum_{j=i}^{i+2} d = \sum_{j=i}^{i+4} d$$

Cuando el inventario llegue al nivel de seguridad entonces una orden será generada y la cantidad a ordenar estará determinada en base al inventario disponible, el inventario máximo y la cantidad que se desea cubrir o la demanda.

Cantidad a Ordenar

$$= \text{Inventario Máximo} - (\text{Inventario Disponible} - \text{Demanda})$$

En el que el inventario disponible corresponde a la cantidad de inventario con la que se cuenta al iniciar el período actual sumado a las órdenes calendarizadas o comprometidas.

Inventario Disponible(i)

$$= \text{Inventario Inicial}(i) + \text{Órdenes Comprometidas}(i)$$

Las órdenes comprometidas son tipos especiales de órdenes que han sido vendidas con anterioridad y que comprometen el inventario.

3.6 IMPLEMENTACIÓN INFORMÁTICA

El modelo fue desarrollado sobre la plataforma tecnológica .NET ya que facilita el proceso de construcción de programas de multipropósito en ambientes escritorio, web y móvil. .NET es un conjunto estandarizado de conceptos, prácticas y librerías diseñadas para elaborar componentes de software utilizando casi cualquier tipo de lenguaje de programación.

Si la empresa en un futuro desea utilizar la aplicación en todas sus sucursales, .NET permite realizar aplicaciones reutilizables e interoperables en diferentes ambientes.

Dentro de la plataforma, el lenguaje de programación orientado a objetos *C Sharp* brinda un modelo de programación dinámica, de fácil manejo e intuitiva, ahorrando mucho tiempo de creación de código y funciones complejas. Debido a sus funciones de orden superior es utilizado ampliamente para el desarrollo de software para propósitos matemáticos y analíticos.

En la actualidad los datos proporcionados por la empresa se encuentran en formato digital dentro de documentos Microsoft Excel dificultando su usabilidad en el futuro, por ello, se decidió utilizar *SQL Server 2008* edición estándar como repositorio. Esta base de datos permite almacenar, mantener y estructurar la información para que sea consumida por cualquier tipo de sistema multiplataforma. Otra de las características del uso de las bases de datos es que permite el acceso a los datos desde lugares externos a la empresa permitiendo así que en un futuro el sistema de software sea utilizado desde el resto de las sucursales manteniendo un repositorio central de información.

Los requerimientos para el sistema informático, planteados por la empresa, fueron los siguientes:

- Que facilite la gestión del inventario de futuros productos.
- Los datos de entrada serán ingresados en períodos mensuales.
- Los datos de salida del inventario se encuentren en períodos diarios y semanales.
- El sistema deberá permitir exportar los resultados del inventario en formato Microsoft Excel para que sea de fácil manejo por parte del personal.

Nombre	Código	Descripción	Mes Inicio Inventario	Cant. Inv Inicial	Tiempo Espera Orden	Días de Cobertura Seguridad	Tipo de Inv Seguridad	Cant. Inventario Seguridad	Orden Mínima	Orden Máxima	Ordenar por Múltiplos	Acumula Demanda Insatisfecha	Días de Cobertura Demanda
Cocoi Plus	COCCI		2013-01	10.00	1.00	2.00	C	100.00				5	2.00
Compu Nobibloom	COMPLUS		2013-01	500.00	1.00	2.00	I	100.00				5	2.00

Mes	Historico Ventas	Planificado Ventas	Órdenes Comprometidas
2011-01	45.00	45.00	
2011-02	29.00	29.00	
2011-03	33.00	33.00	
2011-04	51.00	51.00	
2011-05	52.00	52.00	
2011-06	13.00	13.00	
2011-07	43.00	43.00	
2011-08	25.00	25.00	
2011-09	40.00	40.00	
2011-10	41.00	41.00	
2011-11	63.00	63.00	
2011-12	47.00	47.00	
2012-01	68.00	68.00	
2012-02	68.00	68.00	
2012-03	56.00	56.00	

Fuente: Sistema de Inventario

Ilustración 13 Implementación del Sistema de Inventario

La ilustración 15, muestra la pantalla principal del sistema, la misma permite ingresar diversos productos así como sus características:

- Nombre del producto.
- Código, codificación interna que la empresa asigna a cada producto terminado.
- Descripción del producto.
- Mes inicio inventario, mes desde el que se inicia el análisis del inventario.
- Cantidad inventario inicial, cantidad de producto en el tiempo cero.
- Tiempo espera orden, también conocido como *leadtime*, tiempo transcurrido desde que la orden de trabajo es ingresada hasta que se cuenta con el producto terminado.
- Días de cobertura de seguridad, es el número de días hacia adelante en los cuales se cubrirá la demanda.
- Tipo de inventario de seguridad, la empresa requiere contar con dos tipos de inventarios de seguridad:
 - Tipo cobertura “C”, este tipo de inventario de seguridad varía con respecto a la demanda tomando en cuenta los días de cobertura de seguridad.

$$\text{Inventario de Seguridad}(i) = \sum_{j=i}^{i+CV} d$$

Dónde:

d: Demanda

i: Período actual

CV: Días de cobertura de seguridad

- Tipo interno “I”, este tipo de inventario de seguridad es constante con respecto al tiempo.

$$\text{Inventario de Seguridad}(i) = C$$

Dónde: “C” es una constante

- Cantidad de inventario de seguridad, parámetro asociado con el inventario de seguridad tipo interno “I”, es la constante que será tomada por el sistema para establecer la cantidad mínima de inventario en cada período o punto de re-orden.
- Orden mínima, es la mínima cantidad que el sistema puede ordenar por un producto específico.
- Orden máxima, es la máxima cantidad que el sistema puede ordenar por cada producto específico.
- Ordenar por múltiplos, parámetro que permite que el sistema realice las órdenes en múltiplos de una cantidad específica, pensado para soportar la ++**fabricación por lotes**.
- Acumula demanda insatisfecha, permite establecer si el sistema acumula demanda no soportada hacia el siguiente período como un *backlog*.
- Días de cobertura demanda, máximo de días que la demanda puede ser cubierta sobre el inventario de seguridad. Este parámetro permite al

sistema manejar un nivel máximo en base a la demanda, tantos días en el futuro como la empresa requiera.

Los distintos niveles de tiempo que maneja el sistema, ya sea mensual, semanal o diario, es gracias a una característica de expansión y compresión a base de períodos y porcentajes asociados.

En el desarrollo del sistema se aplicaron estándares de programación que permitan la reutilización de código y su portabilidad. La versatilidad del sistema permite a los usuarios agregar más tipos de productos, así como sus datos de ventas y pronósticos. Con esto los usuarios en un futuro pueden realizar el análisis de inventario de diversos tipos de productos sin necesidad de realizar cambios estructurales en el sistema.

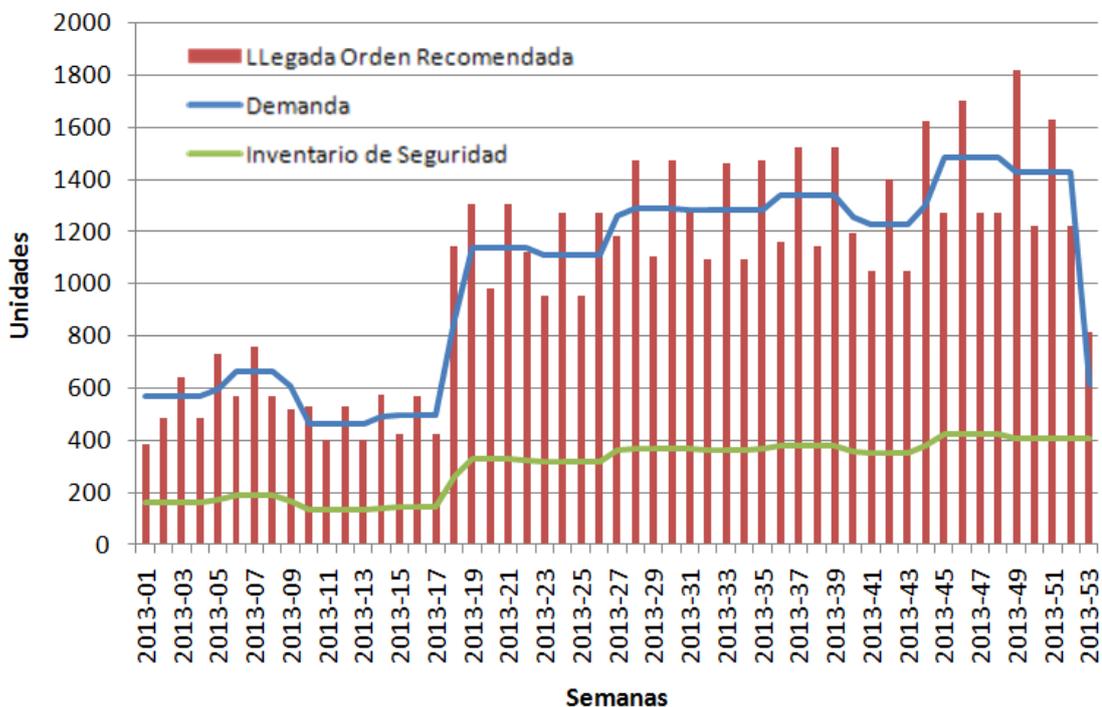
Una vez que los usuarios han definido los datos de entrada del sistema, éste mediante una barra de herramientas permite de manera sencilla la ejecución del análisis del inventario para los productos. Luego de realizar los cálculos necesarios facilita al usuario el resultado en formato Microsoft Excel, permitiendo de esta manera que los directivos revisen la información generada y tomen decisiones en función de la misma.

La tabla 6 del anexo 2 ilustra el contenido que se encuentra en la base de datos, el cual permite hacer el proceso de expansión y compresión de valores.

Una vez que el usuario realiza la ejecución del cálculo del inventario en el sistema, éste retorna los resultados en un formato de Microsoft Excel, tal como puede observarse en las tablas 7, 8, 9 y 10 del anexo 2.

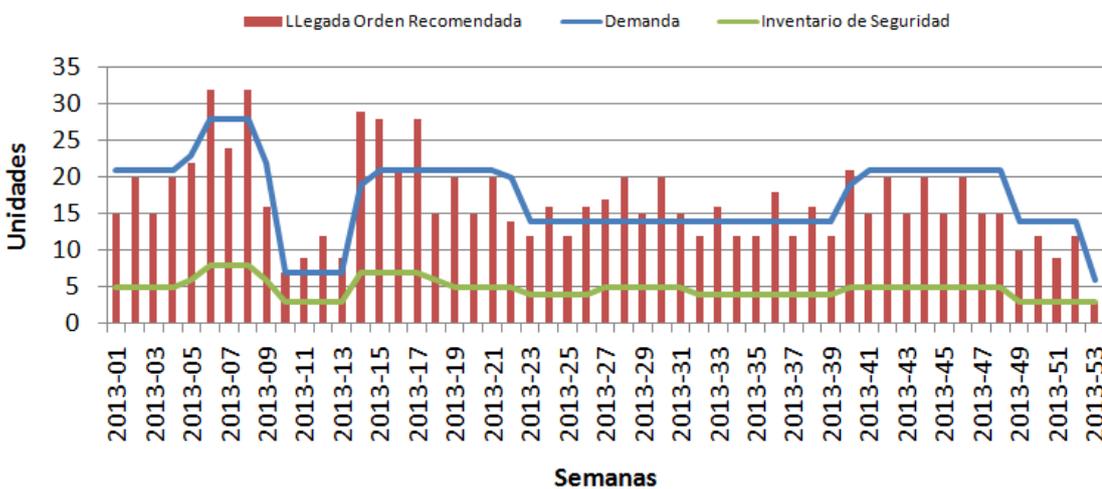
Con base en lo mencionado, el modelo mantiene un inventario de seguridad en base al comportamiento de la demanda de los dos días venideros. Con esto

genera órdenes que permiten cumplir con todos los pedidos y evitan un sobre stock de productos.



Fuente: Sistema de Inventario

Ilustración 14 Demanda de *Compus Nutribloom* vs. Órdenes vs. Inventario de seguridad



Fuente: Sistema de Inventario

Ilustración 15 Demanda de *Cocci Plus* vs. Órdenes vs. Inventario de seguridad

Uno de los puntos críticos que afectaban las ventas de la empresa eran los puntos de ruptura, ya que al tener un inventario revisado semanalmente llegaban órdenes demasiado grandes, las cuales no podían ser procesadas en períodos de tiempo cortos y esto generaba retrasos en las entregas e innumerables

inconvenientes al momento de realizar el plan de producción. El modelo actual toma las ventas por mes y realiza el control de inventario en dos diferentes niveles de tiempo: diario y semanal, otorgando la flexibilidad necesaria a la empresa para poder realizar sus planificaciones tanto diarias como semanales.

Dentro de los Anexos se encuentra el Manual de Usuario del sistema con especificaciones y configuraciones más detalladas del mismo.

3.7 COSTOS ASOCIADOS

A continuación se analizarán los costos asociados al inventario, aquellos a considerar en el presente análisis:

- Costo de ordenar
- Costo de compra
- Costo de mantenimiento de inventario

El costo de ordenar (CO), será calculado con respecto a la gestión anual acumulada, la tabla 11 muestra los costos asociados a una orden:

Usos	Costos
Telefonía	\$ 0,20
Energía eléctrica	\$ 11,75
Internet	\$ 0,10
Total	\$ 12,05

Fuente: Empresa objeto de estudio

Tabla 5 Costos asociados a una orden

Los dos primeros gastos están asociados a las órdenes de trabajo, ya que los pedidos se realizan por medio de teléfono o correo electrónico. La empresa gasta un promedio de 150 KWh por operación y el costo actual por KWh en Ecuador a empresas del ámbito comercial es de \$ 0,0783 [6].

$$\text{Costo anual por ordenar(CO)} = 12.05 * \text{Cantidad de órdenes al año}$$

El total de órdenes al año para *Compus Nutribloom* es de 180, este valor se obtuvo de los resultados de la ejecución del inventario por medio del sistema, por lo que el costo anual está dado por:

$$\text{Costo anual por ordenar(CO)} = 12.05 * 180 = \$2,169.00$$

El total de órdenes al año para *Cocci Plus* es de 177, valor también obtenido a través de la ejecución del sistema de inventario, teniéndose:

$$\text{Costo anual por ordenar} = 12.05 * 177 = \$2,132.85$$

$$\text{Costo total anual por ordenar(CO)} = \$4,301.85$$

El Costo de compra (CA), será calculado con respeto al costo en que se incurre por la manufactura de un producto terminado, esto incluye costo de materia prima, costo de transporte o flete y costos fijos. La tabla 12 muestra los costos asociados a colocar toda la cantidad de productos terminados de acuerdo a las órdenes de trabajo generadas por el sistema.

Producto	Costo	Manufacturas	Costo total
Compus Nutribloom	\$ 6,00	54.852	\$ 329.112,00
Cocci Plus	\$ 10,00	878	\$ 8.780,00

Fuente: Sistema de Inventario

Tabla 6 Costos asociados a la producción

$$\text{Costo total anual de compra (CA)} = \$337,892.00$$

El Costo de mantenimiento de inventario (CH), está dado por todos los costos asociados en la conservación de una unidad de cada producto en bodega por un período de tiempo determinado.

Para este cálculo se tomará en consideración los gastos reportados en el período 2012 y tomando en cuenta la tasa de interés vigente efectiva a junio del 2013 que el Banco Central del Ecuador la sitúa en un 9.53 % para el Sector Productivo Empresarial [7].

Sueldos	\$ 9,600.00
Funcionamiento(Electricidad, Maquinaria, Controles y Mantenimiento)	\$ 3,360.00
Seguros	\$ 4,800.00
TOTAL	\$ 17,760.00

Fuente: Sistema de Inventario

Tabla 7 Costos asociados al mantenimiento del inventario

Una vez obtenidos estos costos podemos estimar el costo total:

$$\text{Costo Total} = \text{CA} + \text{CO} + \text{CH}$$

$$\text{Costo Total} = \$4,301 + \$337,892 + \$17,760$$

$$\text{Costo Total} = \$359,953$$

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Con el presente desarrollo se gestionó la implementación de una política de inventario, así como también, un producto de software que permita su fácil administración, habiendo seleccionado el modelo de pronóstico de la demanda en base al historial de ventas de la empresa objeto de estudio, una productora de formulaciones alimenticias orgánicas para el sector acuífero ecuatoriano.

Con la recopilación de información quedó en evidencia que el método actual de gestión del inventario estaba bajo responsabilidad de operarios que lo hacían de forma empírica y manual, consecuentemente, las operaciones se volvían lentas, tediosas y poco confiables. Se propuso soluciones mediatas mediante la clasificación ABC, el análisis de la demanda y el diseño de un modelo de inventarios implementado en un producto de software adaptado a las necesidades de la empresa.

Mediante el análisis ABC se determinó que los productos con mayor valor monetario del inventario son *Nutribloom Compus* y *Cocci Plus*. Se advirtió a la empresa que el personal debe llevar un control más exhaustivo sobre estos productos y así evitar pérdidas por caducidad, mala rotación, entre otros.

Se analizó el comportamiento de la demanda durante quince meses de los productos *Nutribloom Compus* y *Cocci Plus*, pronosticando la demanda futura mediante un modelo *HoltWinters* aditivo, se evidenció que el primero presenta una evidente tendencia creciente, así como una estacionalidad de corto ciclo. Mientras que el *Cocci Plus* sigue una demanda constante en el tiempo con estacionalidad de mediano plazo.

Se aplicó la política de gestión de inventarios de mínimos y máximos por su flexibilidad al momento de manejar demandas fluctuantes empujadas directamente por el mercado. Además es ideal para mantener cantidades de inventario pequeñas, mismas que, varían entre dos cotas por periodos de tiempo.

Al finalizar el análisis de la política de inventarios y mediante el uso de modelos matemáticos se logró diseñar un producto de software que permita la automatización de los procesos. La arquitectura del mismo tiene una gran versatilidad para acoplarse a las necesidades de la empresa, permitiendo registrar cualquier tipo de producto del que se desee gestionar su inventario, es altamente escalable al utilizar una base de datos como repositorio de información y al adecuado manejo de concurrencias para las estaciones de trabajo para que los empleados ingresen la información.

Cabe recalcar que el sistema está abierto a la implantación de nuevos módulos para así adaptarse a la cambiante dinámica del sector económico en el que se desarrolla la empresa; para su implementación se usaron estándares de desarrollo de software como manejo de capas y codificación con patrones de diseño.

Al concluir este estudio los resultados obtenidos nos comprueban un ahorro de \$140,047 asociados a gastos de producción y mantenimiento de inventario.

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda adaptar la presente propuesta para la administración del inventario en la empresa, con el propósito de mantener un manejo adecuado de los productos, mejorar los estándares con respecto a los tiempos de entrega de productos terminados, incrementar los ingresos directos por las ventas y disminuir los costos de almacenamiento y producto terminado desechado.

Si bien el sistema de software facilitará la gestión del inventario y ayudará a reducir cargas de trabajo y gastos asociados al almacenamiento, se recomienda a la empresa capacitación constante a sus empleados en el manejo del mismo así como el compromiso de su utilización y correcta provisión de datos.

Finalmente se sugiere implantar un esquema de seguridad para el sistema y la base de datos, mediante la creación de grupos personalizados de usuarios y roles, como un alcance al sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Acosta, J.C. (2010). La Acuicultura en Ecuador: El Camarón y La Tilapia.
- [2] Cámara Nacional de Acuicultura del Ecuador (2013). Exportaciones por Mercado y País Comparativo acumulado.
- [3] Gaither, N. & Frazier, G. (2003). Administración de la producción y de las operaciones. Introducción y Panorama General.
- [4] Grafico ABC como técnica de Gestión de Inventarios. Recuperado de <http://www.unlu.edu.ar/~ope20156/pdf/abc.pdf>
- [5] Hanna, M. (2004). Métodos cuantitativos para los negocios. (Novena edición).
- [6] Consejo Nacional de Electricidad (2012). Boletín Estadístico del Sector Eléctrico Ecuatoriano. Recuperado de <http://www.conelec.gob.ec/>
- [7] Banco Central del Ecuador (2013). Tasas de Interés Activas Efectivas Vigentes a Junio del 2013. Recuperado de <http://www.bce.fin.ec/docs.php?path=documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/Indice.htm>

ANEXOS

ANEXO 1: MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA DE INVENTARIO

El objetivo de este manual de usuario es facilitar el procedimiento de la instalación y del uso del Sistema de Inventario.

El manual contempla el ingreso de productos, información de ventas y el cálculo de inventario.

1.1. GLOSARIO

The screenshot shows the main window of the 'Sistema de Inventarios' application. At the top, there is a menu bar with options: 'Cargar Datos', 'Agregar Periodos', 'Guardar', 'Calcular Inventario', and 'Cerrar'. Below the menu is a table with the following columns: Nombre, Código, Descripción, Mes Inicio Inventario, Cant. Inv Inicial, Tiempo Espera Orden, Dias de Cobertura Seguridad, Tipo de Inv Seguridad, Cant. Inventario Seguridad, Orden Mínima, Orden Máxima, Ordenar por Múltiplos, Acumula Demanda Insatisfecha, and Dias de Cobertura Demanda. Two rows are visible: 'Cocoi Plus' (Código: COCCI, Mes Inicio: 2013-01, Cant. Inv Inicial: 10.00, Tiempo Espera Orden: 1.00, Dias de Cobertura Seguridad: 2.00, Tipo de Inv Seguridad: C, Cant. Inventario Seguridad: 100.00, Orden Mínima: , Orden Máxima: , Ordenar por Múltiplos: S, Acumula Demanda Insatisfecha: S, Dias de Cobertura Demanda: 2.00) and 'Compu Nohibloom' (Código: COMPLUS, Mes Inicio: 2013-01, Cant. Inv Inicial: 500.00, Tiempo Espera Orden: 1.00, Dias de Cobertura Seguridad: 2.00, Tipo de Inv Seguridad: I, Cant. Inventario Seguridad: 100.00, Orden Mínima: , Orden Máxima: , Ordenar por Múltiplos: S, Acumula Demanda Insatisfecha: S, Dias de Cobertura Demanda: 2.00). Below this table is another table with columns: Mes, Historico Ventas, Planotico Ventas, and Ordenes Comprometidas. The 'Historico Ventas' table shows data from 2011-01 to 2012-03, with values ranging from 13.00 to 68.00.

Fuente: Sistema de Inventario

Ilustración 16 Ventana principal Sistema de Inventario

- Nombre, del producto.
- Código, codificación interna que la empresa asigna a cada producto terminado.
- Descripción del producto.
- Mes inicio inventario, mes desde el que se inicia el análisis del inventario.
- Cantidad inventario inicial, cantidad de producto en el tiempo cero.

- Tiempo espera orden, también conocido como *leadtime*, tiempo transcurrido desde que la orden de trabajo es ingresada hasta que se cuenta con el producto terminado.
- Días de cobertura de seguridad, es el número de días hacia adelante en los cuales se cubrirá la demanda.
- Tipo de inventario de seguridad, la empresa requiere contar con dos tipos de inventarios de seguridad:
 - Tipo cobertura “C”, este tipo de inventario de seguridad varía con respecto a la demanda tomando en cuenta los días de cobertura de seguridad.

$$\text{Inventario de Seguridad}(i) = \sum_{j=i}^{i+CV} d$$

Dónde:

d: Demanda

i: Período actual

CV: Días de cobertura de seguridad

- Tipo interno “I”, este tipo de inventario de seguridad es constante con respecto al tiempo.

$$\text{Inventario de Seguridad}(i) = C$$

Dónde: “C” es una constante

- Cantidad de inventario de seguridad, parámetro asociado con el inventario de seguridad tipo interno “I”, es la constante que será tomada por el sistema para establecer la cantidad mínima de inventario en cada período o punto de re-orden.

- Orden mínima, es la mínima cantidad que el sistema puede ordenar por un producto específico.
- Orden máxima, es la máxima cantidad que el sistema puede ordenar por cada producto específico.
- Ordenar por múltiplos, parámetro que permite que el sistema realice los órdenes en múltiplos de una cantidad específica, pensado para soportar la ++fabricación por lotes.
- Acumula demanda insatisfecha, permite establecer si el sistema acumula demanda no soportada hacia el siguiente período como un *backlog*.
- Días de cobertura demanda, máximo de días que la demanda puede ser cubierta sobre el inventario de seguridad, este parámetro permite al sistema manejar un nivel máximo en base a la demanda, tantos días en el futuro como la empresa requiera.

1.2. PROCEDIMIENTO PARA EL INGRESO DE PRODUCTOS Y CÁLCULO DEL INVENTARIO

El sistema está diseñado para la gestión del inventario de múltiples productos, cuando el usuario selecciona una nueva fila tiene la opción de ingresar un nuevo producto al sistema.

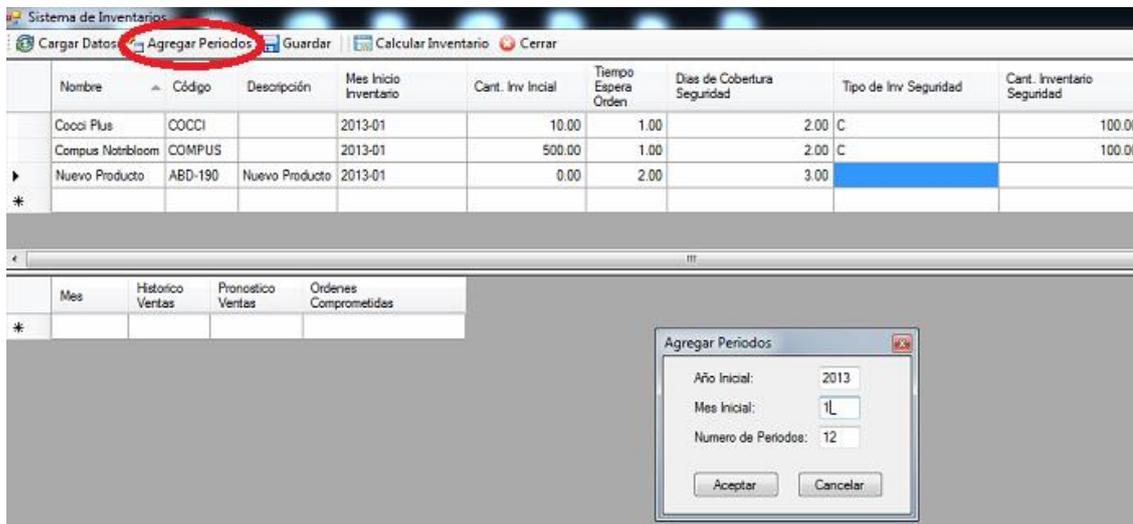
Nombre	Código	Descripción	Mes Inicio Inventario	Cart. Inv Inicial	Tiempo Espera Orden	Días de Cobertura Seguridad	Tipo de Inv Seguridad	Cart. Inventario Seguridad	Orden Mínima	Orden Máxima	Ordenar por Múltiplos	Acumula Demanda Insatisfecha	Días de Cobertura Demanda
Coco Plus	COCCI		2013-01	10.00	1.00	2.00	C	100.00				S	2.00
Cromo-Med Bloom	COMPUS		2013-01	500.00	1.00	2.00	C	100.00				S	2.00

Mes	Historico Ventas	Pronostico Ventas	Ordenes Comprometidas
2011-01	45.00	45.00	
2011-02	29.00	29.00	
2011-03	33.00	33.00	
2011-04	51.00	51.00	
2011-05	52.00	52.00	
2011-06	13.00	13.00	
2011-07	43.00	43.00	
2011-08	25.00	25.00	
2011-09	40.00	40.00	
2011-10	41.00	41.00	
2011-11	63.00	63.00	
2011-12	47.00	47.00	
2012-01	68.00	68.00	
2012-02	68.00	68.00	
2012-03	56.00	56.00	
2012-04	74.00	74.00	
2012-05	71.00	71.00	
2012-06	48.00	48.00	
2012-07	70.00	70.00	
2012-08	49.00	49.00	
2012-09	104.00	104.00	

Fuente: Sistema de Inventario

Ilustración 17 Opción “Nuevo Producto”

Una vez definidas las características del producto el usuario puede ingresar los períodos de trabajo para el producto mediante el botón “Agregar Períodos”.

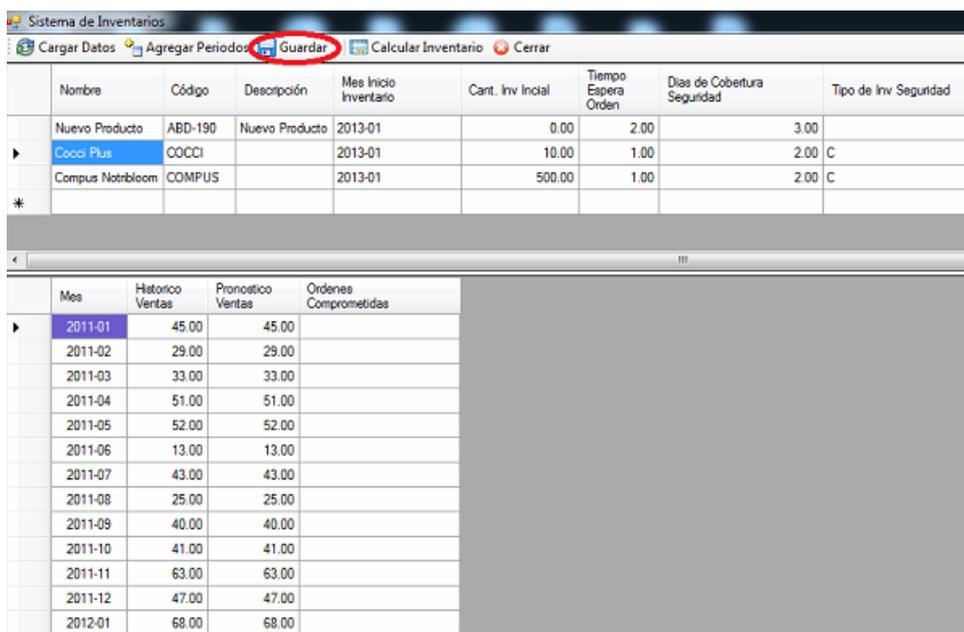


Fuente: Sistema de Inventario

Ilustración 18 Opción “Agregar Período”

Mediante esta opción se permite especificar el año del cual se ingresarán los períodos, así como el mes inicial y el número de períodos.

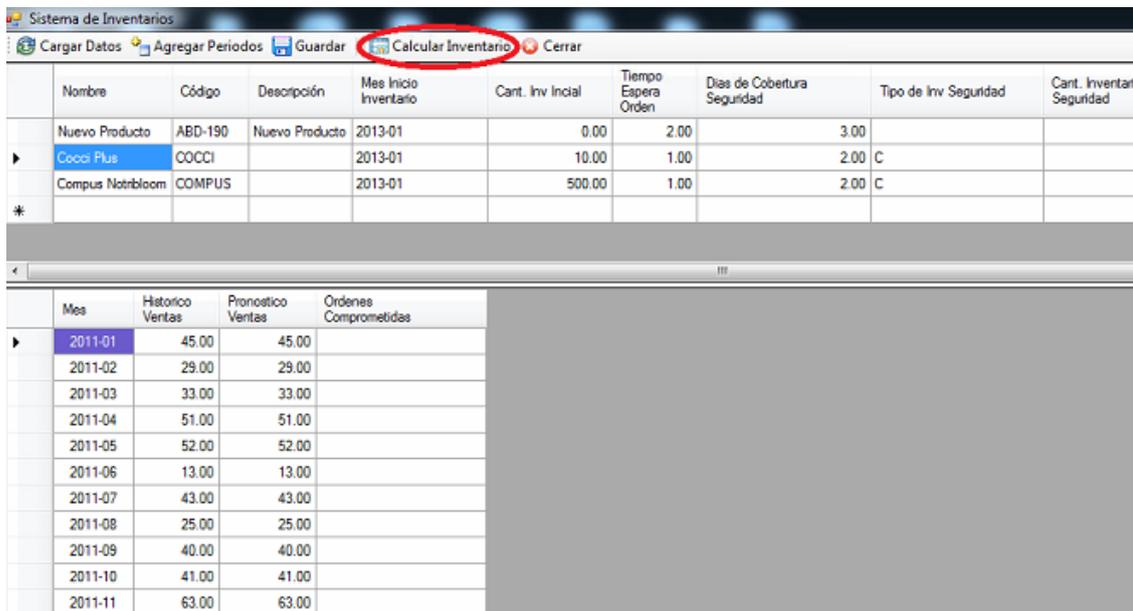
Una vez que los datos estén correctos el usuario puede aceptar sus cambios dando clic sobre el botón “Guardar”.



Fuente: Sistema de Inventario

Ilustración 19 Opción “Guardar”

Luego de Guardar los cambios el usuario puede ejecutar el cálculo del inventario por medio del botón “Calcular Inventario”.



Fuente: Sistema de Inventario

Ilustración 20 Opción “Calcular Inventario”

Aplicando esta opción se realizará el proceso de cálculo del inventario en base a los parámetros que el usuario ingresó al sistema. Una vez terminado el proceso se generará un archivo de salida que contendrá los resultados por cada producto y en formato semanal y diario.

Semana	Demanda	Inventario Inicial	Inventario Final	Orden Recomendada	Llegada Orden	Orden Recomendada	Demanda Insatisfecha	Inventario de Seguridad
2013-01	567	500	322	386	386	386	0	161
2013-02	567	322	242	644	483	483	0	161
2013-03	567	242	322	483	644	644	0	161
2013-04	567	322	242	644	483	483	0	161
2013-05	595	242	379	568	729	729	0	171
2013-06	665	379	284	756	567	567	0	189
2013-07	665	284	379	567	756	756	0	189
2013-08	665	379	284	756	567	567	0	189
2013-09	607	284	199	465	521	521	0	169
2013-10	462	199	266	399	532	532	0	133
2013-11	462	266	199	532	399	399	0	133
2013-12	462	199	266	399	532	532	0	133
2013-13	462	266	199	541	399	399	0	133
2013-14	492	199	283	435	577	577	0	141
2013-15	497	283	213	568	426	426	0	142
2013-16	497	213	283	426	568	568	0	142
2013-17	497	283	213	568	426	426	0	142
2013-18	865	213	490	1329	1144	1144	0	261
2013-19	1141	490	653	981	1308	1308	0	327
2013-20	1141	653	490	1308	981	981	0	327
2013-21	1141	490	653	981	1308	1308	0	327
2013-22	1137	653	635	1121	1121	1121	0	325
2013-23	1113	635	476	1272	954	954	0	318
2013-24	1113	476	635	954	1272	1272	0	318
2013-25	1113	635	476	1272	954	954	0	318
2013-26	1113	476	635	954	1272	1272	0	318
2013-27	1263	635	553	1553	1184	1184	0	365

Fuente: Sistema de Inventario

Ilustración 21 Inventario semanal

Fecha	Periodo Mensual	Día del Mes	Porcentaje/Mes	Numero Días Mes	Periodo Semanal	Día de la Semana	Porcentaje/Semana	Numero Días Semana
30/12/2012	2013-01	30	0.032258065	33	2013-01	1	0.142857143	7
31/12/2012	2013-01	31	0.032258065	33	2013-01	2	0.142857143	7
01/01/2013	2013-01	1	0.032258065	33	2013-01	3	0.142857143	7
02/01/2013	2013-01	2	0.032258065	33	2013-01	4	0.142857143	7
03/01/2013	2013-01	3	0.032258065	33	2013-01	5	0.142857143	7
04/01/2013	2013-01	4	0.032258065	33	2013-01	6	0.142857143	7
05/01/2013	2013-01	5	0.032258065	33	2013-01	7	0.142857143	7
06/01/2013	2013-01	6	0.032258065	33	2013-02	1	0.142857143	7
07/01/2013	2013-01	7	0.032258065	33	2013-02	2	0.142857143	7
08/01/2013	2013-01	8	0.032258065	33	2013-02	3	0.142857143	7
09/01/2013	2013-01	9	0.032258065	33	2013-02	4	0.142857143	7
10/01/2013	2013-01	10	0.032258065	33	2013-02	5	0.142857143	7
11/01/2013	2013-01	11	0.032258065	33	2013-02	6	0.142857143	7
12/01/2013	2013-01	12	0.032258065	33	2013-02	7	0.142857143	7
13/01/2013	2013-01	13	0.032258065	33	2013-03	1	0.142857143	7
14/01/2013	2013-01	14	0.032258065	33	2013-03	2	0.142857143	7
15/01/2013	2013-01	15	0.032258065	33	2013-03	3	0.142857143	7
16/01/2013	2013-01	16	0.032258065	33	2013-03	4	0.142857143	7
17/01/2013	2013-01	17	0.032258065	33	2013-03	5	0.142857143	7
18/01/2013	2013-01	18	0.032258065	33	2013-03	6	0.142857143	7
19/01/2013	2013-01	19	0.032258065	33	2013-03	7	0.142857143	7
20/01/2013	2013-01	20	0.032258065	33	2013-04	1	0.142857143	7

Fuente: Sistema de Inventario

Ilustración 22 Inventario diario

ANEXO 2: TABLAS

Grupo	Ventas
NUTRIBLOOM COMPUS - NUTRIBLOOM COMPUS	\$ 84,850.00
NUTRIBLOOM NORMAL - NUTRIBLOOM POLVO NORMAL	\$ 70,232.00
COCCI 1KG - COCCI 1 KG	\$ 53,860.00
SFR 280 - BALANCEADO 28%	\$ 34,903.00
CAL PLYS - CAL HIDRATADA	\$ 23,070.00
PROMOTOR L 1 KG - PROMOTOR L 1 KG ACTUAL	\$ 19,870.00
SFR 220 - BALANCEADO 22%	\$ 14,430.00
ROVIMIX MINERALES - ROVIMIX MINERALES 1 KG	\$ 13,650.00
PEGA - PEGA FOOD Caneca20Kg	\$ 13,250.00
NITROZIME - NITROZIME	\$ 12,170.00
PEGA TANQUE - PEGA FOOD TANQUE 220 LT	\$ 8,800.00
INMUNE 1 KG - INMUNE 1 KG	\$ 8,770.00
FRUT 28% - BALANCEADO FRUTOMAR 28%	\$ 7,670.00
NUTRIBL TANQUE - NUTRIBLOOM TANQUE 220 LT	\$ 6,600.00
MELAZA - MELAZA	\$ 6,130.00
FRUT 22% - BALANCEADO FRUTOMAR 22%	\$ 6,020.00
COCCI SACO - COCCI SACO 25 KG	\$ 4,820.00
PROMOTO L ACTUAL - PROMOTOR L SACO 25 KG ACTUAL	\$ 3,830.00
PROTEC KG - PROTEC KG	\$ 2,710.00
INMUNE SACO 25 KG - INMUNE SACO DE 25 KG	\$ 1,690.00
NUTRI CANECA 20 LT - NUTRI CANECA 20 LT	\$ 1,610.00
NITROZIME DUST KILO - NITROZIME DUST KILO	\$ 1,380.00
SFR 350 - BALANCEADO AL 35%	\$ 1,350.00
NUTRIBLOOM B - NUTRIBLOOM B	\$ 1,320.00
NITROZIME DUST - NITROZIME DUST SACO 25 KG	\$ 700.00
PROTEC CITROBAC KG - PROTEC CITROBAC KILO	\$ 620.00
PROTEC CITROBAC - PROTEC CITROBAC SACO 25 KG	\$ 570.00
NUCLEOTIDOS - NUCLEOTIDOS	\$ 560.00
INMUNE LAB - INMUNE LAB GALON	\$ 380.00
MINERAL SACO 5 KG - MINERAL SACO 5 KG	\$ 330.00
TETRA - TETRA PLUS KILOS	\$ 290.00
PEGA CN 50 LT - PEGA FOOD CANECA 50 LT	\$ 200.00
GOOD - PROTEC GOOD FLAVOR	\$ 160.00
NUTRIBLOOM NS - NUTRIBLOOM NS	\$ 150.00
MELAZA30 - MELAZA 30KG	\$ 150.00
CI 350 - BALANCEADO CI 350	\$ 140.00
ROVIMIX MINERALES SC - ROVIMIX MINERALES 25 KG	\$ 140.00
NUTRIB>20 - NUTRIBLOOM > 20 SACO 10 KG	\$ 100.00
COCCI TACHO 3 KG - COCCI TACHO 3 KG	\$ 70.00
CI 380 # 5 - BALANCEADO CI 380 # 5	\$ 60.00
FLUTYL - FLUTYL	\$ 40.00
TURBO - TURBO HK	\$ 30.00
POWER - POWER SHRIMP	\$ 20.00
VITAMINA SACO - VITAMINA C SACO 25 KG	\$ 10.00
AQUABAC - AQUABAC SACO 10 KILOS	\$ 10.00

Fuente: Empresa objeto de estudio

Tabla 8 Ventas por producto año 2012

Fecha	Periodo Mensual	Día del Mes	Porcentaje/Mes	Numero Días Mes	Periodo Semanal	Día de la Semana	Porcentaje/Semana	Numero Días Semana
30/12/2012	2013-01	30	0.032258065	33	2013-01	1	0.142857143	7
31/12/2012	2013-01	31	0.032258065	33	2013-01	2	0.142857143	7
01/01/2013	2013-01	1	0.032258065	33	2013-01	3	0.142857143	7
02/01/2013	2013-01	2	0.032258065	33	2013-01	4	0.142857143	7
03/01/2013	2013-01	3	0.032258065	33	2013-01	5	0.142857143	7
04/01/2013	2013-01	4	0.032258065	33	2013-01	6	0.142857143	7
05/01/2013	2013-01	5	0.032258065	33	2013-01	7	0.142857143	7
06/01/2013	2013-01	6	0.032258065	33	2013-02	1	0.142857143	7
07/01/2013	2013-01	7	0.032258065	33	2013-02	2	0.142857143	7
08/01/2013	2013-01	8	0.032258065	33	2013-02	3	0.142857143	7
09/01/2013	2013-01	9	0.032258065	33	2013-02	4	0.142857143	7
10/01/2013	2013-01	10	0.032258065	33	2013-02	5	0.142857143	7
11/01/2013	2013-01	11	0.032258065	33	2013-02	6	0.142857143	7
12/01/2013	2013-01	12	0.032258065	33	2013-02	7	0.142857143	7
13/01/2013	2013-01	13	0.032258065	33	2013-03	1	0.142857143	7
14/01/2013	2013-01	14	0.032258065	33	2013-03	2	0.142857143	7
15/01/2013	2013-01	15	0.032258065	33	2013-03	3	0.142857143	7
16/01/2013	2013-01	16	0.032258065	33	2013-03	4	0.142857143	7
17/01/2013	2013-01	17	0.032258065	33	2013-03	5	0.142857143	7
18/01/2013	2013-01	18	0.032258065	33	2013-03	6	0.142857143	7
19/01/2013	2013-01	19	0.032258065	33	2013-03	7	0.142857143	7
20/01/2013	2013-01	20	0.032258065	33	2013-04	1	0.142857143	7
21/01/2013	2013-01	21	0.032258065	33	2013-04	2	0.142857143	7
22/01/2013	2013-01	22	0.032258065	33	2013-04	3	0.142857143	7
23/01/2013	2013-01	23	0.032258065	33	2013-04	4	0.142857143	7
24/01/2013	2013-01	24	0.032258065	33	2013-04	5	0.142857143	7
25/01/2013	2013-01	25	0.032258065	33	2013-04	6	0.142857143	7
26/01/2013	2013-01	26	0.032258065	33	2013-04	7	0.142857143	7
27/01/2013	2013-01	27	0.032258065	33	2013-05	1	0.142857143	7
28/01/2013	2013-01	28	0.032258065	33	2013-05	2	0.142857143	7
29/01/2013	2013-01	29	0.032258065	33	2013-05	3	0.142857143	7
30/01/2013	2013-01	30	0.032258065	33	2013-05	4	0.142857143	7
31/01/2013	2013-01	31	0.032258065	33	2013-05	5	0.142857143	7
01/02/2013	2013-02	1	0.035714286	28	2013-05	6	0.142857143	7

Fuente: Sistema de Inventario

Tabla 9 Expansión y compresión de períodos

Semana	Demanda	Inventario Inicial	Inventario Final	Orden Recomendada	Llegada Orden Recomendada	Demanda Insatisfecha	Inventario de Seguridad
2013-01	567	500	322	386	386	0	161
2013-02	567	322	242	644	483	0	161
2013-03	567	242	322	483	644	0	161
2013-04	567	322	242	644	483	0	161
2013-05	595	242	379	568	729	0	171
2013-06	665	379	284	756	567	0	189
2013-07	665	284	379	567	756	0	189
2013-08	665	379	284	756	567	0	189
2013-09	607	284	199	465	521	0	169
2013-10	462	199	266	399	532	0	133
2013-11	462	266	199	532	399	0	133
2013-12	462	199	266	399	532	0	133
2013-13	462	266	199	541	399	0	133
2013-14	492	199	283	435	577	0	141
2013-15	497	283	213	568	426	0	142
2013-16	497	213	283	426	568	0	142
2013-17	497	283	213	568	426	0	142
2013-18	865	213	490	1329	1144	0	261
2013-19	1141	490	653	981	1308	0	327
2013-20	1141	653	490	1308	981	0	327
2013-21	1141	490	653	981	1308	0	327
2013-22	1137	653	635	1121	1121	0	325
2013-23	1113	635	476	1272	954	0	318
2013-24	1113	476	635	954	1272	0	318
2013-25	1113	635	476	1272	954	0	318
2013-26	1113	476	635	954	1272	0	318
2013-27	1263	635	553	1553	1184	0	365
2013-28	1288	553	738	1107	1476	0	369
2013-29	1288	738	553	1476	1107	0	369
2013-30	1288	553	738	1107	1476	0	369
2013-31	1285	738	730	1278	1278	0	367
2013-32	1281	730	548	1460	1095	0	365
2013-33	1281	548	730	1095	1460	0	365
2013-34	1281	730	548	1460	1095	0	365
2013-35	1281	548	746	1111	1476	0	366
2013-36	1337	746	572	1540	1159	0	381
2013-37	1337	572	762	1143	1524	0	381
2013-38	1337	762	572	1524	1143	0	381
2013-39	1337	572	762	1143	1524	0	381
2013-40	1257	762	699	1193	1193	0	357
2013-41	1225	699	525	1400	1050	0	350
2013-42	1225	525	699	1050	1400	0	350
2013-43	1225	699	525	1400	1050	0	350
2013-44	1299	525	850	1275	1625	0	377
2013-45	1484	850	637	1700	1275	0	425
2013-46	1484	637	850	1275	1700	0	425
2013-47	1484	850	637	1700	1275	0	425
2013-48	1484	637	425	1444	1275	0	424
2013-49	1428	425	815	1224	1818	0	408
2013-50	1428	815	611	1632	1224	0	408
2013-51	1428	611	815	1224	1632	0	408
2013-52	1428	815	611	1632	1224	0	408
2013-53	612	611	815	408	816	0	408

Fuente: Sistema de Inventario

Tabla 10 Datos semanales obtenidos del sistema de inventario para *Compus Nutribloom*

Semana	Demanda	Inventario Inicial	Inventario Final	Orden Recomendada	Llegada Orden Recomendada	Demanda Insatisfecha	Inventario de Seguridad
2013-01	21	10	8	20	15	0	5
2013-02	21	8	10	15	20	0	5
2013-03	21	10	8	20	15	0	5
2013-04	21	8	10	15	20	0	5
2013-05	23	10	12	30	22	0	6
2013-06	28	12	15	24	32	0	8
2013-07	28	15	12	32	24	0	8
2013-08	28	12	15	24	32	0	8
2013-09	22	15	9	16	16	0	6
2013-10	7	9	6	7	7	0	3
2013-11	7	6	4	12	9	0	3
2013-12	7	4	6	9	12	0	3
2013-13	7	6	4	16	9	0	3
2013-14	19	4	10	29	29	0	7
2013-15	21	10	14	21	28	0	7
2013-16	21	14	10	28	21	0	7
2013-17	21	10	14	21	28	0	7
2013-18	21	14	8	20	15	0	6
2013-19	21	8	10	15	20	0	5
2013-20	21	10	8	20	15	0	5
2013-21	21	8	10	15	20	0	5
2013-22	20	10	8	14	14	0	5
2013-23	14	8	6	16	12	0	4
2013-24	14	6	8	12	16	0	4
2013-25	14	8	6	16	12	0	4
2013-26	14	6	8	12	16	0	4
2013-27	14	8	7	22	17	0	5
2013-28	14	7	10	15	20	0	5
2013-29	14	10	7	20	15	0	5
2013-30	14	7	10	15	20	0	5
2013-31	14	10	9	15	15	0	5
2013-32	14	9	7	16	12	0	4
2013-33	14	7	9	12	16	0	4
2013-34	14	9	7	16	12	0	4
2013-35	14	7	4	14	12	0	4
2013-36	14	4	8	12	18	0	4
2013-37	14	8	6	16	12	0	4
2013-38	14	6	8	12	16	0	4
2013-39	14	8	6	16	12	0	4
2013-40	19	6	10	17	21	0	5
2013-41	21	10	8	20	15	0	5
2013-42	21	8	10	15	20	0	5
2013-43	21	10	8	20	15	0	5
2013-44	21	8	10	15	20	0	5
2013-45	21	10	8	20	15	0	5
2013-46	21	8	10	15	20	0	5
2013-47	21	10	8	20	15	0	5
2013-48	21	8	5	10	15	0	5
2013-49	14	5	5	13	10	0	3
2013-50	14	5	6	9	12	0	3
2013-51	14	6	5	12	9	0	3
2013-52	14	5	6	9	12	0	3
2013-53	6	6	5	3	3	0	3

Fuente: Sistema de Inventario

Tabla 11 Datos semanales obtenido del sistema de inventario para Cocci Plus

Día	Demanda	Inventario Inicial	Inventario Final	Orden Recomendada	Llegada Orden Recomendada	Demanda Insatisfecha	Inventario de Seguridad
12/30/2012	81	500	419	0	0	0	161
12/31/2012	81	419	339	0	0	0	161
1/1/2013	81	339	258	0	0	0	161
1/2/2013	81	258	178	225	0	0	161
1/3/2013	81	178	322	0	225	0	161
1/4/2013	81	322	242	161	0	0	161
1/5/2013	81	242	322	0	161	0	161
1/6/2013	81	322	242	161	0	0	161
1/7/2013	81	242	322	0	161	0	161
1/8/2013	81	322	242	161	0	0	161
1/9/2013	81	242	322	0	161	0	161
1/10/2013	81	322	242	161	0	0	161
1/11/2013	81	242	322	0	161	0	161
1/12/2013	81	322	242	161	0	0	161
1/13/2013	81	242	322	0	161	0	161
1/14/2013	81	322	242	161	0	0	161
1/15/2013	81	242	322	0	161	0	161
1/16/2013	81	322	242	161	0	0	161
1/17/2013	81	242	322	0	161	0	161
1/18/2013	81	322	242	161	0	0	161
1/19/2013	81	242	322	0	161	0	161
1/20/2013	81	322	242	161	0	0	161
1/21/2013	81	242	322	0	161	0	161
1/22/2013	81	322	242	161	0	0	161
1/23/2013	81	242	322	0	161	0	161
1/24/2013	81	322	242	161	0	0	161
1/25/2013	81	242	322	0	161	0	161
1/26/2013	81	322	242	161	0	0	161
1/27/2013	81	242	322	0	161	0	161
1/28/2013	81	322	242	161	0	0	161
1/29/2013	81	242	322	0	161	0	161
1/30/2013	81	322	242	169	0	0	161
1/31/2013	81	242	351	0	169	0	175
2/1/2013	95	351	256	218	0	0	189
2/2/2013	95	256	379	0	218	0	189
2/3/2013	95	379	284	169	0	0	189
2/4/2013	95	284	379	0	169	0	189
2/5/2013	95	379	284	169	0	0	189
2/6/2013	95	284	379	0	169	0	189
2/7/2013	95	379	284	169	0	0	189
2/8/2013	95	284	379	0	169	0	189
2/9/2013	95	379	284	169	0	0	189
2/10/2013	95	284	379	0	169	0	189
2/11/2013	95	379	284	169	0	0	189
2/12/2013	95	284	379	0	169	0	189
2/13/2013	95	379	284	169	0	0	189
2/14/2013	95	284	379	0	169	0	189
2/15/2013	95	379	284	169	0	0	189
2/16/2013	95	284	379	0	169	0	189
2/17/2013	95	379	284	169	0	0	189
2/18/2013	95	284	379	0	169	0	189
2/19/2013	95	379	284	169	0	0	189
2/20/2013	95	284	379	0	169	0	189
2/21/2013	95	379	284	169	0	0	189
2/22/2013	95	284	379	0	169	0	189
2/23/2013	95	379	284	169	0	0	189
2/24/2013	95	284	379	0	169	0	189
2/25/2013	95	379	284	169	0	0	189

Fuente: Sistema de Inventario

Tabla 12 Datos diarios obtenidos del sistema de inventario para *Compus Nutribloom*

Día	Demanda	Inventario Inicial	Inventario Final	Orden Recomendada	Llegada Orden Recomendada	Demanda Insatisfecha	Inventario de Seguridad
12/30/2012	3	10	7	5	0	0	5
12/31/2012	3	7	10	0	5	0	5
1/1/2013	3	10	8	5	0	0	5
1/2/2013	3	8	10	0	5	0	5
1/3/2013	3	10	8	5	0	0	5
1/4/2013	3	8	10	0	5	0	5
1/5/2013	3	10	8	5	0	0	5
1/6/2013	3	8	10	0	5	0	5
1/7/2013	3	10	8	5	0	0	5
1/8/2013	3	8	10	0	5	0	5
1/9/2013	3	10	8	5	0	0	5
1/10/2013	3	8	10	0	5	0	5
1/11/2013	3	10	8	5	0	0	5
1/12/2013	3	8	10	0	5	0	5
1/13/2013	3	10	8	5	0	0	5
1/14/2013	3	8	10	0	5	0	5
1/15/2013	3	10	8	5	0	0	5
1/16/2013	3	8	10	0	5	0	5
1/17/2013	3	10	8	5	0	0	5
1/18/2013	3	8	10	0	5	0	5
1/19/2013	3	10	8	5	0	0	5
1/20/2013	3	8	10	0	5	0	5
1/21/2013	3	10	8	5	0	0	5
1/22/2013	3	8	10	0	5	0	5
1/23/2013	3	10	8	5	0	0	5
1/24/2013	3	8	10	0	5	0	5
1/25/2013	3	10	8	5	0	0	5
1/26/2013	3	8	10	0	5	0	5
1/27/2013	3	10	8	5	0	0	5
1/28/2013	3	8	10	0	5	0	5
1/29/2013	3	10	8	5	0	0	5
1/30/2013	3	8	10	0	5	0	5
1/31/2013	3	10	8	12	0	0	6
2/1/2013	4	8	15	0	12	0	8
2/2/2013	4	15	12	8	0	0	8
2/3/2013	4	12	15	0	8	0	8
2/4/2013	4	15	12	8	0	0	8
2/5/2013	4	12	15	0	8	0	8
2/6/2013	4	15	12	8	0	0	8
2/7/2013	4	12	15	0	8	0	8
2/8/2013	4	15	12	8	0	0	8
2/9/2013	4	12	15	0	8	0	8
2/10/2013	4	15	12	8	0	0	8
2/11/2013	4	12	15	0	8	0	8
2/12/2013	4	15	12	8	0	0	8
2/13/2013	4	12	15	0	8	0	8
2/14/2013	4	15	12	8	0	0	8
2/15/2013	4	12	15	0	8	0	8
2/16/2013	4	15	12	8	0	0	8
2/17/2013	4	12	15	0	8	0	8
2/18/2013	4	15	12	8	0	0	8
2/19/2013	4	12	15	0	8	0	8
2/20/2013	4	15	12	8	0	0	8
2/21/2013	4	12	15	0	8	0	8
2/22/2013	4	15	12	8	0	0	8
2/23/2013	4	12	15	0	8	0	8
2/24/2013	4	15	12	8	0	0	8
2/25/2013	4	12	15	0	8	0	8

Fuente: Sistema de Inventario

Tabla 13 Datos diarios obtenidos del sistema de inventario para *Cocci Plus*

ANEXO 3: CÓDIGO FUENTE

```
#Serie de tiempo de ventas de producto Nutribloom Compus
serietiempos_compus = ts(ventas_compus, freq = 12, start = c(2011,1))
ventashistoricas_compus_t = window(serietiempos_compus, end = c(2012, 12))

#Aplicación de modelo Holt-Winters aditivo
ventashistoricas_compus_a = HoltWinters(ventashistoricas_compus_t, seasonal =
"additive")
prediccionventas_compus_a = predict(ventashistoricas_compus_a, 4)

#Aplicación de modelo Holt-Winters multiplicativo
ventashistoricas_compus_m = HoltWinters(ventashistoricas_compus_t, seasonal =
"multiplicative")
prediccionventas_compus_m = predict(ventashistoricas_compus_m, 4)
```

#Gráficas de ventas reales vs. Pronóstico HW aditivo

```
ts.plot(serietiempos_compus, prediccionventas_compus_a, col = c("green", "red"), lty =  
1:1, lwd = c(1, 2))  
legend("topleft", c("Real", "Predicción aditivo"), col = c("green", "red"), lwd = c(1, 1))
```

#Gráficas de ventas reales vs. Pronóstico HW multiplicativo

```
ts.plot(serietiempos_compus, prediccionventas_compus_m, col = c("green", "blue"), lty =  
1:1, lwd = c(1, 2))  
legend("topleft", c("Real", "Predicción multiplicativo"), col = c("green", "blue"), lwd =  
c(1, 1))
```

Suma cuadrática del error

```
ventashistoricas_compus_a$$SSE  
ventashistoricas_compus_m$$SSE
```

Comparación del error

```
err_serie_a = residuals(ventashistoricas_compus_a)  
err_serie_m = residuals(ventashistoricas_compus_m)  
ts.plot(err_serie_a, err_serie_m, col = c("red", "green"), lwd = c(1, 1))  
legend("topleft", c("Predicción aditivo", "Predicción multiplicativo"), col =  
c("red", "blue"), lwd = c(1, 1))  
abline(h = 0)
```

#Serie de tiempo de ventas de producto Cocci Plus

```
serietiempos_cocci = ts(ventas_cocci, freq = 12, start = c(2011,1))  
ventashistoricas_cocci_t = window(serietiempos_cocci, end = c(2012, 12))
```

#Aplicación de modelo Holt-Winters aditivo

```
ventashistoricas_cocci_a = HoltWinters(ventashistoricas_cocci_t, seasonal = "additive")  
prediccionventas_cocci_a = predict(ventashistoricas_cocci_a, 4)
```

#Aplicación de modelo Holt-Winters multiplicativo

```
ventashistoricas_cocci_m = HoltWinters(ventashistoricas_cocci_t, seasonal =  
"multiplicative")  
prediccionventas_cocci_m = predict(ventashistoricas_cocci_m, 4)
```

#Gráficas de ventas reales vs. Pronóstico HW aditivo

```
ts.plot(serietiempos_cocci, prediccionventas_cocci_a, col = c("green", "red"), lty = 1:1,  
lwd = c(1, 2))  
legend("topleft", c("Real", "Predicción aditivo"), col = c("green", "red"), lwd = c(1, 1))
```

#Gráficas de ventas reales vs. Pronóstico HW multiplicativo

```
ts.plot(serietiempos_cocci, prediccionventas_cocci_m, col = c("green", "blue"), lty = 1:1,  
lwd = c(1, 2))  
legend("topleft", c("Real", "Predicción multiplicativo"), col = c("green", "blue"), lwd =  
c(1, 1))
```

Suma cuadrática del error

```
ventashistoricas_cocci_a$$SSE  
ventashistoricas_cocci_m$$SSE
```

Comparación del error

```
err_serie_a = residuals(ventashistoricas_cocci_a)  
err_serie_m = residuals(ventashistoricas_cocci_m)  
ts.plot(err_serie_a, err_serie_m, col = c("red", "green"), lwd = c(1, 1))  
legend("topleft", c("Predicción aditivo", "Predicción multiplicativo"), col =  
c("red", "green"), lwd = c(1, 1))  
abline(h = 0)
```