

**Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial**



**Desarrollo de un Método de Pronóstico de Demanda
Aplicado en un Sistema de Gestión de Inventarios
Para la Empresa Viña Lomas de Cauquenes**

Por

Juan Pablo Carmona Torres

Trabajo de Título para optar al Grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y título de
Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía Aldo Cea Ramírez

Abril, 2016

Dedicado a Fran, por su apoyo incondicional y su comprensión.

Agradecimientos:

Quisiera agradecer a las siguientes personas que, de alguna u otra forma, han contribuido al desarrollo de este trabajo.

Mis padres René y Margarita por su amor y confianza.

A mi hermano Marcelo por estar siempre presente durante todo mi proceso universitario.

Al profesor Aldo Cea Ramírez por su orientación y apoyo depositado en este trabajo.

A Carlos Aliste quien colaboró en gran medida, proporcionando los datos necesarios para la elaboración de este proyecto.

Índice

Glosario	9
Lista de Abreviaturas y Siglas	12
Lista de Símbolos	16
Índice de Figuras	17
Índice de Gráficos	18
Índice de Tablas	19
Índice de Fórmulas	21
Resumen	23
Introducción	24
Capítulo 1: Descripción del Problema	26
1.1 Antecedentes Generales	26
1.2 Identificación y Definición del Problema	27
1.3 Objetivos	28
1.4 Restricciones	29
1.4.1 Alcance	29
1.4.2 Tiempo	29
1.4.3 Costos	30
1.5 Resultados Esperados	30
1.6 Metodología de Trabajo	31
Capítulo 2: Marco Teórico	32
2.1 Pronóstico de Demanda	32
2.2 Métodos de Pronóstico en Base a Series de Tiempo	34
2.2.1 Suavizado Exponencial Simple	37
2.2.2 Suavizado Exponencial Doble (Método Holt)	38
2.2.3 Método Holt-Winters	39

2.2.4	Medición del Rendimiento de un Pronóstico.....	41
2.3	Gestión de Inventarios	44
2.4	Modelos de Gestión de Inventarios	44
2.4.1	Sistema de Revisión Continua (Q) con Inventario de Seguridad	45
2.4.2	Sistema de Revisión Periódica (P) con Inventario de Seguridad	51
2.5	Análisis ABC	55
Capítulo 3: Antecedentes de la Empresa		57
3.1	Antecedentes Generales de Viña Lomas de Cauquenes	57
3.2	Descripción de Materias Primas.....	62
3.3	Descripción del Proceso Productivo	67
3.3.1	Proceso de Vinificación	68
3.3.2	Proceso de Envasado y Almacenamiento	72
Capítulo 4: Análisis de la Situación Actual		74
4.1	Antecedentes Generales.....	74
4.2	Métodos de Pronóstico de Demanda y Gestión de Inventarios utilizadas en la Empresa	75
Capítulo 5: Desarrollo de la Propuesta		80
5.1	Introducción y Metodología del Análisis	80
5.2	Aplicación del Análisis ABC	81
5.3	Desarrollo de Métodos de Pronóstico.....	83
5.4	Desarrollo del Sistema de Gestión de Inventarios	96
Capítulo 6: Validación de Modelos Propuestos.....		101
6.1	Validación de Métodos de Pronóstico	101
6.2	Validación del Sistema de Gestión de Inventarios.....	103
Capítulo 7: Evaluación Económica de la Propuesta		112
7.1	Inversión	112
7.2	Costos.....	113

7.2.1	Costos Sistema P	113
7.2.2	Costos por Contratación de Personal Capacitado	118
7.2.3	Gastos Administrativos	119
7.2.4	Cargos por Depreciación	119
7.3	Ingresos	120
7.4	Determinación de la Inversión en Capital de Trabajo	120
7.5	Cálculo de VAN y TIR de la Propuesta	121
7.6	Análisis de Sensibilidad del VAN al variar la Tasa de Descuento Mensual	123
	Conclusiones	124
	Bibliografía	126
	Anexos	128
	Anexo A: Tablas para determinar la Calidad de la Uva	128
	Anexo B: Base de Datos Análisis ABC	130
	Anexo C: Series de Tiempo en Unidades de Producto	133
	Anexo D: Selección del Método de Pronóstico	137
	Anexo E: Pronósticos en R	147
	Anexo F: Ventas Reales vs. Pronósticos	155
	Anexo G: Movimientos de Inventario COVICA Ltda	159
	Anexo H: Flujo de Caja de la Propuesta	161
	Anexo I: Flujo de Caja Créditos	162
	Anexo J: Tabla de Distribución Normal	168

Glosario

Agregación: Agrupar varios productos o servicios similares para que las compañías puedan realizar pronósticos más precisos.

Análisis ABC: Proceso que consiste en dividir los artículos en tres clase, de acuerdo a su valor de consumo.

Artículos de Demanda Independiente: Artículos cuya demanda se ve afectada sólo por las condiciones de mercado.

Byte: Conjunto de 8 bits en el sistema binario de numeración (0 y 1).

Constante de Suavizado: Son variables que se utilizan en el ajuste de un método pronóstico a una serie de tiempo, las cuales minimizan el error cuadrático. Su valor fluctúa entre 0 y 1.

Covarianza: Es un valor que indica el grado de variación conjunta de dos variables aleatorias.

Enología: Es la ciencia o arte de producir vino.

Error Cuadrático Medio, Desviación Estándar y Desviación Media Absoluta: Medidas de dispersión de los errores de pronóstico.

Error de Pronóstico: Diferencia que se obtiene al restar el pronóstico a la demanda real en cualquier periodo.

Error Porcentual Medio Absoluto: Medida que relaciona el error de pronóstico con el nivel de la demanda.

Error: Diferencia entre el valor estimado y el valor real.

Esperanza: Es la suma del producto entre la probabilidad de ocurrencia de una observación y el valor real de la misma.

Grados Brix: Es una medida de la concentración de azúcar en una disolución.

Incertidumbre: Ausencia de certeza en un resultado debido al error en los datos y procesos.

Intervalo de Protección: Periodo durante el cual el inventario de seguridad debe proteger a la empresa contra el desabasto.

Inventario de Seguridad: Excedente de inventario que mantiene una empresa con la finalidad de protegerse contra la incertidumbre de la demanda, los tiempos de espera y posibles cambios en el abastecimiento.

Método Holt: Método de incorporar una tendencia en un pronóstico suavizado exponencialmente.

Método Holt-Winters: Método de suavizado exponencial, que además de incluir una tendencia, posee un factor estacional.

Mosto: Zumo o jugo de uva con alto contenido de azúcar.

Nivel de Servicio: Probabilidad deseada de no quedarse sin inventario durante el ciclo de pedido.

Posición de Inventario: Medida de la capacidad de un artículo para satisfacer la demanda futura.

Pronóstico (Forecast): Predicción de acontecimientos futuros utilizada con fines de planificación.

Reajustabilidad: Corresponde al ajuste en el valor del ahorro, para mantenerlo con su mismo valor respecto de la inflación.

Recepciones Programadas: Pedidos ya realizados pero que aún no se han recibido.

Serie de Tiempo: Observaciones repetidas de la demanda de un producto o servicio siguiendo el orden en que fueron realizadas.

Sistema P: Sistema en que la posición de inventario se revisa periódicamente.

Sistema Q: Sistema diseñado para llevar el control del inventario remanente de un determinado artículo cada vez que se realiza un retiro, para determinar el momento oportuno en que se debe hacer un nuevo pedido.

Stock-keeping unit: Un artículo o producto individual que tiene un código de identificación y se mantiene en inventario en alguna parte a lo largo de la cadena de valor.

Suavizado Exponencial Simple: Permite calcular el promedio de una serie de tiempo, asignando mayor ponderación a las demandas recientes.

Validación: Comprobación de datos y métodos respecto a su correspondencia con la realidad.

Varianza: Es la variabilidad que posee un grupo o serie de datos respecto de su media o promedio.

Lista de Abreviaturas y Siglas

°Bx = Grados Brix.

°C = Grados Celsius.

AP = Alcohol Probable.

BCS = Botellón Cabernet Sauvignon.

BO = Backorders (Pedidos Aplazados).

BT = Botellón Tinto.

CAPM = Capital Asset Pricing Model (Modelo de Valoración de Activos de Capital).

cc = Centímetros Cúbicos.

CF = Factor de Corrección.

CO₂ = Dióxido de Carbono.

Cov = Covarianza.

COVICA = Corporación Agrícola Vitivinícola de Cauquenes.

Desv. Est. = Desviación Estándar.

EOQ = Economic Order Quantity (Cantidad Económica de Pedido).

ERP: Enterprise Resource Planning (Sistema de Planeación de Recursos de una Empresa).

g/hl = Gramos por hectólitro.

g/l = Gramos por litro.

hr = Hora.

H-W = Holt-Winters.

H-W A: Holt-Winters Aditivo.

H-W M: Holt-Winters Multiplicativo.

I+D = Investigación y Desarrollo.

Inv. Seg. = Inventario de Seguridad.

IP = Inventory Position (Posición de inventario).

IVA = Impuesto al Valor Agregado.

kg = Kilogramos.

LI = Límite Inferior.

LS = Límite Superior.

Ltda., Ltd. = Limitada, Limited.

Lts. = Litros.

MAD = Mean Absolute Deviation (Desviación Absoluta Media).

MAE = Mean Absolute Error (Error Absoluto Medio).

MAPE = Mean Absolute Percentage Error (Error Porcentual Absoluto Medio).

MP = Materia Prima.

MSE = Mean Squared Error (Error Cuadrático Medio).

O₂ = Oxígeno.

OH = On-Hand Inventory (Inventario Disponible).

p., pp. = Página, Páginas.

PB = PET Blanco.

PT = PET Tinto.

RAI = Resultado Antes de Impuesto.

RDI = Resultado Después de Impuesto.

ROP = Reorder Point System (Sistema de Punto de Reorden).

S.A. = Sociedad Anónima.

SBIF = Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras de Chile.

SD = Standard Deviation (Desviación Estándar).

SES = Suavizado Exponencial Simple.

SII = Servicio de Impuestos Internos.

SKU = Stock-keeping unit.

SR = Scheduled Receipts (Recepciones Programadas).

SSE = Sum of Squared Errors (Suma del Error Cuadrático).

TB = Tetra Blanco.

TBO = Time Between Orders (Tiempo entre Pedidos).

TIR = Tasa Interna de Retorno.

TT = Tetra Tinto.

VAN = Valor Actual Neto.

Var = Varianza.

Lista de Símbolos

y_t = Serie de tiempo.

γ_t = Covarianza poblacional.

σ_t = Desviación estándar poblacional.

σ_t^2 = Varianza poblacional de una serie.

∞ = Infinito.

$E[y_t]$ = Esperanza de una serie de datos.

α, β, γ = Constantes de suavizado.

α = Nivel de significancia para un test estadístico.

μ = Media poblacional de una serie.

Índice de Figuras

Figura 2-1: Métodos de Pronóstico basados en la Segmentación y en los Principios de Administración del Portafolio de Productos.....	34
Figura 2-2: Patrones en una serie de datos.....	36
Figura 2-3: Modelo de Revisión Continua.....	46
Figura 2-4: Inventario de Seguridad para el Modelo Q.....	47
Figura 2-5: Distribución Normal de Demanda Esperada durante el Periodo L.....	48
Figura 2-6: Modelo de Revisión Periódica.....	51
Figura 2-7: Representación del Análisis ABC.....	56
Figura 3-1: Logo empresa Viña Lomas de Cauquenes.....	57
Figura 3-2: Organigrama de la Empresa.....	58
Figura 3-3: Cepa de Uva Tinta.....	62
Figura 3-4: Composición de la Uva.....	63
Figura 3-5: Diagrama del Proceso Productivo de la Empresa.....	67
Figura 4-1: De izquierda a derecha: (1) Diagrama del Método Actual de Proyección de Ventas. (2) Diagrama del Método Actual para Determinar las Unidades de Producto Terminado a Almacenar.....	77

Índice de Gráficos

Gráfico 4-1: Comportamiento del Sistema de Pronóstico Actual.	78
Gráfico 4-2: Comportamiento Actual del Sistema de Gestión de Inventarios de Producto Terminado, Producto Tetra Tinto.	79
Gráfico 5-1: Análisis ABC.	82
Gráfico 5-2: Serie de Muestra Ventas del Producto Tetra Tinto 2010-2013 (miles de unidades).....	84
Gráfico 5-3: Mitad de datos de la Serie Real Tetra Tinto y Línea de Tendencia.....	85
Gráfico 5-4: Serie de Tiempo Tetra Tinto más Línea de Tendencia.	86
Gráfico 5-5: Comparación Ventas Tetra Tinto Fuera de Muestra vs. Pronósticos H-W M.	89
Gráfico 5-6: Comparación Ventas Tetra Tinto Fuera de Muestra vs. Pronósticos H-W A.....	91
Gráfico 5-7: Serie Tetra Tinto vs. Valores Ajustados Modelo H-W Aditivo.....	95
Gráfico 5-8: Pronóstico H-W A generado en R para la Serie Tetra Tinto.....	95
Gráfico 6-1: Ventas Reales vs. Pronósticos para la Serie Tetra Tinto.	102
Gráfico 6-2: Comportamiento sistema de gestión de inventarios actual, serie Tetra Tinto. .	103
Gráfico 6-3: Comportamiento real de inventario vs. Comportamiento simulado con sistema P, Tetra Tinto.	106
Gráfico 6-4: Comportamiento real de inventario vs. Comportamiento simulado con sistema P, Tetra Blanco.	107
Gráfico 6-5: Comportamiento real de inventario vs. Comportamiento simulado con sistema P, Botellón Tinto.....	108
Gráfico 6-6: Comportamiento real de inventario vs. Comportamiento simulado con sistema P, PET Tinto.....	109
Gráfico 6-7: Comportamiento real de inventario vs. Comportamiento simulado con sistema P, PET Blanco.....	110

Índice de Tablas

Tabla 1-1: Cronograma de Actividades.....	29
Tabla 3-1: Tabla de Ventas por Cliente Nacional.....	61
Tabla 4-1: Ventas Reales vs Pronósticos Obtenidos para el Producto Tetra Tinto Utilizando el Sistema Actual.....	78
Tabla 4-2: Movimiento de Inventarios del Producto Tetra Tinto durante el Año 2015.....	79
Tabla 5-1: Productos Clase A.....	82
Tabla 5-2: Factores Estacionales obtenidos para el Método Holt-Winters Aditivo, Serie Tetra Tinto.....	87
Tabla 5-3: Factores Estacionales obtenidos para el Método Holt-Winters Multiplicativo, Serie Tetra Tinto.....	87
Tabla 5-4: Comparación del Rendimiento de los Métodos de Pronóstico, Serie Tetra Tinto.....	88
Tabla 5-5: Constantes de Suavizado que minimizan el MSE en cada Método, Serie Tetra Tinto.....	88
Tabla 5-6: Ventas Reales Tetra Tinto vs. Pronósticos H-W M, Año 2014.....	90
Tabla 5-7: Ventas Reales Tetra Tinto vs. Pronósticos H-W A, Año 2014.....	91
Tabla 5-8: Resumen Comparativo de la Capacidad Predictiva entre los Métodos H-W Aditivo y Multiplicativo.....	92
Tabla 5-9: Valores de Estimaciones Iniciales del Modelo H-W Aditivo para la Serie Tetra Tinto en R.....	93
Tabla 5-10: Constantes de Suavizado para el Modelo H-W Aditivo, Serie Tetra Tinto en R.....	94
Tabla 5-11: Pronósticos H-W A para 9 Periodos Posteriores, Serie Tetra Tinto.....	94
Tabla 5-12: Resumen de Pronósticos Obtenidos en R para cada Serie de Tiempo.....	96
Tabla 5-13: Resultados Test de Normalidad, Media y Desviación Estándar de Datos obtenidos en R.....	97

Tabla 5-14: Inventario de Seguridad para una Probabilidad de Servicio de 90% y 95%, en Unidades de Producto.	99
Tabla 5-15: Resumen de Cálculo del Sistema P en los Productos Clase A.	100
Tabla 6-1: Ventas Reales, Pronósticos y Tipos de Error para la Serie Tetra Tinto.	101
Tabla 6-2: Medidas de Rendimiento de Pronósticos para cada producto.	102
Tabla 6-3: Estimación de Ventas Perdidas mensualmente por concepto de quiebres de stock.	104
Tabla 7-1: Inversión Sistema Propuesto.	112
Tabla 7-2: Costo Unitario por Mantenimiento de Inventarios para Productos Clase A.	114
Tabla 7-3: Costo Unitario por Orden de Producción o Envasado para Productos Clase A.	115
Tabla 7-4: Costos Relevantes por Mantenimiento de Inventario de Ciclo.	116
Tabla 7-5: Diferencia de Ingreso de unidades en Bodega de Inventario con Sistema.	116
Tabla 7-6: Costos/Ahorro Relevantes por Orden de Envasado para cada Producto.	117
Tabla 7-7: Costo Mensual por Mantenimiento de Inventario de Seguridad de cada Producto.	117
Tabla 7-8: Costo/Ahorro Relevante por la Implementación del Sistema P.	118
Tabla 7-9: Gasto Mensual por Contratación de Personal.	118
Tabla 7-10: Gastos Administrativos Relevantes por periodo.	119
Tabla 7-11: Depreciación Mensual de Activos y su Valor Libro al final del periodo de evaluación.	120
Tabla 7-12: Ingresos Mensuales al Aplicar el Sistema P.	120
Tabla 7-13: Determinación de la Inversión en Capital de Trabajo.	120
Tabla 7-14: VAN y TIR con Financiamiento en Efectivo del Proyecto.	122
Tabla 7-15: VAN y TIR del Proyecto Financiado con Crédito de un 50%, 70% y 100% del Total de la Inversión.	122
Tabla 7-16: Análisis de Sensibilidad sobre la Tasa de Descuento Mensual.	123

Índice de Fórmulas

Fórmula 2-1: Método de Suavizado Exponencial Simple.	37
Fórmula 2-2: Nivel base del Método Holt.	38
Fórmula 2-3: Tendencia/Ciclo del Método Holt.	38
Fórmula 2-4: Pronóstico del Método Holt.	38
Fórmula 2-5: Nivel Base del Método Holt-Winters Aditivo.	39
Fórmula 2-6: Tendencia/Ciclo del Método Holt-Winters Aditivo.	39
Fórmula 2-7: Estacionalidad del Método Holt-Winters Aditivo.	39
Fórmula 2-8: Pronóstico del Método Holt-Winters Aditivo.	40
Fórmula 2-9: Nivel Base del Método Holt-Winters Multiplicativo.	40
Fórmula 2-10: Tendencia/Ciclo del Método Holt-Winters Multiplicativo.	40
Fórmula 2-11: Estacionalidad del Método Holt-Winters Multiplicativo.	41
Fórmula 2-12: Pronóstico del Método Holt-Winters Multiplicativo.	41
Fórmula 2-13: Error de Pronóstico.	41
Fórmula 2-14: Error Absoluto Medio.	42
Fórmula 2-15: Error Cuadrático Medio.	43
Fórmula 2-16: Error Porcentual Absoluto Medio.	43
Fórmula 2-17: Posición de Inventario.	45
Fórmula 2-18: Cantidad Económica de Pedido del Modelo Q.	46
Fórmula 2-19: Tiempo entre Pedidos del Modelo Q.	47
Fórmula 2-20: Punto de Reabastecimiento del Modelo de Revisión Continua con Inventario de Seguridad.	48
Fórmula 2-21: Desviación Estándar de la Demanda en el Tiempo de Espera.	49
Fórmula 2-22: Costo Total del Modelo de Revisión Continua con Inventario de Seguridad. .	50

Fórmula 2-23: Nivel Objetivo de Inventario para el Modelo P con Inventario de Seguridad...	52
Fórmula 2-24: Cantidad de Pedido Sistema P.	53
Fórmula 2-25: Desviación Estándar de la Demanda en el Intervalo de Protección.	53
Fórmula 2-26: Costo Total del Sistema de Revisión Periódica con Inventario de Seguridad.	54
Fórmula 7-1: Costo Total del Sistema de Revisión Periódica con Inventario de Seguridad Modificado.	113

Resumen

La presente Memoria de Título fue realizada en la empresa Viña Lomas de Cauquenes, dedicada a la elaboración, venta y distribución de productos vitivinícolas. La finalidad de este trabajo es otorgar una solución fiable para reducir la incertidumbre constante respecto a la demanda futura de esta organización, debido a la fuerte variabilidad que poseen las ventas en cada uno de sus distintos productos, lo que ocasiona un constante problema de quiebres de stock, originado, además, por una mala utilización de la información disponible, ya que no se hace uso de ningún método formal tanto para sus pronósticos como para sus sistemas de control de inventarios.

Esto se lleva a cabo definiendo claramente los productos que poseen un mayor valor de consumo, mediante la aplicación de un análisis ABC. Además, se analizan y comparan diversos métodos de previsión de demanda, con la finalidad de determinar la factibilidad de implantar aquel que posea un mejor ajuste con las series de datos de cada artículo.

Posteriormente, utilizando las proyecciones obtenidas al aplicar el método de pronóstico, se selecciona y desarrolla un modelo de gestión de inventario de producto terminado y demanda independiente, de acuerdo a su adecuación con las políticas y necesidades de Lomas de Cauquenes. Este sistema debe determinar la cantidad óptima de producto terminado que debe permanecer en bodega, incluyendo un inventario de seguridad para hacer frente ante variaciones imprevistas de la demanda, con la finalidad de reducir teóricamente los constantes quiebres de stock que afectan a la empresa.

Para finalizar, se realiza la evaluación y validación de los métodos utilizados, en donde se compara la teoría aplicada con la realidad, para lo cual se utilizan los datos de órdenes, consumos y movimientos de inventario reales del periodo proyectado, para así contrastarlos con el desempeño del sistema de gestión de inventarios propuesto. Esto da como resultado un buen desempeño del sistema propuesto, superando en gran medida los métodos utilizados actualmente por la empresa. Por otra parte, la evaluación económica muestra que la propuesta sería viable para la empresa, razón por la cual se recomienda su aplicación real de manera progresiva, para así adaptar su cultura organizacional al cambio que se propone.

Introducción

Actualmente el almacenamiento y la correcta utilización de la información, tanto de mercado y demanda, como de actividades logísticas, son fundamentales en el desarrollo de una empresa. Es por ello que para determinar las decisiones de gestión a futuro, es necesario utilizar la información disponible de forma óptima.

En respuesta a esto, se han desarrollado diversos estudios enfocados en la utilización de dicha información, como lo son los numerosos modelos utilizados en optimización de operaciones por variadas compañías a nivel global, en particular los métodos de previsión de demanda y los sistemas de gestión de inventario, que aunque no constan con un 100% de exactitud, otorgan un gran soporte en lo que respecta a la planificación y toma de decisiones logísticas de las organizaciones.

El caso a abordar en este Trabajo de Título, corresponderá a los diversos problemas que posee la empresa Viña Lomas de Cauquenes con respecto a la disponibilidad y correcta utilización de la información. Por lo cual, durante el desarrollo de los siguientes apartados se irá definiendo detalladamente su problema de quiebres de stock de productos. Además, para contrarrestar dicho problema, se indagarán diversos métodos de pronóstico de demanda y gestión de inventarios, que optimicen el uso de los antecedentes y datos disponibles, con la finalidad de otorgar una mayor estabilidad y competitividad a esta compañía.

También se ahondará en las características generales de la empresa, investigando con un mayor nivel de detalle las temáticas correspondientes a su área de producción, describiendo su proceso de elaboración de productos, mencionando a algunos de sus distintos proveedores y a sus principales clientes tanto nacionales como internacionales.

En síntesis, se buscará desarrollar una propuesta de mejora que utilice los datos acumulados de demanda histórica, para poder desarrollar un sistema de control de inventarios que neutralice sus quiebres de stock, sin aumentar desmesuradamente sus costos ni tampoco sobrecargar los niveles de inventario para sus productos con mayor valor de consumo, que serán determinados por medio de un análisis ABC.

Una vez que se cumplan estos objetivos, se buscará validar este modelo simulando su aplicación durante un periodo de 9 meses. Así se medirá su eficacia respecto a lo que fue planteado en la teoría. Luego se comparará su funcionamiento real en contraste con lo que se pronosticó y/o simuló y de ello se formularán distintas conclusiones según corresponda. La propuesta será evaluada económicamente, por medio de la elaboración de un flujo de caja y utilizando indicadores económicos como el VAN y la TIR, con el propósito de establecer si su implementación es rentable para la organización.

Además, antes de iniciar con la interiorización en este caso, es importante mencionar que el trabajo se redactó con un nivel de claridad absoluto, con la finalidad de que el lector pueda comprenderlo sin una cuantiosa gama de conocimientos sobre el tema a tratar. Sin embargo, es recomendable poseer un nivel de conocimiento estadístico básico para asegurar la comprensión de esta investigación a cabalidad.

Capítulo 1: Descripción del Problema

1.1 Antecedentes Generales

La correcta utilización de la información que una empresa recopila durante su periodo de actividad, puede significar la diferencia entre su eventual crecimiento o su desaparición en el tiempo, esto debido a que nos encontramos en una era en que la información es el tesoro máspreciado para toda organización y su correcto uso define que tan grande llegará a ser ésta en el tiempo.

Viña Lomas de Cauquenes es una empresa que no ha tenido un gran crecimiento a través del tiempo, a causa de que no ha utilizado técnicas de administración de operaciones para optimizar sus procesos productivos junto a sus decisiones de carácter logístico y, además, no ha dedicado, de forma constante, fondos a I+D. Sus niveles de producción son determinados de acuerdo a estimaciones realizadas utilizando los informes del departamento de ventas y la experiencia obtenida durante su actividad. La compañía tampoco posee métodos estrictos dedicados al control de inventarios, lo que ocasiona constantes quiebres de stock y mala capacidad de respuesta ante la demanda, debido a lo cual no pueden cumplir con las cantidades y tiempos estipulados con sus clientes en determinadas ocasiones. A largo plazo, esto puede significar la eventual pérdida de éstos y bajas significativas en sus ventas generales.

Como no hay un control establecido y la producción es estimada sin técnicas formales, se genera una gran incertidumbre con respecto a la capacidad que la empresa posee para satisfacer la demanda. Por otra parte, no existe estabilidad en las cantidades de unidades a producir, lo que genera, además, retrasos en sus pedidos y desabasto.

Este capítulo presentará en detalle el problema que presenta esta empresa, planteando las soluciones y métodos a utilizar para contrarrestarlo. Estas soluciones trazarán la pauta que seguirá este Trabajo de Título, el cual se preocupará de cumplir los objetivos que deriven de ello. Todo esto irá acompañado de las respectivas restricciones que limitarán el margen de acción, junto a los resultados que se esperan al concluir con esta investigación.

1.2 Identificación y Definición del Problema

Como se mencionó, los métodos de pronóstico de demanda y gestión de inventarios utilizados por la empresa no son óptimos, por ello se generan diversos problemas, los cuales se detallan a continuación ordenados (de mayor a menor) según su nivel de impacto:

- Elaboración de menos unidades de las requeridas por la demanda, lo que genera quiebres de stock y mala respuesta. Esto se traduce en eventuales pérdidas para la empresa, tanto de clientes como de utilidades.
- Inexistencia de una respuesta óptima ante cambios en la demanda debido al desconocimiento y mala aplicación del stock de seguridad. Por ende, si ésta crece de forma inesperada, no se podrá abastecer adecuadamente.
- Gasto innecesario de recursos en revisiones de inventario, ya que no se categorizan los productos de acuerdo a su nivel de importancia.

Estos problemas se conciben por el uso de criterios estimativos al llevar a cabo la toma de decisiones con respecto a la producción y al almacenamiento de productos en inventario. El método actual de predicción de ventas no capta el comportamiento de los factores de la demanda, lo que converge en una mala toma de decisiones respecto a la planificación de producción y a la cantidad de unidades a almacenar en bodega, lo cual, indudablemente, establece un ambiente de incertidumbre global en la empresa.

Como se dijo con anterioridad, esta organización se ha estancado y ha ido decreciendo en el tiempo. Este comportamiento se esclarece al asociar dicha caída a la mala gestión del área productiva y a la inexistente aplicación de métodos de pronóstico que aislen e identifiquen el comportamiento de los patrones de la demanda. Tampoco existe un modelo formal de gestión de inventario que trabaje en conjunto con las predicciones, impidiendo conocer con precisión las cantidades a producir junto al momento óptimo para producirlas.

De acuerdo a esto, queda claro que la empresa necesita enfocarse de forma urgente en la investigación y desarrollo de nuevos métodos para su área de producción. Por esta razón surge este trabajo, en pos de brindar un apoyo y ayudar en la correcta toma de decisiones en la compañía, para evitar la incertidumbre y mala gestión en su área productiva.

1.3 Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un modelo de pronóstico de demanda aplicado en un sistema de gestión de inventarios de producto terminado, que adecúe la producción mensual de los productos clase A de la empresa en torno a la demanda externa y proporcione soporte en torno a la toma de decisiones logísticas.

Objetivos Específicos

- Recopilar información correspondiente a distintos métodos de pronóstico cuantitativo y sistemas de gestión de inventarios disponibles actualmente.
- Analizar la demanda histórica mensual de productos de la empresa.
- Identificar en que productos se utilizará el modelo mediante la realización de un análisis ABC en el inventario de producto terminado.
- Comparar diversos modelos cuantitativos de pronóstico para determinar cuál se adecúa mejor a los datos de demanda histórica de los artículos clase A de la empresa.
- Desarrollar un modelo de gestión de inventario de demanda independiente, considerando las restricciones y requerimientos de la empresa, y utilizando los resultados obtenidos en el desarrollo del método de pronóstico.
- Validar empíricamente la capacidad y eficacia de los modelos teóricos propuestos y desarrollados.
- Evaluar la factibilidad económica de los modelos propuestos.

1.4 Restricciones

1.4.1 Alcance

El alcance de este trabajo será la elección, prueba y validación de un modelo de administración de inventario de producto terminado con pronóstico de demanda, a un horizonte de 9 meses, que se adecúe a los objetivos y políticas de servicio de la empresa. Éste será estudiado en los bienes de mayor impacto, los cuales se determinarán por medio de un análisis ABC en el inventario de producto terminado (vinos envasados) de la empresa.

Este modelo deberá ponerse en marcha utilizando un nivel de confianza de un 90%, con la finalidad de evitar el desabasto. Además, se incluirá un inventario de seguridad para contrarrestar el 10% de error esperado y hacer frente a las variaciones inesperadas en la demanda

1.4.2 Tiempo

El tiempo estimado para el desarrollo de las actividades individuales que se realizarán en este Trabajo de Título se distribuye de la siguiente manera:

Tabla 1-1: Cronograma de Actividades.

Objetivos a Cumplir	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Recopilar datos de la empresa y modelos						
Definir productos a utilizar						
Comparar modelos de pronóstico						
Desarrollar modelo de inventario						
Validar y evaluar modelos propuestos						
Evaluar económicamente la propuesta						

Fuente: Elaboración Propia.

1.4.3 Costos

La realización de esta investigación no conllevará ningún costo económico agregado. Se utilizará software libre y la empresa posee los implementos (computadores, Microsoft Office, sistemas de información) y personal necesarios para su ejecución. El costo efectivo en que incurrirá la organización vendrá dado por la puesta en marcha del modelo de gestión de inventarios a determinar y se estudiará con mayor detalle en el Capítulo 7 de este Trabajo de Título.

1.5 Resultados Esperados

Se espera establecer claridad en torno a cuál debería ser la producción mensual de la empresa y para determinar la cantidad óptima de producto terminado (vinos envasados) a almacenar en bodega en cada periodo mensual, mediante el desarrollo de un modelo de previsión de demanda aplicado en un sistema de gestión de inventarios de demanda independiente, con lo cual se pretende que la organización adopte nuevos procedimientos formales de planificación de producción y almacenamiento de producto terminado, eliminar retrasos en órdenes de producción, tener un mayor nivel de respuesta ante la demanda por una organización óptima de productos en bodega y proveer un inventario de seguridad que ofrezca prevención ante periodos en los que pudiera existir fluctuaciones muy erráticas en la demanda externa.

Ambos modelos en cuestión servirán de apoyo futuro para la toma de decisiones logísticas de la empresa.

1.6 Metodología de Trabajo

El cumplimiento de estos objetivos y la obtención de los resultados que se esperan de este Trabajo de Título, se hará posible haciendo uso de una metodología de investigación estricta, y diversos software y complementos especializados en el desarrollo de métodos pronósticos y sistemas de gestión de inventario.

- Trabajo en equipo con la gerencia y el encargado de logística y producción de la empresa.
- Apoyo académico con el profesor guía designado.
- Estudio de datos de demanda histórica y costos de pedido y almacenamiento, facilitados por la empresa.
- Utilización de Excel y R para el análisis de datos y aplicación de modelos.
- Utilización de complementos de Excel tales como: Solver.
- Consulta bibliográfica, mencionada en su respectivo apartado, respecto a modelos de pronóstico de demanda y sistemas de gestión de inventarios de producto terminado y demanda independiente.

Capítulo 2: Marco Teórico

2.1 Pronóstico de Demanda

Los pronósticos de demanda son estimaciones de ventas a futuro respecto a bienes de consumo de una empresa, utilizando datos de demanda histórica del producto o grupo de productos determinado. Los métodos de pronóstico de demanda se clasifican en:

- **Métodos Cualitativos:** Se emplean cuando la situación no es clara y existen pocos datos, como cuando se incorporan productos o tecnologías nuevas o revolucionarias. Éstos requieren del uso de intuición, emociones, opiniones de expertos y/o experiencia en el área que se pretende pronosticar.
- **Métodos de Series de Tiempo:** Utilizan la demanda histórica para efectuar pronósticos. Se basan en la suposición de que la historia de la demanda pasada es un buen indicador de la demanda futura.
- **Métodos Causales:** Suponen que el pronóstico de la demanda se encuentra altamente correlacionado con factores externos (estado de la economía, tasas de interés, etc.). Encuentran esta correlación entre la demanda y los factores ambientales y recurren a estimados de lo que serán estos factores para pronosticar la demanda futura.
- **Métodos por Simulación:** Imitan las elecciones del cliente que dan origen a la demanda para llegar a un pronóstico. Al emplear la simulación permiten a quien realiza las proyecciones hacer suposiciones acerca de las variables internas y el ambiente externo en el modelo.

La cartera de productos de una empresa siempre es demasiado extensa y cada uno de estos productos posee características singulares. No todos los bienes que comercia una organización poseen el mismo comportamiento en su demanda, por lo cual, se deben utilizar distintos métodos para pronosticar las ventas futuras en cada uno de ellos.

Una buena manera de diferenciar estos productos, es realizar una segmentación, para así elegir el método de pronóstico adecuado según corresponda. Según [Chase Jr.,

2013, p.96], al evaluar los datos a pronosticar, se debe tener en cuenta dos factores clave: (1) el valor del producto para la compañía y (2) la capacidad y precisión que se posee para pronosticar el evento, en este caso, las ventas de productos. De acuerdo a esto, se pueden establecer cuatro cuadrantes utilizando los principios de administración del portafolio de productos de una empresa, estos son:

1. Productos nuevos (*New Products*) con una pequeña cantidad de ventas históricas (productos nuevos y revolucionarios) o que sean similares a productos ya existentes en el mercado (productos innovadores o extensiones de una línea productiva).
2. Productos de cosecha (*Harvest Brands*) con una larga y estable demanda histórica, que posean los patrones distintivos de una serie de tiempo.
3. Marcas en crecimiento (*Growth Brands*) que se encuentren altamente correlacionadas a ventas y factores causales de marketing, requiriendo la recolección de datos extra e información para establecer relaciones.
4. Marcas de nicho (*Niche Brands*) con datos fragmentados a través de los distintos mercados y consumidores específicos a los que apuntan.

Uno de los objetivos de este Trabajo de Título es determinar los productos que se pronosticará. Estos bienes serán los que generan mayores ganancias para la compañía, los cuales serán elegidos llevando a cabo un análisis ABC en el inventario de producto terminado. Teniendo en cuenta esto, queda bastante claro que estos productos serán los pertenecientes al cuadrante de “Productos de Cosecha”, los cuales se definen como productos que generan alta rentabilidad y poseen bajo crecimiento, como lo son los productos de alto valor de consumo que entrega el análisis ABC. Poseen tendencia y estacionalidad marcada y han sido vendidos durante años, lo que ha generado un alto historial de demanda con patrones que se pueden identificar fácilmente. Teniendo en cuenta esto, los cuadrantes y sus métodos de pronóstico respectivo, se especifican en la figura 2-1.

Por estas razones, en el desarrollo del presente Trabajo de Titulación se analizarán métodos cuantitativos de pronóstico que utilizan series de tiempo, los que serán trabajados mediante el uso de Excel y R. Estos métodos se describen con mayor detalle a continuación.

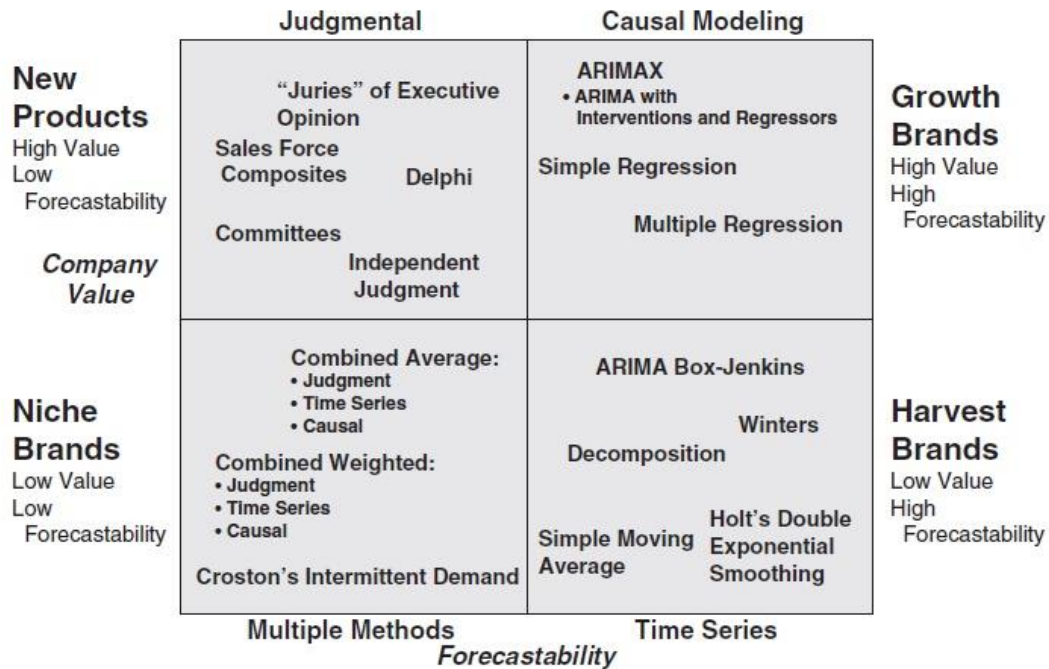


Figura 2-1: Métodos de Pronóstico basados en la Segmentación y en los Principios de Administración del Portafolio de Productos.

Fuente: Libro “Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting”; Chase Jr., 2° Edición.

2.2 Métodos de Pronóstico en Base a Series de Tiempo

Las series de tiempo son observaciones repetidas de la demanda de un producto o servicio en el orden en que se realizan [Krajewsky, Ritzman & Malhotra, 2007, p.523]. Son una sucesión de variables aleatorias ordenadas (y_t), donde t puede tomar cualquier valor ente $-\infty$ e ∞ . La interpretación del subíndice t , dentro de este contexto, será el paso del tiempo. Cada una de las variables y_t , que componen una serie de tiempo, tendrá su propia función de distribución con sus correspondientes momentos de ocurrencia. Asimismo, cada par de dichas variables tendrá su función de distribución conjunta y sus funciones de distribución marginales. Lo mismo ocurrirá no sólo para cada par, sino para conjuntos más amplios de las mismas. En consecuencia, para caracterizar una serie de tiempo basta con especificar la media y la varianza de y_t , y la covarianza para variables referidas a distintos valores de t desfasados en el tiempo, es decir:

$$E[y_t] = \mu$$

$$\sigma_t^2 = \text{var}[y_t] = E[y_t - \mu]^2$$

$$\gamma_t = \text{cov}(y_t, y_{t+s}) = E[(y_t - \mu_t)(y_{t+s} - \mu_{t+s})]$$

Donde,

$E[y_t]$ = Esperanza de la serie en el periodo t .

μ = Media poblacional de la serie.

σ_t^2 = Varianza poblacional de la serie.

γ_t = Covarianza poblacional de la serie en t , en comparación a un desfase de la misma de tamaño s .

El método de series de tiempo se puede definir como un conjunto de técnicas elaboradas bajo la premisa de que la demanda futura emulará los patrones de la demanda pasada [Chase Jr., 2013, p.125]. Teniendo claras estas definiciones, se desprende que estos modelos funcionan utilizando información acumulada por periodos de demanda pasada con la finalidad de establecer patrones y utilizarlos para determinar cuál será su comportamiento a futuro.

Estos patrones, los cuales son característicos en la mayoría de series de tiempo, se dividen en cinco [Krajewsky, Ritzman & Malhotra, 2007, p.523] y se describen a continuación:

- **Horizontal:** Fluctuación de los datos en torno a una media constante.
- **Tendencia:** Patrón de crecimiento o declinación en una serie de tiempo. Puede ser lineal o no lineal.
- **Estacionalidad:** Se caracteriza por periodos repetibles en el tiempo a lo largo de periodos más cortos en el tiempo.
- **Ciclos:** Patrón regular que ocurre durante largos periodos. La serie de datos se repite pero, a diferencia de la estacionalidad, es después de un periodo mayor de tiempo.

- **Variaciones Aleatorias:** Desviación inexplicable de un patrón predecible de una serie de tiempo. Surge por factores impredecibles de corto plazo. Debido a la existencia de estas variaciones, los pronósticos nunca serán exactos.

La selección de los modelos a utilizar, en primera instancia, se encuentra dada por el ajuste de los datos al tipo de modelo en cuestión, dependiendo de los patrones que sigan en su comportamiento. De este modo se puede determinar el uso de métodos con o sin estacionalidad. Posteriormente, utilizando los datos de demanda histórica, se procede a determinar los valores ajustados al modelo a utilizar. Al realizar la comparación de ambas series de datos se obtiene el error ajustado para el pronóstico, el cual debe ser minimizado. Dada esta situación, se selecciona el modelo que posea un error más reducido para la realización del pronóstico formal en la organización.

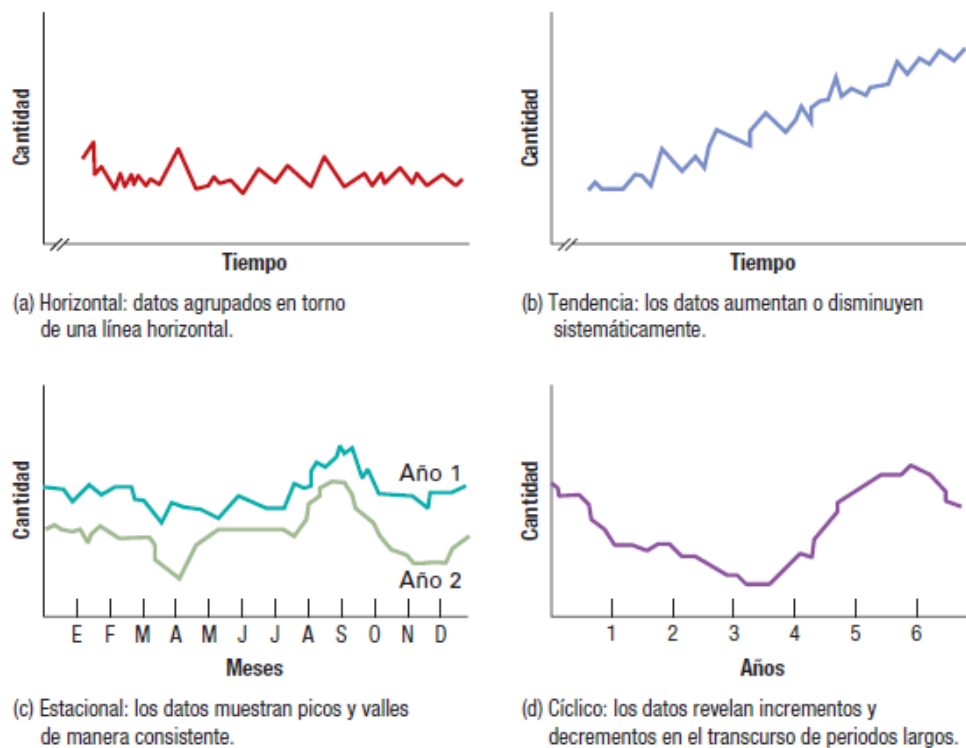


Figura 2-2: Patrones en una serie de datos.

Fuente: Libro "Administración de Operaciones: Procesos y cadenas de valor"; Krajewsky, Ritzman & Malhotra, 8^o Edición.

Finalmente, existe una serie de pasos a seguir para la llevar a cabo la elección y desarrollo de un método de pronóstico adecuado [Chase Jr., 2013, p.128], estos son:

1. Identificar una serie de tiempo o conjunto de datos (demanda histórica).
2. Dividir los datos en dos partes. El grupo de muestra y el grupo fuera de muestra.
3. Elegir el método cuantitativo de pronóstico.
4. Utilizando la data de muestra, ejecutar el modelo para obtener los valores ajustados.
5. Usar un método de pronóstico para crear una proyección.
6. Comparar el pronóstico obtenido con los datos del grupo fuera de muestra.
7. Evaluar los resultados y determinar que tan bien se ajusta el modelo de pronóstico a la demanda histórica.
8. Si el modelo es seleccionado, combinar ambos grupos de datos (dentro y fuera de muestra).
9. Ejecutar nuevamente el modelo utilizando todos los datos y crear un pronóstico.

2.2.1 Suavizado Exponencial Simple

El método de suavizado exponencial es un método de promedio móvil ponderado muy minucioso que permite calcular el promedio de una serie de tiempo, asignando a las demandas recientes mayor ponderación que a las demandas anteriores [Krajewsky, Ritzman & Maholtra, 2007, p.534]. Es uno de los métodos cuantitativos de pronóstico más utilizado, debido a su simplicidad y la baja cantidad de datos que requiere para su aplicación. Éste difiere del método de media móvil ponderada precisamente en la cantidad de datos necesaria para su ejecución, tan sólo necesita tres datos: el pronóstico del último periodo, la demanda de ese periodo y un parámetro de suavizado alfa (α), el cual puede variar entre 0 y 1.

Para elaborar un pronóstico de suavizado exponencial se debe suponer una serie de tiempo y_1, y_2, \dots, y_n , en donde los datos fluctúen respecto a un nivel base u horizontal y no exista tendencia ni estacionalidad. La ecuación de este pronóstico es la siguiente:

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(y_t - F_t)$$

Fórmula 2-1: Método de Suavizado Exponencial Simple.

Fuente: Libro "Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting"; Chase Jr., 2° Edición.

Donde,

y_t = Demanda para el periodo t .

F_t = Pronóstico calculado para el periodo t .

α = Constante de suavizado ($0 < \alpha < 1$).

El énfasis otorgado a la demanda más reciente o pasada dependerá del valor asignado a la constante de suavizado. Un valor de α cercano a 1 hace énfasis en la demanda más reciente y da lugar a pronósticos que tienen mayor capacidad de respuesta frente a los cambios en el promedio fundamental. Para valores de α más cercanos a 0, se considera mayormente la demanda pasada y los pronósticos desarrollados poseen más estabilidad. Además, como en todo pronóstico cuantitativo la efectividad del modelo se puede medir de acuerdo al análisis de error que se explicará posteriormente.

2.2.2 Suavizado Exponencial Doble (Método Holt)

Es una expansión del método anterior, realizada por Charles C. Holt en 1957. Se incluye un componente de tendencia lineal, lo que permite pronosticar datos que posean una tendencia marcada en el tiempo. Este modelo utiliza dos constantes de suavizado, α y β , ambas con valores que pueden variar entre 0 y 1. La estimación del nivel base, la tasa de crecimiento para el periodo t y el pronóstico para m periodos posteriores se expresa, respectivamente, en las siguientes ecuaciones:

$$L_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

Fórmula 2-2: Nivel base del Método Holt.

Fuente: Libro "Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting"; Chase Jr., 2° Edición.

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

Fórmula 2-3: Tendencia/Ciclo del Método Holt.

Fuente: Libro "Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting"; Chase Jr., 2° Edición.

$$F_{t+m} = L_t + T_t m$$

Fórmula 2-4: Pronóstico del Método Holt.

Fuente: Libro "Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting"; Chase Jr., 2° Edición.

Donde,

L_t = Estimación del nivel base de la serie en el periodo t .

T_t = Estimación de la tendencia de la serie de datos en el periodo t .

α ; β = Constantes de suavizado.

F_{t+m} = Pronóstico para m periodos posteriores.

m = Número de periodos a pronosticar.

2.2.3 Método Holt-Winters

Este método es la ampliación realizada por Peter R. Winters al Modelo Holt de suavizado exponencial doble mencionado anteriormente, al cual le adhiere un nuevo componente de estacionalidad. Esto implica que existen tres ecuaciones para determinar la totalidad de componentes del modelo con sus tres respectivas constantes de suavizado. Éste método puede ser aditivo o multiplicativo, otorgando flexibilidad tanto a las variaciones como a las constantes estacionales.

Método Holt-Winters Aditivo

Se busca determinar tres patrones en la serie: un nivel base, de tendencia y estacionalidad para luego sumarlos y obtener el pronóstico ajustado. Sus ecuaciones son:

$$L_t = \alpha(y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

Fórmula 2-5: Nivel Base del Método Holt-Winters Aditivo.

Fuente: Libro "Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting"; Chase Jr., 2° Edición.

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

Fórmula 2-6: Tendencia/Ciclo del Método Holt-Winters Aditivo.

Fuente: Libro "Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting"; Chase Jr., 2° Edición.

$$S_t = \gamma(y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s}$$

Fórmula 2-7: Estacionalidad del Método Holt-Winters Aditivo.

Fuente: Libro "Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting"; Chase Jr., 2° Edición.

$$F_{t+m} = L_t + T_t m + S_{t-s+m}$$

Fórmula 2-8: Pronóstico del Método Holt-Winters Aditivo.

Fuente: Libro "Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting"; Chase Jr., 2° Edición.

El modelo otorga buenos pronósticos para datos que poseen estacionalidad constante (o sin crecimiento) junto a una tendencia variable (creciente o decreciente).

Donde,

L_t = Estimación del nivel base de la serie en el periodo t .

T_t = Estimación de la tendencia de la serie de datos en el periodo t .

S_t = Estimación de estacionalidad de la serie en el periodo t .

s = Longitud de la estacionalidad.

α ; β ; γ = Constantes de suavizado.

F_{t+m} = Pronóstico para m periodos posteriores.

m = Número de periodos a pronosticar.

Método Holt-Winters Multiplicativo

Similar a su contraparte, pero, en este caso, se busca determinar el producto de la suma de patrones de nivel base y tendencia por la estacionalidad de la serie de datos. Se expresa de la siguiente forma:

$$L_t = \alpha \left(\frac{y_t}{S_{t-s}} \right) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

Fórmula 2-9: Nivel Base del Método Holt-Winters Multiplicativo.

Fuente: Libro "Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting"; Chase Jr., 2° Edición.

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

Fórmula 2-10: Tendencia/Ciclo del Método Holt-Winters Multiplicativo.

Fuente: Libro "Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting"; Chase Jr., 2° Edición.

$$S_t = \gamma \left(\frac{y_t}{L_t} \right) + (1 - \gamma) S_{t-s}$$

Fórmula 2-11: Estacionalidad del Método Holt-Winters Multiplicativo.

Fuente: Libro "Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting"; Chase Jr., 2° Edición.

$$F_{t+m} = (L_t + T_t m) S_{t-s+m}$$

Fórmula 2-12: Pronóstico del Método Holt-Winters Multiplicativo.

Fuente: Libro "Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting"; Chase Jr., 2° Edición.

En la práctica, este método se ajusta mejor a datos que poseen variaciones tanto de estacionalidad como tendencia (ya sea creciente o decreciente).

2.2.4 Medición del Rendimiento de un Pronóstico

Es necesario determinar el rendimiento de los pronósticos por dos razones: para medir que tan bien se pronosticó durante el periodo seleccionado y para comparar diferentes modelos y determinar cuál de ellos se ajusta de mejor manera a la demanda histórica del producto. En otras palabras, el error de pronóstico puede estar directamente asociado tanto a alguna equivocación en la utilización de los modelos, como a la no consideración de tendencia y/o estacionalidad en series de datos que posean esos patrones, incluyendo las variaciones aleatorias que hacen que la demanda se comporte de forma irregular y sea prácticamente imposible de predecir.

$$e_t = A_t - F_t$$

Fórmula 2-13: Error de Pronóstico.

Fuente: Libro "Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting"; Chase Jr., 2° Edición.

Donde,

e_t = Error del pronóstico en el periodo t .

A_t = Ventas reales del periodo t .

F_t = Pronóstico del periodo t .

El problema que surge al utilizar esta medida es que existen periodos en que las ventas actuales superan lo pronosticado para dicho periodo, por lo cual se producen valores negativos que, al sumarlos, van restando cantidad entre sí y no otorgan una buena referencia de medida y toma de decisiones para una gran cantidad de periodos.

Error Absoluto Medio (MAE)

También conocido como Desviación Absoluta Media o MAD del inglés *Mean Absolute Deviation*, es uno de los métodos más utilizados para medir el error de los pronósticos. En simples palabras es el promedio de la suma de los valores absolutos de error calculados para cada periodo pronosticado. Matemáticamente, se expresa así:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n [|A_t - F_t|]$$

Fórmula 2-14: Error Absoluto Medio.

Fuente: Libro "Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting"; Chase Jr., 2° Edición.

Donde,

A_t = Demanda real del periodo t .

F_t = Pronóstico del periodo t .

n = Número total de periodos.

Como utiliza el símbolo "||" se hace caso omiso de los signos de los valores (positivo o negativo), haciendo su interpretación mucho más confiable. Por lo tanto, mientras más pequeño es el valor obtenido, más exacta es la técnica de pronóstico utilizada.

Error Cuadrático Medio

Es el promedio de la suma de los errores al cuadrado de cada periodo pronosticado. Se expresa de la siguiente forma:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n [A_t - F_t]^2$$

Fórmula 2-15: Error Cuadrático Medio.

Fuente: Libro "Administración de Operaciones: Procesos y cadenas de valor"; Krajewsky, Ritzman & Malhotra, 8° Edición.

Al hacer uso de una fórmula cuadrática, otorga una mayor ponderación a los errores grandes, lo cual hace que este método sea más fiable en términos de medición.

Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE)

Es el promedio de la suma del error absoluto expresado en términos porcentuales con respecto a los valores reales del periodo. Se expresa de la siguiente forma:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left[\frac{|A_t - F_t|}{A_t} \right] * 100$$

Fórmula 2-16: Error Porcentual Absoluto Medio.

Fuente: Libro "Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting"; Chase Jr., 2° Edición.

La ventaja de este método de medición radica en que, al ser porcentual, existe mayor factibilidad de comparación de error con otros pronósticos en diferentes escenarios. Sus desventajas se encuentran en su inclinación hacia los valores de demanda actuales o, en otras palabras, a pronósticos que se encuentran bajo el nivel de éstos. Es por ello que otorga un mayor impacto a pronósticos inferiores a la demanda que a pronósticos que la superen. Otro problema de este método es que no posee valor definido cuando la demanda es igual a cero. También, si la demanda es muy cercana a 0 el valor podría ser extremadamente alto, lo que crearía una imagen irreal de la magnitud de los errores al promediario con los demás valores [Chase Jr., 2013, p.113].

2.3 Gestión de Inventarios

Un inventario son las existencias de una pieza o recurso utilizado en una organización [Chase, Jacobs & Aquilano, 2009, p.547]. La administración de inventarios se define como la planificación y control de los inventarios para cumplir las prioridades competitivas de la organización [Krajewsky, Ritzman & Maholtra, 2007, p.462]. De esto se desprende que la gestión de inventario es el correcto almacenamiento de materias primas, bienes activos y productos terminados listos para su distribución, con la finalidad de no interrumpir los procesos productivos, a causa de escasez de materiales, y para una rápida respuesta, ante un crecimiento imprevisto en la demanda.

2.4 Modelos de Gestión de Inventarios

Los modelos de administración de inventario buscan responder a dos preguntas fundamentales: ¿qué cantidad pedir? y ¿cuándo debe pedirse? Se encargan de proporcionar estructura organizacional y políticas operativas para el mantenimiento y control de los bienes almacenados. Un factor importante a la hora de seleccionar un sistema de control de inventario es si el artículo posee demanda dependiente o independiente.

Los artículos de demanda dependiente son los insumos, partes y componentes que son necesarios para producir las manufacturas o servicios que ofrece la empresa, en otras palabras dependen de factores internos de la empresa. Los productos que poseen demanda independiente son aquellos artículos que su demanda depende de factores externos a la empresa

A continuación se expondrán dos sistemas de revisión de inventario para productos de demanda independiente, los cuales, de acuerdo a las características y necesidades de la organización en estudio, son los más adecuados para su implementación.

2.4.1 Sistema de Revisión Continua (Q) con Inventario de Seguridad

Conocido también como sistema de punto de reorden (ROP del inglés *Reorder Point System*) o sistema de cantidad de pedido fija, se encarga de contabilizar la cantidad de artículos en inventario cada vez que se realiza un retiro de unidades, con la finalidad de determinar el momento en que es preciso realizar un nuevo pedido. Al momento de realizar la revisión, se debe tomar la decisión de cuando reabastecer dependiendo de la posición de inventario (*Inventory Position*) del producto (capacidad del producto para responder a la demanda futura). También se deben incluir las recepciones programadas (*Scheduled Receipts*) de dicho producto, más el inventario disponible (*On-Hand Inventory*), menos las órdenes que hayan sido aplazadas (*Backorders*). Esto se expresa de la siguiente manera:

$$IP = OH + SR - BO$$

Fórmula 2-17: Posición de Inventario.

Fuente: Libro "Administración de Operaciones: Procesos y cadenas de valor"; Krajewsky, Ritzman & Malhotra, 8° Edición.

Donde,

IP = Posición de inventario.

OH = Inventario disponible.

SR = Recepciones programadas.

BO = Pedidos aplazados.

Entonces, analizando la posición del inventario, se busca determinar un punto específico de reabastecimiento (*R*), o nivel mínimo de unidades en inventario con el cual es posible responder a la demanda, en el cual se realizará un pedido de *Q* unidades que tardará un tiempo definido en llegar (*L*).

Este modelo se basa en las siguientes suposiciones: la demanda del producto es constante o variable (inventario de seguridad), el tiempo de entrega del pedido es constante, el precio por cada producto es constante, el costo por mantener inventario se calcula en base al inventario promedio, los costos de pedido son constantes y la demanda total del producto será cubierta sin pedidos acumulados.

La cantidad óptima de productos a ordenar o tamaño del lote que permite minimizar los costos anuales totales por mantenimiento de inventario de ciclo, se encuentra dada por la fórmula de la cantidad económica del pedido (EOQ del inglés *Economic Order Quantity*):

$$Q = EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Fórmula 2-18: Cantidad Económica de Pedido del Modelo Q.

Fuente: Libro "Administración de Operaciones: Procesos y cadenas de valor"; Krajewsky, Ritzman & Malhotra, 8° Edición.

Donde,

EOQ, Q = Cantidad económica del pedido.

D = Demanda anual.

S = Costo de preparación del pedido.

H = Costo anual de mantener y almacenar una unidad del inventario promedio.

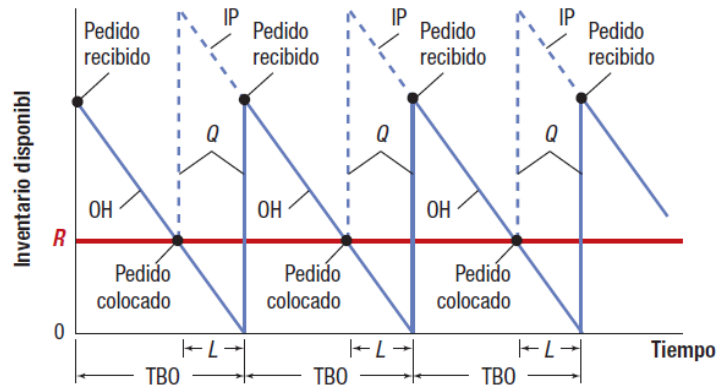


Figura 2-3: Modelo de Revisión Continua.

Fuente: Libro "Administración de Operaciones: Procesos y cadenas de valor"; Krajewsky, Ritzman & Malhotra, 8° Edición.

El tiempo entre pedidos (TBO del inglés *Time Between Orders*) es el tiempo promedio entre la recepción de dos pedidos de reabastecimiento de Q unidades. Se expresa de la siguiente forma:

$$TBO_{EOQ} = \frac{EOQ}{D}$$

Fórmula 2-19: Tiempo entre Pedidos del Modelo Q.

Fuente: Libro "Administración de Operaciones: Procesos y cadenas de valor"; Krajewsky, Ritzman & Malhotra, 8° Edición.

Donde,

TBO = Tiempo entre pedidos.

EOQ = Cantidad económica del pedido.

D = Demanda anual.

Como en la mayor parte de los casos, la demanda es variable, y la realización de un pronóstico puede ser insuficiente para cubrir estas variaciones repentinas, es necesario considerar un inventario de seguridad. Este inventario puede ser determinado en función de diversos criterios. Muchas empresas establecen un número de periodos de suministro para este fin, pero es mejor utilizar un enfoque que capte las variaciones aleatorias de la demanda.

En este sistema, el peligro de que existan faltantes ocurre entre el momento de realización del pedido y su recepción (L). Esto podría ocurrir en el caso de que la demanda aumentase inesperadamente durante este lapso de tiempo, para lo cual es efectivo contar con pronósticos de demanda que estimen los posibles niveles en que ésta se encontrará durante el periodo L .

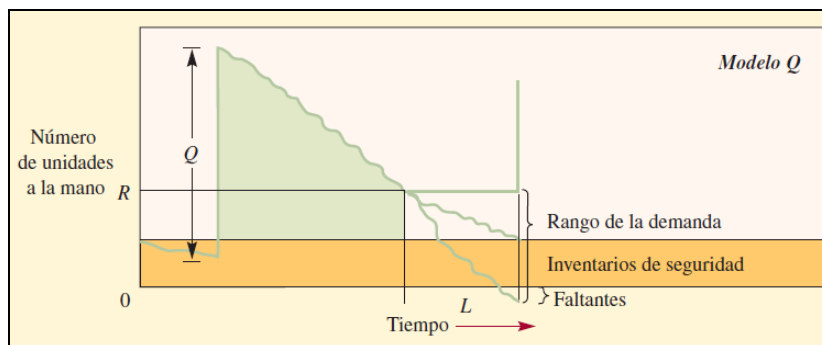


Figura 2-4: Inventario de Seguridad para el Modelo Q.

Fuente: Libro "Administración de Operaciones: Producción y cadena de suministro"; Chase, Jacobs & Aquilano, 12° Edición.

El inventario de seguridad depende exclusivamente del nivel de servicio deseado por la organización (z). Para determinar este inventario se utiliza el enfoque de probabilidad (probabilidad de quedarse sin inventario durante el periodo L), el cual considera que la demanda del periodo posee una distribución normal con media y desviación estándar. Para determinar la probabilidad de que exista un faltante durante este periodo, se analiza la distribución normal de la demanda esperada y se observa el área en que disminuye la cantidad de producto disponible (ver Figura 2-5). Entonces, el punto de reabastecimiento se formula así:

$$R = \bar{d}L + z\sigma_L$$

Fórmula 2-20: Punto de Reabastecimiento del Modelo de Revisión Continua con Inventario de Seguridad.

Fuente: Libro "Administración de Operaciones: Producción y cadena de suministro"; Chase, Jacobs & Aquilano, 12° Edición.

Donde,

R = Punto de reabastecimiento.

\bar{d} = Demanda promedio.

L = Tiempo de entrega.

$z\sigma_L$ = Inventario de seguridad del modelo Q.

z = Número de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio específica.

σ_L = Desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega.

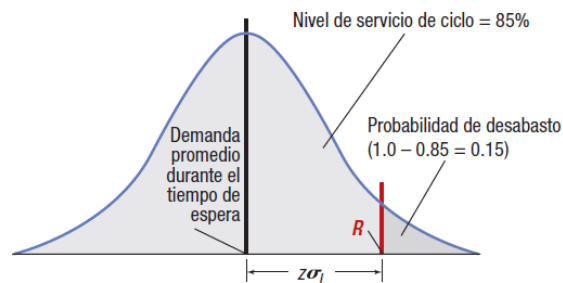


Figura 2-5: Distribución Normal de Demanda Esperada durante el Periodo L.

Fuente: Libro "Administración de Operaciones: Procesos y cadenas de valor"; Krajewsky, Ritzman & Malhotra, 8° Edición.

En este caso, el término $z\sigma_L$ corresponde al inventario de seguridad. Si es positivo, mientras mayor sea su valor, más pronto se realizará el pedido.

En síntesis, la regla que seguirá el Modelo Q es ordenar una cantidad igual a EOQ unidades cuando la posición del inventario sea menor o igual al punto de reabastecimiento ($IP \leq R$).

Para determinar el punto de reabastecimiento y el inventario de seguridad, es necesario determinar la distribución que sigue la demanda durante el tiempo de espera. Existen casos en que la demanda promedio y su distribución durante el tiempo de espera no pueden obtenerse directamente y es necesario calcularlas combinando información del nivel de demanda con información referente al tiempo de espera. Entonces, para determinar la tasa de demanda durante el tiempo de espera se realizan algunas suposiciones. Se supone que se conoce la demanda promedio (d) y su desviación estándar sobre algún intervalo de tiempo t (días, semanas), con t menor al tiempo de espera (L). Se supone, además, que las distribuciones de probabilidad de la demanda para cada intervalo t son idénticas e independientes entre cada una. Siguiendo estas suposiciones, la demanda promedio durante el tiempo de espera será la suma de los promedios correspondientes a cada una de las L distribuciones idénticas e independientes de la demanda. Por otra parte, la varianza de la distribución de la demanda para el tiempo de espera será la suma de las varianzas de las L distribuciones. Por ende, la desviación estándar de la suma de dos o más variables aleatorias independientes distribuidas de la misma manera es igual a:

$$\sigma_L = \sqrt{\sigma_t^2 L} = \sigma_t \sqrt{L}$$

Fórmula 2-21: Desviación Estándar de la Demanda en el Tiempo de Espera.

Fuente: Libro "Administración de Operaciones: Procesos y cadenas de valor"; Krajewsky, Ritzman & Malhotra, 8° Edición.

Donde,

σ_L = Desviación estándar de la demanda del periodo de espera L .

σ_t = Desviación estándar de la demanda en el periodo t .

L = Tiempo de espera o cantidad de periodos t de igual duración.

t = Periodos con distribución idéntica e independiente de la demanda.

Los costos totales del sistema de revisión continua se expresan según la fórmula:

$$C = \frac{Q}{2}(H) + \frac{D}{Q}(S) + Hz\sigma_L$$

Fórmula 2-22: Costo Total del Modelo de Revisión Continua con Inventario de Seguridad.

Fuente: Libro "Administración de Operaciones: Procesos y cadenas de valor"; Krajewsky, Ritzman & Malhotra, 8° Edición.

Donde,

C = Costo total del Sistema Q.

Q = Inventario de ciclo.

$\frac{Q}{2}$ = Inventario promedio de ciclo.

H = Costo por mantener una unidad en inventario.

D = Nivel de demanda.

S = Costo por hacer pedidos o preparar un lote de productos.

$z\sigma_L$ = Inventario de seguridad.

El costo por mantenimiento de inventario de seguridad se calcula bajo la suposición de que este inventario se encuentra disponible todo el tiempo.

2.4.2 Sistema de Revisión Periódica (P) con Inventario de Seguridad

Conocido, además, como sistema de reorden a intervalos fijos o sistema de reorden periódica. A diferencia del método anterior, la posición de inventario de un producto es revisada periódicamente. El tiempo entre pedidos adquiere un valor fijo (P) y cada pedido nuevo es colocado al final de cada revisión.

En este sistema la demanda es considerada como una variable aleatoria, por lo que la demanda total entre las revisiones es variable. El tamaño del lote (Q), varía en cada periodo. Las suposiciones para este sistema son: no existen restricciones en cuanto al tamaño de lote, los costos asociados son de mantenimiento de inventario y realización de pedidos, las decisiones son independientes para cada artículo, no existe incertidumbre en los tiempos de entrega, la oferta es conocida y la demanda es variable.

Cuando el tiempo P ha transcurrido desde la última revisión para que la posición del inventario vuelva al nivel deseado T . El tamaño del lote para la primera revisión es Q_1 , es decir, la diferencia entre la posición de inventario IP_1 y T . IP y OH difieren solamente durante el tiempo de espera entre la realización del pedido y su llegada. Al momento de recepción del pedido OH e IP vuelven a tener el mismo valor.

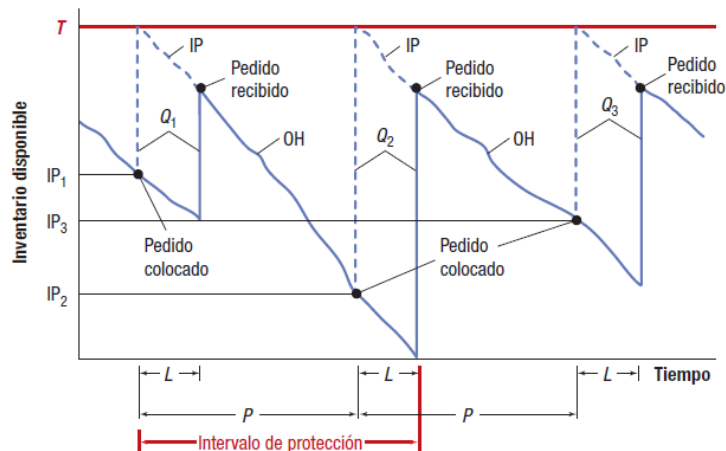


Figura 2-6: Modelo de Revisión Periódica.

Fuente: Libro "Administración de Operaciones: Procesos y cadenas de valor"; Krajewsky, Ritzman & Malhotra, 8^o Edición.

El tiempo entre revisiones (P) puede ser cualquier intervalo conveniente según las actividades de la organización. También puede tomar el mismo valor que TBQ_{EOQ} en la cantidad económica del pedido. Debido a que el valor que toma la demanda es variable, algunos pedidos serán mayores o menores que la EOQ . Pero, a lo largo de un periodo prolongado, el tamaño promedio del lote será cercano a la EOQ .

El modelo P requiere previsión contra el desabasto, debido a que la revisión ocurre en periodos fijos de tiempo. Esta protección será para un intervalo de protección $P + L$ más prolongado. En efecto, la cantidad de inventario deseada (T) deberá ser igual a la demanda esperada durante el intervalo de $P + L$ periodos, más el intervalo de seguridad suficiente para protegerse ante las variaciones de la demanda durante el mismo intervalo de protección. Asumiendo las mismas suposiciones del modelo Q, el nivel deseado para el sistema P es el siguiente:

$$T = d(P + L) + z\sigma_{P+L}$$

Fórmula 2-23: Nivel Objetivo de Inventario para el Modelo P con Inventario de Seguridad.

Fuente: Libro "Administración de Operaciones: Procesos y cadenas de valor"; Krajewsky, Ritzman & Malhotra, 8° Edición.

Donde,

T = Nivel objetivo del inventario.

$d(P + L)$ = Demanda promedio durante el intervalo de protección.

$z\sigma_{P+L}$ = Inventario de seguridad.

P = Tiempo entre revisiones de nivel de inventario.

L = Tiempo de entrega o espera de pedido.

d = Pronóstico de demanda promedio de un periodo.

z = Número de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio específica.

σ_{P+L} = Desviación estándar de la demanda durante el periodo de revisión y entrega.

Por consiguiente, la cantidad de unidades a ordenar en un sistema P es:

$$\text{Cantidad de pedido} = T - IP$$

Fórmula 2-24: Cantidad de Pedido Sistema P.

Fuente: Libro "Administración de Operaciones: Procesos y cadenas de valor"; Krajewsky, Ritzman & Malhotra, 8° Edición.

Donde,

T = Nivel deseado de inventario.

IP = Posición del inventario.

De acuerdo a esto, la regla de reabastecimiento de un sistema P consiste en ordenar $T - IP$ unidades cada P periodos de igual tamaño.

El inventario de seguridad para el modelo P debe cubrir la incertidumbre en la demanda por un periodo más largo que el sistema Q. Al igual que en ese modelo, se utiliza una demanda que posea distribución normal.

Aplicando las mismas consideraciones del modelo Q para el cálculo de σ_L , la desviación estándar de la distribución de la demanda para el intervalo de protección es:

$$\sigma_{P+L} = \sigma_t \sqrt{P + L}$$

Fórmula 2-25: Desviación Estándar de la Demanda en el Intervalo de Protección.

Fuente: Libro "Administración de Operaciones: Procesos y cadenas de valor"; Krajewsky, Ritzman & Malhotra, 8° Edición.

Donde,

σ_{P+L} = Desviación estándar de la demanda del periodo de incertidumbre $P + L$.

σ_t = Desviación estándar de la demanda en el periodo t .

$P + L$ = Tiempo de incertidumbre o cantidad de periodos t de igual duración.

t = Periodos con distribución idéntica e independiente de la demanda.

Como el sistema P cubre un periodo de incertidumbre en la demanda más largo que el modelo Q, requiere de mayor inventario de seguridad, por esta razón, σ_{P+L} es mayor que σ_L .

Los costos totales del sistema P se expresan en forma similar al modelo Q, pero se diferencian en el cálculo de la cantidad de pedido y en el inventario de seguridad. La cantidad promedio de pedido se expresa como el consumo promedio de inventario durante los periodos P ($Q = dP$).

$$C = \frac{dP}{2}(H) + \frac{D}{dP}(S) + Hz\sigma_{P+L}$$

Fórmula 2-26: Costo Total del Sistema de Revisión Periódica con Inventario de Seguridad.

Fuente: Libro "Administración de Operaciones: Procesos y cadenas de valor"; Krajewsky, Ritzman & Malhotra, 8° Edición.

Donde,

C = Costo total Sistema P.

dP = Inventario durante periodos P entre pedidos.

$\frac{dP}{2}$ = Consumo promedio de inventario durante periodos P entre pedidos.

H = Costo por mantener una unidad en inventario.

D = Nivel de demanda.

S = Costo por hacer pedidos o preparar un lote de productos.

$z\sigma_{P+L}$ = Inventario de seguridad.

2.5 Análisis ABC

En pocas palabras, este método requiere la realización de un análisis de Pareto, con la finalidad de clasificar los artículos en categorías A, B o C de acuerdo a su nivel de importancia.

- Los artículos clase A representan, en general, cerca del 20% del total de bienes, correspondiendo a aproximadamente un 80% del valor de consumo.
- Los artículos clase B, o de valor intermedio, representan un 30% del total, pero con un 15% del valor de consumo.
- Los artículos clase C, o de bajo valor, representan el 50% del total de los artículos representando el 5% del valor de consumo.

De esta clasificación se infiere que los artículos deben tratarse en forma ponderada de acuerdo a su grupo, siendo el objetivo principal identificar los niveles de inventario de los bienes clase A para controlarlos rigurosamente, otorgándoles mayores áreas de almacenamiento y realizando pedidos de forma más frecuente para evitar su posible desabasto.

Se debe asegurar que los bienes clase A sean revisados con frecuencia para reducir el tamaño promedio del lote y mantener actualizados los registros de inventario. Los artículos clase B requieren un nivel medio de control, realizando revisiones periódicas para determinar su comportamiento y ejecutar acciones de administración según corresponda. Con respecto a los artículos clase C, requieren un control muy poco estricto, además, el impacto de su desabasto puede ser tan alto como el de un artículo clase A, pero su costo por mantenimiento es bastante bajo. Por ello, para este último grupo se pueden tolerar niveles más altos de inventario.

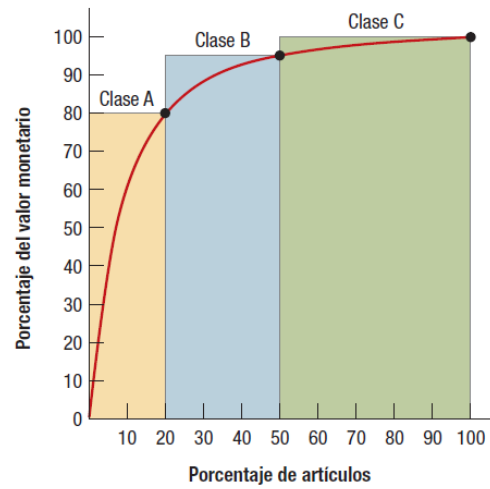


Figura 2-7: Representación del Análisis ABC.

Fuente: Libro "Administración de Operaciones: Procesos y cadenas de valor"; Krajewsky, Ritzman & Malhotra, 8ª Edición.

El valor de consumo de los artículos no es el único factor determinante con respecto a los porcentajes que definen cada uno de los grupos, también se puede considerar el volumen de ventas, el impacto de la falta de existencias, el sobre-stock o las políticas de inventario existentes en la organización.

Capítulo 3: Antecedentes de la Empresa

3.1 Antecedentes Generales de Viña Lomas de Cauquenes

Viña Lomas de Cauquenes es una empresa chilena fundada el 23 de diciembre de 1939 en la ciudad de Cauquenes, VII Región del Maule, bajo la razón social de Cooperativa Agrícola Vitivinícola de Cauquenes Ltda. (COVICA Ltda.). Su rubro principal es la producción, venta y distribución de productos vitivinícolas, tanto a granel como envasados. Su planta productiva y de distribución se encuentra ubicada en Av. Ruperto Pinochet #690, Cauquenes, Región del Maule. Además, posee tres bodegas dedicadas exclusivamente al almacenamiento y venta de productos, las cuales se ubican en Cauquenes, Concepción y Temuco respectivamente.



Figura 3-1: Logo empresa Viña Lomas de Cauquenes.

Fuente: Viña Lomas de Cauquenes.

También es un importante referente de la economía local y regional. Cuenta con un total aproximado de 160 socios, los que en conjunto aportan un total de 1.303 hectáreas de uva vinífera y una producción de vinos superior a los 8 millones de litros anuales, los cuales son comercializados en el mercado nacional e internacional. La Cooperativa es fuente de ingreso para más de 1.000 personas que trabajan directa o indirectamente con ella. Su facturación anual es cercana a los US\$3.500.000.

Como toda organización, Viña Lomas de Cauquenes posee un objetivo y metas claras. Éstas se detallan con mayor claridad a continuación:

- **Misión:**

A través de la cooperación mutua, proyectar sosteniblemente la viticultura y la producción de vinos de calidad del secano interior costero de Chile.

- **Visión:**

Ser una viña reconocida y preferida mundialmente por tener los vinos que mejor representan la identidad de este terroir con historia y tradición.

Además, la empresa cuenta con un total aproximado de 70 trabajadores directos, distribuidos en las áreas administrativas, de operaciones y ventas. Su organigrama se detalla en la siguiente figura:

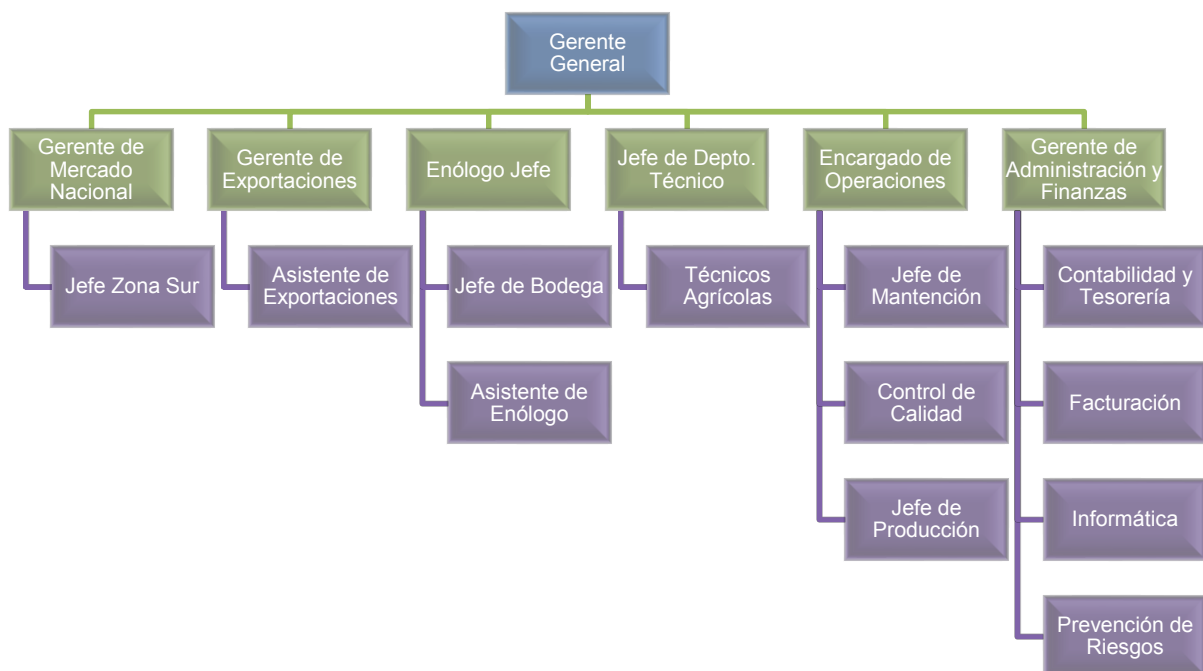


Figura 3-2: Organigrama de la Empresa.

Fuente: Elaboración Propia con datos de COVICA Ltda.

Por más de 70 años, Viña Lomas de Cauquenes se ha distinguido por ofrecer a sus consumidores vinos de calidad, con una clara visión de innovación, por lo cual sus procesos de vinificación conjugan armónicamente métodos y equipamiento tradicionales y de última tecnología, pilares fundamentales, que le permiten ofrecer productos de excelencia.

Sus productos son elaborados siguiendo estándares de calidad internacional como la norma HACCP de inocuidad y seguridad alimentaria, normas de producción de vinos orgánicos para diferentes países como Estados Unidos (NOP), Europa (EU 834-2007) y Japón (JAS). Además, su planta productiva cuenta con un enólogo calificado, el cual se encarga de determinar la calidad de las distintas cepas de uva utilizadas en el proceso productivo, para así establecer en qué tipo de vino se utilizará cada una de ellas. Algunas de las características analizadas son los niveles de pH, acidez, grados Brix (°Bx) y alcohol probable (AP).

De acuerdo a la información entregada por COVICA Ltda., la empresa produce una cantidad aproximada de 100 productos diferentes, de los cuales, cada uno posee características, calidad y sabores específicos en relación a la cepa de uva utilizada en su producción. Los tipos de productos elaborados por la empresa se clasifican en cinco tipos, éstos son:

- **Varietales:** Este tipo de vino se elabora con cepas de uva obtenidas, procesadas y envasadas durante un mismo año.
- **Reserva:** Son cepas de uva con un nivel de pH, acidez y alcohol probable determinado, que califican para su almacenamiento en contenedores de madera, roble francés y americano, y acero inoxidable durante un periodo de tiempo mínimo de 2 años.
- **Genéricos:** Vinos producidos con cepas de uva sin denominación de origen. Estas pueden ser uva país, moscatel, torontel, ovoide, entre otras.
- **Especiales:** Son vinos dulces que proceden de cepas con una mayor maduración, comúnmente denominadas como cepas de cosecha tardía.
- **Orgánicos:** Son producidos con cepas de plantaciones que no utilizan productos químicos en ninguno de sus niveles de crecimiento.

Sus ventas a nivel nacional ascienden aproximadamente a un 90% de su producción anual. Entre sus clientes nacionales más importantes se pueden mencionar:

- **Fernando Jans y Cía. Ltda.:** Es una empresa ubicada en la región de la Araucanía. Su rubro es la distribución y venta al por mayor de bebidas alcohólicas y de fantasía. Además, se dedica a la venta al por menor de artículos de construcción.
- **Vitivinícola y Comercial Santa Victoria Ltda.:** Empresa dedicada a la comercialización de productos agrícolas y vitivinícolas.
- **Distribuidora Cavalieri Ltda.:** Empresa ubicada en Santiago dedicada a la venta y distribución mayorista de bebidas alcohólicas, energéticas y de fantasía.
- **Sociedad Agrícola, Comercial e Industrial Urcelay Hnos. Ltda.:** Es una empresa familiar ubicada en Rancagua, con una amplia trayectoria y experiencia en el rubro vitivinícola.

El 10% restante se exporta a países como China, Alemania y Bélgica. Sus clientes más importantes a nivel internacional son:

- **GEPA:** Empresa alemana dedicada a la comercialización de productos en Europa, bajo el lema Comercio Justo (Fair Trade). Es un gran apoyo para los sectores rurales y de escasos recursos en todo el mundo.
- **Oxfam-Wereldwinkels (Bélgica):** Es una confederación internacional formada por 17 organizaciones no gubernamentales que realizan labores humanitarias en 90 países. Su objetivo es el combate de la pobreza y el sufrimiento a nivel mundial. Es una de las principales organizaciones que se dedican al apoyo comercial, por medio del Comercio Justo, de las pequeñas empresas viníferas en Chile.
- **Apex Cellar Limited:** Es una empresa de origen Chino dedicada a la importación, producción y comercialización de productos vitivinícolas.
- **Shangai Red Sky Import & Export Trade Co., Ltd.:** Fundada en el año 2003, es una subsidiaria del grupo Shangai All-Key. Su rubro es la producción, importación, exportación y venta de productos químicos.

Las ventas, en pesos, realizadas a algunos de los clientes nacionales más importantes, entre los años 2012 y 2014, se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 3-1: Tabla de Ventas por Cliente Nacional.

Cliente	2012	2013	2014
Vitivinícola y Comercial Santa Victoria Ltda.	136.391.600	250.658.791	66.248.000
Fernando Jans y Cía. Ltda.	83.491.379	64.576.017	66.271.378
Distribuidora Cavalieri Ltda.	12.098.321	81.871.419	96.805.997
Sociedad Agrícola, Comercial e Industrial Urcelay Hnos. Ltda.	131.205.800	87.275.000	276.280.875
Sociedad Comercial Montecino e Hijo Ltda.	66.815.869	58.003.668	45.723.064
Vitivinícola Antawara Ltda.	34.200.000	132.649.750	71.746.200
Viña Concha y Toro S.A.	50.989.825	-	75.077.900
Raynaud Lacaze Ltda.	38.143.790	87.328.270	102.534.180
Bodega y Viñedos de Aguirre S.A.	55.635.000	93.002.500	56.812.500
Distribuidora El Rey Ormeño Ltda.	29.736.459	28.889.568	25.689.126
Andes Beverages S.A.	4.940.000	12.299.023	45.480.830

Fuente: Elaboración Propia con datos de COVICA Ltda.

3.2 Descripción de Materias Primas

Previo a explicar el proceso productivo de la empresa, y para su mayor comprensión, se hace necesario detallar cada uno de los insumos utilizados en la elaboración del producto final. La materia prima principal es la uva, pero yendo un paso más adelante, es el zumo extraído y fermentado de este fruto lo que se utiliza como componente primordial en la elaboración de todos los productos. Para ello, la uva es procesada inmediatamente luego de ser recibida y el líquido obtenido es almacenado en contenedores especiales o barricas dispuestas para esta tarea. Cabe destacar que existe una cantidad constante de uva recibida luego de la vendimia de cada año, que corresponde a las viñas que posee la empresa. La cantidad variable depende de sus socios, quienes venden su cosecha anual. De existir faltantes, se compran a proveedores que se dedican exclusivamente a la venta de este fruto y lo almacenan en condiciones óptimas para su comercialización. La cantidad total, en kg de uva, que se utilizará cada año, se estima al comienzo de éste a través de la experiencia y teniendo en cuenta los clientes que se mantendrán fieles a la empresa durante el mismo periodo. Cabe destacar que su rendimiento promedio en litros es del 70% respecto al total de kg recibidos.



Figura 3-3: Cepa de Uva Tinta.

Fuente: <http://www.zonamediatv.com/wp-content/uploads/2012/11/>

Finalmente, el producto obtenido es una botella o envase, con una cantidad, tipo y calidad específica de vino en su interior. Para su elaboración, se utilizan las siguientes materias primas, las cuales se subdividen en principal o uva, enológicas y secas:

Insumo Principal:

- **Uva:** Como se mencionó, es el elemento de uso primordial para la elaboración del producto. La uva es el componente de mayor utilidad, debido a que es su derivado, el vino, lo que consume el cliente al adquirir el producto final.

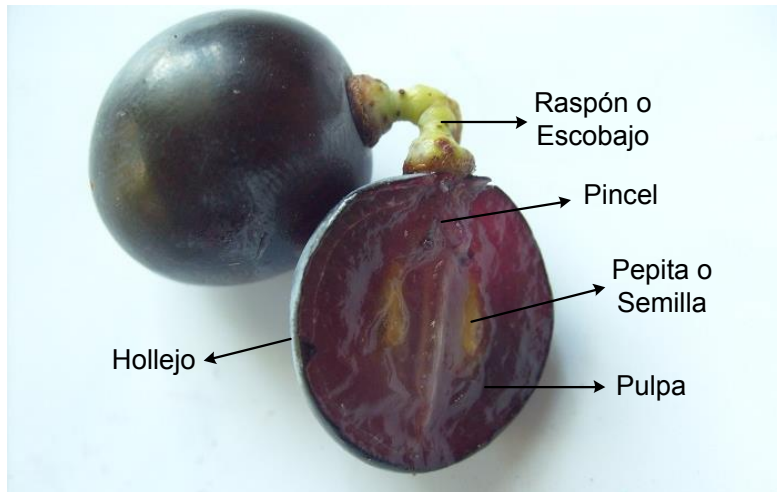


Figura 3-4: Composición de la Uva.

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo con la Figura 3-4, los componentes de la uva son: el raspón, que sirve para determinar su nivel de maduración, ésta se encuentra en un nivel óptimo cuando los raspones pasan de ser verdes y carnosos a marrones y leñosos, también aportan acidez y astringencia al mosto; el pincel, que corresponde a lo que queda sujeto al raspón cuando las uvas se separan de éste en el patio de molienda o en la vendimia; el hollejo, que es el ingrediente más importante para la elaboración de vinos tintos, el cual contiene una elevada concentración de taninos, materia colorante y compuestos que determinan el sabor final del mismo; las semillas, su número, tamaño y forma determinan la variedad de uva, además, liberan taninos amargos cuando se rompen; finalmente se encuentra la pulpa, que es el principal componente de un vino, contiene azúcares, ácidos y, sobre todo, agua, ésta es de color grisáceo en casi todas las uvas utilizadas para la elaboración de vinos.

Insumos Enológicos:

- **Acidificantes:** Se utilizan, de ser necesario, para corregir el nivel de acidez de un vino o mosto.
- **Enzimas:** Existen tres tipos de enzimas utilizadas en enología. Las enzimas pectolíticas, usadas principalmente en tratamientos de clarificación, desborre y/o prensado; las utilizadas para la extracción de color; y las que se usan para la extracción de aromas.
- **Estabilizantes:** Son polvos granulados que se utilizan para precipitar proteínas y partículas en suspensión en el vino o mosto.
- **Filtrantes:** Tierras fósiles con un cierto nivel de porosidad que se utilizan para eliminar impurezas presentes en el vino al hacerlo pasar, a velocidad y presión constantes, a través de una capa filtrante compuesta de este material.
- **Gases Inertes:** Se utilizan para desplazar el oxígeno presente en las barricas de vino, con el objetivo evitar reacciones químicas o biológicas que alteren su composición. Entre ellos se destacan el argón (A), el dióxido de carbono (CO₂) y el nitrógeno (N₂).
- **Higiene:** Son elementos utilizados para la desinfección y sanitización de todos los equipos que entran en contacto directo con el producto y de las instalaciones en general.
- **Levadura:** Son utilizadas en el proceso de fermentación alcohólica. Transforman el azúcar en alcohol. El tipo de levadura utilizada varía para tintos y blancos.
- **Activadores:** Nutrientes que se utilizan para estimular o reactivar la fermentación alcohólica. Estos se adhieren cuando el efecto de fermentado de las levaduras se detiene o ralentiza a consecuencia de un nivel bajo de azúcar.
- **Antioxidantes:** Utilizados además como preservantes y antisépticos, integran vitamina C al vino, debido a que las levaduras se encargan de eliminarla durante el proceso de fermentación.
- **Chips:** Virutas de roble o tablillas que se añaden al vino durante su añejado. Su utilidad radica en que aceleran en envejecimiento de un vino. Además le proveen de diversos aromas y suavidad.
- **Desacidificantes:** Utilizados para controlar el nivel de acidez presente en un vino.

Insumos Secos:

- **Envases:** Corresponden a botellas de vidrio y plásticas (PET), en formatos de 375, 700, 750, 1500, 3000 y 5000 cc., las cuales son utilizadas en el proceso de envasado del vino. Éstas deben estar limpias, desinfectadas y esterilizadas. También se utilizan los formatos brik (tetra pak) y bolsa en caja (bag in box).
- **Tapones:** En formatos de corcho y tapa enroscada, se utilizan para tapar los envases con vino en su interior.
- **Etiquetas y Contraetiquetas:** Son utilizadas en el proceso de etiquetado. Las etiquetas contienen información con respecto al tipo de vino, cantidad en cc, año de elaboración y grado alcohólico. Las contraetiquetas contienen los ingredientes y las características esenciales del producto.
- **Cápsulas:** Además de cumplir una función estética, protegen el cuello de la botella y el corcho frente al polvo, la sequedad y el deterioro. Además, ofrecen cierta garantía de que la botella de vino nunca ha sido abierta.
- **Cajas de Cartón Corrugado:** Aquí se guardan los envases de vino terminados en el momento previo a su despacho.

El total de estas materias primas se produce en Chile, por lo cual, los proveedores no tardan más de 15 días hábiles (3 semanas) en entregar los insumos a la planta productiva, suponiendo que no exista ningún problema durante este periodo. La única materia prima que se recibe sólo durante un periodo del año (febrero a mayo) es la uva, ya que la vendimia se realiza tan sólo una vez al año. Por ende, la elaboración del vino comienza apenas se recibe esta MP, alcanzando un total aproximado de 8 millones de litros anuales entre tintos y blancos. Una vez finalizada su producción a granel (tiempos que dependen del tipo de vino elaborado, los cuales se especifican en el apartado “Descripción del Proceso Productivo”), estos vinos se almacenan en barricas, a la espera del proceso de envasado respectivo, el cual dependerá exclusivamente de la demanda del producto en cuestión en conjunto con el inventario de insumos secos, mencionado previamente, que posea la empresa para ejecutar dicha tarea y satisfacer la demanda de determinado producto en cada periodo. Por ello, el nivel de inventario de producto terminado se encuentra directamente relacionado al proceso de envasado del vino.

En consecuencia y tomando en consideración toda la información expuesta anteriormente, algunos de los principales proveedores de insumos de la empresa son:

- **Cooperados:** Denominación de los socios directos de la organización. Son agricultores de la zona, quienes entregan su cosecha a la empresa a cambio de un estímulo económico, el cual depende de la calidad de la uva.
- **Cristalerías de Chile S.A.:** Con más de 100 años de trayectoria y en posesión de dos plantas productivas, es una empresa líder en la fabricación y venta de envases de vidrio en Chile.
- **Tetra Pak® Chile:** Es una de las tres compañías del Grupo Tetra Laval, el cual fue fundado en Suecia. Su rubro es la producción y distribución de envases de cartón de diferentes clases, de acuerdo a las necesidades de sus clientes.
- **Industria Corchera S.A.:** Es una empresa chilena dedicada a la fabricación de corchos, tapas de aluminio tipo pilferproof y distribución de cápsulas cubre corchos, maquinarias para la industria vitivinícola, barricas, etc.
- **Envases Roble Alto S.A.:** Es una subdivisión de Empresas CMPC. Su rubro es la producción y comercialización de embalajes de cartón corrugado en el mercado industrial y vitivinícola.
- **One Label:** Empresa dedicada a la manufactura y comercialización de etiquetas autoadhesivas en rollos para el dispensado automático o manual en líneas de producción para diversas áreas de negocios.
- **Insuvit Ltda:** Fundada en el año 1988 en Curicó, es uno de los principales proveedores de insumos vitivinícolas y productos para la agroindustria en la zona centro-sur de Chile.
- **Indura S.A.:** Es una empresa con 65 años de experiencia, perteneciente al grupo estadounidense Air Products. Se especializa en la producción, comercialización y desarrollo de soluciones con gases y soldaduras.

3.3 Descripción del Proceso Productivo

Para la manufactura del vino se realiza un proceso que se divide en dos etapas, éstas se detallan en el siguiente diagrama:

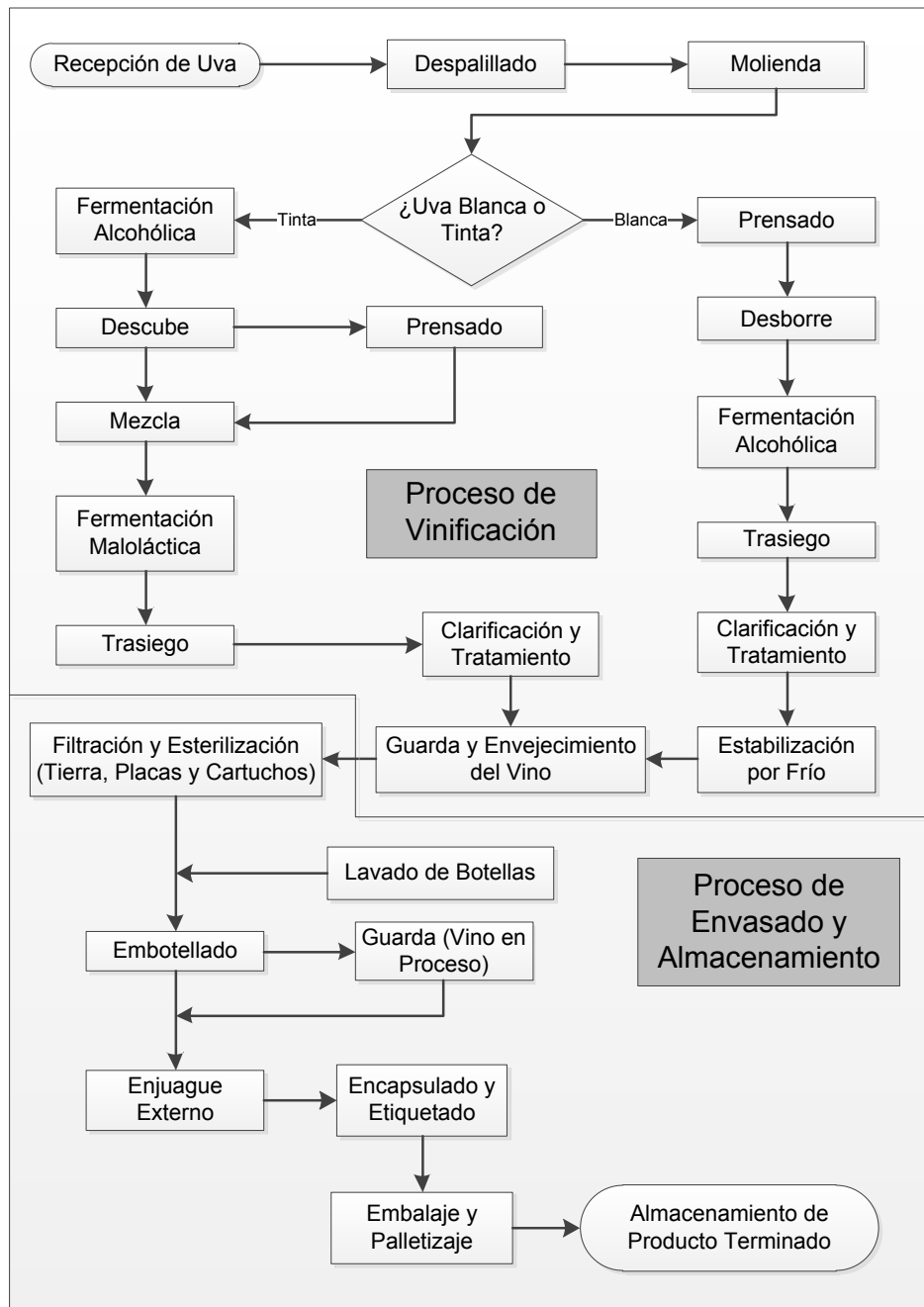


Figura 3-5: Diagrama del Proceso Productivo de la Empresa.

Fuente: Elaboración Propia con datos de COVICA Ltda.

3.3.1 Proceso de Vinificación

El proceso de elaboración de un vino inicia con la recolección de la uva o vendimia, la cual se lleva a cabo entre fines de febrero y principios de mayo, dependiendo en gran medida del clima del año y de las distintas variedades de viña. Puede ser realizada tanto de forma manual, como con la ayuda de cosechadoras mecánicas. Se debe efectuar cuando la vid se encuentre en un estado recomendable de maduración, ya que de acuerdo a esto se condiciona la calidad y el tipo de vino que se obtendrá. Para ello, se debe controlar su estado de maduración diariamente. Cabe destacar la importancia de la integridad y del estado sanitario de la uva, para prevenir una fermentación prematura e intercambios entre mosto y raspón, lo cual puede propiciar aromas y gustos no deseados.

Su transporte a la planta se realiza en camiones o remolques. Es ideal que sean de acero inoxidable, se encuentren protegidos por una lona y que además posean un doble fondo, para evitar la maceración del fruto.

Cuando la uva arriba a la planta, se determina su cantidad recibida por diferencia de pesaje. Luego se analiza su calidad fisicoquímica y sanitaria. La toma de muestras se realiza haciendo uso de una sonda estrujadora, la cual es sumergida en varios puntos del área de carga del camión o remolque. Para facilitar la determinación de la calidad de la uva recibida, la empresa utiliza dos tablas en las que se analizan y comparan diversas características fisicoquímicas del fruto. Estas tablas se encuentran en el Anexo A.

Para finalizar, la uva es descargada en los pozos de recepción, donde será conducida hacia la estrujadora o estrujadora-despalilladora. A partir de este punto, el proceso de vinificación se subdivide en dos métodos diferentes, los cuales dependen exclusivamente del tipo de uva utilizada.

Proceso de Vinificación para Uvas Blancas

La uva ingresa directamente a la máquina estrujadora-despalilladora, la cual se encarga de separar el grano del escobajo y realizar la molienda o estrujado, que consiste en reventar la uva para liberar el jugo presente en las células de pulpa, haciéndola pasar entre

dos cilindros cercanos entre sí que giran en sentido contrario. La distancia entre ellos debe ser tal, que no permita la rotura de las semillas. El proceso debe realizarse de forma rápida, con el fin de reducir la intensidad de la maceración y oxidación. El mosto libre o mosto flor (mosto de mayor calidad), se separa mediante decantación o utilizando escurridoras. Además, durante la molienda se añade anhídrido sulfuroso en dosis de 2 a 5 g/hl dependiendo de la condición sanitaria de la uva. Este compuesto ayuda a: controlar los microorganismos, inhibiendo el crecimiento de levaduras no productoras de alcohol y bacterias, evitando que la fermentación se produzca de forma incontrolada; proteger el mosto de la oxidación por oxígeno (O₂), previniendo la desnaturalización del aroma y el oscurecimiento del vino; y a clarificar el mosto, retardando el proceso de fermentación para que las partículas en suspensión descendan de forma natural.

Posteriormente, la uva hace ingreso a las prensas neumáticas, durante un tiempo aproximado de 90 a 120 minutos, donde es separada del mosto que quede presente en ella. La extracción del líquido se realiza gracias al prensado, que provoca un agrietamiento paulatino de la uva, dejando escapar el jugo. Al ir aumentando progresivamente la presión, se obtiene un mosto de menor calidad, conocido como mosto de prensa. El residuo del prensado es denominado orujo y puede ser utilizado en la elaboración de otros licores o en agricultura.

A continuación se realiza la limpieza o desborre, que consiste en la clarificación del mosto al eliminar las materias sólidas en fangos o borra. La borra se encuentra constituida principalmente por residuos terrosos, proteínas precipitadas, fragmentos de raspones y hollejos. Existen dos tipos de desborre utilizados en la planta:

- **Desborre Estático:** Consiste en la separación de fangos por sedimentación natural. El mosto debe permanecer al interior de un depósito durante un lapso de 12 a 24 horas. Luego de eso, los fangos pueden ser eliminados mediante un trasiego. Para facilitar la decantación se pueden utilizar clarificantes como bentonita, caseína o gelatina.
- **Desborre (o Filtración) al Vacío:** La borra se separa haciendo pasar el mosto a través de una capa de tierra filtrante (diatomeas) y dos mallas (una gruesa y otra fina) que la retienen.

El proceso siguiente se denomina fermentación alcohólica, ésta es propiciada por levaduras del tipo *Saccharomyces cerevisiae*, las que en ausencia de aire, transforman el azúcar en alcohol etílico y CO₂. Se realiza en depósitos de acero inoxidable, que permiten un control de temperatura mediante camisas de doble pared, donde se encuentra circulando líquido o gas refrigerante. También se puede ejecutar en contenedores de cemento epoxicado, los cuales tienen la ventaja de aislar la temperatura en su interior, protegiendo al líquido de cambios térmicos externos; su desventaja radica en su baja higiene por la acumulación de residuos, lo que hace necesario la realización de una limpieza frecuente en ellos. La temperatura adecuada para el desarrollo de este proceso, y que favorece una correcta formación de aromas, se encuentra cercana a los 14°C y no debe ser superior a 16°C, ya que una temperatura demasiado elevada provoca oxidaciones y pérdida de aromas. La fermentación es determinada por el nivel de azúcar contenido en el vino. Este nivel depende de la tipología del vino que se quiera elaborar, que puede ser vino seco (no más de 5 g/l), vino semiseco (entre 15 y 30 g/l) y vino dulce (más de 50 g/l). Los vinos blancos se mantienen en fermentación durante un periodo aproximado de 15 a 20 días. Luego de esta etapa se vuelve a introducir anhídrido sulfuroso para controlar el nivel de oxidación del vino y agregarle vitamina C, la cual es eliminada, en su mayoría, por la acción de las levaduras.

Al finalizar la fermentación, el vino debería presentar sedimentos decantados formados principalmente por levaduras, residuos sólidos y materia orgánica. Estos sedimentos podrían transmitir sabores no deseados en cortos periodos de tiempo, a raíz de la putrefacción de los residuos de levaduras y desprendimientos olorosos de las materias orgánicas. Es por esta razón que se efectúa un trasiego (cambio del vino de un recipiente a otro), para así separar dichos residuos del vino.

Posterior a ello se ejecuta una clarificación, haciendo uso de gelatinas o bentonita, con el objetivo de eliminar restos vegetales, microorganismos, entre otros residuos, que se encuentren suspendidos en el vino, para así conseguir un aspecto y transparencia estables.

El paso siguiente es la estabilización por frío, que actúa en el vino provocando la insolubilización y precipitación de sales, como el bitartrato potásico que disminuye su solubilidad con la temperatura. La duración de este proceso puede variar desde apenas unos cuantos minutos hasta algunos días.

En consecuencia, y luego de todo este proceso, el vino blanco se encuentra en condiciones para ser almacenado, y posteriormente ser embotellado para su comercialización.

Proceso de Vinificación para Uvas Tintas

Es muy similar al proceso del vino blanco, pero difiere en algunos puntos clave. Inicia con el despallado, donde se elimina el raspón de la uva. Este proceso es primordial para evitar la presencia de estructura vegetal, ya que al momento de realizar la maceración para la extracción del color, esta estructura conferiría olores y sabores herbáceos desagradables al vino, afectaría su contenido ácido y, además, disminuiría su grado alcohólico. Luego de esto se ejecuta la molienda, que al igual que en el proceso anterior, es realizada por una máquina estrujadora que golpea los granos para reventarlos.

A la pasta (o molienda) obtenida se le añade anhídrido sulfuroso, que adecúa a la fauna microbiana que intervendrá en la fermentación y ayuda en la degradación de color de la misma.

Luego de esto, la molienda es trasladada a un depósito de hormigón epoxicado, donde se inicia su fermentación alcohólica, la cual dura, en promedio, entre 10 y 15 días. Aquí se genera anhídrido carbónico que empuja los hollejos hacia arriba, formando una barrera denominada sombrero. Esta capa debe ser remojada con mosto en fermentación (remontado), haciendo uso de bombas, para activar la extracción de color, y se debe remover periódicamente (pisoneo).

Al terminar la maceración, se realiza el descube o traslado del líquido a otro depósito para finalizar la fermentación. Por otro lado, el orujo separado en el proceso previo, debe pasar por una prensa, durante un tiempo aproximado de 60 minutos, donde se le aplica presión progresivamente para extraer el jugo restante. Este jugo es mezclado con el líquido obtenido en el descube, para continuar con una segunda fermentación, denominada maloláctica, en donde se transforma el ácido málico en láctico.

Esta nueva fermentación dura entre 1 y 4 meses, dependiendo de la temperatura aplicada y del pH del líquido. En esta fase continúa la liberación de anhídrido carbónico, pero en una menor cantidad. Además, durante este proceso, se debe realizar la remoción del mosto de la superficie (remangue) para favorecer el flujo del líquido.

Seguidamente se efectúa el trasiego. En esta etapa, el vino depositado va quedando limpio debido a la decantación de la materia sólida. Este proceso de aclarado se ve favorecido por las bajas temperaturas. En él, el vino adquiere un color más amoratado. Los trasiegos se deben repetir cada 2 meses, dependiendo exclusivamente de la condición del vino, para evitar la contaminación producida por la descomposición de las mencionadas materias sólidas presentes en el vino.

Al finalizar los procesos nombrados con anterioridad, se realiza la selección de vinos de acuerdo a su calidad, decidiendo cuál será su destino: comercialización inmediata (Vino Joven o Varietal), o un mayor proceso de crianza y envejecimiento mínimo de 2 años (Vinos de Crianza, Reserva o Gran Reserva).

Posteriormente, se repite el proceso de clarificado, señalado previamente en el proceso de elaboración del vino blanco, obteniendo un producto en condiciones aptas para su almacenamiento.

3.3.2 Proceso de Envasado y Almacenamiento

Previo a realizar el embotellamiento, el vino debe ser filtrado y esterilizado. En este punto, se hace pasar el líquido a través de una superficie porosa que retiene las sustancias suspendidas en él, aumentando su nivel de pureza. Las filtraciones se dividen en tres, en primer lugar para limpiarlo, luego para abrillantarlo y finalmente para esterilizarlo. La primera filtración es realizada a presión con filtros de tierra porosa, la capa de tierras forma un filtro en donde las impurezas sólidas son retenidas. La filtración número dos, se realiza mediante filtro de placas, sus filtros se constituyen por una trama espesa de fibras de celulosa y otras materias que retienen las impurezas. La tercera filtración, se denomina filtración esterilizante. Para su ejecución, se utiliza un filtro constituido de cartuchos con poros extremadamente finos, de tal modo que los microorganismos restantes queden retenidos en la superficie.

Estos deben ser de un diámetro aproximado de 0,45 micras para blancos y 0,65 micras en tintos. Este proceso puede tardar hasta 24 horas dependiendo de la cantidad en litros de vino a filtrar y de su nivel de pureza (a menor nivel de pureza mayor es el tiempo requerido para filtrarlo).

El envasado es realizado en la zona de embotellado y etiquetado de la planta. Aquí se realiza el lavado interno de botellas. El tiempo requerido para que la máquina embotelladora se inicie y se complete el lavado primario de botellas, es de aproximadamente 2 horas. Posteriormente se realizan las operaciones de embotellado, taponado, enjuagado externo, capsulado y etiquetado.

Los envases utilizados en el proceso son: botellas de vidrio, envases brik (tetra pak), botellas plásticas (de polietileno o PET) y bolsas de plásticas en caja de cartón (bag in box). Las velocidades correspondientes a las máquinas de envasado según la capacidad del recipiente son: 2.800 unidades/hr para envases de 750 cc, 1.200 unidades/hr en envases de 1,5 lts, 2.000 unidades/hr para botellas de 375 cc, 350 unidades/hr para botellas de 3 lts y 500 unidades/hr para envases con capacidad de 5 lts.

Cabe destacar el proceso de envasado para los productos en formato brik es externalizado. Éste tarda aproximadamente una semana en completarse, el cual comienza cuando se envía el vino para su envasado y finaliza con la recepción e ingreso del producto terminado a la bodega de inventario.

Finalmente, se concluye con el encartonado, palletizado y la envoltura en film de plástico que protege al envase de vino, facilitando las operaciones de almacenamiento y posterior distribución y despacho hacia el cliente.

Capítulo 4: Análisis de la Situación Actual

4.1 Antecedentes Generales

Actualmente, Viña Lomas de Cauquenes no se encuentra en una expansión económica, más bien, ha mantenido una estabilidad constante de acuerdo a sus ingresos correspondientes a los últimos 5 años. Pero mantener una estabilidad en cuanto a ingresos, no implica la existencia de una estabilidad económica real, debido a las distintas variables que influyen en esto y que varían a través del tiempo. Un buen ejemplo de ello es la inflación anual, que indica que a medida que se avanza en el tiempo, la divisa nacional va perdiendo su valor, por lo cual, al mantener una estabilidad, se tiende a afirmar que la recesión es lo que predomina en mayor medida.

Por otro lado, el data-mining (minería de datos) es una de las claves para el crecimiento y prosperidad de una compañía, debido al enfoque actual de negocios que le asigna gran importancia a la acumulación y utilización de la información disponible

Se tiene que esta empresa no dedica tiempo e ingresos a la investigación de métodos que optimicen su gestión de operaciones, lo cual debe ser contrarrestado y solucionado, para que pueda disminuir sus costos marginales por unidad producida, aumentar la confianza de sus clientes e incrementar sus niveles de inventarios, a un nivel óptimo, con la finalidad de minimizar sus constantes quiebres de stock. Su conocimiento, en cuanto a modelos de pronóstico, es muy escaso o nulo. Aunque poseen un sistema de inventario, éste no logra comportarse de la manera deseada, lo cual se traduce en numerosos quiebres de stock durante el año. Es por ello que para hacer crecer a esta organización es necesario implantar nuevos sistemas y métodos de operaciones, que cambien su cultura empresarial y la transformen en una empresa competitiva dentro del mercado.

En lo que respecta a gestión de inventarios y a la iniciativa de aumentar su nivel, es importante destacar, además, que tampoco es recomendable mantener niveles muy elevados de elementos, ya que es dinero inmovilizado y, además, el poseer muchas unidades de un cierto producto en bodega puede afectar la venta y disponibilidad de otros, y

como es sabido, el impacto del desabasto es igual para cada uno de los productos de una organización.

En este capítulo se explicará la manera utilizada por esta compañía para pronosticar la cantidad de unidades que se demandarán cada mes, así como también, la forma usada para realizar la gestión de sus inventarios actualmente. También se ejemplificará dicha situación utilizando gráficas y tablas de datos que la corroboren.

4.2 Métodos de Pronóstico de Demanda y Gestión de Inventarios utilizadas en la Empresa

Utilizando un lenguaje directo y preciso, la empresa no hace uso de ningún método formal para la determinación pronósticos de demanda, ni utiliza un sistema preciso para el control de inventarios. Solamente se utilizan métodos estimativos, lo cual no entrega información certera para llevar a cabo estas actividades de manera óptima.

La compañía posee una herramienta ERP denominada “Kupay”, diseñada específicamente para la industria vitivinícola. Ésta aporta una solución bastante eficaz para la gestión de datos e información. Su alcance comprende el proceso productivo en general, entregando información sobre costos de producción, los movimientos en bodega, el destino de la uva y el vino, las ventas por periodo y sucursal, ventas por vendedor, entre otros datos importantes. Se puede apreciar que “Kupay” es un sistema de gestión de información muy útil, pero sin políticas ni metodologías que funcionen en conjunto con él, no se lograrán mayores resultados para la organización en cuestión. En este punto se encuentra toda la importancia correspondiente al desarrollo de esta memoria, ya que al estudiar métodos, tanto de pronóstico de demanda como de control de inventarios, que trabajen apoyándose en un buen sistema de gestión de datos, permitirá obtener buenos resultados, generando pronósticos en base a datos fiables y reformulando los sistemas de inventarios, para generar un equilibrio que permita enfrentar la variable demanda independiente que tantos problemas está trayendo a la organización en estudio.

En Viña Lomas de Cauquenes no existe una cultura organizacional que determine las proyecciones anuales de ventas, por lo que estas se van realizando de acuerdo a lo que se va produciendo y sus materias primas se van ordenando conforme a los pedidos que va recibiendo la empresa. En consecuencia, para predecir la cantidad de unidades que se podrían demandar durante un periodo en particular, se utiliza la información de ventas de cada producto durante el mes anterior. En otras palabras y a modo de ejemplo, si se quiere determinar la cantidad de unidades a elaborar durante el mes de mayo de 2015 de algún tipo de vino en particular, se utiliza como base la información de ventas de ese producto correspondiente a abril de 2015. Toda esta información va siendo recopilada por "Kupay" y puede ser extraída a Excel, donde se almacena en tablas dinámicas que permiten organizarla según le acomode al analista: ventas mensuales por producto, ventas por sucursal, ventas por vendedor, ventas en unidades, pesos o litros, entre otros. Es importante mencionar que esta tarea, junto al control de toda la cadena productiva y la planificación de producción para cada mes, recae en una sola persona, el Jefe de Producción de la empresa.

Para determinar las unidades a almacenar en inventario se utiliza el siguiente procedimiento: el Jefe de Despacho revisa la bodega una vez a la semana. Cuando un producto alcanza un nivel mínimo de inventario, correspondiente a aproximadamente 3 mil unidades para los productos más rotativos, se realiza el pedido de faltantes al Jefe de Producción, quien se encarga de organizar la producción para reabastecer con un cierto número de unidades el (o los) producto(s) solicitado(s). Esta cantidad de unidades no es un número fijo, sino que muy por el contrario, se define utilizando proyecciones de demanda que el encargado de producción estima de acuerdo a su experiencia en el cargo. Por ello, la cantidad de mercancías a almacenar depende en forma total de su criterio.

El Jefe de Producción utiliza, además, datos correspondientes al stock de despacho de los productos, es decir, la información regular de pedidos realizados por clientes a la empresa, la cual, además, depende de periodos específicos de demanda. También, se basa en la capacidad de respuesta y responsabilidad que poseen los proveedores con respecto al cumplimiento de las órdenes de insumos, en otras palabras, el tiempo que tardan en cumplir y entregar el pedido de MP requeridas para elaborar el producto a almacenar, el cual corresponde a 3 semanas.

Los diagramas (1) y (2) de la Figura 4-1, representan los métodos explicados que utiliza la empresa actualmente para pronosticar y almacenar unidades de producto terminado en bodega.

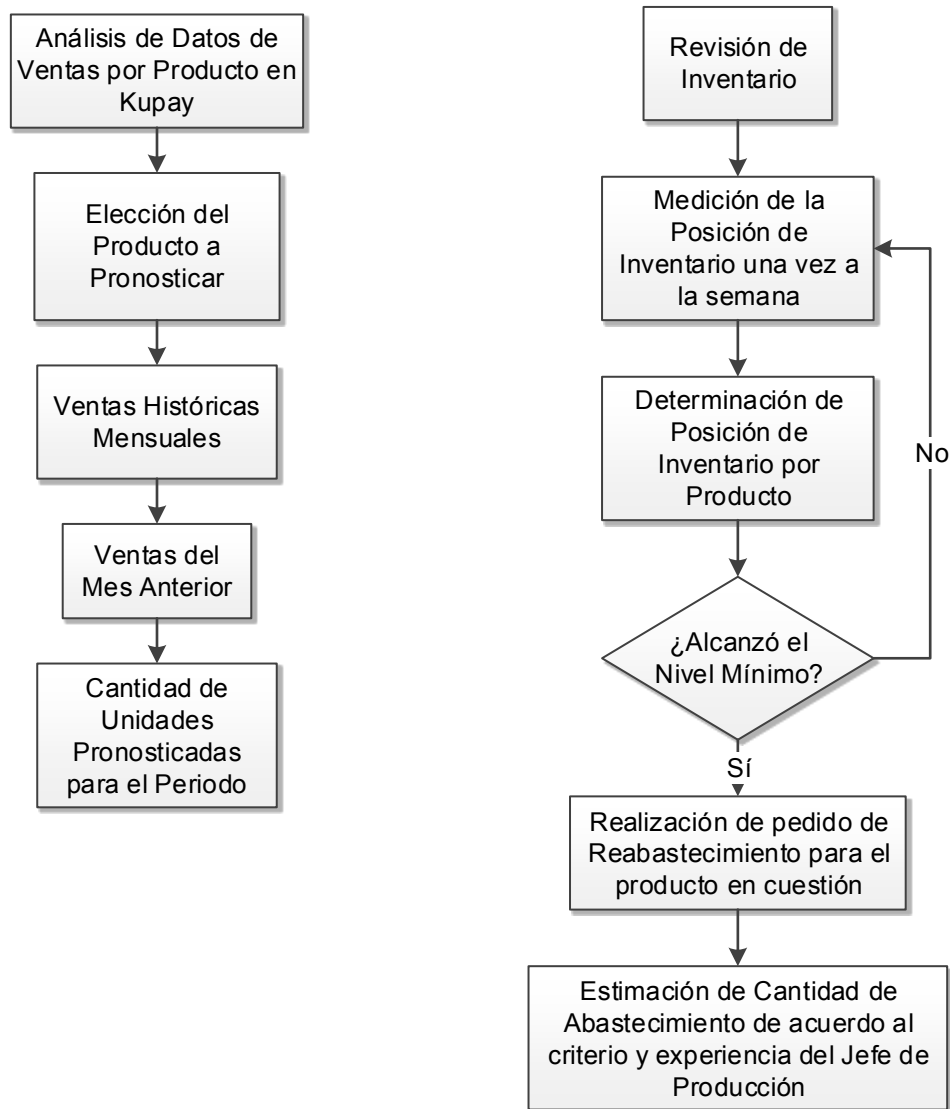


Figura 4-1: De izquierda a derecha: (1) Diagrama del Método Actual de Proyección de Ventas. (2) Diagrama del Método Actual para Determinar las Unidades de Producto Terminado a Almacenar.

Fuente: Elaboración Propia con Datos de COVICA Ltda.

Para ejemplificar el comportamiento del método de pronóstico que utiliza la empresa, se utiliza el gráfico 4-1, que muestra los datos de la serie de tiempo para el producto Tetra Lomas de Cauquenes Tinto, comparando los valores reales versus los pronósticos que se ajustan mes a mes.

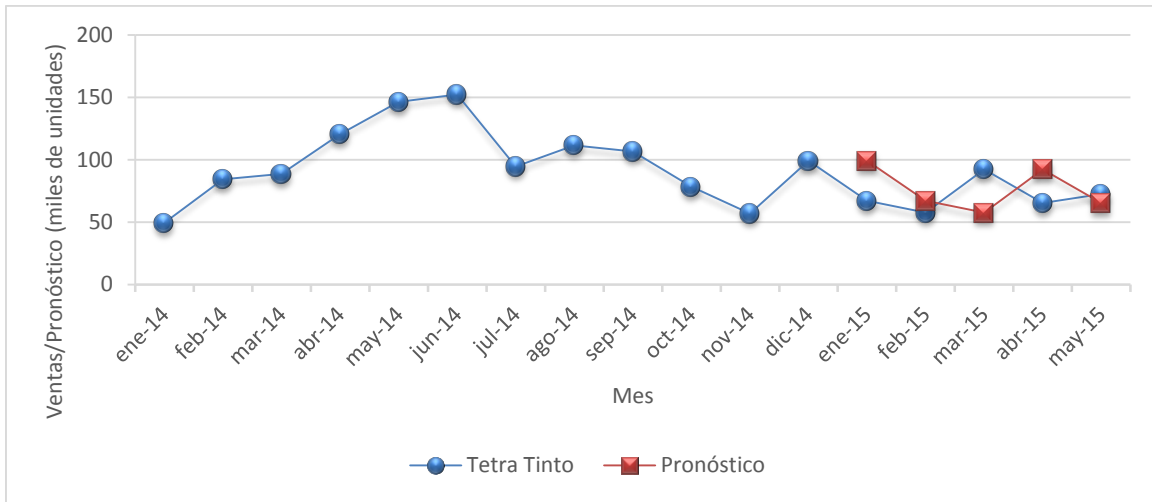


Gráfico 4-1: Comportamiento del Sistema de Pronóstico Actual.

Fuente: Elaboración Propia con Datos de COVICA Ltda.

Como se puede observar, el pronóstico siempre seguirá el comportamiento que tiene la serie respecto al mes antecedente y no captará la tendencia ni la estacionalidad que sigue la serie en total, ya que simplemente la proyección irá desfasando a la serie en un periodo. Estos valores se pueden apreciar en la tabla 4-1.

Tabla 4-1: Ventas Reales vs Pronósticos Obtenidos para el Producto Tetra Tinto Utilizando el Sistema Actual.

Periodo	Ventas Reales	Pronóstico
ene-15	67.271	99.276
feb-15	57.710	67.271
mar-15	92.207	57.710
abr-15	65.420	92.207
may-15	72.597	65.420

Fuente: Elaboración Propia con Datos de COVICA Ltda.

Prosiguiendo, valiéndose del mismo producto que se utilizó en el ejemplo anterior, el comportamiento del sistema de control de inventarios utilizado actualmente en la empresa, se ilustra en el gráfico 4-2 con los datos de la tabla 4-2. Aquí se puede apreciar que el año 2015 inicia con un nivel de inventario bastante considerable, lo cual está bien, teniendo en cuenta las cantidades mensuales demandadas de este producto, pero al ir avanzando hacia los siguientes meses esta situación va cambiando, el total de producto terminado disponible en inventario se va acercando en gran medida a las unidades que van egresando de bodega,

indicando que en estos periodos se están produciendo quiebres de stock sucesivos, hipótesis que la misma organización confirma como verídica.

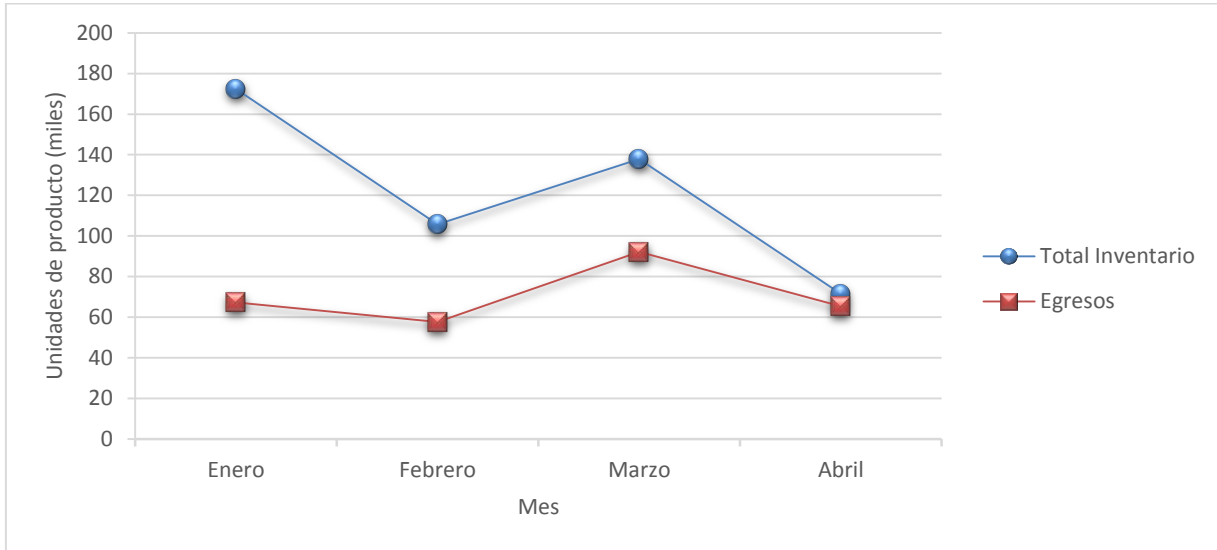


Gráfico 4-2: Comportamiento Actual del Sistema de Gestión de Inventarios de Producto Terminado, Producto Tetra Tinto.

Fuente: Elaboración Propia con Datos de COVICA Ltda.

Tabla 4-2: Movimiento de Inventarios del Producto Tetra Tinto durante el Año 2015.

Periodo	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15
Inicio	84.578	105.145	47.975	45.624
Ingresos	87.838	540	89.856	25.884
Total Inventario	172.416	105.685	137.831	71.508
Egresos	67.271	57.710	92.207	65.420
Final	105.145	47.975	45.624	6.088

Fuente: Elaboración Propia con Datos de COVICA Ltda.

Capítulo 5: Desarrollo de la Propuesta

5.1 Introducción y Metodología del Análisis

Los datos a analizar consisten en las ventas mensuales de determinados productos elaborados por la empresa COVICA Ltda. Estos datos corresponden a un periodo de 5 años, es decir, un total de 60 observaciones consecutivas para cada serie de tiempo. Los datos serán utilizados en la elaboración de diversos métodos de pronóstico de demanda futura, para determinar la capacidad predictiva de cada uno de ellos y seleccionar el modelo brinde el mejor ajuste respecto de la data. Las predicciones, correspondientes a 9 periodos posteriores a la última observación, serán introducidas en un modelo de inventario a evaluar, tomando como factor y criterio decisivo, los requerimientos, políticas y necesidades de la empresa.

El análisis será realizado utilizando distintas herramientas de apoyo. Estas corresponden a diversos software estadísticos como lo son Excel, junto a su herramienta de optimización Solver, y R con sus paquetes complementarios forecast, stats y nortest.

Los criterios decisivos para la utilización de Excel corresponden a su funcionalidad típica y conocida por muchos de los lectores que revisarán este trabajo, por lo cual es utilizado para determinar los modelos que mejor se ajustan a la cada una de las series de tiempo y que poseen mayor capacidad predictiva. Sin embargo, se decide no continuar con su uso para obtener los pronósticos finales, debido a que existe una alternativa ligera y libre de licencias que posee mayor potencia y capacidad estadística.

Esta alternativa corresponde al software estadístico R, que contiene muchas funciones para el análisis estadístico, posee una amplia capacidad para almacenar y manipular efectivamente los datos a analizar y es reconocido por muchos usuarios que su producto final es mucho más sofisticado y completo que los producidos por otros software. Entre sus desventajas se puede mencionar que su uso es más complejo que Excel, ya que se requiere de conocimientos básicos en programación, amplio conocimiento estadístico y no posee capacidad de interactuar directamente con Excel. Esto se contrarresta introduciendo y

capacitando a la empresa en su utilización para el fin propuesto y, por otra parte no se le asigna mucho peso a su incapacidad de interacción con Excel, debido a que los resultados obtenidos pueden transcribirse rápidamente.

La toma de muestras para cada serie de tiempo fue ejecutada y facilitada por la misma empresa, de acuerdo a sus registros de ventas mensuales, los cuales se actualizan con dicha frecuencia utilizando una base de datos o plataforma empresarial denominada “Sistema Kupay”, de la cual se pueden extraer tablas dinámicas para su análisis en Excel.

En palabras simples y generales, la importancia de este análisis radica en otorgar una herramienta fiable y de calidad a la empresa, que le permita estabilizar su esquema de producción junto a su sistema de inventarios, para adaptarse así a su demanda externa, evitando sus constantes quiebres en el stock de producto final.

5.2 Aplicación del Análisis ABC

La base de datos, utilizada en esta sección, consiste en un total de 108 productos asociados a su valor de consumo (demanda anual x precio unitario) correspondiente al año 2014. El indicador se asocia a dicho año para asignarle una mayor ponderación a los valores más recientes, en vez de los más antiguos. Estos datos se encuentran en su totalidad y con mayor detalle en el Anexo B.

Antes de aplicar el análisis, los datos se ordenan de mayor a menor, utilizando como indicador base, su valor de consumo anual. Luego de esto, se definen los criterios de separación por clase, los cuales serán: 89% del valor de consumo para la clase A, ya que en los siguientes productos la suma de los valores de consumo marginales es inferior al 2%, 95% para clase B, tomando en cuenta los bienes con valor de consumo marginal cercano al 1%, y 100% para la clase C, donde el valor de consumo marginal por producto es inferior al 1%. Los resultados obtenidos se pueden apreciar en la siguiente figura:

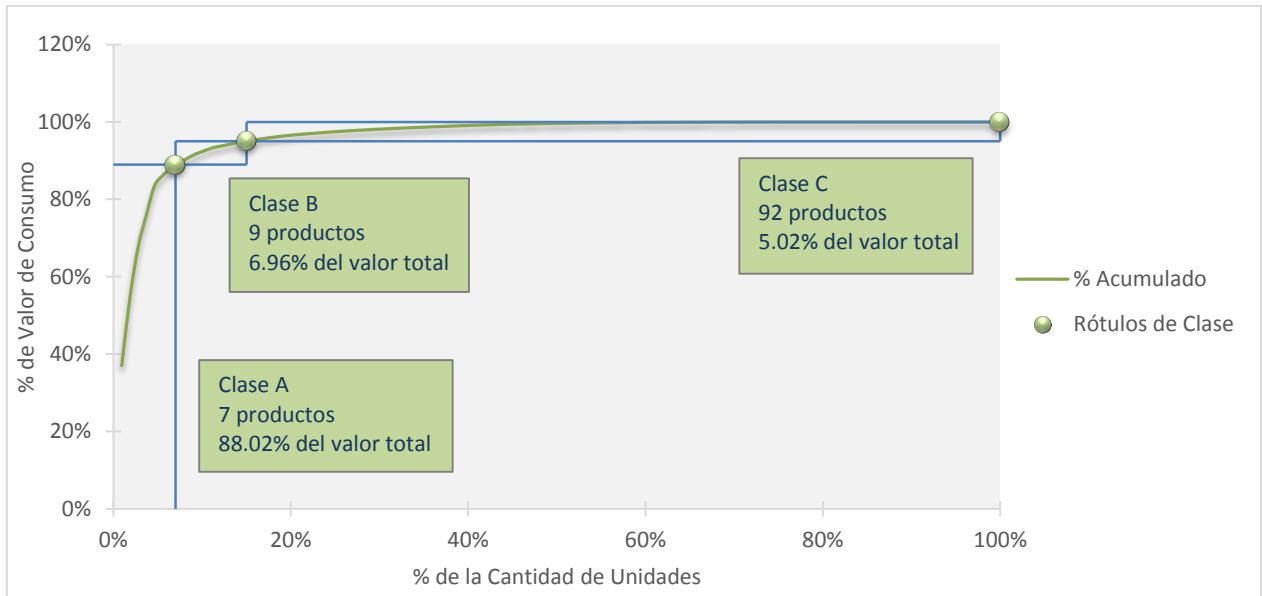


Gráfico 5-1: Análisis ABC.

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede observar en el gráfico 5-1, el resultado del análisis arroja un total de 7 productos pertenecientes a la clase A, 9 productos clase B y 92 productos que califican como clase C. De acuerdo a esto, los productos que merecen mayor atención y mejores herramientas de control por parte de la empresa son los productos clase A, es por esto que este Trabajo de Título se centrará en el desarrollo y aplicación de métodos para los productos pertenecientes a dicha categoría. Estos bienes se caracterizan y resumen en la siguiente tabla:

Tabla 5-1: Productos Clase A.

SKU	Productos	Consumo Año 2014	Valor Unitario (\$)	Valor de Consumo (\$)
1	TETRA LOMAS DE CAUQUENES TINTO 12,5° 1000cc	1.189.040	575	683.291.973
2	TETRA LOMAS DE CAUQUENES BLANCO 12,5° 1000cc	566.894	572	324.410.589
3	BOTELLON LOMAS DE CAUQUENES TINTO 12,5° 1500cc	246.305	979	241.140.545
4	PET 5 LTS TINTO 12,3°	51.749	2.951	152.720.349
5	BAG IN BOX LOMAS DE CAUQUENES TINTO 3 LTS	74.879	1.850	138.514.906
6	PET 5 LTS BLANCO 12,3°	16.299	3.004	48.969.428
7	BOTELLON LAS LOMAS CABERNET SAUVIGNON 12,6° 1500cc	32.126	1.043	33.517.978

Fuente: Elaboración Propia con Datos de COVICA Ltda.

Teniendo certeza respecto a los productos de la empresa que poseen un mayor valor de consumo, se procede a desarrollar los métodos de pronóstico utilizando las ventas mensuales (en unidades), correspondientes a cada uno de los bienes clase A especificados en la tabla 5-1. Es importante mencionar que los métodos desarrollados a continuación no se ejecutarán en el producto “Bag in Box Tinto” destacado en rojo, debido a que es un bien de consumo nuevo para la empresa, el cual posee pocas observaciones de demanda histórica, por ello no se obtendrían pronósticos fiables para éste.

5.3 Desarrollo de Métodos de Pronóstico

En este apartado se especificará la forma en que se desarrollaron los métodos de pronóstico, de los cuales se seleccionará el que otorgue un mejor ajuste respecto al valor MSE (menor valor), con el objetivo de predecir el comportamiento de la demanda futura que tendrán los productos clase A durante 9 meses consecutivos, los cuales corresponden al intervalo entre enero y septiembre del año 2015. La selección de dicho horizonte se basa en la premisa de utilizar estas predicciones para el desarrollo de un sistema de gestión de inventario durante lo transcurrido del año 2015 a la fecha, con la finalidad de validar el sistema simulando su aplicación y comparando los datos respecto a la misma, tanto en el aspecto técnico como en el económico.

Para el desarrollo de estos métodos de proyección, se utilizará como ejemplo el primer elemento de la categoría mencionada, es decir, la serie de tiempo correspondiente al producto “Tetra Lomas de Cauquenes Tinto”, simplificado más adelante como “Tetra Tinto” o “TT”. Los nombres para cada serie de tiempo analizada seguirán la misma lógica, siendo nombradas de acuerdo a la siguiente etiqueta: “Envase Tipo de Vino”. Los datos y gráficos, correspondientes a cada serie de tiempo a analizar, se encuentran en el Anexo C. Cabe destacar, que sólo se utilizan 6 de estos productos y no su total de 7, debido a la baja cantidad de datos que posee la serie “Bag in Box Tinto” (19 datos), lo que generaría un pronóstico poco fiable para la misma, razón por la cual ésta es descartada.

La serie dentro de muestra, la cual será utilizada en la descripción de la aplicación de cada uno de los métodos a desarrollar y comparar, corresponderá a las primeras 48 observaciones mensuales (primeros 4 años) de cada producto, dejando un total de 12

observaciones fuera de muestra, con la finalidad de compararlas con los resultados obtenidos y determinar qué tan fiables son las predicciones entregadas por cada uno de los distintos modelos.

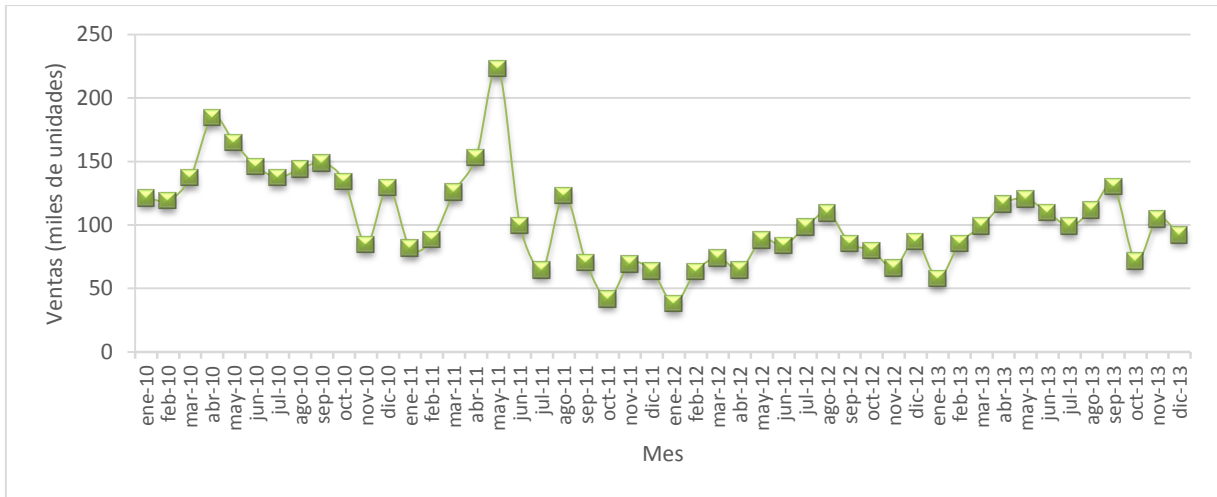


Gráfico 5-2: Serie de Muestra Ventas del Producto Tetra Tinto 2010-2013 (miles de unidades).

Fuente: Elaboración Propia con datos de COVICA Ltda.

De acuerdo a esto, se comparará el rendimiento de cada método de pronóstico utilizando los valores del MAD (MAE), MSE y MAPE. El método que entregue un menor valor, con respecto a su MSE, será el más idóneo o mejor ajustado. Luego de ello, se juntarán ambos grupos de datos (muestra y fuera de muestra) y se utilizará el modelo seleccionado para realizar el pronóstico correspondiente a 8 periodos posteriores.

El análisis será realizado íntegramente utilizando Excel, donde se obtendrán los valores de las constantes de suavizado que minimicen el valor del MSE, utilizando el complemento Solver. Además de esto, el modelo que obtenga un mejor ajuste respecto a cada serie, será desarrollado utilizando el software estadístico R, el cual posee mayor potencia y podría mostrar una mayor minimización del error cuadrático.

Como se puede apreciar en el gráfico 5-2, la serie presenta un comportamiento estacional discretamente elevado, con una tendencia decreciente en la primera mitad de los datos y creciente y estable para la segunda mitad de las observaciones.

Antes de desarrollar los métodos de pronóstico, se deben obtener los valores de las estimaciones iniciales correspondientes a cada una. Siguiendo lo estipulado según [Bowerman, 2006, pp.345-400]:

- **SES:** El pronóstico para el primer periodo ($t = 1$) se obtiene calculando el promedio de la primera mitad de las observaciones, es decir, la media correspondiente a los primeros 24 datos de cada serie. El valor obtenido para la serie TT es de 119.094,67.
- **Método Holt:** El nivel base y la tasa de crecimiento correspondientes al periodo 0, se estiman generando una recta de tendencia lineal sobre la mitad de los datos graficados de la serie. Esta recta concibe una ecuación en donde la pendiente corresponde a la tasa de crecimiento y el intercepto al nivel base. La gráfica, junto a la ecuación de la recta de tendencia y sus valores correspondientes se ilustran a continuación:

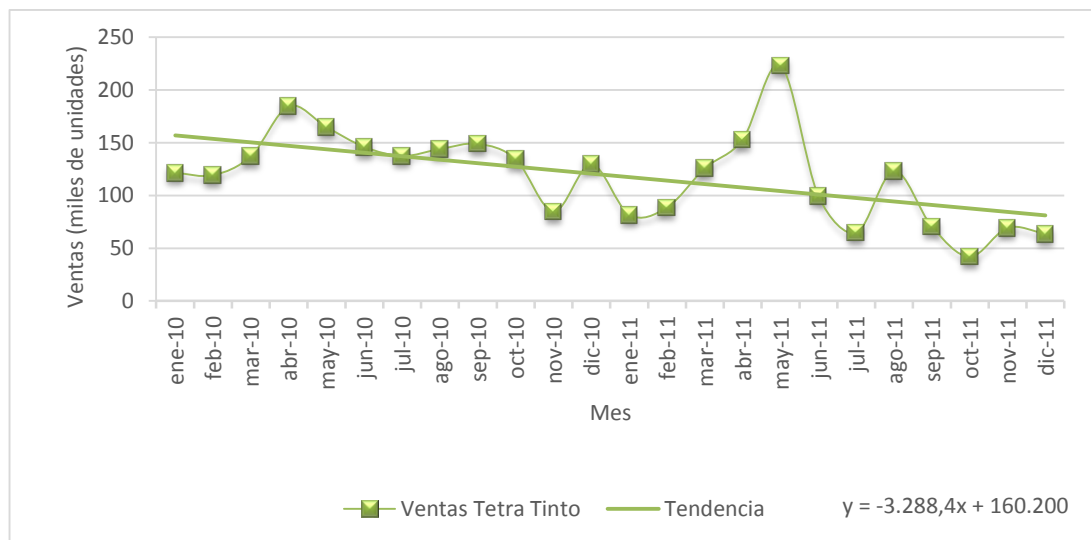


Gráfico 5-3: Mitad de datos de la Serie Real Tetra Tinto y Línea de Tendencia.

Fuente: Elaboración Propia con Datos de COVICA Ltda.

- **Método Holt-Winters Aditivo:** Para obtener las estimaciones iniciales del nivel base y tasa de crecimiento se sigue el mismo procedimiento que en el Método Holt, la principal diferencia radica en que para estas estimaciones se requieren datos correspondientes a 4 ó 5 años, lo que correspondería al total de las observaciones

pertencientes a la muestra analizada. La gráfica y ecuación de la línea de tendencia, se pueden apreciar en el gráfico 5-4:

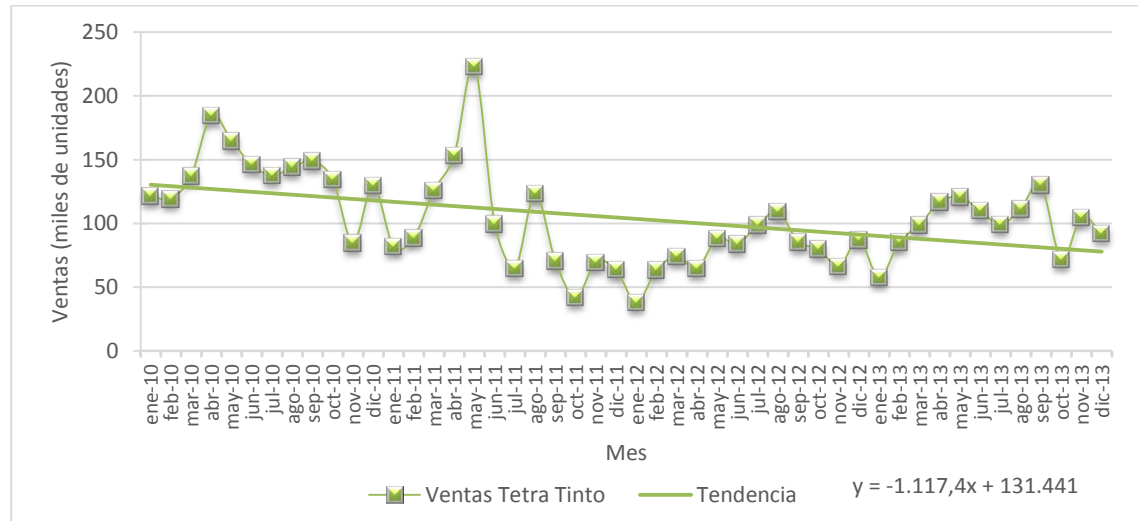


Gráfico 5-4: Serie de Tiempo Tetra Tinto más Línea de Tendencia.

Fuente: Elaboración Propia.

Las estimaciones iniciales, correspondientes al factor estacional, serán 12 datos (uno por cada mes del año). Para obtenerlas, se seguirá el siguiente procedimiento: En primer lugar, se realizará un análisis de regresión estimativo, utilizando la ecuación de la recta de tendencia obtenida y reemplazando x por el valor de cada periodo (t), según corresponda. Al tener las 48 estimaciones correspondientes a cada periodo, estas serán restadas al valor real de la demanda correspondiente al mismo periodo, lo cual arrojará 48 nuevos valores sin ningún tipo de tendencia. Estos nuevos datos serán agrupados por periodo estacional, en consecuencia, el primer grupo (enero) corresponderá a las observaciones 1, 13, 25 y 37. Siguiendo esta lógica se tendrá un total de 12 grupos con 4 observaciones por cada uno, estas 4 observaciones serán promediadas para cada uno de los grupos, con lo cual, se obtendrá un total de 12 factores estacionales iniciales, es decir, un factor por cada mes del año. Cabe destacar, que luego de desarrollar este procedimiento, el promedio entre los 12 factores estacionales obtenidos debería ser cercano a 0.

Tabla 5-2: Factores Estacionales obtenidos para el Método Holt-Winters Aditivo, Serie Tetra Tinto.

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Factor	-35.534,9	-19.888,75	1.094,65	22.952,05	43.455,45	5.242,6
Mes	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Factor	-3.572,75	19.630,9	7.494,05	-18.253,05	-17.780,9	-4.829,25

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 5-2 se pueden observar los factores estacionales obtenidos para la serie Tetra Tinto, aplicando el método expuesto recientemente. El promedio de estos factores es de 0,84, lo que asevera su cualidad de suficiencia y se utilizan en el desarrollo del pronóstico de ajuste.

- Método Holt-Winters Multiplicativo:** Las estimaciones iniciales, de nivel base y tasa de crecimiento, siguen el mismo procedimiento mencionado en la variante aditiva. La principal diferencia radica en la estimación de los factores estacionales. Estos se estiman utilizando el método de regresión mencionado con anterioridad, sólo hasta el momento de obtener los datos sin tendencia, aquí el valor real de la demanda en el periodo t , se divide por el valor obtenido en el análisis regresivo correspondiente al mismo periodo. Luego de organizar los datos de acuerdo a su mes de incidencia, estos se promedian para obtener un total de 12 factores estacionales. La suma de dichos factores debe ser igual al periodo estacional (L), en este caso 12, y su promedio debe ser igual o muy cercano a 1. De no ser así, se debe aplicar un factor de corrección, denominado CF, el cual será igual a L (12) dividido en la sumatoria de los 12 factores obtenidos. Luego de esto, se multiplica cada factor estacional por el valor de CF, obteniendo así, los nuevos factores estacionales corregidos. En la tabla 5-3, se pueden apreciar los factores estacionales iniciales estimados para la serie Tetra Tinto.

Tabla 5-3: Factores Estacionales obtenidos para el Método Holt-Winters Multiplicativo, Serie Tetra Tinto.

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Factor	0,6518788	0,807561589	1,001665808	1,129787102	1,399267909	1,042320771
Mes	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Factor	1,029767776	1,265348706	1,016457078	0,887674885	0,771956463	0,996313113

Fuente: Elaboración Propia.

Ya teniendo claridad de las estimaciones iniciales para cada método de pronóstico a utilizar, se aplican los modelos a cada serie de datos para determinar su ajuste a la misma, utilizando el valor del error cuadrático medio como medida de comparación y exclusión entre los distintos modelos de predicción. La tabla 5-4 muestra una comparación de los niveles de rendimiento entre los distintos métodos de pronóstico ajustados a la serie Tetra Tinto, enseñando los distintos tipos de error minimizados mediante el uso de la extensión Solver, en donde se utiliza, como celdas variables, el valor de las constantes (α , β y/o γ) que minimicen el MSE, bajo las restricciones necesarias que hagan que su valor se encuentre entre 0 y 1. El valor óptimo de dichas constantes, para cada método ajustado a la serie Tetra Tinto, se encuentra expuesto en la tabla 5-5.

Tabla 5-4: Comparación del Rendimiento de los Métodos de Pronóstico, Serie Tetra Tinto.

Error	SES	Holt	Holt-Winters A.	Holt-Winters M.
MAD	22.738,41802	24.378,92687	16.622,00691	16.579,26447
MSE	949.153.740,3	983.817.471,8	477.717.196,9	465.868.422,5
MAPE	25,45%	26,01%	17,93%	17,69%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5-5: Constantes de Suavizado que minimizan el MSE en cada Método, Serie Tetra Tinto.

Constante	SES	Holt	Holt-Winters A.	Holt-Winters M.
Alfa	0,49085164	0,494732721	0,363121021	0,36018483
Beta	-	2,07691E-10	0	0
Gamma	-	-	0	0

Fuente: Elaboración Propia.

Observando las tablas 5-4 y 5-5, se puede concluir que el método que otorga un mejor ajuste para esta serie, es el modelo Holt-Winters Multiplicativo, el cual arroja un MSE mínimo correspondiente al valor 465.868.422,5, utilizando constantes: $\alpha = 0,36$, $\beta = 0$ y $\gamma = 0$. El valor de alfa es relativamente bajo, esto indica que las estimaciones para el nivel base se basan mayormente en observaciones pasadas y distantes y, en menor cantidad, en las observaciones más cercanas al presente. Los valores de beta y gamma son 0, lo que indica que se utiliza la tasa de crecimiento estimada inicialmente para la obtención de todas las predicciones y, también, los mismos factores estacionales iniciales para el desarrollo tanto del ajuste, como de los pronósticos posteriores.

De acuerdo a lo estipulado por [Chase Jr., 2013, p.116], la data de muestra se debe utilizar para estimar los patrones de la serie de tiempo y también para la estimación de los factores iniciales del modelo. En consecuencia, la data fuera de muestra debe utilizarse para comparar pronósticos creados a partir del ajuste realizado con los datos que componen la muestra. Ya que las observaciones fuera de muestra no forman parte del ajuste del modelo, los pronósticos comparados con dichos valores indican la capacidad predictiva real que posee el método de pronóstico en cuestión. Por lo tanto, las medidas de error en este punto, se deben realizar sólo para los valores fuera de muestra. El autor mencionado aconseja utilizar múltiplos anuales para la data muestral (36, 48, 60...), si las observaciones corresponden a datos mensuales. Para la data fuera de muestra, recomienda utilizar los últimos 12 periodos del total de los datos independientemente del tamaño total de la serie de tiempo, para así determinar la capacidad predictiva correspondiente a un año, que es la duración estacional de la demanda.

Los gráficos 5-5 y 5-6 exponen los pronósticos obtenidos por los dos métodos que minimizan de mejor manera el MSE de la serie Tetra Tinto, comparándolos con las 12 observaciones fuera de muestra correspondientes al año 2014, para así determinar cuál de dichos métodos posee una mejor capacidad predictiva.

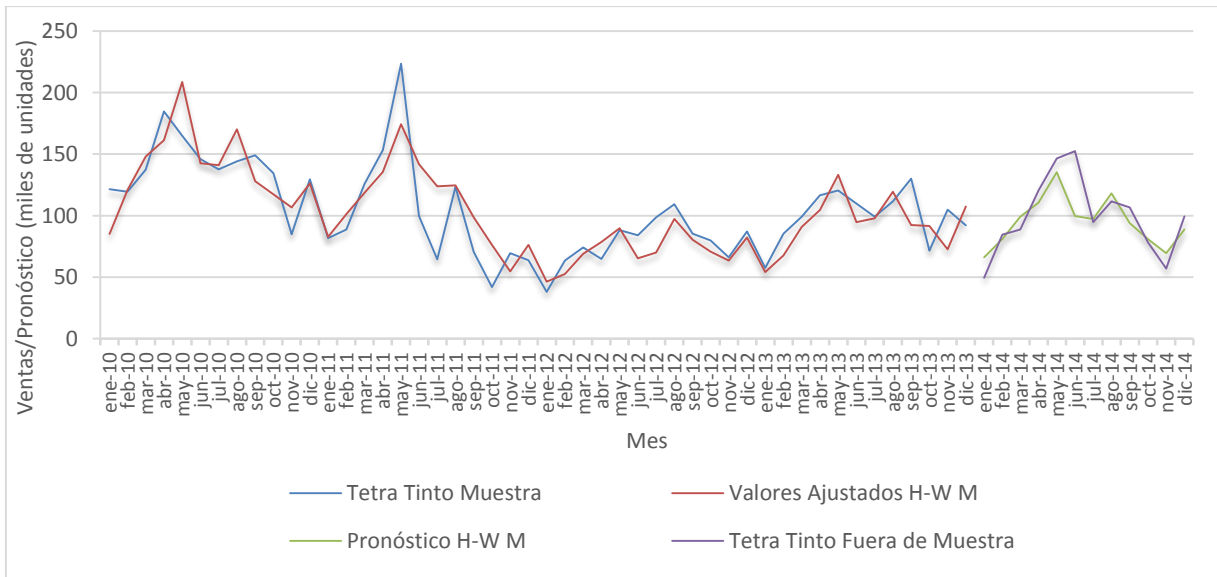


Gráfico 5-5: Comparación Ventas Tetra Tinto Fuera de Muestra vs. Pronósticos H-W M.

Fuente: Elaboración Propia.

Las tablas 5-6 y 5-7 exponen los valores de ventas reales pertenecientes a la data fuera de muestra versus los pronósticos generados por el modelo Holt-Winters Multiplicativo y Aditivo respectivamente. Como se observa, las mejores predicciones son generadas por el método Holt-Winters Aditivo, lo cual se deduce al comparar sus medidas de rendimiento. El MAD, MSE y MAPE mínimos son generados por las predicciones del modelo mencionado. De acuerdo a este filtro final, se decide determinar los pronósticos finales de la serie Tetra Tinto utilizando la variante aditiva del método Holt-Winters.

Tabla 5-6: Ventas Reales Tetra Tinto vs. Pronósticos H-W M, Año 2014.

Mes	Ventas año 2014	Predicciones H-W M	Error Absoluto	Error Cuadrático	Error Porcentual
Enero	49.339	65.982,945	16.643,94504	277.020.906,6	33,73%
Febrero	84.451	80.838,7333	3.612,26669	13.048.470,64	4,28%
Marzo	88.680	99.149,7413	10.469,74131	109.615.483,1	11,81%
Abril	120.496	110.569,385	9.926,61549	98.537.695,08	8,24%
Mayo	146.365	135.379,242	10.985,75763	120.686.870,8	7,51%
Junio	152.352	99.679,8991	52.672,1009	2.774.350.213	34,57%
Julio	94.609	97.328,7604	2.719,760365	7.397.096,444	2,87%
Agosto	111.568	118.180,851	6.612,850571	43.729.792,67	5,93%
Septiembre	106.660	93.799,1182	12.860,88182	165.402.281,1	12,06%
Octubre	78.329	80.923,1513	2.594,151278	6.729.620,853	3,31%
Noviembre	56.915	69.511,3227	12.596,32265	158.667.344,3	22,13%
Diciembre	99.276	88.600,3832	10.675,61682	113.968.794,6	10,75%
MAD					12.697,5009
MSE					324.096.214
MAPE					13,10%

Fuente: Elaboración Propia con Datos de COVICA Ltda.

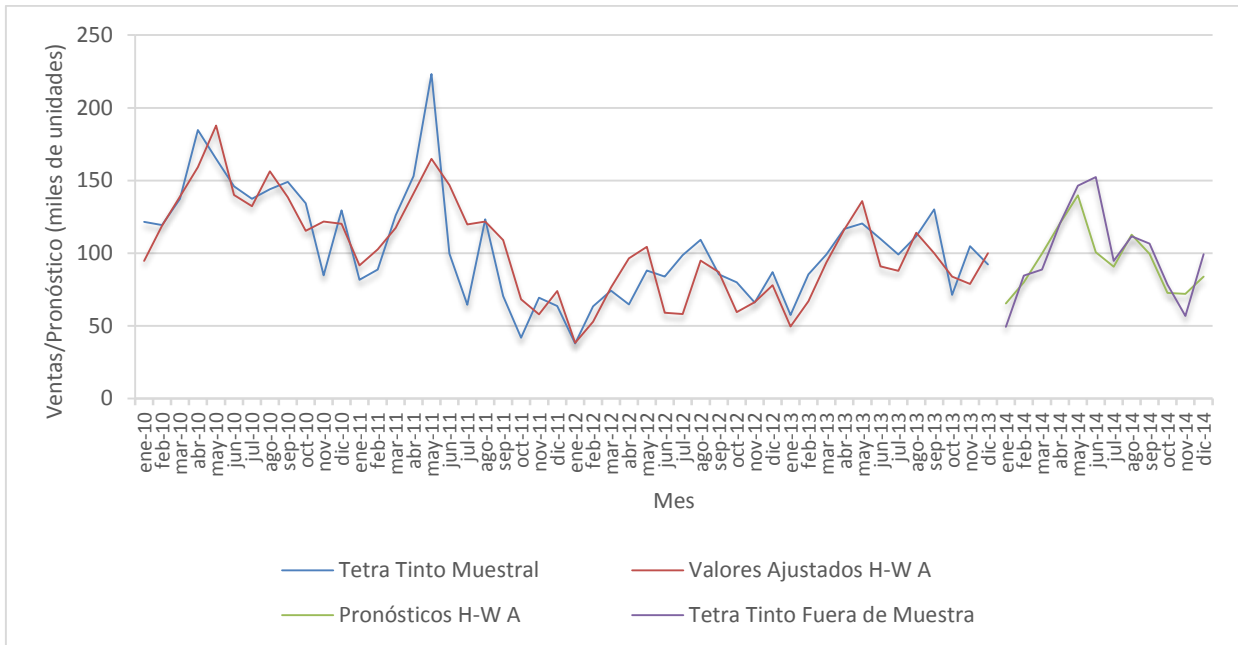


Gráfico 5-6: Comparación Ventas Tetra Tinto Fuera de Muestra vs. Pronósticos H-W A.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5-7: Ventas Reales Tetra Tinto vs. Pronósticos H-W A, Año 2014.

Mes	Ventas año 2014	Predicciones H-W A	Error Absoluto	Error Cuadrático	Error Porcentual
Enero	49.339	65.383,7309	16.044,7309	257.433.388,5	32,52%
Febrero	84.451	79.912,4809	4.538,51914	20.598.155,95	5,37%
Marzo	88.680	99.778,4809	11.098,4809	123.176.277,5	12,52%
Abril	120.496	120.518,481	22,4808636	505,3892299	0,02%
Mayo	146.365	139.904,481	6.460,51914	41.738.307,51	4,41%
Junio	152.352	100.574,231	51.777,7691	2.680.937.377	33,99%
Julio	94.609	90.641,4809	3.967,51914	15.741.208,1	4,19%
Agosto	111.568	112.727,731	1.159,73086	1.344.975,676	1,04%
Septiembre	106.660	99.473,4809	7.186,51914	51.646.057,3	6,74%
Octubre	78.329	72.608,9809	5.720,01914	32.718.618,92	7,30%
Noviembre	56.915	71.963,7309	15.048,7309	226.464.300,6	26,44%
Diciembre	99.276	83.797,9809	15.478,0191	239.569.076,4	15,59%
MAD					11.541,91986
MSE					307.614.020,7
MAPE					12,51%

Fuente: Elaboración Propia con Datos de COVICA Ltda.

Antes de continuar, cabe mencionar que para todas las series restantes se utilizará el modelo Holt-Winters tanto en su variante aditiva como multiplicativa, dependiendo del caso, ya que estos métodos fueron los que obtuvieron un mejor ajuste con cada una de ellas. Los resultados de la selección del modelo apropiado, para cada una de las 5 series de tiempo restantes, se almacenan en el Anexo D. La tabla 5-8 muestra un resumen comparativo del rendimiento predictivo entre los métodos de pronóstico Holt-Winters Aditivo y Multiplicativo (mejor ajustados) para todas las series analizadas.

Tabla 5-8: Resumen Comparativo de la Capacidad Predictiva entre los Métodos H-W Aditivo y Multiplicativo.

Método Holt-Winters Multiplicativo						
	Tetra Tinto	Tetra Blanco	Botellón Tinto	Botellón CS	PET Tinto	PET Blanco
MAD	12.697,50	7.461,30	7.626,35	1.152,19	1.549,83	335,528471
MSE	324.096.214	101.388.231	117.005.869	2.241.078,53	4.110.840,46	193.165,67
MAPE	13,10%	17,39%	32,16%	63,17%	31,23%	24,39%
Método Holt-Winters Aditivo						
MAD	11.541,91986	8.088,68	5.756,46	1.088,51	1.673,42	357,269586
MSE	307.614.020,7	105.998.220	83.250.015,50	2.205.454,81	4.799.479,63	194.439,22
MAPE	12,51%	18,65%	23,70%	62,14%	33,05%	26,90%

Fuente: Elaboración Propia.

Para facilitar la lectura y la comparación se utiliza el MAPE. Se puede distinguir que los métodos propuestos predicen bastante bien, exceptuando la serie Botellón Cabernet Sauvignon, la cual posee una capacidad predictiva muy baja, con un MAPE superior al 60% en ambos métodos. Por ello, esta serie será descartada del análisis, debido a que sus proyecciones son muy poco fiables y no serían útiles para la elaboración de un sistema óptimo que pueda cumplir con los requerimientos de la empresa. Para las demás series se utilizará el filtro normal, es decir, el método seleccionado será el que posea la mejor capacidad predictiva (que minimice el MSE de las proyecciones comparadas con los datos fuera de muestra). Por lo tanto, el modelo Holt-Winters Multiplicativo es el que posee mayor capacidad predictiva en las series Tetra Blanco, PET Tinto y PET Blanco, y su variante Aditiva predice mejor en las series Tetra Tinto y Botellón Tinto.

Los pronósticos finales se calculan utilizando la totalidad de datos correspondientes a cada una de las series, es decir, se unen los datos de la serie de muestra con las observaciones de la serie fuera de muestra. Este paso final, se ejecuta utilizando el software

estadístico R, por su mayor fiabilidad, automaticidad y potencia en cuanto a estimación de valores iniciales, constantes y predicciones finales. Los pasos utilizados para la obtención de las proyecciones en R se detallan a continuación.

En primer lugar, los datos se deben agrupar en un archivo Excel delimitado por comas (csv), para facilitar su lectura y separación por columnas en R. Luego se utiliza el siguiente comando: `data = read.csv('C:/Users/...../Datos/Demanda Total.csv')`, especificando claramente la ubicación del fichero a analizar. Además, para una mayor facilidad en el análisis, se utiliza la función `attach(data)` para referenciar los nombres de las columnas de datos (diferenciar series) y así utilizar sólo su título de columna para trabajar con ellos. A continuación, se crea una serie de tiempo utilizando el comando `TT.timeseries <- ts(Tetra.Tinto, frequency=12, start=c(2010,1))`. La función `ts` caracteriza a los datos como una serie de tiempo, con esto la data se puede adaptar a su periodo estacional, correspondiente a 12 observaciones, utilizando la opción `frequency=12`, y, además, se le indica que esta comience en enero del año 2010, con la opción `start=c(2010,1)`.

Ya teniendo la serie de tiempo con su periodo estacional claramente especificado, se aplica el modelo Holt-Winters Aditivo, definido con anterioridad, como el mejor ajustado. Esto se realiza creando la siguiente función, mediante la utilización del comando `HoltWinters` perteneciente al paquete `stats` de R: `HWA.TT <- HoltWinters(TT.timeseries, seasonal="additive", alpha=NULL, beta=NULL, gamma=NULL)`. Los valores obtenidos, correspondientes a las estimaciones iniciales y las constantes de suavizado que minimizan el error cuadrático para la serie Tetra Tinto, son los siguientes:

Tabla 5-9: Valores de Estimaciones Iniciales del Modelo H-W Aditivo para la Serie Tetra Tinto en R.

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Factor	-41.048	-11.469,4	-1.792	22.851,9	49.864,9	39.918,1
Mes	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Factor	2.787,3	22.423,5	20.535,9	-11.951,9	-16.165,6	7.843,1
Nivel Base			85.816,9			
Tasa de Crecimiento			-829,9			

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5-10: Constantes de Suavizado para el Modelo H-W Aditivo, Serie Tetra Tinto en R.

Alfa	Beta	Gamma
0,2877	0,04145	0,6783

Fuente: Elaboración Propia.

El ajuste de dicho método entrega un valor SSE de 41.235.375.038. En consecuencia, el MSE corresponderá a dicho valor dividido por el total de observaciones de la serie (60), es decir, 687.256.251. En el gráfico 5-7 se puede observar la serie Tetra Tinto en su totalidad versus los valores ajustados obtenidos luego de aplicar el modelo. Esta gráfica es generada aplicando el comando “plot” sobre los datos del modelo “HWA.TT”, el cual fue especificado anteriormente como el ajuste del modelo Holt-Winters Aditivo a la serie de tiempo Tetra Tinto.

Finalmente, se utiliza el siguiente comando para obtener un pronóstico para 9 periodos posteriores, desde enero a septiembre de 2015: “forecastHWA.TT <- forecast.HoltWinters(HWA.TT, h=9)”. Esto, además de generar las predicciones, entrega valores de las mismas para niveles de confianza de un 80% y 95%. Estos valores se encuentran en la tabla 5-11 y se pueden observar con mayor claridad en el gráfico 5-8, donde las predicciones se destacan por la línea de color azul, el nivel de confianza para un 80% corresponde al fondo oscuro y el 95% se caracteriza con un fondo gris claro. Además el resumen de las proyecciones obtenidas para cada serie de tiempo se detalla en la tabla 5-12. Cabe destacar que el ajuste y los pronósticos obtenidos para las 5 series restantes se almacenan en el Anexo E.

Tabla 5-11: Pronósticos H-W A para 9 Periodos Posteriores, Serie Tetra Tinto.

Pronósticos H-W A Tetra Tinto 2015					
Periodo	Pronóstico	LI 80%	LS 80%	LI 95%	LS 95%
Enero	43.938	6.268	81.609	-13.673	101.550
Febrero	72.688	33.363	112.012	12.546	132.829
Marzo	81.535	40.497	122.573	18.773	144.298
Abril	105.349	62.540	148.158	39.879	170.820
Mayo	131.532	86.898	176.166	63.270	199.794
Junio	120.755	74.243	167.267	49.621	191.889
Julio	82.795	34.354	131.235	8.711	156.878
Agosto	101.601	51.183	152.019	24.493	178.709
Septiembre	98.883	46.441	151.326	18.680	179.087

Fuente: Elaboración Propia.

Holt-Winters filtering

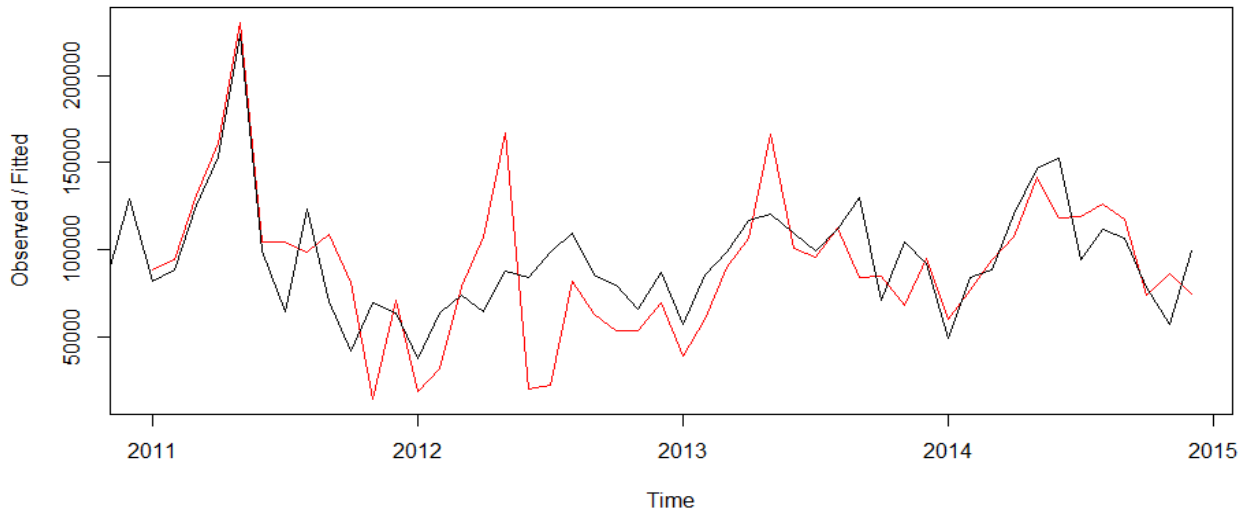


Gráfico 5-7: Serie Tetra Tinto vs. Valores Ajustados Modelo H-W Aditivo.
Fuente: Elaboración Propia.

Forecasts from HoltWinters

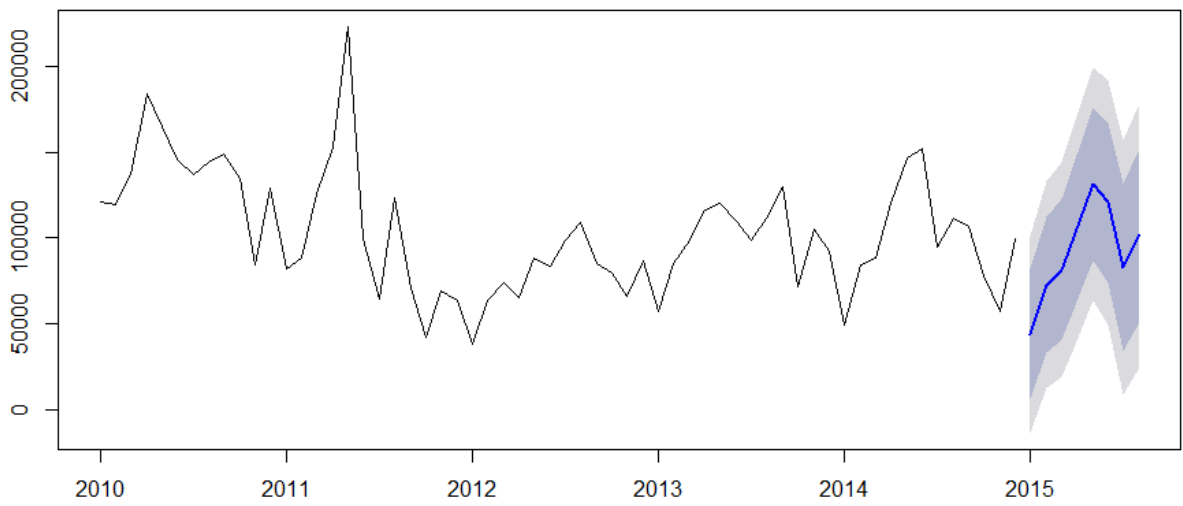


Gráfico 5-8: Pronóstico H-W A generado en R para la Serie Tetra Tinto.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5-12: Resumen de Pronósticos Obtenidos en R para cada Serie de Tiempo.

	Tetra Tinto	Tetra Blanco	Botellón Tinto	PET Tinto	PET Blanco
Enero	43.938	29.085	5.724	2.680	1.400
Febrero	72.688	43.115	8.993	4.845	1.834
Marzo	81.535	48.929	10.347	3.788	906
Abril	105.349	43.129	14.454	4.650	755
Mayo	131.532	42.423	22.825	7.271	766
Junio	120.755	34.234	22.884	5.964	405
Julio	82.795	27.501	10.971	5.456	929
Agosto	101.601	37.944	11.159	5.698	907
Septiembre	98.883	29.467	12.316	7.946	1.351

Fuente: Elaboración Propia.

5.4 Desarrollo del Sistema de Gestión de Inventarios

Teniendo los pronósticos correspondientes a los 9 meses posteriores a la última observación para cada una de las series de tiempo, se procede a desarrollar uno de los dos sistemas de gestión de inventario de producto terminado, especificados en el Capítulo 2. El sistema elegido y los criterios de elección y preferencia de un sistema sobre otro se especifican a continuación.

El sistema de gestión de inventario a desarrollar corresponde al sistema P. La elección se basó principalmente en los requerimientos y políticas de servicio de la empresa. Se tiene que la utilización de este sistema es recomendable debido al comportamiento aleatorio uniforme que poseen las series de tiempo analizadas y por su flexibilidad en lo que respecta a tiempos y costos, como es un sistema flexible, no requiere de cambios extremos en la cultura ni en las políticas organizacionales, lo cual permite una fácil adaptación por parte de la empresa a este modelo. Por otra parte, la compañía estimó conveniente utilizar dicho sistema, basándose en las siguientes razones: la comodidad que brinda la fijación de un periodo de revisión de inventarios, la reducción de costos por volumen de materia prima a ordenar para la elaboración de cada uno de los productos y la disminución de costos marginales por el uso de volúmenes más altos en cada lote de unidades a producir.

Como requisito obligatorio antes de aplicar el Sistema P, se debe probar que las proyecciones para cada producto se encuentren distribuidas de forma normal. Para esta

tarea, se utilizan los 9 datos pronosticados en cada serie de tiempo, de esta manera se establece que la demanda durante el periodo analizado se distribuya normalmente. Este análisis fue realizado utilizando R y su paquete “nortest” siguiendo los pasos que se detallan a continuación.

Teniendo ingresadas las series de datos a analizar, de la forma en que se explicó en el apartado anterior, se ejecuta el comando “`lillie.test(x)`”, donde x corresponderá al rótulo asignado a cada serie de datos. Esto hará que se ejecute el test de normalidad “Kolmogorov-Smirnov”, cuya particularidad es que asigna un menor peso a las observaciones con mayor desviación, por lo cual es menos sensible a los cambios en los datos.

Luego se procede a calcular la desviación estándar de cada grupo de pronósticos, para lo cual se utilizan los 9 datos obtenidos para cada serie, lo que permite obtener un valor estadístico que capta la variabilidad de los datos durante el periodo analizado. Este cálculo es realizado en cada uno de los grupos de datos mencionados, utilizando el comando “`sd(x)`”. Los resultados obtenidos, tanto para el test de normalidad como para el cálculo de la desviación estándar y media de cada grupo de proyecciones, se detallan en la tabla 5-13.

Tabla 5-13: Resultados Test de Normalidad, Media y Desviación Estándar de Datos obtenidos en R.

	Tetra Tinto	Tetra Blanco	Botellón Tinto	PET Tinto	PET Blanco
p-value	0,9	0,4	0,2	0,9	0,08
Desv. Est.	26.389	7.615	5.911	1.630	428
Media	93.231	37.314	13.297	5.366	1.028

Fuente: Elaboración Propia.

El test de normalidad se realiza bajo la hipótesis nula de que los datos se distribuyen normalmente, en contraste con la hipótesis alternativa de que dichos datos no se distribuyen de manera normal. De acuerdo a los valores-p obtenidos para cada una de los grupos de proyecciones, bajo un nivel de confianza correspondiente a un 95%, se tiene que no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, ya que, como se puede apreciar en la tabla 5-13, dichos valores-p son mayores a 0,05. Por lo tanto, es posible afirmar que los pronósticos para el intervalo enero-septiembre de 2015, en cada uno de los productos analizados, se distribuyen de forma normal con media y desviación estándar según se indica.

Continuando con la definición de los parámetros necesarios para desarrollar el sistema P, se tiene que el intervalo para la revisión de inventarios se asigna de acuerdo a la conveniencia y políticas de la empresa. Según lo conversado, se considera mantener la revisión en forma fija con una frecuencia mensual durante la primera semana de cada mes. Por otra parte, el periodo de incertidumbre (L), corresponderá al tiempo que tardan en llegar las materias primas a la empresa luego de realizar el pedido, es decir, 3 semanas, esto sumado a un tiempo correspondiente a 1 semana por concepto de organizar y efectuar la elaboración de los productos a almacenar en inventario. Por lo tanto, el valor total de L corresponderá a un mes.

Posteriormente, se debe determinar el enfoque de probabilidad o nivel de servicio a utilizar para calcular el inventario de seguridad a mantener. Este enfoque corresponde a la probabilidad de que no se agoten los elementos en inventario durante el periodo de incertidumbre. Cabe destacar, que mientras más elevado sea dicho nivel, existirán más costos asociados, debido a que aumentará la cantidad de elementos inmovilizados en bodega. Por esta razón, las organizaciones en general, manejan niveles entre un 90% y un 98%, de acuerdo a sus capacidades y políticas de servicio. El nivel acordado con la empresa corresponde a un 90%. Esto queda determinado debido a los costos asociados por cada nivel, ya que la compañía no se puede permitir un aumento muy elevado en dichos costos.

Para complementar el análisis realizado, se trabajará, además, utilizando un nivel de servicio de 95%, con la finalidad de determinar cómo impacta un cambio en dicho nivel en la cantidad de unidades a mantener en inventario de seguridad. Como se pretende reducir los quiebres de stock, se realiza un test de una cola, considerando el área de la curva correspondiente al lado derecho del gráfico de la distribución. El número de desviaciones estándar para las mencionadas probabilidades se determina utilizando el valor de la diferencia entre 1 y α . Ya que se utilizarán niveles del 90% y 95%, los valores de α serán 0,1 y 0,05, respectivamente. De acuerdo a esto, los valores a buscar en la tabla de distribución normal (adjunta en el Anexo J) serán: 0,90 y 0,95. El valor de z , correspondiente a cada uno de los valores recién mencionados, es de: 1,28, para un nivel de confianza de un 90%, y 1,645, para un nivel del 95%.

Ya teniendo claridad en estos valores, se procede a determinar el inventario de seguridad que incidirá en la cantidad de unidades a ordenar en durante el periodo, aplicando la fórmula $z\sigma_t\sqrt{P} + L$. Los resultados se detallan en la tabla 5-14.

Tabla 5-14: Inventario de Seguridad para una Probabilidad de Servicio de 90% y 95%, en Unidades de Producto.

	z 90%	z 95%	SD	Inv. Seg. 90%	Inv. Seg. 95%	Diferencia
Tetra Tinto	1,28	1,645	26.389	47.769	61.390	13.621
Tetra Blanco	1,28	1,645	7.615	13.785	17.716	3.931
Botellón Tinto	1,28	1,645	5.911	10.700	13.752	3.052
PET Tinto	1,28	1,645	1.630	2.951	3.792	841
PET Blanco	1,28	1,645	428	775	995	220

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que la diferencia entre ambos niveles es mínima para los productos que poseen un nivel de ventas reducido y desviación estándar baja, alcanzado aproximadamente un total de 200 unidades entre un nivel y otro. Para los productos que poseen mayores ventas y desviación estándar, se ve un creciente aumento en la diferencia de unidades a mantener, alcanzando una diferencia de 13.621 unidades para el artículo Tetra Tinto. De esto, se puede concluir que mientras más variable sea el comportamiento de la demanda, manteniendo constante el periodo de incertidumbre, mayor será la diferencia entre un nivel de servicio y otro. En vista de esta información, no sería una opción mayormente costosa el mantener un inventario de seguridad para una probabilidad de desabastecimiento de un 5%, para productos con desviación estándar pequeña, pero sí sería una inversión algo más elevada el proponer este nivel para productos con demanda más errática.

En consecuencia, se opta por utilizar una protección inicial correspondiente al 90% de probabilidad de que no exista un quiebre en la demanda, teniendo en cuenta que con esto se permitirá tener una capacidad de respuesta suficiente ante cualquier fluctuación imprevista en la demanda.

Prosiguiendo, el valor de d a considerar, para efectuar el cálculo de este sistema, corresponde a la demanda promedio del periodo, por lo cual se utiliza la media de los pronósticos obtenida previamente. El nivel objetivo corresponde a la suma entre la demanda promedio del intervalo de espera y el inventario de seguridad. Teniendo esto en cuenta, el resumen de resultados obtenidos para el sistema P en todos los productos estudiados para

los siguientes 9 periodos (enero a septiembre de 2015), quedaría de la forma expuesta en la tabla 5-15.

Tabla 5-15: Resumen de Cálculo del Sistema P en los Productos Clase A.

Producto	d	SD	Inv. Seg.	Nivel Objetivo
Tetra Tinto	93.231	26.389	47.769	234.231
Tetra Blanco	37.314	7.615	13.785	88.413
Botellón Tinto	13.297	5.911	10.700	37.294
PET Tinto	5.366	1.630	2.951	13.683
PET Blanco	1.028	428	775	2.831

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a esto, cada un mes se ordenaría la cantidad de unidades de producto requeridas para elevar la posición de inventario (*IP*) hasta el nivel objetivo de inventario de cada uno de los productos, especificado en la tabla 5-15. Esto implica que la cantidad a ordenar o tamaño del pedido mensual (*Q*), corresponderá a la diferencia entre el nivel objetivo y la posición de inventario de cada mes. Dicha posición y tamaño de pedido serán establecidos en el capítulo siguiente realizando una simulación de aplicación de este sistema, utilizando datos de movimientos de inventarios y ventas mensuales proporcionados por la empresa, en conjunto con los pronósticos de demanda obtenidos durante el desarrollo de este capítulo.

Capítulo 6: Validación de Modelos Propuestos

Este capítulo se encuentra destinado a corroborar el funcionamiento empírico de los métodos, modelos y sistemas propuestos. Para ello se ha solicitado a la empresa los datos de ventas reales y los movimientos de inventario de cada producto analizado, correspondientes al periodo que abarca desde enero hasta septiembre del año 2015. De esta forma, el sistema propuesto se puede validar simulando su aplicación en la organización durante el mismo periodo, comparando las diferencias entre éste y la realidad, con la finalidad de discernir cuál de los sistemas funciona de forma más eficiente. En lo que respecta a su eficacia, ésta se analizará en el capítulo posterior, el cual corresponde a la evaluación económica de la propuesta.

6.1 Validación de Métodos de Pronóstico

La tabla 6-1 muestra los datos de demanda real del periodo analizado (enero a septiembre de 2015), en contraste con los pronósticos obtenidos en R, incluyendo los distintos tipos de error para la serie Tetra Tinto, expresados en unidades de producto. Las tablas y gráficos, utilizados para este propósito en las series restantes, se encuentran disponibles en el Anexo F.

Tabla 6-1: Ventas Reales, Pronósticos y Tipos de Error para la Serie Tetra Tinto.

Mes	Ventas Reales	Pronóstico	Error Absoluto	Error Cuadrático	Error Porcentual
Enero	67.271	43.938	23.333	544.428.889	34,69%
Febrero	57.710	72.688	14.978	224.340.484	25,95%
Marzo	92.207	81.535	10.672	113.891.584	11,57%
Abril	65.420	105.349	39.929	1.594.325.041	61,03%
Mayo	72.597	131.532	58.935	3.473.334.225	81,18%
Junio	118.363	120.755	2.392	5.721.664	2,02%
Julio	98.868	82.795	16.073	258.341.329	16,26%
Agosto	119.929	101.601	18.328	335.915.584	15,28%
Septiembre	108.344	98.883	9.461	89.510.521	8,73%
MAD					21.567
MSE					737.756.591
MAPE					28,52%

Fuente: Elaboración propia con datos de COVICA Ltda.

Como se puede apreciar en el gráfico 6-1, la diferencia entre pronósticos y realidad es bastante pequeña, ambas series de datos se encuentran muy cercanas entre sí, lo que es corroborado por los errores expuestos en la tabla 6-1. Por lo cual, si se utilizará sólo el valor de los pronósticos, prescindiendo del sistema de inventarios, la empresa no podría responder a la demanda de forma efectiva debido a las fluctuaciones que varían entre sobre e infra proyecciones, lo cual convergería en inevitables y continuados quiebres de stock y en algunos, pero mínimos, periodos de sobre-stock. Cabe destacar que esto no es a causa de un bajo desempeño del método de pronóstico utilizado, sino que es debido a la elevada probabilidad de que existan diferencias entre los pronósticos y la realidad, ya que estos métodos no ofrecen una certeza total con respecto a la misma. Por lo tanto, la tabla 6-2, muestra los valores de cada tipo de error obtenido para las proyecciones de ventas para los 5 productos en estudio.

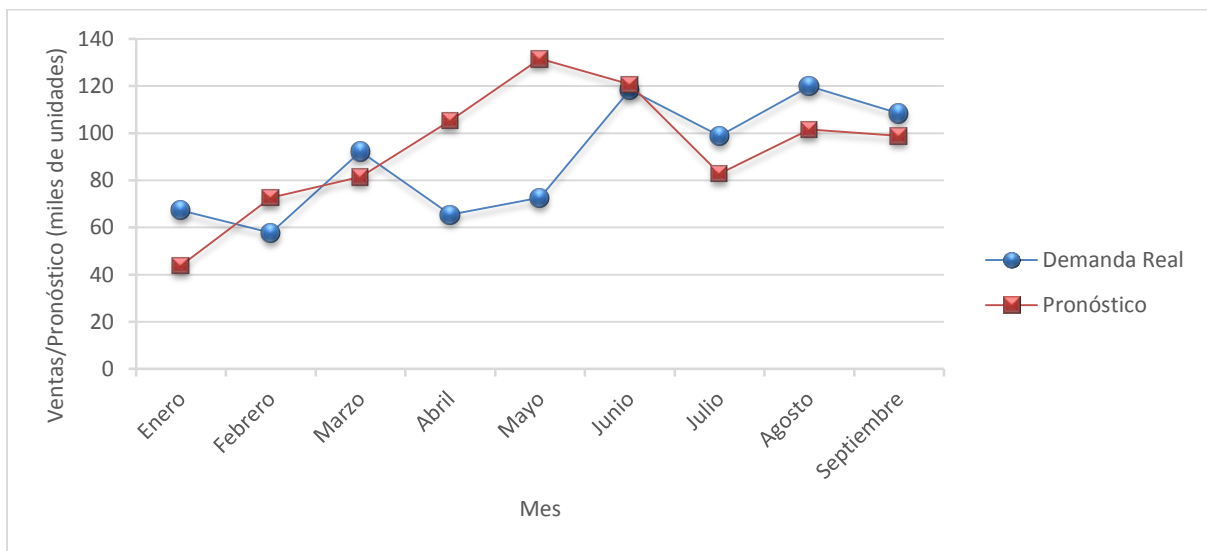


Gráfico 6-1: Ventas Reales vs. Pronósticos para la Serie Tetra Tinto.

Fuente: Elaboración propia con datos de COVICA Ltda.

Tabla 6-2: Medidas de Rendimiento de Pronósticos para cada producto.

	Tetra Tinto	Tetra Blanco	Botellón Tinto	PET Tinto	PET Blanco
MAD	21.567	10.818	4.673	1.695	207
MSE	737.756.591	157.338.904	29.751.485	4.414.210	91.699
MAPE	28,52%	25,00%	28,25%	46,29%	14,53%

Fuente: Elaboración propia.

Al observar la tabla, queda en evidencia el buen rendimiento de los métodos de pronóstico, para los cuales el MAPE bordea entre el 25% y 28% en los productos Tetra Tinto, Tetra Blanco y Botellón Tinto. El peor rendimiento lo obtuvo el producto PET Tinto con un 46% de error respecto a la demanda real, lo cual se debe principalmente a variaciones en la tendencia de las ventas. Finalmente, el mejor resultado corresponde a las proyecciones del producto PET Blanco, alcanzando un MAPE del 14%.

6.2 Validación del Sistema de Gestión de Inventarios

Esta sección se encuentra enfocada en la validación del funcionamiento del sistema de gestión de inventarios propuesto en contraste con el comportamiento del sistema actual utilizado por COVICA. En el gráfico 6-2, se puede apreciar el comportamiento del sistema de inventario utilizado actualmente por la empresa para el producto Tetra Tinto. Es importante destacar la cercanía que poseen ambas series presentes en la gráfica, lo cual indica que el total de productos almacenados en inventario (ingresos del periodo más las unidades disponibles al inicio del mismo) cada mes, siempre fue superior a la cantidad de unidades egresadas, aunque por un margen muy pequeño. Este pequeño margen deja en evidencia la ineficacia del sistema actual, debido a que al presentarse una fluctuación creciente e inesperada en la demanda, la organización no podría responder de forma adecuada ante ella, produciéndose quiebres de stock e inevitables pérdidas en sus ventas.

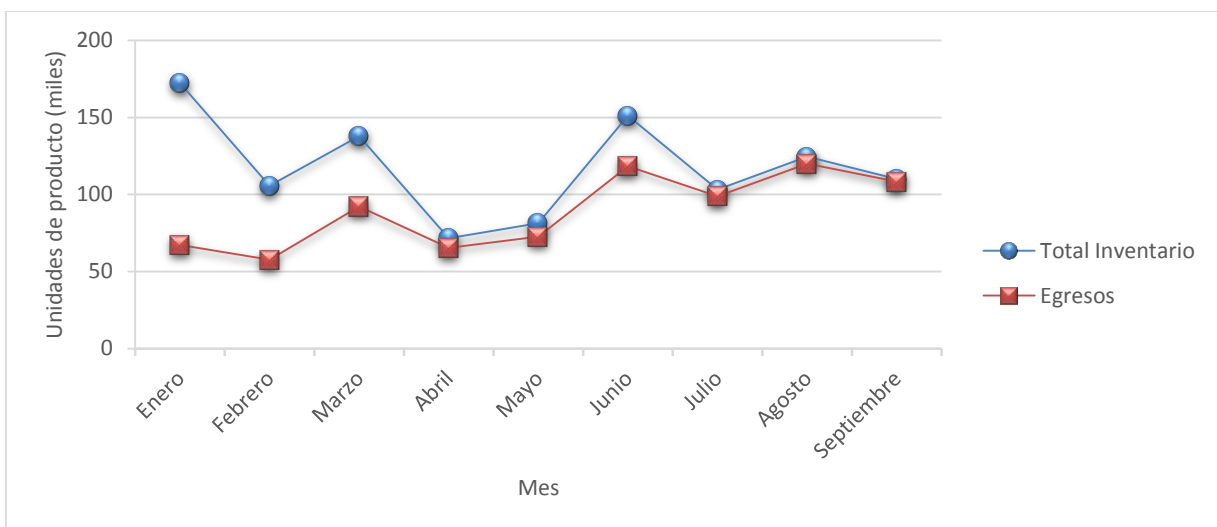


Gráfico 6-2: Comportamiento sistema de gestión de inventarios actual, serie Tetra Tinto.

Fuente: Elaboración propia con datos de COVICA Ltda.

Según la empresa, las ventas totales perdidas mensualmente, sólo por concepto de quiebres de stock en el inventario de producto terminado, ascienden a 30.000 litros aproximadamente. Por ello, para determinar la cantidad media de pérdida de ventas en cada producto, se estiman sus porcentajes de participación en las ventas (utilizando la demanda correspondiente al año 2014) acotando la cartera total de bienes a todos aquellos que sean vinos envasados de venta regular mensual. Los resultados obtenidos, correspondientes a los 5 productos en estudio, se resumen en la tabla 6-3.

Tabla 6-3: Estimación de Ventas Perdidas mensualmente por concepto de quiebres de stock.

Producto	Litros Demandados	% Participación (Lts.)	Pérdida Total Venta Mensual (Lts.)	Pérdida Venta Mensual (Lts.)	Pérdida Venta Mensual (Unds.)
Tetra Tinto	1.189.040	41,00%	30.000	12.300,81	12.301
Tetra Blanco	566.894	19,55%	30.000	5.864,61	5.865
Botellón Tinto	369.457,5	12,74%	30.000	3.822,10	2.549
PET Tinto	258.745	8,92%	30.000	2.676,76	536
PET Blanco	81.495	2,81%	30.000	843,08	169

Fuente: Elaboración propia con datos de COVICA Ltda.

Se aprecia que la última columna de la tabla 6-2 posee las pérdidas aproximadas por producto, en relación a los quiebres de stock que afectan a la empresa. Este dato es muy útil para estimar los egresos adicionales de unidades en inventario que se producirían si la empresa empleara el sistema propuesto, en otras palabras, dicho valor se le adicionaría a los egresos actuales de cada uno de los productos analizados. Es importante tener en cuenta que dichos egresos no son necesariamente iguales cada mes, pero su promedio mensual debería ser muy cercano a las cantidades calculadas, por lo cual, es muy factible utilizar estos valores a largo plazo. Adicionalmente, esta información servirá para evaluar económicamente el modelo, ya que el producto entre las ventas perdidas y su precio corresponde a los ingresos generados por el mismo.

Para estimar las unidades que ingresarían al inventario de producto terminado, si se hiciera uso del sistema propuesto, se utilizan los resultados obtenidos respecto del nivel objetivo de inventarios del sistema P, con lo cual se adapta el total de productos en inventario de cada mes (inicial más ingresos) para que sea igual a dicho nivel objetivo.

Los parámetros de la simulación de la aplicación del sistema P en la empresa, se especifican a continuación:

- La simulación comprende el periodo de enero a septiembre de 2015.
- Su aplicación busca responder a la pregunta, ¿cómo se habría comportado el inventario de producto terminado en la organización si se utilizará el sistema de gestión de inventarios propuesto?
- Los niveles iniciales de inventario, correspondientes al mes de enero, se mantienen fieles a la realidad para el desarrollo de esta simulación.
- Los ingresos de unidades de producto a inventario, para el mes de enero, se mantienen, siempre y cuando, estos sean mayores o iguales a lo requerido para elevar el nivel de inventario al nivel objetivo del sistema P. De otra forma, se adicionan las unidades necesarias para dicho efecto.
- Si, durante el periodo de febrero a septiembre, los ingresos de unidades de producto a inventario son mayores a lo requerido para alcanzar el nivel objetivo, estos serán reducidos para ajustarse a dicho propósito. Si son menores, serán aumentados.

Ya teniendo las condiciones claramente detalladas, se procede a exponer los resultados de la comparación entre la simulación de aplicación del sistema propuesto y los datos reales de los movimientos de inventario, facilitados por la empresa. Además, es importante destacar que las tablas de datos con los cuales se elaboran los siguientes gráficos, se encuentran disponibles en el Anexo G.

Como se puede ver en la gráfica 6-3, el comportamiento actual del inventario de COVICA en su producto Tetra Tinto no soporta, en la mayoría de los periodos, el aumento de unidades que se venderían al no existir quiebres de stock. Por otra parte, el nivel objetivo de inventario calculado y propuesto en el sistema P, se mantiene constante en todo momento y es muy superior a su contraparte y a los egresos con sistema simulado, debido a la existencia del inventario de seguridad, lo cual indica que su eficacia es claramente mejor que el método utilizado actualmente por la empresa.

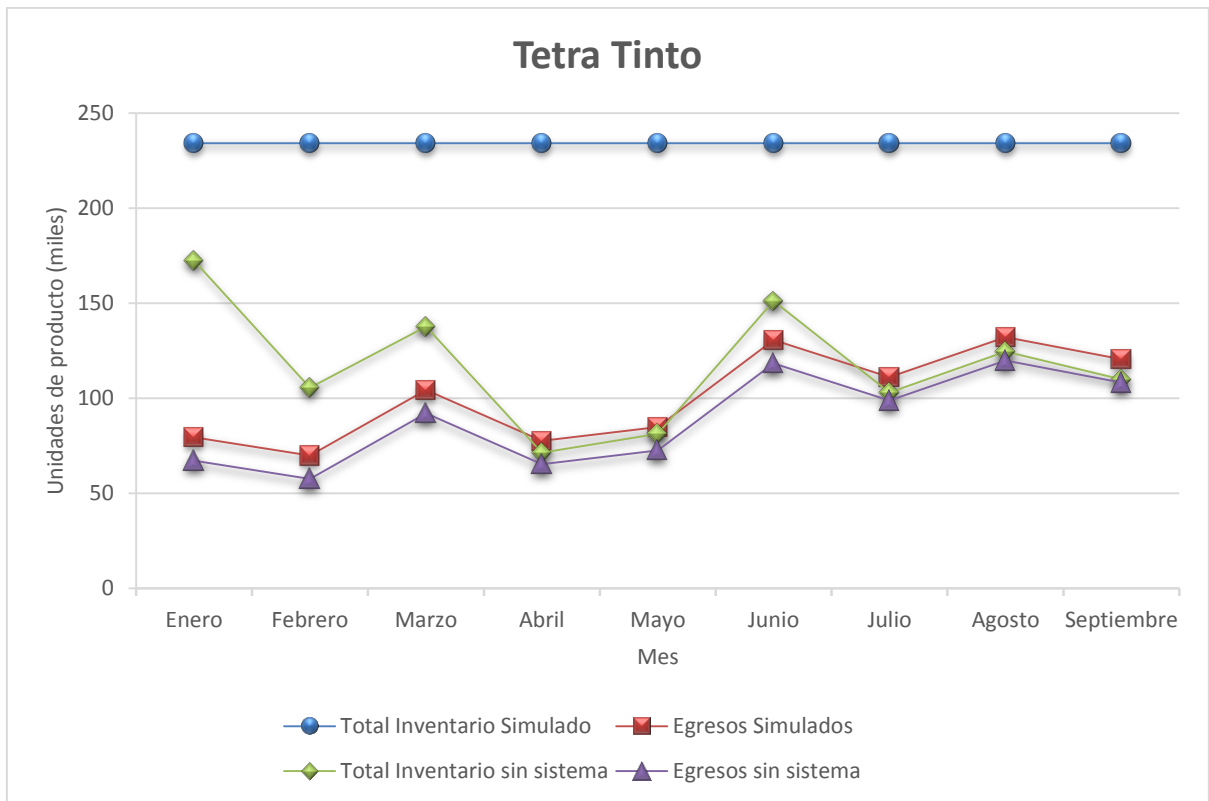


Gráfico 6-3: Comportamiento real de inventario vs. Comportamiento simulado con sistema P, Tetra Tinto.

Fuente: Elaboración propia con datos de COVICA Ltda.

El gráfico 6-4, muestra los resultados obtenidos luego de la comparación de ambos sistemas en el producto Tetra Blanco. Aquí se aprecia que su comportamiento es bastante similar al producto anterior. El sistema utilizado por la empresa produce quiebres de stock debido a que su total de inventarios mensuales es muy cercano a la línea de consumo o egreso de unidades reales e inferior a las unidades que egresarían si se utilizara el sistema P. Asimismo, el nivel objetivo planteado se comporta de forma efectiva, manteniendo el total de inventario con un margen (o distancia) muy marcado, respecto del total de egresos mensuales simulados, lo cual deja en claro una alta capacidad de respuesta ante cualquier fluctuación imprevista en la demanda.

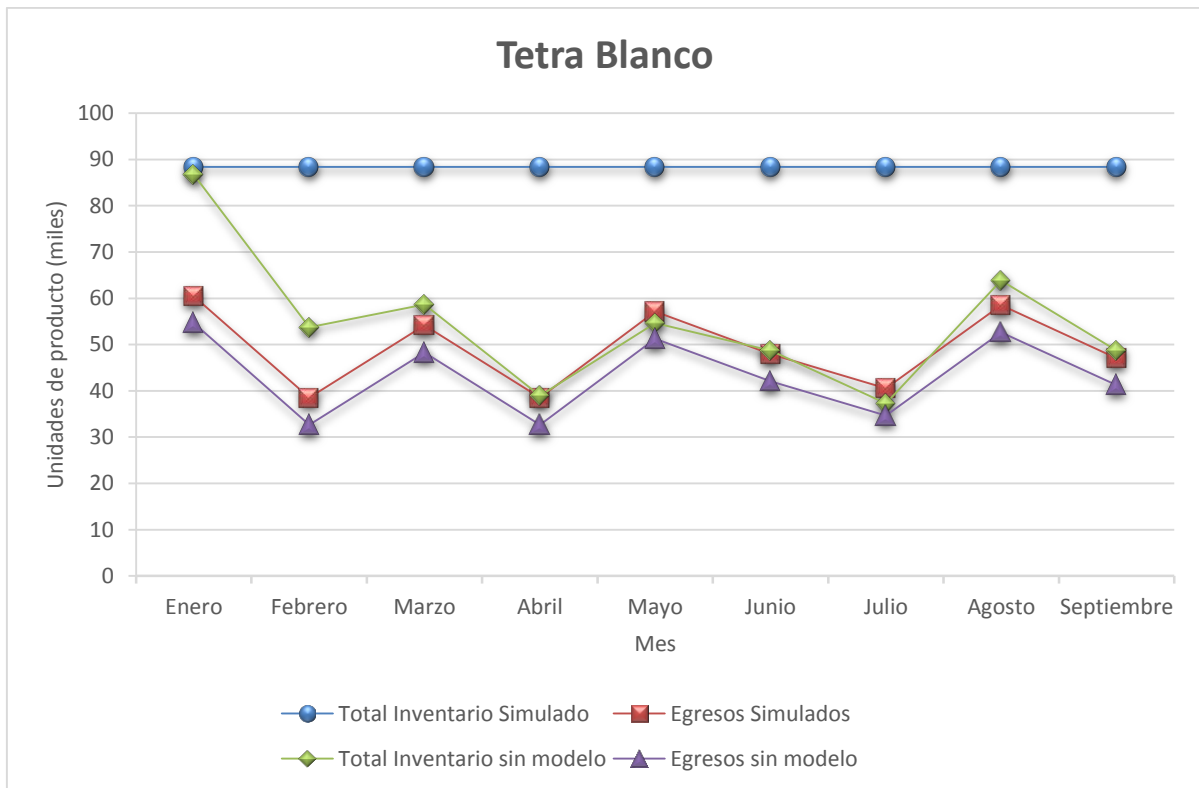


Gráfico 6-4: Comportamiento real de inventario vs. Comportamiento simulado con sistema P, Tetra Blanco.

Fuente: Elaboración propia con datos de COVICA Ltda.

Del análisis del gráfico 6-5, es posible inferir que el sistema de inventarios utilizado por la empresa para el producto Botellón Tinto se comportó de forma bastante eficaz durante los primeros 5 periodos. De junio a septiembre, el total de inventario disponible se acercó en gran medida a las unidades egresadas de este vino a consecuencia de un aumento en la demanda durante este intervalo, dejando al sistema sin respuesta ante alguna fluctuación imprevista en las ventas.

Se puede afirmar que el sistema propuesto vuelve a mostrar mayor eficacia que lo utilizado por la organización en la actualidad, manteniendo un margen más amplio entre el total de unidades en inventario y la cantidad demandada del producto.

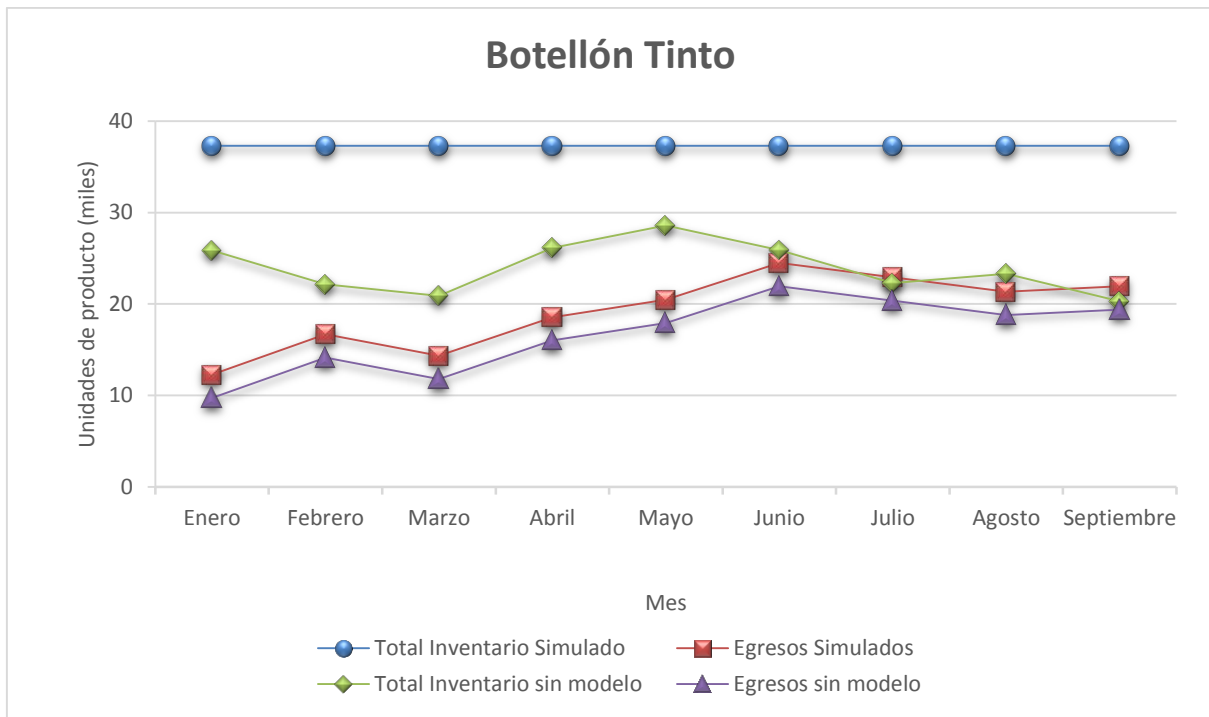


Gráfico 6-5: Comportamiento real de inventario vs. Comportamiento simulado con sistema P, Botellón Tinto.

Fuente: Elaboración propia con datos de COVICA Ltda.

De acuerdo a la gráfica 6-6, el comportamiento del sistema de inventarios de la empresa en el producto PET Tinto, es muy similar al del producto anterior, con 4 periodos iniciales en los cuales el total de inventario posee un margen destacable respecto de sus egresos, para continuar con 5 periodos en que dicho margen disminuye considerablemente, reduciendo la capacidad de respuesta de este sistema ante fluctuaciones inesperadas de la demanda. En lo referente al sistema propuesto o simulado, cumple con los requerimientos establecidos, aunque en este caso, el margen entre el inventario total de cada periodo y la cantidad demandada o egresada es algo más pronunciado que en los productos revisados anteriormente.

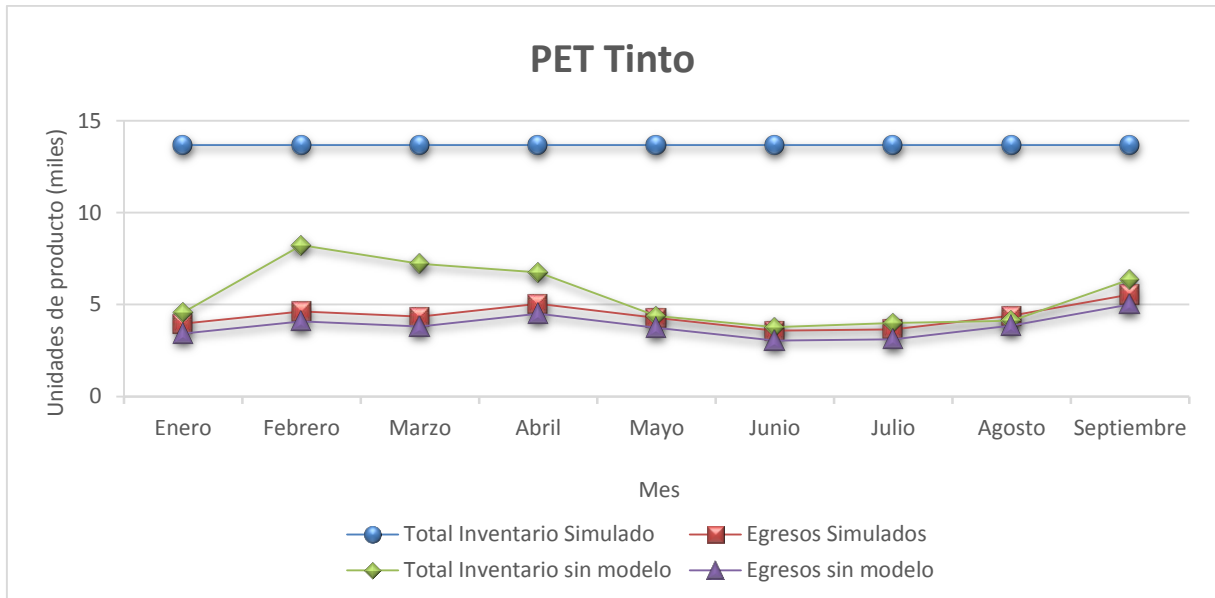


Gráfico 6-6: Comportamiento real de inventario vs. Comportamiento simulado con sistema P, PET Tinto.

Fuente: Elaboración propia con datos de COVICA Ltda.

Por último, se mide la eficacia del sistema de gestión de inventarios propuesto para el producto PET Blanco. El gráfico 6-7 muestra los resultados de esta medición, donde se tiene que el sistema utilizado por la empresa funciona bastante mejor que en los demás productos en estudio. De hecho, sus niveles de inventario total en cada periodo son bastante cercanos a las cantidades propuestas, lo cual sucede debido a que las unidades demandadas son inferiores en comparación con los demás productos analizados y por ello, la empresa se permite un margen más elevado de inventario para el mismo. En síntesis, se puede afirmar que las políticas actuales de inventario para este producto son las que responden de forma más eficaz ante las posibles variaciones que pudiera presentar la demanda.

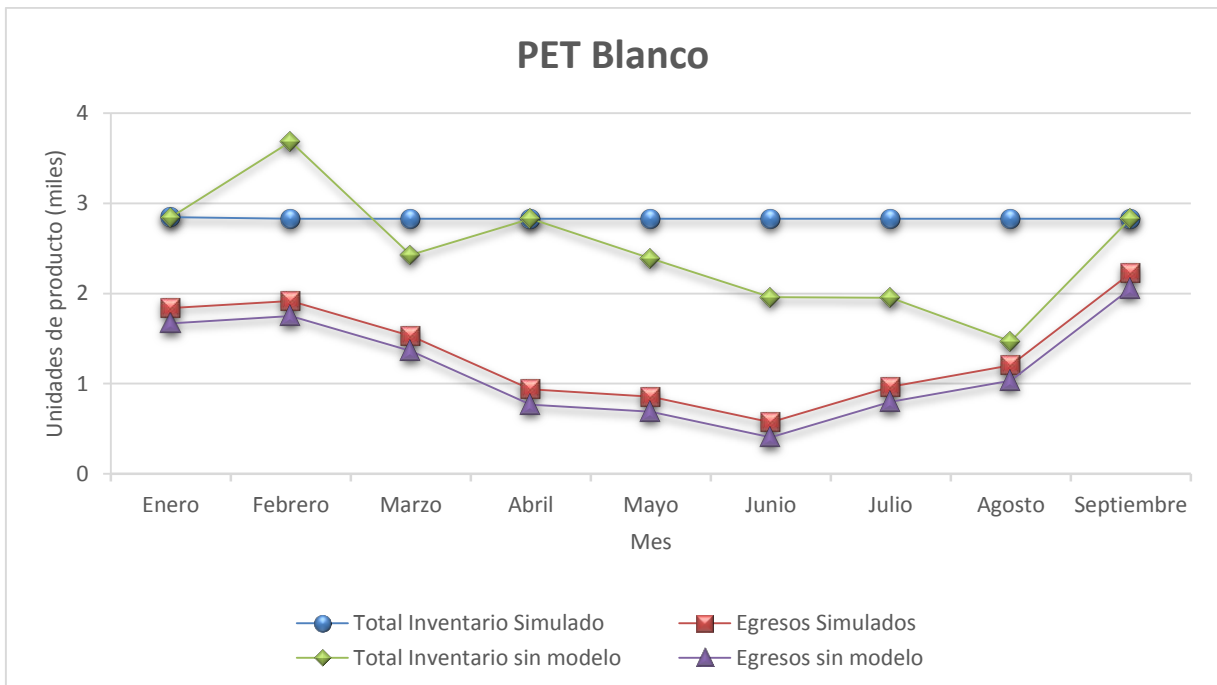


Gráfico 6-7: Comportamiento real de inventario vs. Comportamiento simulado con sistema P, PET Blanco.

Fuente: Elaboración propia con datos de COVICA Ltda.

Aventurando un análisis causa efecto, se tiene que al hacer uso del sistema P, la empresa podrá responder a la demanda de la gran mayoría de sus clientes. Esto incidirá directamente en su confiabilidad y fidelidad, debido a que es altamente probable que dicha confianza aumente y que éstos decidan incrementar sus compras de mediano a largo plazo. Por lo tanto, este aumento de credibilidad otorgará una alta ventaja a esta empresa, ya que podrá cubrir más pedidos, lo que vendrá acompañado de un alto grado de probabilidad de captura de nuevos clientes, ya sea por recomendación o por captación propia.

Como indicaciones finales para una posible y futura aplicación del sistema propuesto, se recomienda a la empresa que la implementación de esta propuesta sea transitoria y moderada, es decir, que el sistema comience su funcionamiento con uno de los productos, de preferencia el más complejo, y luego se vayan añadiendo los restantes, a medida que la cultura organizacional se va adaptando al cambio. Además, es muy importante que la persona encargada de llevar a cabo esta aplicación, estudie a cabalidad los métodos y sistemas desarrollados en este trabajo, para que así, se logre el funcionamiento esperado y no existan problemas en su ejecución. Otro punto, de igual importancia que los anteriores, es la disposición, buena comunicación y trabajo en equipo de las distintas áreas de la empresa

(compra de insumos, ventas, producción, bodegas, entre otras), para que así las compras se hagan efectivas en los momentos oportunos y las unidades requeridas puedan ser producidas, almacenadas y posteriormente distribuidas al cliente final, cuando éste las solicite.

Como se pudo constatar durante el desarrollo de este capítulo, el sistema propuesto se validó, cumpliendo íntegramente el objetivo de incrementar los niveles de inventario para reducir quiebres de stock y responder de forma efectiva ante la demanda. Por esta razón, se aprueba la viabilidad técnica del sistema de gestión inventarios en cada uno de los productos en estudio y se recomienda su utilización en esta empresa. Sin embargo, la aprobación de estos modelos se encuentra en mitad de su avance, ya que aún es necesario determinar su factibilidad en términos económicos, o en otras palabras, decidir si su implementación será rentable para la organización. Esto se analizará en el capítulo siguiente, exponiendo tanto el análisis como los resultados de la forma más clara posible, y castigando al máximo las utilidades percibidas, para que de esta forma la evaluación considere las condiciones más adversas y sea válida en todo contexto.

Capítulo 7: Evaluación Económica de la Propuesta

Ya teniendo claridad sobre cómo funcionará el sistema de gestión de inventarios propuesto en la compañía, se debe realizar un análisis económico para determinar la viabilidad de la propuesta de inversión. Para este objetivo, se debe establecer con claridad la inversión monetaria total requerida para su puesta en marcha, los costos que conllevará mantener en funcionamiento el sistema y los ingresos que éste generará. Todo esto, incluyendo además el flujo de caja y los indicadores económicos utilizados para la evaluación de este proyecto, se detallarán en profundidad durante el desarrollo de este capítulo.

7.1 Inversión

La tabla 7-1 muestra el detalle de la inversión necesaria para implementar el sistema propuesto en la empresa, la cual asciende a un total de \$13.478.956 sin IVA.

Tabla 7-1: Inversión Sistema Propuesto.

	Cantidad	Precio con IVA	Precio sin IVA	Total	Vida Útil
Computadores	2	\$ 199.990	\$ 168.059	\$ 336.118	5 años
Licencias Office	2	\$ 179.999	\$ 151.260	\$ 302.519	-
Licencias Antivirus	2	\$ 19.990	\$ 16.798	\$ 33.597	-
Racks para Productos	20	\$ 690.000	\$ 579.832	\$ 11.596.639	7 años
Pallets de Madera	480	\$ 3.000	\$ 2.521	\$ 1.210.084	7 años

Fuente: Elaboración Propia con Datos de COVICA Ltda. y cotizaciones varias.

La inversión considera el equipamiento necesario para la contratación de dos personas en la organización (computadores y licencias de software), cuyos cargos y obligaciones se especificarán en el siguiente apartado. Además, con el propósito de aumentar la capacidad de las bodegas de inventario de producto terminado de la empresa, se contempla una expansión de 20 unidades sobre el total de racks portapallets, cuyas dimensiones son de 4 metros de alto por 8,1 metros de ancho y 0,9 metros de grosor, con un soporte total de 24 pallets con productos. Para suplir su volumen, se invierte, además, en 480 (24x20) pallets de madera adicionales.

Los precios de referencia sobre racks, pallets y computadores son proporcionados por la empresa. Los precios de licencias, son investigados cotizando los precios actuales de mercado para estos tipos de software empresarial.

La vida útil de los activos, con el fin de efectuar su depreciación, se obtuvo de acuerdo a lo estipulado por el Servicio de Impuestos Internos y su detalle se encuentra disponible en su página web.

7.2 Costos

7.2.1 Costos Sistema P

Los costos en que se incurrirá al aplicar este sistema se pueden determinar modificando levemente la fórmula 2-26 del capítulo 2 de este Trabajo de Título, para que el costo por hacer pedidos ($\frac{dP}{dP}(S)$) se ajuste al costo de producción, el cual es equivalente al producto entre las unidades que ingresan mensualmente a la bodega de inventarios y su costo unitario de producción ($I(S_u)$).

$$C = \frac{dP}{2}(H) + I(S_u) + Hz\sigma_{P+L}$$

Fórmula 7-1: Costo Total del Sistema de Revisión Periódica con Inventario de Seguridad Modificado.

Fuente: Modificación de Fórmula encontrada en Libro "Administración de Operaciones: Procesos y cadenas de valor"; Krajewsky, Ritzman & Malhotra, 8° Edición.

Donde,

C = Costo total Sistema P.

$\frac{dP}{2}(H)$ = Costo por mantenimiento de inventario de ciclo.

I = Unidades de producto que ingresan a inventario.

S_u = Costo unitario de producción (envasado).

$I(S_u)$ = Costo por orden de producción (envasado).

$H z \sigma_{P+L}$ = Costo por mantenimiento de inventario de seguridad.

Esta fórmula requiere conocimiento de los costos por mantenimiento de inventarios asociados a cada producto y los costos por realizar un pedido de abastecimiento de unidades, estos últimos vienen dados por el dinero que destina la empresa para envasar unidades del producto a abastecer. Además, la ecuación necesita de los datos de demanda mensual, el periodo de realización de pedidos, especificado anteriormente, y el inventario de seguridad correspondiente a cada producto en estudio (calculado en el Capítulo 5 de este trabajo).

Según [Krajewsky, 2009, p.463], el costo anual de mantener una unidad en inventario fluctúa normalmente entre el 15% y el 35% de su valor unitario. Utilizando esta información, el valor de mantenimiento de inventario para cada uno de los productos analizados, utilizando el caso más extremo que corresponde al 35% de su valor, se expone en la tabla 7-2. El valor unitario de cada producto se expresa libre de IVA (19%) y del impuesto a la venta de bebidas alcohólicas (20,5%).

Tabla 7-2: Costo Unitario por Mantenimiento de Inventarios para Productos Clase A.

Producto	Valor Unitario (sin impuesto)	Costo Anual por Mantenimiento en Inventario	Costo Mensual por Mantenimiento en Inventario
Tetra Tinto	\$ 597	\$ 209	\$ 17
Tetra Blanco	\$ 597	\$ 209	\$ 17
Botellón Tinto	\$ 1.249	\$ 437	\$ 36
PET Tinto	\$ 2.755	\$ 964	\$ 80
PET Blanco	\$ 2.755	\$ 964	\$ 80

Fuente: Elaboración Propia con Datos de COVICA Ltda.

El costo por orden de producción vendrá dado por los costos asociados a la compra de insumos y envasado de cada producto. Estos valores son facilitados por la empresa y se resumen en la tabla 7-3. Es importante mencionar que dichos costos se asignan globalmente para cada producto y no se desglosan debido a políticas de la empresa y de sus proveedores.

Tabla 7-3: Costo Unitario por Orden de Producción o Envasado para Productos Clase A.

Producto	Costo con IVA	Costo sin IVA
Tetra Tinto	\$ 146	\$ 123
Tetra Blanco	\$ 146	\$ 123
Botellón Tinto	\$ 282	\$ 237
PET Tinto	\$ 333	\$ 280
PET Blanco	\$ 333	\$ 280

Fuente: Elaboración Propia con Datos de COVICA Ltda.

En este punto, cabe destacar que la empresa posee el vino suficiente para suplir los niveles requeridos por el sistema de inventarios propuesto. Por esta razón, no se consideran los costos asociados a la adquisición de la uva y elaboración del vino.

Se tiene que todos los costos relevantes para la evaluación de un proyecto, corresponderán a aquellos que se encuentren directamente relacionados con éste. Por lo tanto, sólo los incrementos o decrecimientos en los costos (fijos y variables) generados por la aplicación del sistema P, serán de importancia para la ejecución de esta evaluación. Los costos históricos que posee la empresa se considerarán de carácter irrelevante, debido a que deben contemplarse aunque no se aplique este sistema [Sapag, 1999, p.308].

Teniendo esto en cuenta, se inicia la estimación de costos relevantes, siguiendo la distribución de la fórmula del costo de implementación del sistema P. En primer lugar, se debe determinar el costo por mantenimiento de inventario de ciclo. Para esto, se requiere conocer el incremento que afectaría a la demanda mensual si se utilizara el sistema propuesto. Dicho incremento fue estimado en el capítulo anterior y corresponde a las unidades que la empresa no vende, debido a sus quiebres de stock. Por lo tanto, este costo corresponde al producto entre la mitad de estas unidades y el costo unitario de mantenimiento de inventario. De acuerdo a esto, los costos relevantes de mantenimiento de inventario de ciclo para cada producto y periodo, se resumen en la tabla 7-4.

Tabla 7-4: Costos Relevantes por Mantenimiento de Inventario de Ciclo.

Producto	Costo Mensual por Mantenimiento de Inventario de Ciclo
Tetra Tinto	\$ 104.567
Tetra Blanco	\$ 49.861
Botellón Tinto	\$ 45.900
PET Tinto	\$ 21.440
PET Blanco	\$ 6.800
Total	\$ 228.568

Fuente: Elaboración Propia.

Posteriormente, se debe evaluar los costos totales y relevantes por orden de envasado correspondientes a cada uno de los productos. Para este propósito es necesario determinar la diferencia de unidades que ingresaría a la bodega de inventarios si se utilizase el sistema propuesto. Dicha diferencia se calcula utilizando los resultados de simulación obtenidos en el capítulo anterior y se especifica en la tabla 7-5.

Tabla 7-5: Diferencia de Ingreso de unidades en Bodega de Inventario con Sistema.

Producto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Tetra Tinto	61.815	79.032	-19.845	78.624	2.395	-57.469	60.386	-9.201	26.932
Tetra Blanco	1.674	38.860	951	25.550	-9.794	11.762	17.338	-20.741	21.047
Botellón Tinto	11.454	6.238	3.821	-2.694	99	5.238	6.149	1.528	535
PET Tinto	9.107	-3.124	1.561	996	2.900	1.143	326	404	-1.700
PET Blanco	-16	-684	1.426	-234	609	600	176	650	-1.194

Fuente: Elaboración Propia.

En consecuencia, los costos (o ahorro) relevantes por orden de envasado corresponden al producto entre los valores de la tabla 7-5 y el costo unitario de envasado especificado con anterioridad. Éstos resultados se detallan en la tabla 7-6.

Tabla 7-6: Costos/Ahorro Relevantes por Orden de Envasado para cada Producto.

Producto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Tetra Tinto	\$ 7.603.245	\$ 9.720.936	-\$ 2.440.935	\$ 9.670.752	\$ 294.585
Tetra Blanco	\$ 205.902	\$ 4.779.780	\$ 116.973	\$ 3.142.650	-\$ 1.204.662
Botellón Tinto	\$ 2.714.598	\$ 1.478.406	\$ 905.577	-\$ 638.478	\$ 23.463
PET Tinto	\$ 2.549.960	-\$ 874.720	\$ 437.080	\$ 278.880	\$ 812.000
PET Blanco	-\$ 4.480	-\$ 191.520	\$ 399.280	-\$ 65.520	\$ 170.520
Total	\$ 13.069.225	\$ 14.912.882	-\$ 582.025	\$ 12.388.284	\$ 95.906
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	
Tetra Tinto	-\$ 7.068.687	\$ 7.427.478	-\$ 1.131.723	\$ 3.312.636	
Tetra Blanco	\$ 1.446.726	\$ 2.132.574	-\$ 2.551.143	\$ 2.588.781	
Botellón Tinto	\$ 1.241.406	\$ 1.457.313	\$ 362.136	\$ 126.795	
PET Tinto	\$ 320.040	\$ 91.280	\$ 113.120	-\$ 476.000	
PET Blanco	\$ 168.000	\$ 49.280	\$ 182.000	-\$ 334.320	
Total	-\$ 3.892.515	\$ 11.157.925	-\$ 3.025.610	\$ 5.217.892	

Fuente: Elaboración Propia.

Por último se estiman los costos por mantenimiento de inventario de seguridad, bajo la suposición de que este inventario se encontrará disponible en todo momento dentro de la bodega de inventario. Dicho costo corresponde al producto entre el costo unitario por mantenimiento en inventario y la cantidad de unidades que conforman el inventario de seguridad y es idéntico en cada periodo. El resumen de este costo mensual para cada producto se expone en la tabla 7-7.

Tabla 7-7: Costo Mensual por Mantenimiento de Inventario de Seguridad de cada Producto.

Producto	Costo Mensual por Mantenimiento de Inventario de Seguridad
Tetra Tinto	\$ 812.073
Tetra Blanco	\$ 234.345
Botellón Tinto	\$ 385.200
PET Tinto	\$ 236.080
PET Blanco	\$ 62.000
Total	\$ 1.729.698

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente el costo o ahorro relevante asociado a la implementación del sistema P corresponde a la suma de los 3 costos calculados con anterioridad y se detalla en la tabla 7-8.

Tabla 7-8: Costo/Ahorro Relevante por la Implementación del Sistema P.

Producto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Tetra Tinto	\$ 8.519.885	\$ 10.637.576	-\$ 1.524.295	\$ 10.587.392	\$ 1.211.225
Tetra Blanco	\$ 490.108	\$ 490.108	\$ 401.179	\$ 3.426.856	-\$ 920.456
Botellón Tinto	\$ 3.145.698	\$ 3.145.698	\$ 1.336.677	-\$ 207.378	\$ 454.563
PET Tinto	\$ 2.807.480	\$ 2.807.480	\$ 694.600	\$ 536.400	\$ 1.069.520
PET Blanco	\$ 64.320	\$ 64.320	\$ 468.080	\$ 3.280	\$ 239.320
Total	\$ 15.027.491	\$ 17.145.182	\$ 1.376.241	\$ 14.346.550	\$ 2.054.172
Producto	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	
Tetra Tinto	-\$ 6.152.047	\$ 8.344.118	-\$ 215.083	\$ 4.229.276	
Tetra Blanco	\$ 1.730.932	\$ 2.416.780	-\$ 2.266.937	\$ 2.872.987	
Botellón Tinto	\$ 1.672.506	\$ 1.888.413	\$ 793.236	\$ 557.895	
PET Tinto	\$ 577.560	\$ 348.800	\$ 370.640	-\$ 218.480	
PET Blanco	\$ 236.800	\$ 118.080	\$ 250.800	-\$ 265.520	
Total	-\$ 1.934.249	\$ 13.116.191	-\$ 1.067.344	\$ 7.176.158	

Fuente: Elaboración Propia.

7.2.2 Costos por Contratación de Personal Capacitado

Para llevar a cabo la realización de este proyecto, se requiere la contratación de dos personas en la empresa, un encargado de estudiar la demanda y elaborar los pronósticos para la aplicación del sistema de inventarios y un encargado de bodega que supervise directamente el funcionamiento de este sistema en la casa matriz de la empresa. Sus salarios mensuales se estiman de acuerdo a lo dispuesto por la organización y se resumen en la tabla 7-9.

Tabla 7-9: Gasto Mensual por Contratación de Personal.

Puesto de Trabajo	Salario
Encargado de Bodega	\$ 450.000
Encargado de Pronósticos y Sistema de Gestión de Inventarios	\$ 800.000

Fuente: Elaboración Propia con Datos de COVICA Ltda.

7.2.3 Gastos Administrativos

De acuerdo a lo conversado con la empresa, se estima que los gastos administrativos se incrementarían, a lo más, en un 20% mensual aproximadamente, debido al aumento de las ventas si se aplicara el sistema de gestión de inventarios propuesto. Por lo tanto, se calcula el 20% de los gastos proporcionados por la empresa para el periodo comprendido entre enero y septiembre del año en curso, lo cual se resume en la tabla 7-10.

Tabla 7-10: Gastos Administrativos Relevantes por periodo.

Periodo	Gastos Administrativos
Enero	\$ 1.367.931
Febrero	\$ 1.463.167
Marzo	\$ 1.779.905
Abril	\$ 1.641.108
Mayo	\$ 1.810.107
Junio	\$ 2.561.748
Julio	\$ 2.248.174
Agosto	\$ 2.452.505
Septiembre	\$ 2.361.656

Fuente: Elaboración Propia.

7.2.4 Cargos por Depreciación

La depreciación de activos se calcula de forma mensual utilizando el método lineal, es decir, dividiendo el costo de adquisición del activo por su vida útil en meses. Los activos depreciados corresponden a los computadores, pallets y racks de productos (tabla 7-11).

Además, se incorpora el valor libro de cada activo al final del periodo evaluado, el cual consiste en la diferencia entre su valor de adquisición y la depreciación acumulada hasta ese momento (tabla 7-11).

Tabla 7-11: Depreciación Mensual de Activos y su Valor Libro al final del periodo de evaluación.

Activo	Depreciación Mensual	Valor Libro
Computadores	\$ 5.602	\$ 285.700
Racks de Productos	\$ 138.055	\$ 10.354.142
Pallets	\$ 14.406	\$ 1.080.432

Fuente: Elaboración Propia.

7.3 Ingresos

Los ingresos que generaría la aplicación de este modelo corresponden al producto entre las unidades que la empresa no puede vender cada mes por la existencia de quiebres de stock y su precio unitario de venta (tabla 7-12).

Tabla 7-12: Ingresos Mensuales al Aplicar el Sistema P.

Producto	Pérdida Venta Mensual (Unds.)	Valor Unitario (sin impuesto)	Ingresos Mensuales
Tetra Tinto	12.301	\$ 597	\$ 7.345.328
Tetra Blanco	5.865	\$ 597	\$ 3.502.183
Botellón Tinto	2.549	\$ 1.249	\$ 3.184.880
PET Tinto	536	\$ 2.755	\$ 1.476.594
PET Blanco	169	\$ 2.755	\$ 465.568

Fuente: Elaboración Propia con Datos de COVICA Ltda.

7.4 Determinación de la Inversión en Capital de Trabajo

La inversión de capital de trabajo, necesaria para la puesta en marcha del sistema, se estima utilizando el método del déficit acumulado máximo, el cual corresponde al saldo acumulado de la diferencia entre los ingresos y costos de cada periodo.

Tabla 7-13: Determinación de la Inversión en Capital de Trabajo.

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Ingresos por Ventas	\$ 15.974.552	\$ 15.974.552	\$ 15.974.552	\$ 15.974.552
Costos/Ahorro	-\$ 16.277.491	-\$ 18.395.182	-\$ 2.626.241	-\$ 15.596.550
Gastos Administrativos	-\$ 1.367.931	-\$ 1.463.167	-\$ 1.779.905	-\$ 1.641.108
Total	-\$ 1.670.870	-\$ 3.883.797	\$ 11.568.406	-\$ 1.263.106
Déficit Acumulado	-\$ 1.670.870	-\$ 5.554.667	\$ 6.013.739	\$ 4.750.633

Fuente: Elaboración Propia.

Según los datos de la tabla 7-13, el capital de trabajo necesario para el funcionamiento del proyecto corresponde a un total de \$5.554.667, valor que equivale al déficit máximo acumulado.

7.5 Cálculo de VAN y TIR de la Propuesta

Ya teniendo claridad respecto a los costos e ingresos que se generarían al aplicar el Sistema P, es posible realizar el flujo de caja para cada periodo y calcular indicadores como el VAN y la TIR con la finalidad de determinar la viabilidad de implementar el Sistema P en la empresa, es decir, si utilizarlo generará ganancias, pérdidas o ningún cambio en términos económicos respecto de la situación inicial (sin modelo).

Para la realización del flujo de caja correspondiente, se necesita tener conocimiento del impuesto de primera categoría aplicado a las utilidades de las empresas en Chile durante el año 2015. Según lo publicado en la página web del Servicio de Impuestos Internos, dicho impuesto corresponde al 22,5% de las utilidades netas. La tabla que resume los datos del flujo de caja obtenido se encuentra disponible en el Anexo H.

El VAN se debe calcular utilizando la tasa de descuento o costo de capital correspondiente al sector económico en que se realiza esta inversión. De acuerdo al estudio realizado por [Morán V., 2006] en la Universidad de Talca, el valor estimado, a través del Modelo de Valoración de Activos de Capital (CAPM), de la tasa de descuento del sector vitivinícola chileno es de un 8,9% anual. Como se trabaja con datos mensuales, se debe aplicar la fórmula de economía para transformar el interés anual en mensual: $tdm = \sqrt[12]{(1 + tda)} - 1$; donde, tdm es la tasa de descuento mensual y tda es la tasa de descuento anual. De acuerdo a esto, el valor obtenido para la tasa de descuento mensual es de un 0,713%.

Finalmente, el VAN de la propuesta de inversión se obtiene utilizando la fórmula "VNA" de Excel sobre los flujos obtenidos. La TIR se obtiene al ingresar la fórmula con el mismo nombre en Excel. Los resultados obtenidos para un financiamiento en efectivo se resumen en la tabla 7-14.

Tabla 7-14: VAN y TIR con Financiamiento en Efectivo del Proyecto.

VAN (0,713%)	\$ 24.189.323
TIR	14%

Fuente: Elaboración Propia.

Para complementar el análisis, se realiza un estudio sobre el efecto que produciría financiar la inversión con préstamos por un total del 50%, 75% y 100% del valor total de la inversión. De acuerdo con lo publicado en la página web de la Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras de Chile (SBIF), el interés máximo convencional anual al 1 de enero de 2015, para una operación no reajutable de 90 días o más inferior a 5.000 UF (\$123.135.500) y superior a 200 UF (\$4.925.420), corresponde a un 21,99%. Aplicando la fórmula de transformación de interés anual a mensual (utilizada previamente para transformar la tasa de descuento), la tasa de interés mensual sería de un 1,6702%.

Por lo tanto, el VAN y la TIR para un financiamiento con crédito a 9 meses de un 50%, 75% y 100% del total de la inversión quedaría según lo estipulado en la tabla 7-15.

Tabla 7-15: VAN y TIR del Proyecto Financiado con Crédito de un 50%, 70% y 100% del Total de la Inversión.

	Crédito 50%	Crédito 75%	Crédito 100%
VAN Ajustado	\$ 25.546.198	\$ 26.224.635	\$ 26.903.072
TIR Ajustada	20%	27%	44%

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a esto, se tiene la forma más rentable de financiar la aplicación del sistema P durante el periodo de evaluación, sería mediante un préstamo por el valor total de la inversión requerida para su puesta en marcha (inversión + capital de trabajo).

Los flujos de caja calculados para cada uno de los préstamos analizados se encuentran disponibles en el Anexo I.

7.6 Análisis de Sensibilidad del VAN al variar la Tasa de Descuento Mensual

Para finalizar este capítulo, se realiza un análisis de sensibilidad sobre el efecto que produce modificar la tasa de descuento mensual sobre el VAN, utilizando como base el flujo financiado en efectivo. Esto permitirá tener una noción clara sobre cómo se comportaría la rentabilidad del proyecto al variar el costo de capital, o dicho en otras palabras, que sucedería si aumentara o disminuyera la tasa de riesgo de la inversión en el sector económico evaluado.

El análisis utilizará tasas de descuento con variaciones de 0,5 puntos porcentuales, comenzando con un costo de capital mensual de un 0,5% y terminando con un 3%. Los resultados obtenidos se reflejan en la tabla 7-16.

Tabla 7-16: Análisis de Sensibilidad sobre la Tasa de Descuento Mensual.

Tasa de Descuento	0,5%	1%	1,5%	2%	2,5%	3%
VAN	\$ 24.825.616	\$ 23.349.589	\$ 21.932.765	\$ 20.572.394	\$ 19.265.873	\$ 18.010.730

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede observar, se tiene que a medida que la tasa de descuento aumenta en valores de 0,5 puntos porcentuales el VAN o rentabilidad del proyecto disminuye en rangos de un millón de pesos aproximadamente, y aún, a un costo de capital mensual de un 3%, el proyecto sigue siendo rentable para la organización.

Conclusiones

Ya realizado el análisis de los datos y en vista de los resultados obtenidos, se pueden determinar las conclusiones primarias que derivan de ello. En primer lugar, se tiene que, según lo visto en la aplicación de la clasificación ABC, la empresa posee una cantidad muy baja de productos clase A. Los límites de cada clase se determinaron observando el aporte marginal de cada uno de los productos al porcentaje acumulado del valor de consumo.

Haciendo énfasis sólo en la clase A, se seleccionó como tope de clase el porcentaje acumulado de un 89% sobre el valor de consumo, debido a que el aporte marginal que correspondía a los productos siguientes, era inferior al 2%, lo cual, en comparación con los productos de alto valor de consumo (37%, 18%... del valor de consumo total), es insignificante. Esto dio como resultado, un total de 7 productos pertenecientes a dicha clase, 6 de los cuales fueron utilizados en la aplicación de cada uno de los métodos mencionados en el capítulo 2.

En lo que respecta a los métodos de pronóstico, el método que por lejos obtuvo un mejor ajuste con las series de tiempo utilizadas, fue el método de Holt-Winters. Específicamente, el ajuste de la data correspondiente a las 48 primeras observaciones (años 2010 a 2013) que constituyó la serie utilizada como muestra, arrojó resultados bastante satisfactorios, respecto a la comparación de los 12 pronósticos iniciales con la data correspondiente al año 2014. Se aclaró que los niveles de predicción poseen una certeza muy cercana a la realidad, pero su principal falencia se encontró en las variaciones inesperadas de cada serie, como crecimientos y/o caídas repentinas, sobre todo en los picks estacionales, en los cuales el error era bastante elevado.

Por otra parte, el software estadístico R demostró ser una herramienta muy útil en lo que respecta a la aplicación de métodos de pronóstico y análisis de series de tiempo. Facilitó en gran medida el trabajo realizado, automatizando la obtención de los pronósticos, debido a que sólo necesitó de la ejecución de algunas funciones, las cuales se mencionaron en el apartado correspondiente.

Como se pudo ver en la serie analizada durante el desarrollo de este capítulo, se pronostica una estabilidad en los 2 meses posteriores a la última observación real, seguida de un decrecimiento en los periodos siguientes. Para las demás series de tiempo, se obtuvieron pronósticos bastante estables, con picks estacionales bastante marcados (sobre todo en septiembre) y comportamientos similares a sus datos precedentes, siguiendo la tendencia que traía cada una de las series proyectadas.

Se pudo apreciar que los inventarios de seguridad no varían excesivamente entre un 90% y un 95% de nivel de servicio. El Sistema P mostró un comportamiento estable respecto a nivel deseado de inventarios para todos los productos analizados, manteniendo cantidades que pueden responder de forma eficaz ante cualquier aumento inesperado en la demanda. Los niveles propuestos poseen una amplia holgura respecto de los niveles reales de inventario que maneja esta empresa, dejando en claro que la capacidad de respuesta del sistema propuesto es evidentemente mejor que lo que se utiliza actualmente.

Analizando los indicadores que se obtuvieron al realizar la evaluación económica de la propuesta, se estima que su valor actual neto es de \$24.189.323. Esto implica que la puesta en marcha del Sistema P es conveniente y viable, debido a que generará ganancias netas para la organización, representadas por las utilidades que dejaría de percibir al no satisfacer la demanda de los productos analizados.

La tasa interna de retorno es de un 14%, mayor a la tasa de descuento mensual utilizada, lo cual indica que en base a esta herramienta, el Sistema P genera una mayor rentabilidad que la mínima requerida. La holgura del proyecto es de un 13,0064% (TIR - tasa de descuento mensual). En otras palabras, la tasa de descuento mensual podría aumentar en el porcentaje mencionado y aun así la propuesta continuaría siendo viable para la empresa, por lo que, tanto del punto de vista técnico como económico se recomienda a la empresa llevar a cabo la implementación práctica de los modelos y sistemas propuestos.

Para finalizar, cabe destacar que la aplicación de este sistema requiere del trabajo en equipo de todas las áreas de la empresa, por lo cual, sería recomendable fusionarlo a una plataforma, de forma que el personal trabaje con información de inventarios en tiempo real, para favorecer la fluidez de la comunicación y del funcionamiento del sistema.

Bibliografía

Acevedo, E., (2014). *Diseño de una Propuesta de Mejora en la Gestión de Inventario con Pronóstico de Demanda para la empresa Ritrama S.A.* Trabajo de Título para optar al Grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y título de Ingeniero Civil Industrial, Universidad de Valparaíso. Valparaíso.

Bowerman, B., O'Connell, R. & Koehler, A., (2006). *Pronósticos, Series de Tiempo y Regresión: Un Enfoque Aplicado*, 4° Edición. Editorial: Cengage Learning.

Chase Jr., C., (2013). *Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting*, 2° Edición. Editorial: WILEY.

Chase, R., Jacobs, F. & Aquilano, N., (2009). *Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros*, 12° Edición. Editorial: McGraw-Hill.

Coghlan, A., (2015). *A Little Book of R For Times Series*, Release 0.2, Disponible en <https://media.readthedocs.org/pdf/a-little-book-of-r-for-time-series/latest/>

Jiménez, J., Gázquez, J. & Sánchez, R., (2005). *La capacidad predictiva en los métodos Box-Jenkins y Holt-Winters: una aplicación en el sector turístico*. Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa, vol. 15, núm. 3 (2006), pp. 185-198.

Krajewsky, L., Ritzman, L. & Malhotra, M., (2008). *Administración de Operaciones: Procesos y Cadenas de Valor*, 8° Edición. Editorial: PEARSON Educación.

Mogni, A., (2013). *Modelos de Series de Tiempo con aplicaciones en la industria aerocomercial*. Tesis de Licenciatura, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.

Morán V., P., (2006). *Costo de Capital para el Sector Vitivinícola Chileno: Una Propuesta Desde el Modelo de Valoración de Activos de Capital (CAPM)*. Investigación Económica Agraria, Universidad de Talca. Talca. Disponible en <http://www.scielo.cl/>

Página Web Sistema de Impuestos Internos, Disponible en <http://www.sii.cl/>

Página Web Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras de Chile, Disponible en <http://www.sbif.cl/>

Página Web Viña Lomas de Cauquenes, Disponible en <http://www.lomasdecauquenes.cl/>

Sapag, J., (1999). *Evaluación de Proyectos: Guía de Ejercicios Problemas y Soluciones*, 2° Edición. Editorial: McGraw-Hill Interamericana S.A.

Sapag, N. & Sapag, R., (1989). *Preparación y Evaluación de Proyectos*, 2° Edición. Editorial: McGraw-Hill Interamericana S.A.

Anexos

Anexo A: Tablas para determinar la Calidad de la Uva

Variedad	Categoría	°BRIX	AT	pH
Cabernet Sauvignon	B	24,4 o superior	3,4 - 4,3	3,1 - 3,6
	C	22,4 - 24,3	-	-
Merlot	B	24 o superior	3,4 - 4,3	3,1 - 3,6
	C	22,4 - 23,9	-	-
Carmenere	B	24,2 o superior	3,1 - 4,3	3,1 - 4,0
	C	22,4 - 24,0	-	-
Syrah	B	24,4 o superior	3,4 - 4,3	3,1 - 3,6
	C	22,4 - 23,9	-	-
Carignan	B	25,4 o superior	3,4 - 4,3	3,1 - 3,6
Malbec	B	24,4 o superior	3,4 - 4,3	3,1 - 3,6
	C	22,4 - 24,3	-	-
Pinot Noir	B	23,5 o superior	3,4 - 4,4	3,1 - 3,6
Chardonnay	B	21,4 - 23,0	3,6 - 4,5	3,1 - 3,6
	C	20,8 - 21,4 ó 23,0 o superior	-	-
Sauvignon	B	19,8 - 21,4	3,7 - 6,5	3,0 - 3,6
	C	menor a 19,8 - 21,5 o superior	-	-
Sémillon		20,0 - 21,6	3,5 - 4,5	3,1 - 3,6
Riesling	B	20,0 - 22,0	3,7 - 4,5	3,1 - 3,6
	C	menor a 20,0 - 22,1 o superior	-	-

Fuente: COVICA Ltda.

Lectura/ Refracto	Azucres	Grado Alcohol	Lectura/ Refracto	Azucres	Grado Alcohol
15,0	138	7,9	23,0	227	13,0
15,2	140	8,0	23,2	229	13,1
15,4	142	8,1	23,4	231	13,2
15,6	144	8,2	23,6	234	13,4
15,8	147	8,4	23,8	236	13,5
16,0	149	8,5	24,0	238	13,6
16,2	151	8,6	24,2	240	13,7
16,4	153	8,7	24,4	243	13,9

16,6	155	8,9	24,6	245	14,0
16,8	158	9,0	24,8	247	14,1
17,0	160	9,1	25,0	250	14,3
17,2	162	9,3	25,2	252	14,4
17,4	164	9,4	25,4	254	14,5
17,6	166	9,5	25,6	256	14,6
17,8	168	9,6	25,8	259	14,8
18,0	171	9,8	26,0	261	14,9
18,2	173	9,9	26,2	263	15,0
18,4	175	10,0	26,4	266	15,2
18,6	177	10,1	26,6	268	15,3
18,8	179	10,2	26,8	270	15,4
19,0	182	10,4	27,0	273	15,6
19,2	184	10,5	27,2	275	15,7
19,4	186	10,6	27,4	277	15,8
19,6	188	10,7	27,6	279	15,9
19,8	191	10,9	27,8	282	16,1
20,0	193	11,0	28,0	284	16,2
20,2	195	11,1	28,2	287	16,4
20,4	197	11,3	28,4	289	16,5
20,6	200	11,4	28,6	292	16,6
20,8	202	11,5	28,8	294	16,8
21,0	204	11,7	29,0	296	16,9
21,2	206	11,8	29,2	299	17,0
21,4	209	11,9	29,4	301	17,2
21,6	211	12,1	29,6	304	17,3
21,8	213	12,2	29,8	306	17,4
22,0	215	12,3	30,0	308	17,6
22,2	217	12,4			
22,4	220	12,6			
22,6	222	12,7			
22,8	224	12,8			

Fuente: COVICA Ltda.

Anexo B: Base de Datos Análisis ABC

Producto	Valor de Consumo	%	% Acum.	Clase	Producto	Valor de Consumo	%	% Acum.	Clase
'TETRA LOMAS DE CAUQUENES TINTO 12.5o 1000CC	683.291.973	37%	37%	A	'LAS LOMAS RESERVA CHARDONNAY 2008 750CC 13.5o	557.249	0%	100%	C
'TETRA LOMAS DE CAUQUENES BLANCO 12.5o 1000CC	324.410.589	18%	55%	A	'LAS LOMAS VARIETAL SAUVIGNON BLANC 2011 750CC	530.292	0%	100%	C
'BOTELLON LOMAS DE CAUQUENES TINTO 12.5o 1500C	241.140.545	13%	68%	A	'LAS LOMAS VARIETAL CARMENERE 2011 750CC	475.663	0%	100%	C
'PET 5 LTS TINTO 12.3o	152.720.349	8%	76%	A	'LOMAS DE CAUQUENES CLASICO CABERNET SAUV 2009	457.051	0%	100%	C
'BAG IN BOX LOMAS DE CAUQUENES TINTO 3 LTS 12.	138.514.906	8%	84%	A	'LAS LOMAS VARIETAL CHARDONNAY 2012 750CC 13o	389.591	0%	100%	C
'PET 5 LTS BLANCO 12.3o	48.969.428	3%	86%	A	'CABERNET RESERVA EN FAMILIA 2009 750CC 14o	377.092	0%	100%	C
'BOTELLON LAS LOMAS CABERNET SAUVIGNON 12.6o 1	33.517.978	2%	88%	A	'LAS LOMAS SELECCION ESPECIAL CARMENERE 2012 7	344.214	0%	100%	C
'BOTELLON LOMAS DE CAUQUENES BLANCO 12.3o 1500	24.496.927	1%	89%	B	'LAS LOMAS SELECCION ESPECIAL SAUVIGNON BLANC	342.694	0%	100%	C
'LOMAS DE CAUQUENES TINTO 700CC 12.5o	23.696.094	1%	91%	B	'CARIGNAN VIGNO 2008 750CC 14o	312.239	0%	100%	C
'BAG IN BOX LOMAS DE CAUQUENES BLANCO 3 LTS 12	20.360.664	1%	92%	B	'LAS LOMAS ORGANICO SAUVIGNON BLANC 2013 750CC	292.065	0%	100%	C
'LAS LOMAS RESERVA CABERNET SAUV. 2009 750CC 1	14.468.810	1%	93%	B	'LOMAS DE CAUQUENES CLASICO CHARDONNAY 700CC 1	288.740	0%	100%	C
'LAS LOMAS LATE HARVEST 2012 375CC 12o	14.328.460	1%	93%	B	'LAS LOMAS RESERVA CARIGNAN 2005 BOT 750 15,5o	232.758	0%	100%	C
'FRAY MARTIN VINO TINTO LICOROSO 18o 750CC	8.392.399	0%	94%	B	'LOMAS DE CAUQUENES TINTO 750CC 13o	207.415	0%	100%	C
'LAS LOMAS GRAN RESERVA CARIGNAN 2008 750CC 14	8.003.169	0%	94%	B	'LAS LOMAS ORGANICO CABERNET SAUV 2013 750CC	201.290	0%	100%	C
'LAS LOMAS RESERVA ANIVERSARIO CABERNET SAUV.	7.926.422	0%	95%	B	'LAS LOMAS ORGANICO MALBEC SYRAH 2013 750CC 14	193.708	0%	100%	C
'BOTELLON LAS LOMAS MOSCATEL 12.5o 1500CC	6.679.426	0%	95%	B	'ENERGETICA SHOT&GO LIGHT 500CC LATA	173.479	0%	100%	C
'LOMAS DE CAUQUENES CLASICO CABERNET SAUV. 700	6.613.898	0%	95%	C	'LAS LOMAS SELECCION ESPECIAL CABERNET CARIGNA	165.014	0%	100%	C
'LAS LOMAS ORGANICO CABERNET SAUV. 2012 750CC	5.590.122	0%	96%	C	'LAS LOMAS VARIETAL MALBEC SYRAH 2010 750CC 13	153.126	0%	100%	C
'LAS LOMAS VARIETAL CABERNET SAUV. 2013 750CC	5.496.810	0%	96%	C	'LAS LOMAS SELECCION ESPECIAL MALBEC SYRAH 201	144.688	0%	100%	C
'LOMAS DE CAUQUENES BLANCO 700CC 12.5o	5.134.017	0%	96%	C	'LAS LOMAS SELEC. ESPECIAL CARMENERE 2013 750C	144.336	0%	100%	C
'LAS LOMAS VARIETAL CABERNET SAUV. 2012 750CC	4.656.865	0%	96%	C	'LAS LOMAS SELECCION ESPECIAL CHARDONNAY 2014	133.624	0%	100%	C

'LAS LOMAS SELECCION ESPECIAL CABERNET SAUV. 2	3.619.057	0%	97%	C	'LOMAS DE CAUQUENES CLASICO CABERNET SAUV 2007	46.813	0%	100%	C
'LAS LOMAS RESERVA CHARDONNAY 2011 750CC 13o	3.542.023	0%	97%	C	'LAS LOMAS VARIETAL CABERNET CARIGNAN 2010 750	44.318	0%	100%	C
'ENERGETICA SHOT&GO 250CC LATA	3.072.288	0%	97%	C	'LAS LOMAS LATE HARVEST 2010 375CC 12o	35.354	0%	100%	C
'BOTELLIN LOMAS DE CAUQUENES TRAD TINTO 12,5o	2.978.745	0%	97%	C	'LAS LOMAS LATE HARVEST 2009 375CC 12o	33.074	0%	100%	C
'ENERGETICA SHOT&GO 500CC LATA	2.972.907	0%	97%	C	'LAS LOMAS RESERVA ANIV. CABERNET SAUV. 2012 3	28.660	0%	100%	C
'LAS LOMAS VARIETAL SYRAH 2012 750CC 14.5o	2.718.553	0%	97%	C	'LAS LOMAS VARIETAL CABERNET SAUV. 2011 750CC	25.017	0%	100%	C
'BOTELLIN LOMAS DE CAUQUENES CABERNET 2006 14o	2.534.685	0%	98%	C	'LAS LOMAS ORGANICO MALBEC SYRAH 2007 750CC 13	15.709	0%	100%	C
'LAS LOMAS VARIETAL CABERNET CARIGNAN 2012 750	2.495.055	0%	98%	C	'LAS LOMAS VARIETAL SAUVIGNON BLANC 2014 750CC	15.269	0%	100%	C
'LAS LOMAS ORGANICO MALBEC SYRAH 2012 750CC 13	2.311.573	0%	98%	C	'LAS LOMAS LATE HARVEST 2007 BOT 375 12o	14.851	0%	100%	C
'LAS LOMAS VARIETAL CARMENERE 2012 750CC 14o	2.189.392	0%	98%	C	'LAS LOMAS RESERVA CABERNET SAUVIGNON 2005 150	12.605	0%	100%	C
'LAS LOMAS VARIETAL CABERNET CARIGNAN 2011 750	2.045.882	0%	98%	C	'LAS LOMAS VARIETAL CABERNET CARIGNAN 2006 BOT	11.903	0%	100%	C
'LAS LOMAS VARIETAL CHARDONNAY 2013 750CC 13.5	1.900.258	0%	98%	C	'LAS LOMAS ORGANICO CARMENERE 2011 750CC 12o	11.642	0%	100%	C
'LAS LOMAS VARIETAL SYRAH 2009 750CC 14o	1.844.122	0%	98%	C	'BOTELLIN LOMAS DE CAUQUENES SAUVIGNON 2007	9.924	0%	100%	C
'ENERGETICA SHOT&GO 1500CC BOTELLA	1.818.299	0%	98%	C	'LAS LOMAS VARIETAL MALBEC SYRAH 2007 750CC 13	9.105	0%	100%	C
'LAS LOMAS VARIETAL MALBEC SYRAH 2012 750CC 13	1.707.129	0%	99%	C	'LAS LOMAS ORGANICO SAUV. 2011 750CC	7.702	0%	100%	C
'LAS LOMAS VARIETAL MALBEC SYRAH 2008 750CC 13	1.575.203	0%	99%	C	'PET 2 LTS TINTO	7.612	0%	100%	C
'BOTELLIN LOMAS DE CAUQUENES TRAD BLANCO 12o	1.569.158	0%	99%	C	'LAS LOMAS GRAN RESERVA CARIGNAN 2007 750CC 14	7.292	0%	100%	C
'LAS LOMAS GRAN RESERVA CABERNET SAUV. 2009 75	1.563.742	0%	99%	C	'LAS LOMAS ORGANICO CHARDONNAY 2008 750CC 13.5	6.470	0%	100%	C
'RON ANEJO COLUMBUS BOT. 700 ML	1.544.054	0%	99%	C	'LATE HARVEST 2007	6.295	0%	100%	C
'LAS LOMAS SELECCION ESPECIAL SYRAH 2011 750CC	1.517.445	0%	99%	C	'LOMAS DE CAUQUENES CHARDONNAY BOT 750 AÑO 200	5.777	0%	100%	C
'LAS LOMAS VARIETAL SAUVIGNON BLANC 2012 750CC	1.502.116	0%	99%	C	'LAS LOMAS RESERVA CABERNET SAUV 2005 BOT 750	4.463	0%	100%	C
'FRAY MARTIN VINO TINTO LICOROSO 375CC	1.436.477	0%	99%	C	'LOMAS DE CAUQUENES CABERNET SAUV 2006 BOT750	3.851	0%	100%	C
'BOTELLIN L.L. RESERVA ANIVERSARIO CABERNET SA	1.307.261	0%	99%	C	'LOMAS DE CAUQUENES SAUVIGNON BLANC BOT 750 AÑ	3.851	0%	100%	C

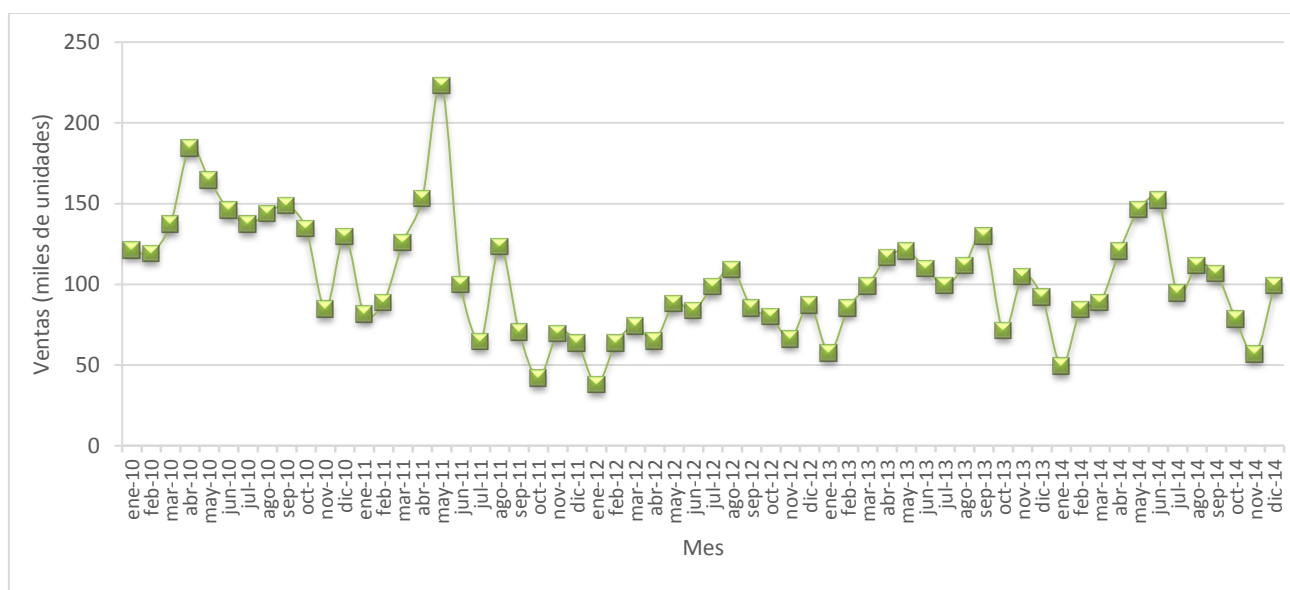
'LOMAS DE CAUQUENES CLASICO SAUVIGNON BLANC 70	1.305.120	0%	99%	C	'LAS LOMAS RESERVA CABERNET SAUV. 2007 750CC	3.806	0%	100%	C
'LAS LOMAS LATE HARVEST 2014 375CC 12o	1.067.241	0%	99%	C	'LOMAS DE CAUQUENES CLASICO MERLOT 700CC 13.7o	3.694	0%	100%	C
'LAS LOMAS ORGANICO SAUVIGNON BLANC 2012 750CC	1.022.647	0%	99%	C	'LAS LOMAS VARIETAL CHARDONNAY 2011 750CC 13.5	3.433	0%	100%	C
'LAS LOMAS VARIETAL SAUVIGNON BLANC 2013 750CC	1.000.721	0%	99%	C	'LAS LOMAS VARIETAL CABERNET CARIGNAN 2009 750	3.209	0%	100%	C
'BOTELLIN LOMAS DE CAUQUENES CLASICO SAUVIGNON	960.108	0%	99%	C	'LAS LOMAS VARIETAL CABERNET SAUV 2009 BOT 750	3.209	0%	100%	C
'LAS LOMAS RESERVA ANIVERSARIO SAUV. BLANC 201	753.771	0%	99%	C	'LOMAS DE CAUQUENES CABERNET SAUV 2008 750CC 1	2.567	0%	100%	C
'BOTELLIN L.L. RESERVA ANIVERSARIO SAUV. BLANC	738.908	0%	100%	C	'LAS LOMAS ORGANICO CABERNET SAUV 2009 750CC	2.537	0%	100%	C
'CARIGNAN RESERVA EN FAMILIA 2008 750CC 14o	698.317	0%	100%	C	'LAS LOMAS ORGANICO CABERNET SAUV. 2010 750CC	1.925	0%	100%	C
'RON DORADO COLUMBUS BOT. 700 ML	686.338	0%	100%	C	'BEBIDA ENERGETICA SHOT&GO LIGHT 500CC LATA	1.667	0%	100%	C
'LAS LOMAS ORGANICO MALBEC SYRAH 2008 750CC 13	587.863	0%	100%	C	'LOMAS DE CAUQUENES BLANCO 750CC 13.5o	1.642	0%	100%	C
Total						1.843.507.883	100%		

Fuente: Elaboración Propia con Datos de COVICA Ltda.

Anexo C: Series de Tiempo en Unidades de Producto

Serie Tetra Tinto

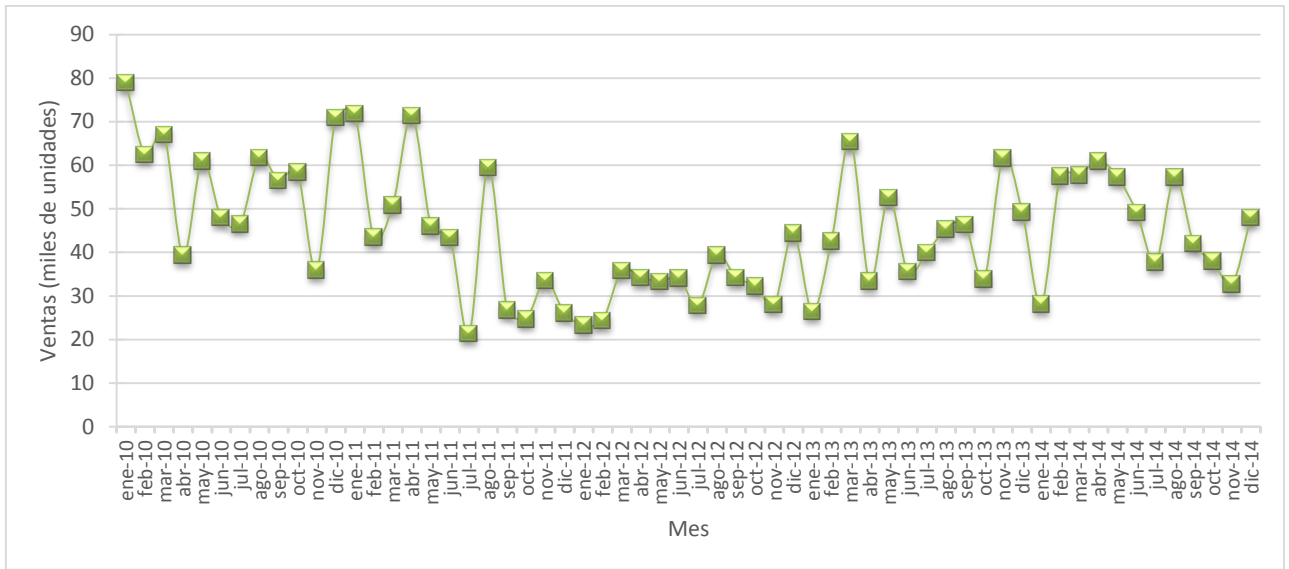
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
2010	121.448	119.264	137.300	184.632	164.800	146.001	137.492	144.026	148.970	134.414	84.709	129.496
2011	81.770	88.699	125.853	153.124	223.345	99.673	64.617	123.246	70.522	41.857	69.346	63.668
2012	37.935	63.476	74.110	64.856	88.107	83.946	98.560	109.264	85.403	79.907	66.158	87.012
2013	57.549	85.378	99.018	116.629	120.533	109.844	99.064	111.542	130.166	71.425	104.809	92.183
2014	49.339	84.451	88.680	120.496	146.365	152.352	94.609	111.568	106.660	78.329	56.915	99.276



Fuente: Elaboración Propia con Datos de COVICA Ltda.

Serie Tetra Blanco

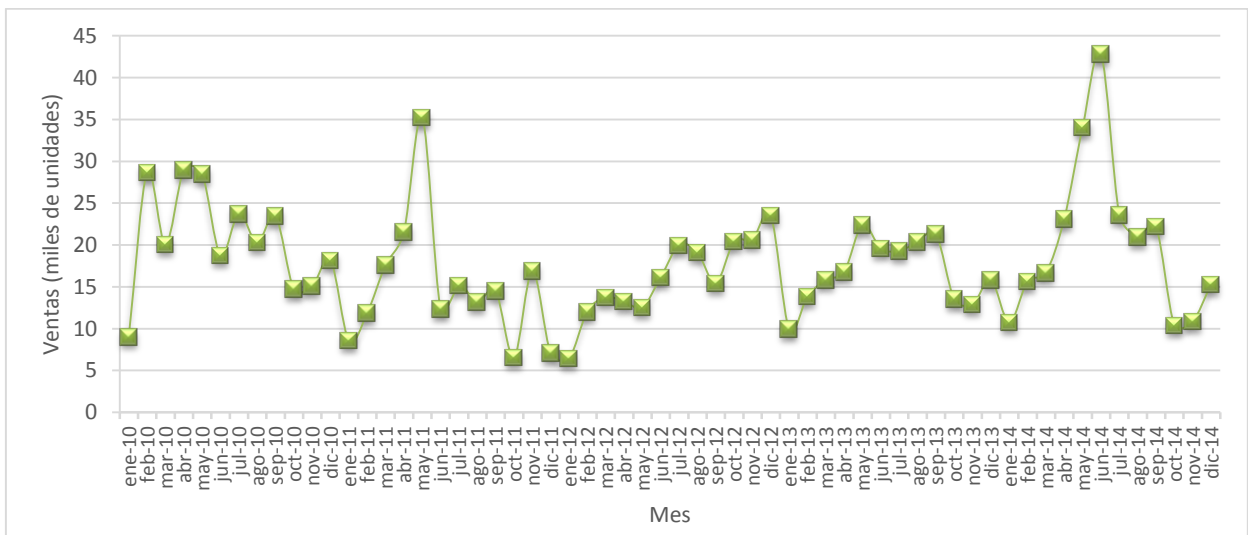
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
2010	78.923	62.474	67.049	39.362	60.939	47.950	46.528	61.780	56.537	58.452	35.895	70.928
2011	71.896	43.531	50.887	71.413	46.027	43.412	21.359	59.478	26.778	24.781	33.585	26.131
2012	23.350	24.401	35.855	34.236	33.364	34.093	27.863	39.380	34.250	32.330	28.095	44.414
2013	26.442	42.662	65.413	33.443	52.569	35.614	39.930	45.333	46.403	33.845	61.700	49.314
2014	28.156	57.498	57.759	61.053	57.331	49.194	37.735	57.327	42.045	38.043	32.741	48.012



Fuente: Elaboración Propia con Datos de COVICA Ltda.

Serie Botellón Tinto

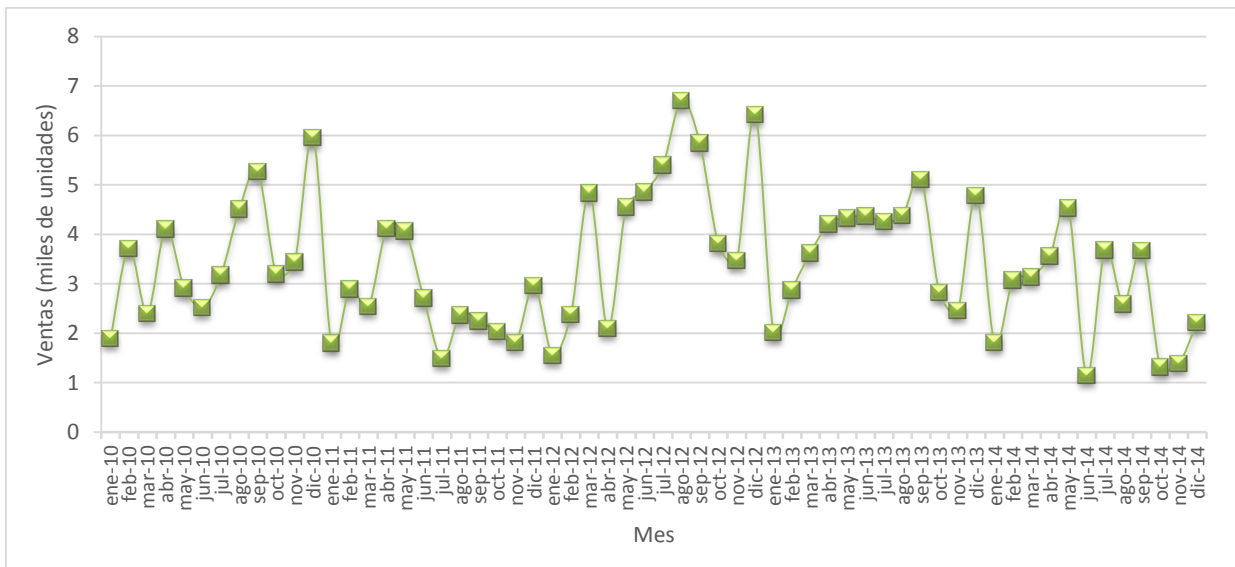
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
2010	9.023	28.672	20.032	28.936	28.482	18.756	23.720	20.262	23.433	14.718	15.051	18.160
2011	8.559	11.861	17.624	21.523	35.218	12.364	15.203	13.163	14.483	6.549	16.909	7.064
2012	6.419	12.024	13.729	13.245	12.542	16.128	19.951	19.126	15.418	20.406	20.611	23.511
2013	9.944	13.831	15.833	16.775	22.391	19.564	19.295	20.348	21.321	13.526	12.875	15.818
2014	10.730	15.656	16.668	23.104	34.041	42.835	23.603	20.975	22.189	10.408	10.845	15.251



Fuente: Elaboración Propia con Datos de COVICA Ltda.

Serie Botellón Cabernet Sauvignon

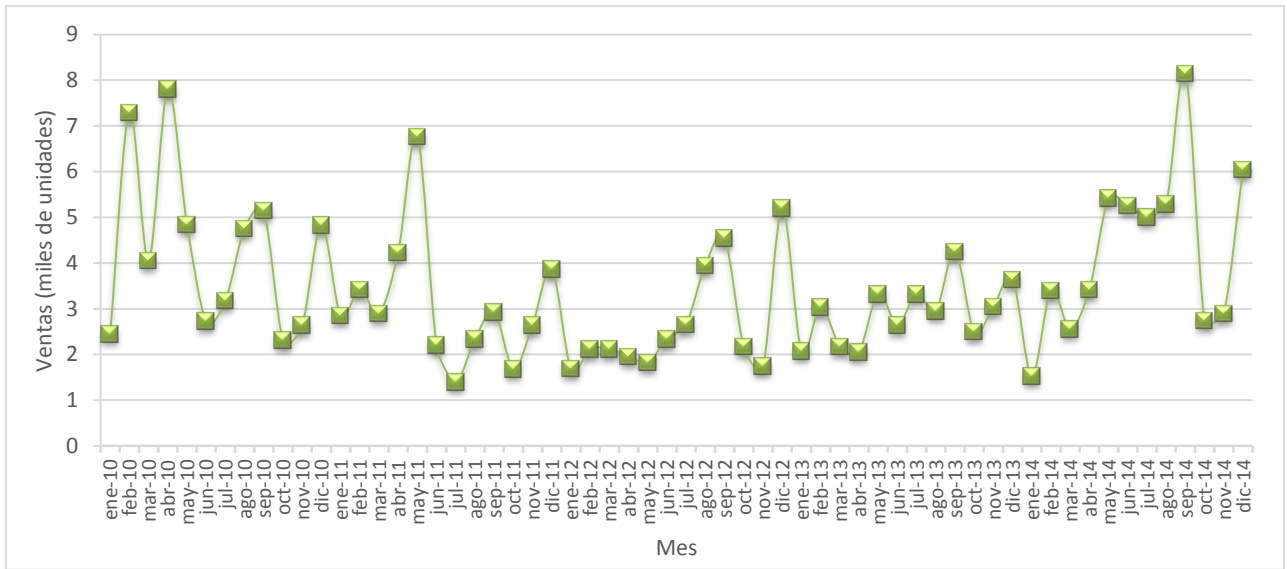
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
2010	1.898	3.714	2.402	4.110	2.914	2.519	3.177	4.512	5.266	3.193	3.439	5.962
2011	1.800	2.893	2.540	4.113	4.066	2.709	1.489	2.370	2.244	2.031	1.811	2.960
2012	1.548	2.378	4.843	2.098	4.554	4.857	5.406	6.707	5.841	3.808	3.476	6.428
2013	2.017	2.882	3.625	4.212	4.333	4.370	4.256	4.381	5.111	2.820	2.457	4.784
2014	1.810	3.082	3.139	3.566	4.530	1.147	3.679	2.596	3.668	1.312	1.386	2.211



Fuente: Elaboración Propia con Datos de COVICA Ltda.

Serie PET Tinto

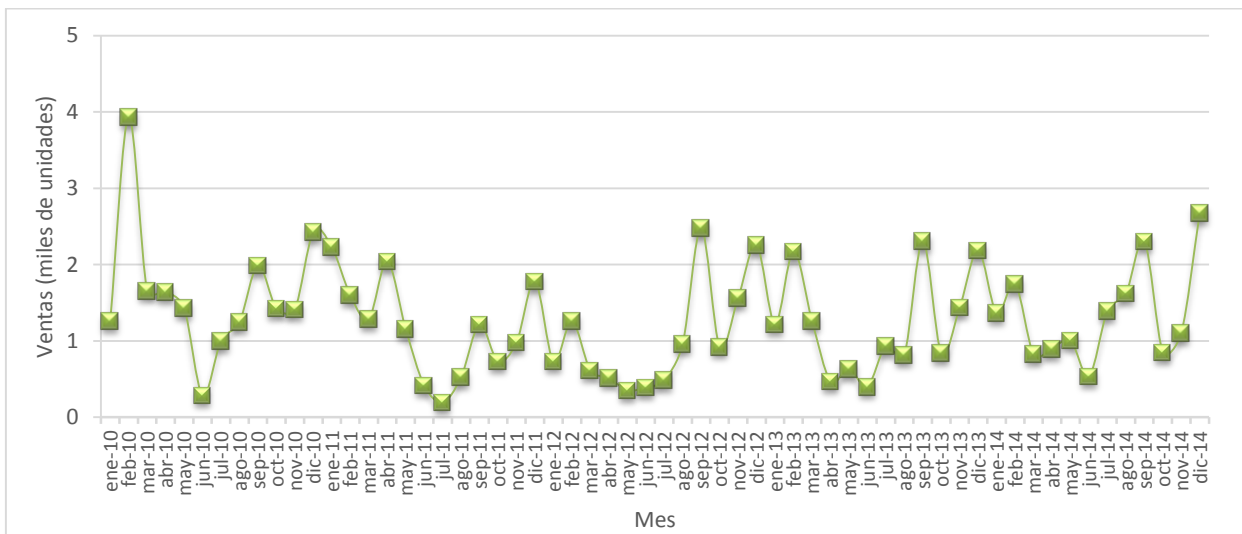
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
2010	2.452	7.297	4.060	7.805	4.848	2.731	3.187	4.758	5.146	2.319	2.638	4.830
2011	2.858	3.426	2.902	4.239	6.772	2.214	1.402	2.336	2.936	1.690	2.647	3.868
2012	1.695	2.123	2.122	1.964	1.831	2.338	2.662	3.950	4.541	2.168	1.749	5.200
2013	2.082	3.040	2.180	2.057	3.328	2.649	3.324	2.953	4.257	2.499	3.049	3.643
2014	1.532	3.398	2.564	3.423	5.423	5.258	5.011	5.292	8.152	2.743	2.901	6.052



Fuente: Elaboración Propia con Datos de COVICA Ltda.

Serie PET Blanco

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
2010	1.256	3.932	1.656	1.641	1.430	285	996	1.246	1.986	1.423	1.413	2.425
2011	2.225	1.599	1.285	2.038	1.155	415	191	524	1.211	728	976	1.779
2012	730	1.256	614	516	350	387	485	960	2.476	923	1.558	2.257
2013	1.218	2.173	1.263	471	631	399	931	814	2.306	840	1.436	2.184
2014	1.361	1.745	824	895	1.005	534	1.388	1.620	2.302	846	1.103	2.676



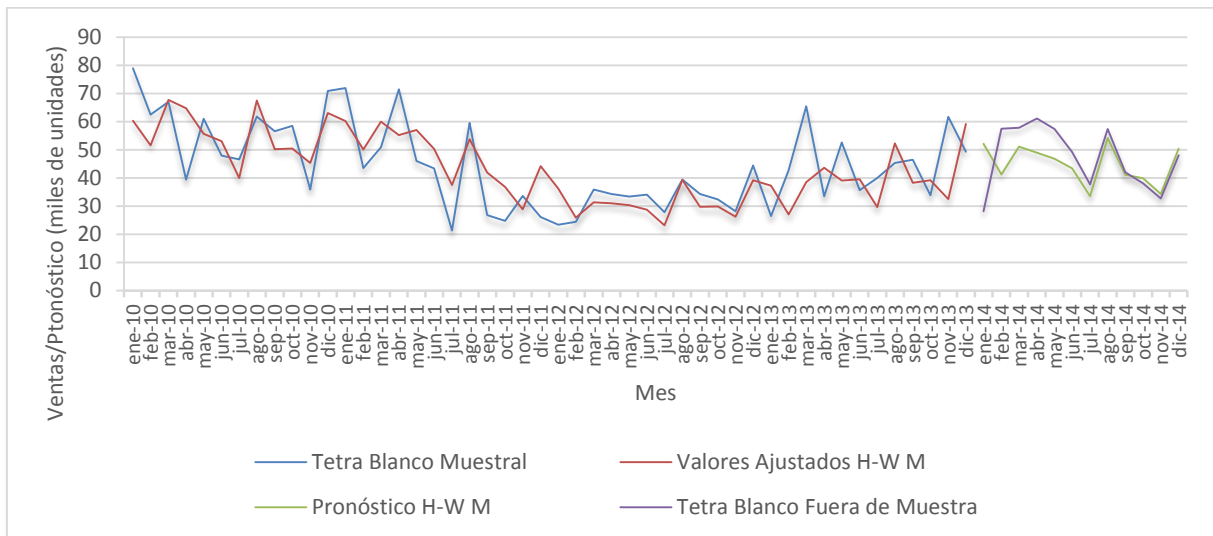
Fuente: Elaboración Propia con Datos de COVICA Ltda.

Anexo D: Selección del Método de Pronóstico

Serie Tetra Blanco

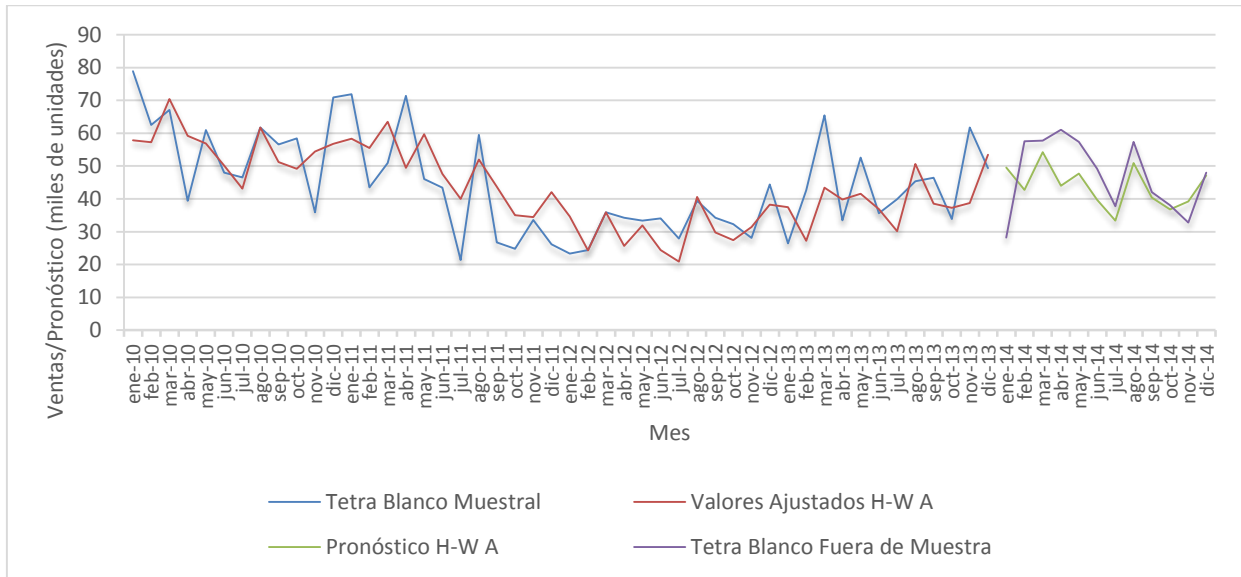
Error	SES	Holt	Holt-Winters A.	Holt-Winters M.
MAD	10.673,6421	10.254,7957	9.024,4594	9.227,5862
MSE	175.054.403,3	164.022.840,4	124.509.796,8	127.146.585,5
MAPE	26,37%	24,62%	22,23%	22,66%

Constante	SES	Holt	Holt-Winters A.	Holt-Winters M.
Alfa	0,269309578	0,263478502	0,3003102	0,2624634
Beta	-	0,085206259	0	0
Gamma	-	-	0	0



Mes	Ventas TB Año 2014	Predicciones H-W M	Error Absoluto	Error Cuadrático	Error Porcentual
Enero	28.156	52.152,9603	23.996,9603	575.854.105	85,23%
Febrero	57.498	41.222,4556	16.275,5444	264.893.344	28,31%
Marzo	57.759	51.098,7439	6.660,25612	44.359.011,6	11,53%
Abril	61.053	48.923,094	12.129,906	147.134.620	19,87%
Mayo	57.331	46.822,6287	10.508,3713	110.425.866	18,33%
Junio	49.194	43.431,2109	5.762,78912	33.209.738,4	11,71%
Julio	37.735	33.492,1816	4.242,8184	18.001.508	11,24%
Agosto	57.327	54.163,4588	3.163,54117	10.007.992,7	5,52%
Septiembre	42.045	41.135,3741	909,625944	827.419,359	2,16%

Octubre	38.043	39.904,2	1.861,19996	3.464.065,29	4,89%
Noviembre	32.741	34.316,0185	1.575,01846	2.480.683,16	4,81%
Diciembre	48.012	50.461,5758	2.449,5758	6.000.421,6	5,10%
MAD					7.461,30058
MSE					101.388.231
MAPE					17,39%



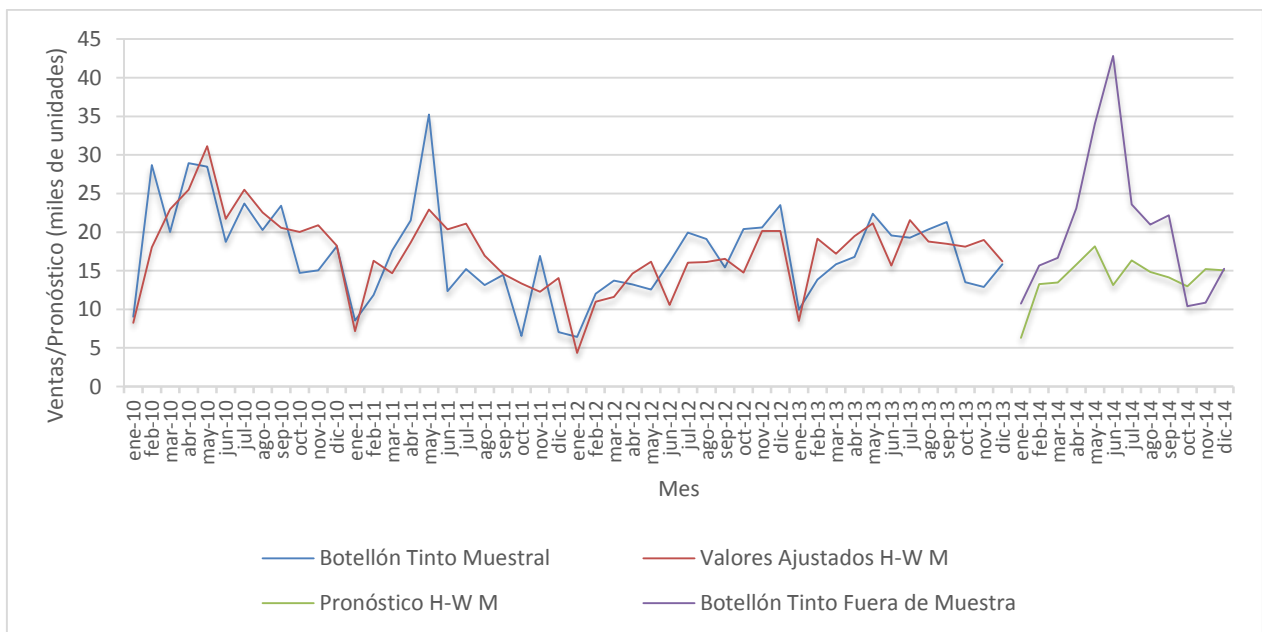
Mes	Ventas TB Año 2014	Predicción	Error Absoluto	Error Cuadrático	Error Porcentual
Enero	28.156	49.575,2937	21.419,2937	458.786.142	76,07%
Febrero	57.498	42.689,5437	14.808,4563	219.290.379	25,75%
Marzo	57.759	54.223,5437	3.535,45633	12.499.451,4	6,12%
Abril	61.053	44.036,0437	17.016,9563	289.576.803	27,87%
Mayo	57.331	47.647,2937	9.683,70633	93.774.168,2	16,89%
Junio	49.194	39.689,7937	9.504,20633	90.329.937,9	19,32%
Julio	37.735	33.342,5437	4.392,45633	19.293.672,6	11,64%
Agosto	57.327	50.915,2937	6.411,70633	41.109.978	11,18%
Septiembre	42.045	40.414,5437	1.630,45633	2.658.387,83	3,88%
Octubre	38.043	36.774,5437	1.268,45633	1.608.981,45	3,33%
Noviembre	32.741	39.241,2937	6.500,29367	42.253.817,9	19,85%
Diciembre	48.012	47.119,2937	892,706325	796.924,583	1,86%
MAD					8.088,67922
MSE					105.998.220
MAPE					18,65%

Fuente: Elaboración Propia.

Serie Botellón Tinto

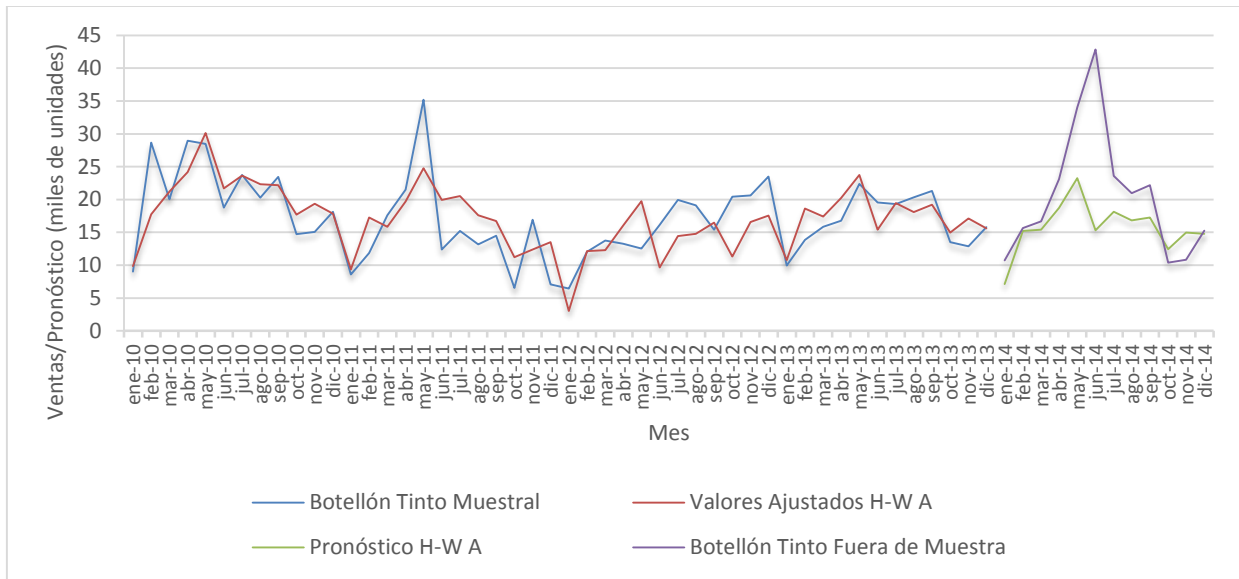
Error	SES	Holt	Holt-Winters A.	Holt-Winters M.
MAD	4.684,4175	4.864,895089	3.475,998579	3.516,9315
MSE	35.750.719,51	36.368.409,43	19.088.166,05	18.828.613,73
MAPE	32,83%	33,11%	22,77%	23,39%

Constante	SES	Holt	Holt-Winters A.	Holt-Winters M.
Alfa	0,288736667	0,292875632	0.2981729	0,423565
Beta	-	0	0	0
Gamma	-	-	0	0



Mes	Ventas BT Año 2014	Predicciones H-W M	Error Absoluto	Error Cuadrático	Error Porcentual
Enero	10.730	6.307,87082	4.422,12918	19.555.226,5	41,21%
Febrero	15.656	13.246,8274	2.409,17258	5.804.112,53	15,39%
Marzo	16.668	13.467,2072	3.200,79281	10.245.074,6	19,20%
Abril	23.104	15.778,7432	7.325,25678	53.659.386,9	31,71%
Mayo	34.041	18.174,1281	15.866,8719	251.757.623	46,61%
Junio	42.835	13.136,8281	29.698,1719	881.981.416	69,33%
Julio	23.603	16.315,7915	7.287,20846	53.103.407,1	30,87%
Agosto	20.975	14.856,4153	6.118,58467	37.437.078,4	29,17%
Septiembre	22.189	14.127,5265	8.061,4735	64.987.355	36,33%
Octubre	10.408	12.956,9424	2.548,94243	6.497.107,52	24,49%

Noviembre	10.845	15.203,2737	4.358,27368	18.994.549,4	40,19%
Diciembre	15.251	15.031,703	219,296975	48.091,1634	1,44%
MAD					7.626,34791
MSE					117.005.869
MAPE					32,16%



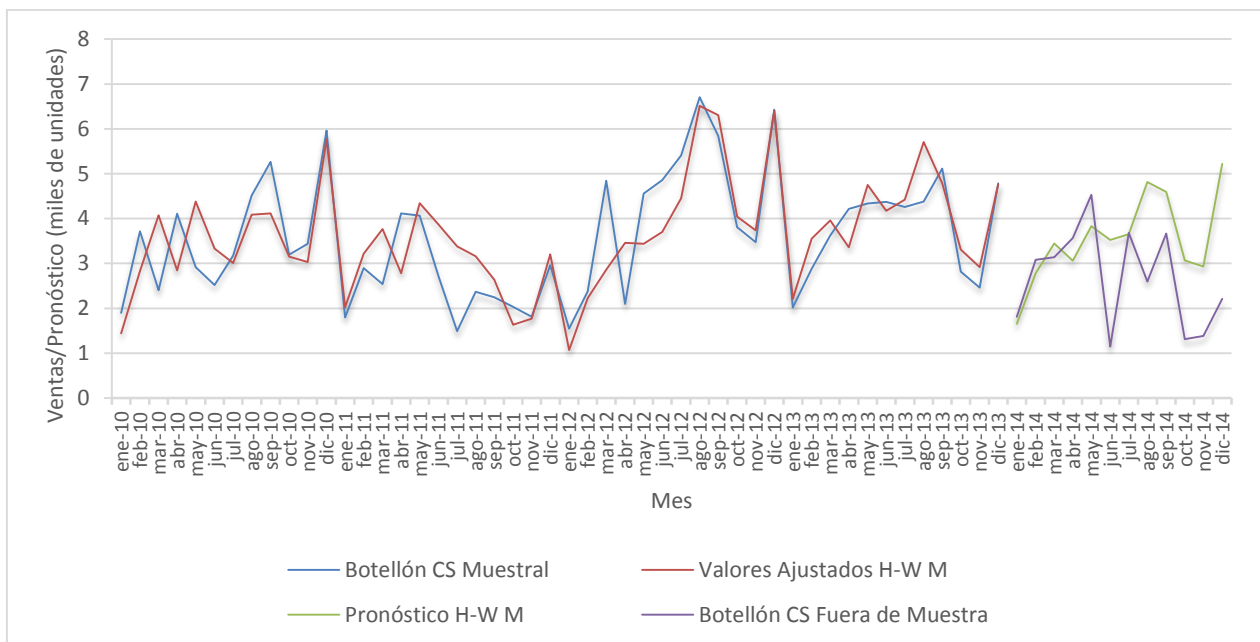
Mes	Ventas BT Año 2014	Predicciones H-W A	Error Absoluto	Error Cuadrático	Error Porcentual
Enero	10.730	7.104,37228	3.625,62772	13.145.176,3	33,79%
Febrero	15.656	15.215,1223	440,877717	194.373,161	2,82%
Marzo	16.668	15.422,6223	1.245,37772	1.550.965,66	7,47%
Abril	23.104	18.737,8723	4.366,12772	19.063.071,2	18,90%
Mayo	34.041	23.276,3723	10.764,6277	115.877.210	31,62%
Junio	42.835	15.321,1223	27.513,8777	757.013.467	64,23%
Julio	23.603	18.160,3723	5.442,62772	29.622.196,5	23,06%
Agosto	20.975	16.842,8723	4.132,12772	17.074.479,5	19,70%
Septiembre	22.189	17.281,8723	4.907,12772	24.079.902,4	22,12%
Octubre	10.408	12.417,8723	2.009,87228	4.039.586,6	19,31%
Noviembre	10.845	14.979,6223	4.134,62228	17.095.101,4	38,12%
Diciembre	15.251	14.756,3723	494,627717	244.656,578	3,24%
MAD					5.756,46014
MSE					83.250.015,5
MAPE					23,70%

Fuente: Elaboración Propia.

Serie Botellón Cabernet Sauvignon

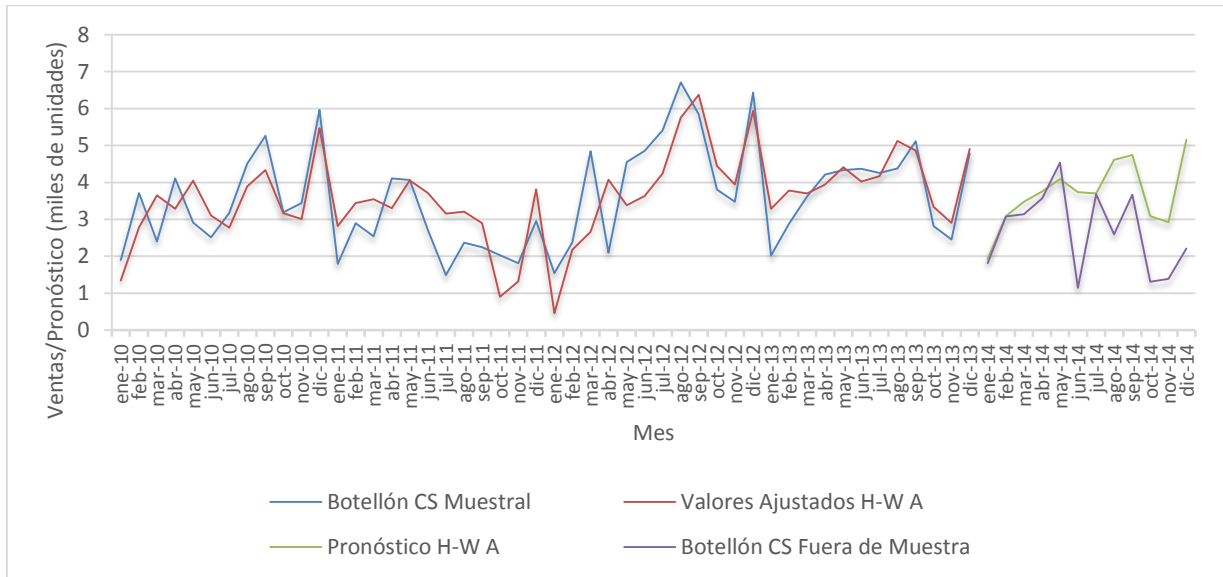
Error	SES	Holt	Holt-Winters A.	Holt-Winters M.
MAD	1.089,737869	1.092,007185	737,1059307	646,9999207
MSE	1.700.882,4	1.708.609,343	768.419,0478	689.819,7119
MAPE	34,78%	34,69%	25,84%	21,52%

Constante	SES	Holt	Holt-Winters A.	Holt-Winters M.
Alfa	0,27658648	0,281595855	0,5172081	0,5230835
Beta	-	0	0	0
Gamma	-	-	0	0



Mes	Ventas BCS Año 2014	Predicciones H-W M	Error Absoluto	Error Cuadrático	Error Porcentual
Enero	1.810	1.650,96505	159,034952	25.292,1159	8,79%
Febrero	3.082	2.783,32529	298,674709	89.206,5818	9,69%
Marzo	3.139	3.446,54688	307,54688	94.585,0831	9,80%
Abril	3.566	3.062,30524	503,694761	253.708,412	14,12%
Mayo	4.530	3.829,32652	700,673481	490.943,328	15,47%
Junio	1.147	3.525,80297	2.378,80297	5.658.703,58	207,39%
Julio	3.679	3.650,8309	28,1690995	793,498167	0,77%
Agosto	2.596	4.811,09106	2.215,09106	4.906.628,41	85,33%
Septiembre	3.668	4.593,43786	925,437862	856.435,236	25,23%

Octubre	1.312	3.068,85477	1.756,85477	3.086.538,69	133,91%
Noviembre	1.386	2.931,30873	1.545,30873	2.387.979,08	111,49%
Diciembre	2.211	5.218,01319	3.007,01319	9.042.128,35	136,00%
MSE					1.152,19187
MAD					2.241.078,53
MAPE					63,17%



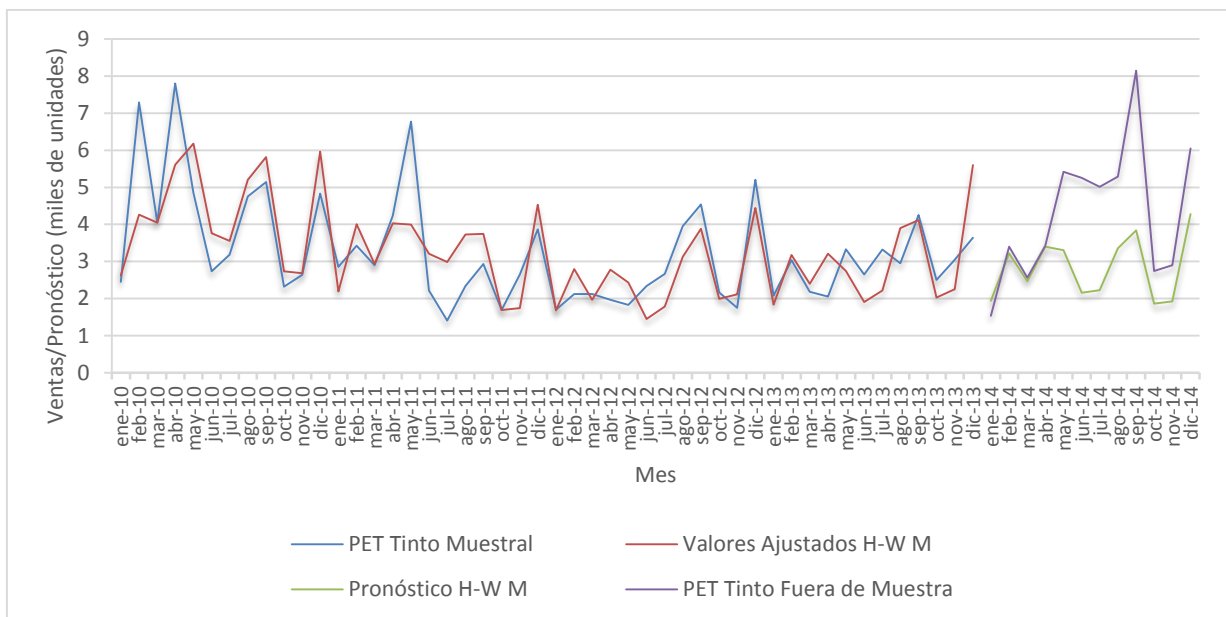
Mes	Ventas BCS Año 2014	Predicciones H-W A	Error Absoluto	Error Cuadrático	Error Porcentual
Enero	1.810	1.938,80637	128,806371	16.591,0812	7,12%
Febrero	3.082	3.089,80637	7,80637094	60,9394273	0,25%
Marzo	3.139	3.475,55637	336,556371	113.270,191	10,72%
Abril	3.566	3.756,30637	190,306371	36.216,5148	5,34%
Mayo	4.530	4.089,80637	440,193629	193.770,431	9,72%
Junio	1.147	3.736,80637	2.589,80637	6.707.097,04	225,79%
Julio	3.679	3.705,05637	26,0563709	678,934467	0,71%
Agosto	2.596	4.615,55637	2.019,55637	4.078.607,94	77,79%
Septiembre	3.668	4.738,55637	1.070,55637	1.146.090,94	29,19%
Octubre	1.312	3.086,05637	1.774,05637	3.147.276,01	135,22%
Noviembre	1.386	2.918,80637	1.532,80637	2.349.495,37	110,59%
Diciembre	2.211	5.156,55637	2.945,55637	8.676.302,33	133,22%
MSE					1.088,505309
MAD					2.205.454,81
MAPE					62,14%

Fuente: Elaboración Propia.

Serie PET Tinto

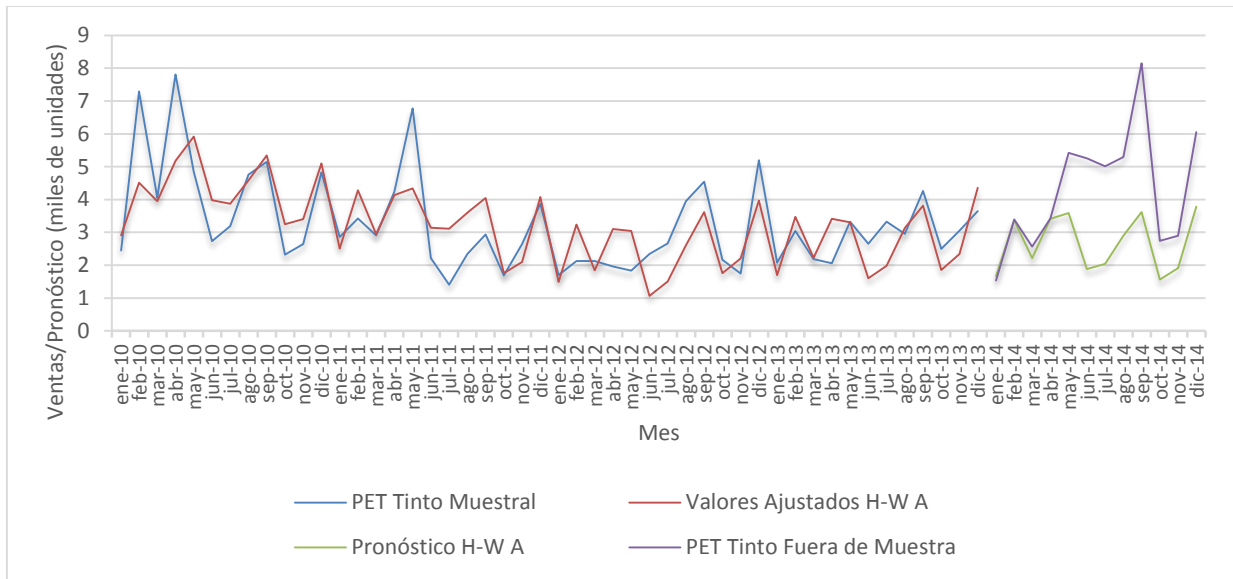
Error	SES	Holt	Holt-Winters A.	Holt-Winters M.
MAD	1.098,267333	984,3570869	812,5984104	765,708344
MSE	1.996.313,916	1.855.645,7	1.078.769,121	1.023.165,002
MAPE	37,01%	30,01%	27,42%	24,19%

Constante	SES	Holt	Holt-Winters A.	Holt-Winters M.
Alfa	0,133295773	0,059252619	0,2138664	0,3256243
Beta	-	0,417831692	0	0
Gamma	-	-	0	0



Mes	Ventas PT Año 2014	Predicciones H-W M	Error Absoluto	Error Cuadrático	Error Porcentual
Enero	1.532	1.941,4744	409,474401	167.669,285	26,73%
Febrero	3.398	3.218,68131	179,318691	32.155,1931	5,28%
Marzo	2.564	2.467,66192	96,3380817	9.281,02598	3,76%
Abril	3.423	3.401,55825	21,441753	459,748771	0,63%
Mayo	5.423	3.305,34427	2.117,65573	4.484.465,79	39,05%
Junio	5.258	2.154,87303	3.103,12697	9.629.396,97	59,02%
Julio	5.011	2.222,77815	2.788,22185	7.774.181,08	55,64%
Agosto	5.292	3.352,90111	1.939,09889	3.760.104,51	36,64%
Septiembre	8.152	3.839,46767	4.312,53233	18.597.935,1	52,90%
Octubre	2.743	1.865,17742	877,822582	770.572,486	32,00%

Noviembre	2.901	1.921,14178	979,858219	960.122,129	33,78%
Diciembre	6.052	4.278,93988	1.773,06012	3.143.742,19	29,30%
MAD					1.549,82913
MSE					4.110.840,46
MAPE					31,23%



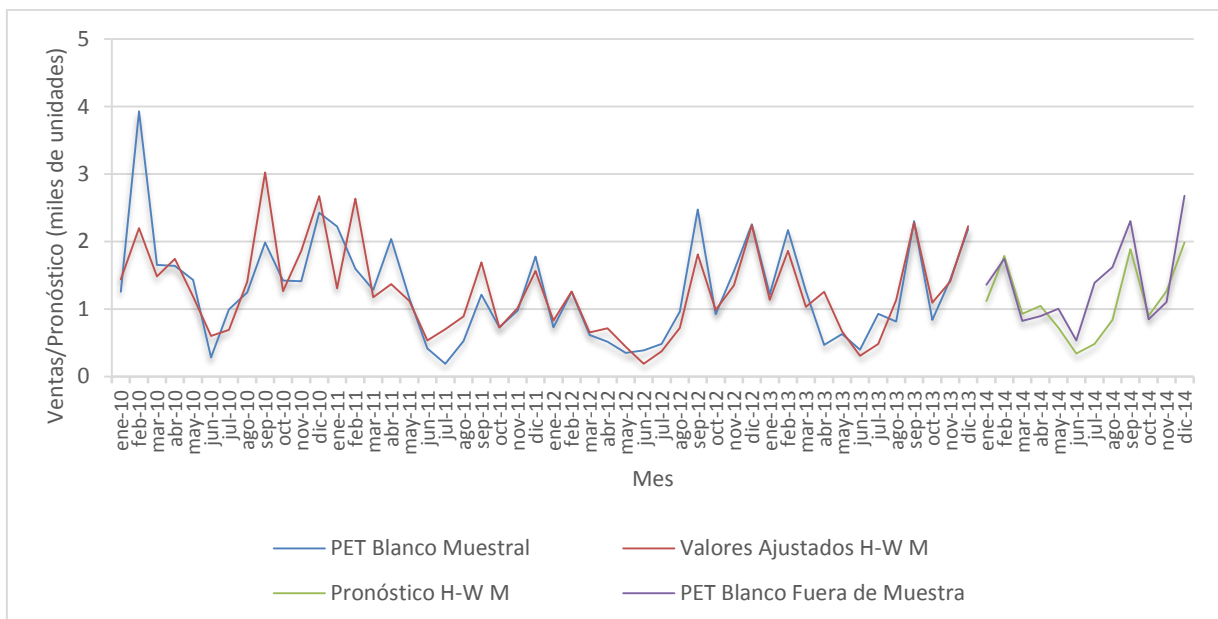
Mes	Ventas PT Año 2014	Predicciones H-W A	Error Absoluto	Error Cuadrático	Error Porcentual
Enero	1.532	1.667,37576	135,375761	18.326,5967	8,84%
Febrero	3.398	3.367,12576	30,8742388	953,218619	0,91%
Marzo	2.564	2.211,62576	352,374239	124.167,604	13,74%
Abril	3.423	3.411,87576	11,1242388	123,748688	0,32%
Mayo	5.423	3.590,37576	1.832,62424	3.358.511,6	33,79%
Junio	5.258	1.878,62576	3.379,37424	11.420.170,2	64,27%
Julio	5.011	2.039,37576	2.971,62424	8.830.550,62	59,30%
Agosto	5.292	2.894,87576	2.397,12424	5.746.204,62	45,30%
Septiembre	8.152	3.615,62576	4.536,37424	20.578.691,2	55,65%
Octubre	2.743	1.564,62576	1.178,37424	1.388.565,85	42,96%
Noviembre	2.901	1.916,37576	984,624239	969.484,892	33,94%
Diciembre	6.052	3.780,87576	2.271,12424	5.158.005,31	37,53%
MAD					1.673,416032
MSE					4.799.479,627
MAPE					33,05%

Fuente: Elaboración Propia.

Serie PET Blanco

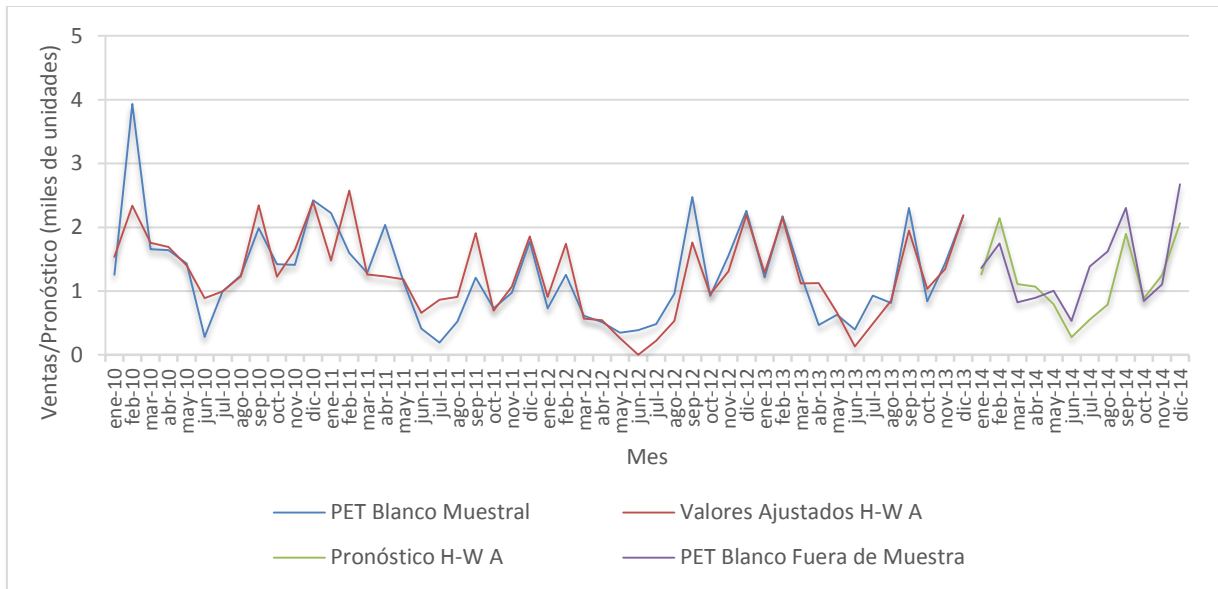
Error	SES	Holt	Holt-Winters A.	Holt-Winters M.
MAD	634,38385	579,8139528	287,1823278	295,9821598
MSE	673.181,9204	569.941,2116	186.062,4976	200.017,9177
MAPE	63,96%	65,33%	36.98%	31,54%

Constante	SES	Holt	Holt-Winters A.	Holt-Winters M.
Alfa	0,817729976	0,32136902	0,2847464	0,3687883
Beta	-	0	0	0
Gamma	-	-	0	9,99E-05



Mes	Ventas PB Año 2014	Predicciones H-W M	Error Absoluto	Error Cuadrático	Error Porcentual
Enero	1.361	1.118,71191	242,288094	58.703,5207	17,80%
Febrero	1.745	1.787,44103	42,4410348	1.801,24143	2,43%
Marzo	824	930,547906	106,547906	11.352,4563	12,93%
Abril	895	1.046,4134	151,413403	22.926,0186	16,92%
Mayo	1.005	722,948218	282,051782	79.553,2078	28,06%
Junio	534	340,715744	193,284256	37.358,8037	36,20%
Julio	1.388	483,601631	904,398369	817.936,41	65,16%
Agosto	1.620	840,537102	779,462898	607.562,41	48,11%
Septiembre	2.302	1.884,43179	417,568211	174.363,211	18,14%
Octubre	846	901,405045	55,4050449	3.069,719	6,55%

Noviembre	1.103	1.263,36189	160,361888	25.715,9351	14,54%
Diciembre	2.676	1.984,88124	691,118765	477.645,147	25,83%
MAD					335,528471
MSE					193.165,673
MAPE					24,39%



Mes	Ventas PB Año 2014	Predicciones H-W A	Error Absoluto	Error Cuadrático	Error Porcentual
Enero	1.361	1.261,25748	99,7425168	9.948,56965	7,33%
Febrero	1.745	2.144,00748	399,007483	159.206,972	22,87%
Marzo	824	1.108,50748	284,507483	80.944,508	34,53%
Abril	895	1.070,50748	175,507483	30.802,8767	19,61%
Mayo	1.005	795,507483	209,492517	43.887,1146	20,85%
Junio	534	275,507483	258,492517	66.818,3812	48,41%
Julio	1.388	554,757483	833,242517	694.293,092	60,03%
Agosto	1.620	790,007483	829,992517	688.887,578	51,23%
Septiembre	2.302	1.898,75748	403,242517	162.604,527	17,52%
Octubre	846	882,507483	36,5074832	1.332,79633	4,32%
Noviembre	1.103	1.249,75748	146,757483	21.537,7589	13,31%
Diciembre	2.676	2.065,25748	610,742517	373.006,422	22,82%
MAD					357,269586
MSE					194.439,216
MAPE					26,90%

Fuente: Elaboración Propia.

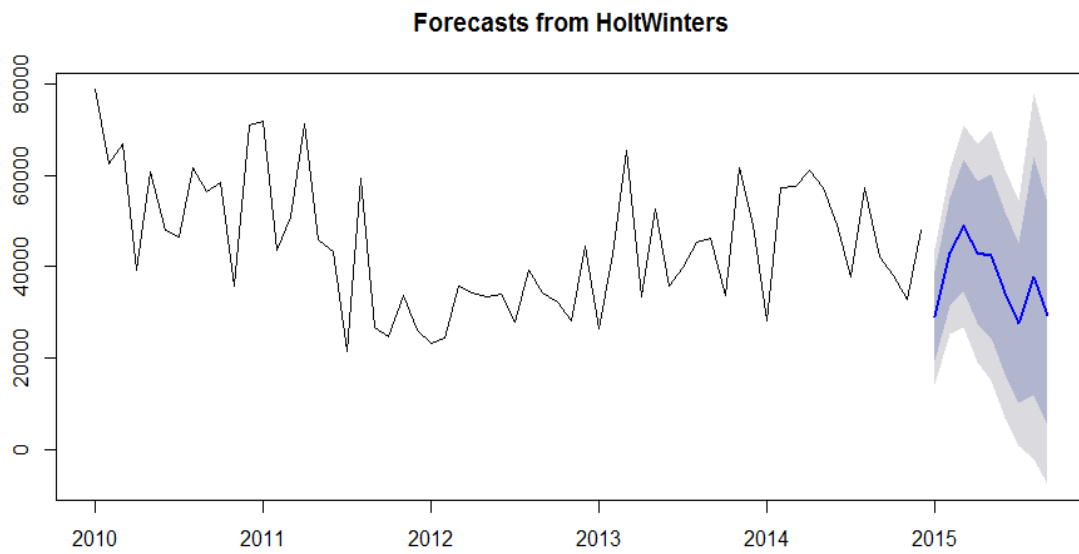
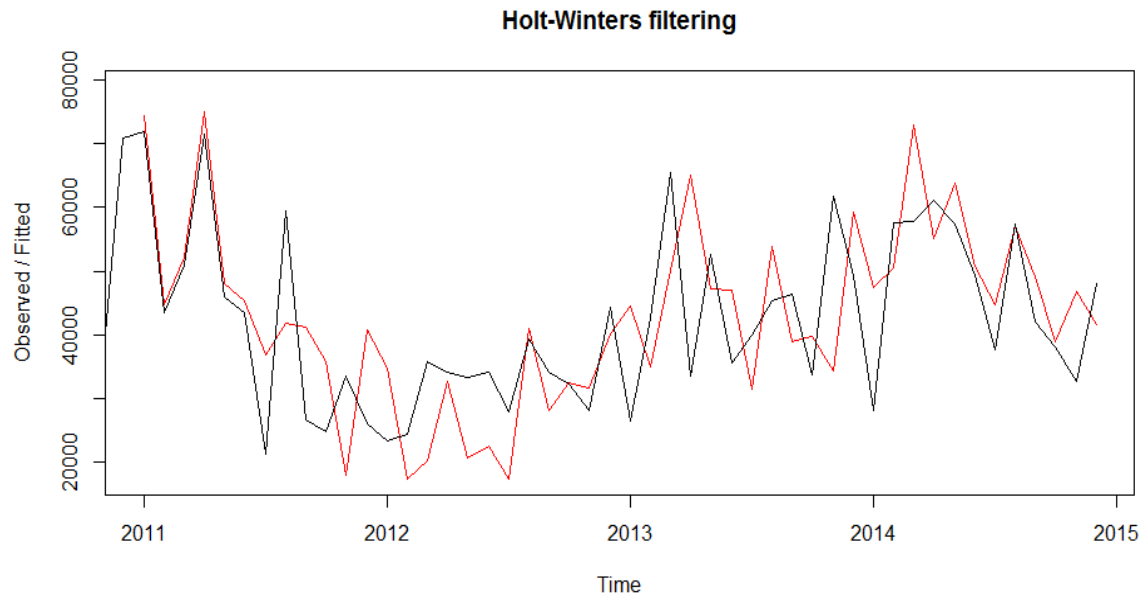
Anexo E: Pronósticos en R

Serie Tetra Blanco

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Factor	0,6881	1,0512	1,2305	1,1199	1,1386	0,9508
Mes	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Factor	0,7914	1,1327	0,9138	0,8031	0,8571	1,0535
Nivel Base			43.522,4091			
Tasa de Crecimiento			-1.252,9749			
MSE			103.243.340			

Alfa	Beta	Gamma
0,2281	0,2845	0,5682

Pronósticos H-W M Tetra Blanco 2015					
Periodo	Pronóstico	LI 80%	LS 80%	LI 95%	LS 95%
Enero	29.085	19.314	38.856	14.142	44.029
Febrero	43.115	31.346	54.884	25.116	61.115
Marzo	48.929	34.481	63.377	26.832	71.025
Abril	43.129	27.517	58.740	19.253	67.004
Mayo	42.423	24.449	60.397	14.934	69.912
Junio	34.234	16.397	52.071	6.955	61.514
Julio	27.501	9.969	45.034	688	54.315
Agosto	37.944	11.784	64.104	-2.064	77.952
Septiembre	29.467	5.206	53.727	-7.637	66.570



Fuente: Elaboración Propia.

Serie Botellón Tinto

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Factor	-7.391,4	-3.365,6	-1.854,7	2.708,6	11.536,9	12.052,1
Mes	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Factor	596,9	1.241,7	2.855,2	-4.590,8	-2.097,8	1.546,1
Nivel Base			13.572,8			
Tasa de Crecimiento			-456,9			
MSE			31.964.667			

Alfa	Beta	Gamma
0,4842	0	0,8382

Pronósticos H-W A Botellón Tinto 2015					
Periodo	Pronóstico	LI 80%	LS 80%	LI 95%	LS 95%
Enero	5.724	-2422	13.871	-6.735	18.184
Febrero	8.993	-58	18.045	-4.849	22.836
Marzo	10.347	474	20.221	-4.752	25.447
Abril	14.454	3.822	25.086	-1.806	30.714
Mayo	22.825	11.485	34.165	5.482	40.168
Junio	22.884	10.877	34.890	4.522	41.245
Julio	10.971	-1.666	23.609	-8.356	30.299
Agosto	11.159	-2.079	24.398	-9.087	31.406
Septiembre	12.316	-1.498	26.130	-8.810	33.442

Holt-Winters filtering**Forecasts from HoltWinters**

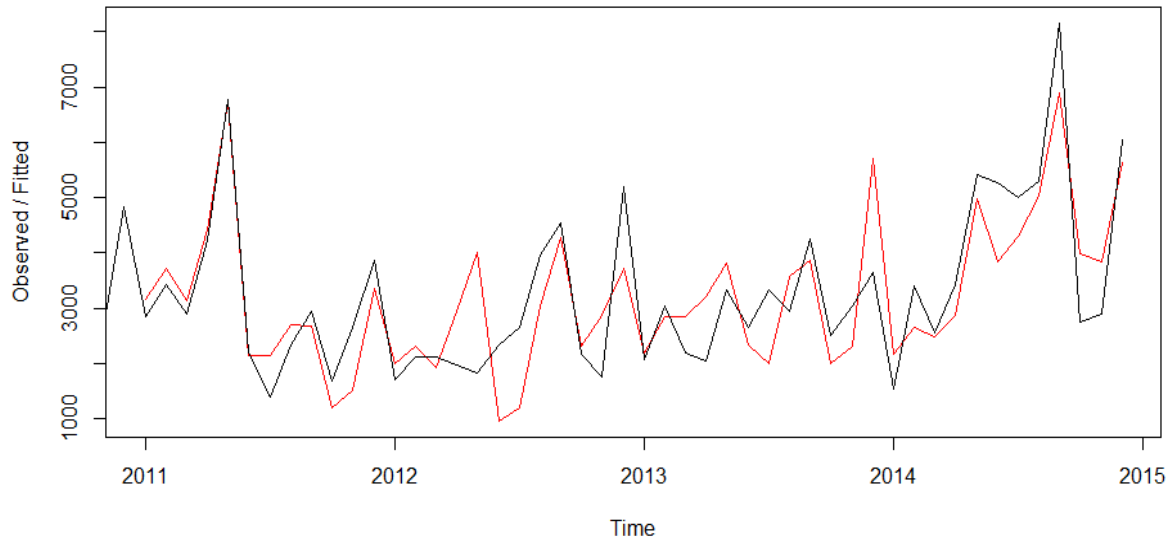
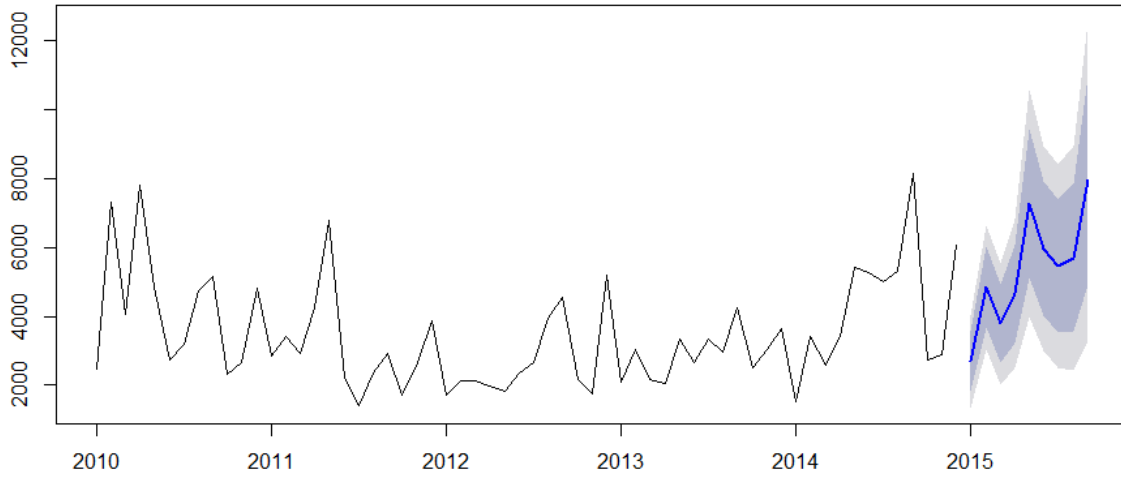
Fuente: Elaboración Propia.

Serie PET Tinto

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Factor	0,5571	0,9918	0,7637	0,9238	1,4234	1,1506
Mes	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Factor	1,0379	1,0688	1,4699	0,6110	0,6799	1,2600
Nivel Base			4.736,8522			
Tasa de Crecimiento			74,3196			
MSE			580.131			

Alfa	Beta	Gamma
0,3703	0,09118	0,6762

Pronósticos H-W M PET Tinto 2015					
Periodo	Pronóstico	LI 80%	LS 80%	LI 95%	LS 95%
Enero	2.680	1.804	3.556	1.340	4.020
Febrero	4.845	3.664	6.026	3.039	6.651
Marzo	3.788	2.639	4.938	2.030	5.546
Abril	4.650	3.237	6.064	2.488	6.813
Mayo	7.271	5.122	9.420	3.985	10.558
Junio	5.964	4.018	7.910	2.987	8.940
Julio	5.456	3.525	7.387	2.503	8.409
Agosto	5.698	3.569	7.828	2.441	8.956
Septiembre	7.946	4.916	10.975	3.312	12.579

Holt-Winters filtering**Forecasts from HoltWinters**

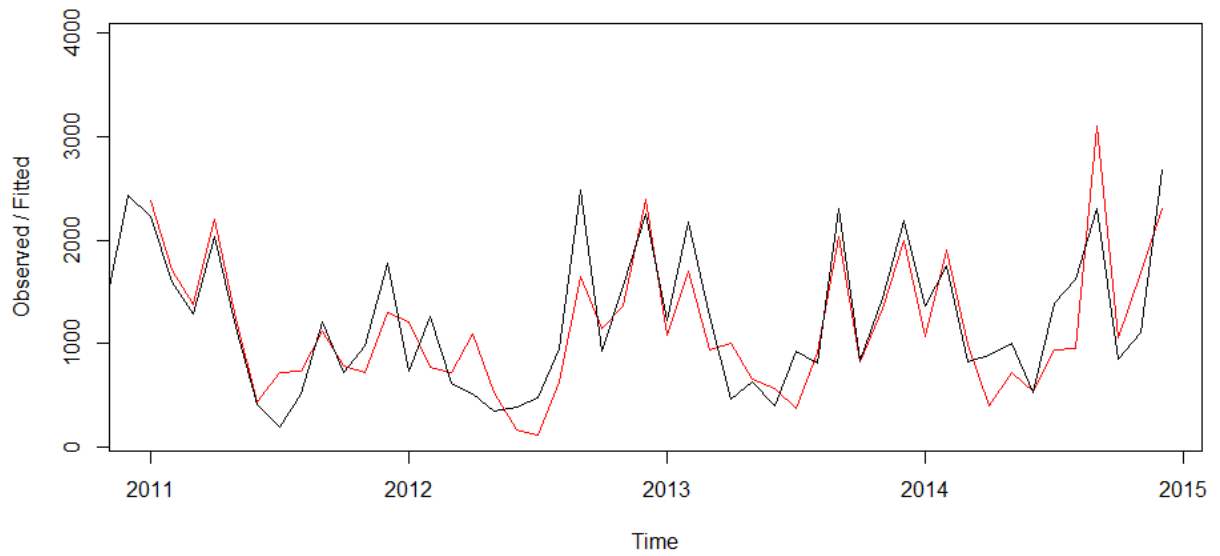
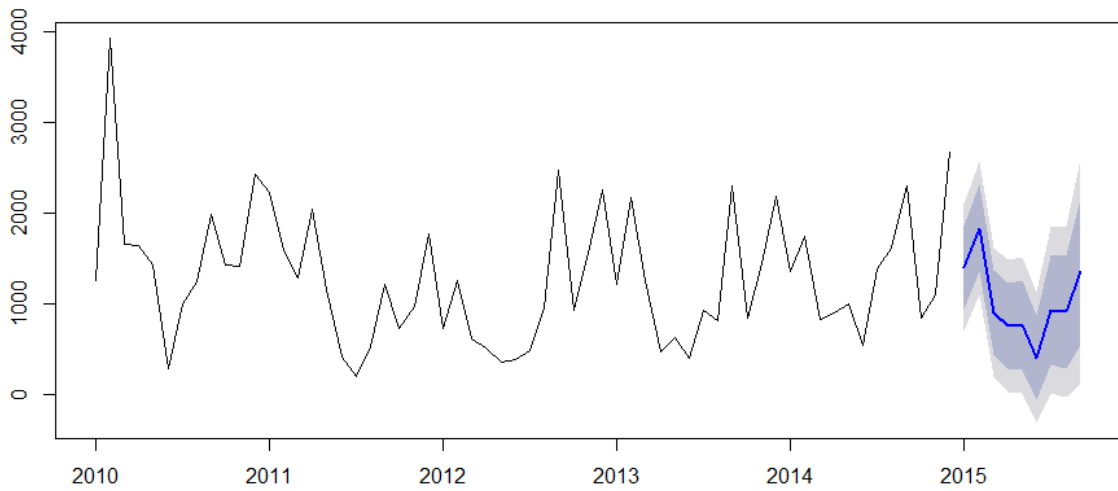
Fuente: Elaboración Propia.

Serie PET Blanco

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Factor	1,1834	1,6037	0,8200	0,7088	0,7463	0,4104
Mes	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Factor	0,9808	0,9989	1,5550	0,6179	0,9094	2,1895
Nivel Base			1.222,2033			
Tasa de Crecimiento			-39,2548			
MSE			97.348			

Alfa	Beta	Gamma
0,2526	0	1

Pronósticos H-W M PET Blanco 2015					
Periodo	Pronóstico	LI 80%	LS 80%	LI 95%	LS 95%
Enero	1.400	945	1.855	705	2.095
Febrero	1.834	1.354	2.315	1.099	2.569
Marzo	906	440	1.371	194	1.617
Abril	755	282	1.228	31	1.479
Mayo	766	276	1.256	16	1.515
Junio	405	-65	875	-314	1.124
Julio	929	327	1.532	8	1.850
Agosto	907	289	1.526	-39	1.853
Septiembre	1.351	536	2.166	105	2.598

Holt-Winters filtering**Forecasts from HoltWinters**

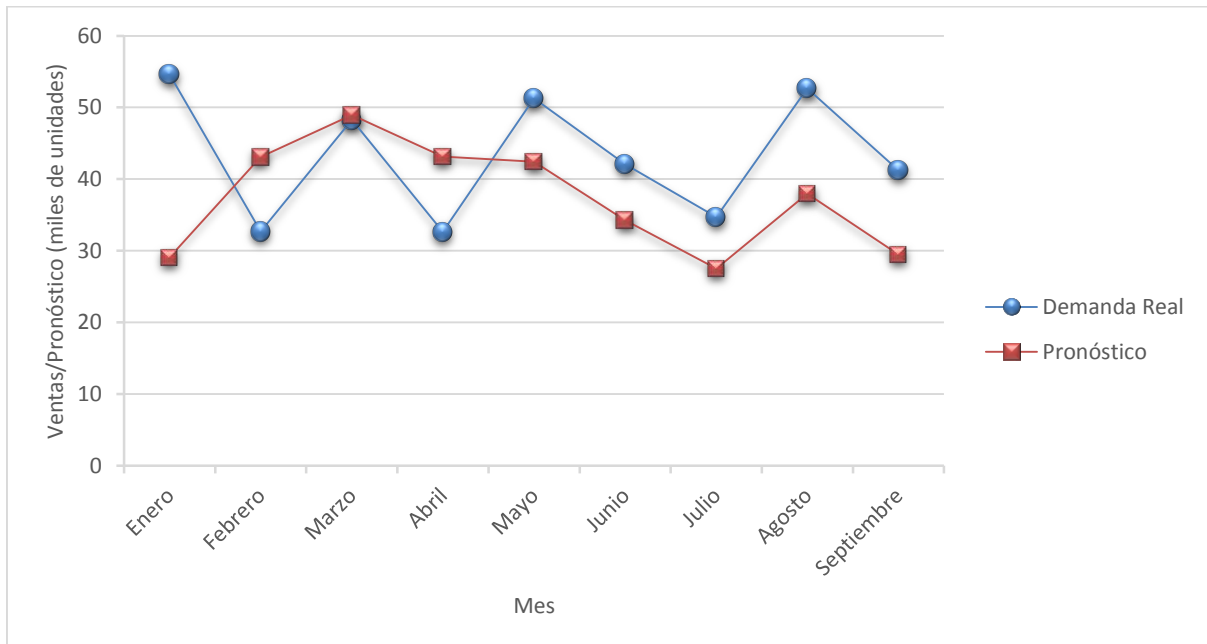
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo F: Ventas Reales vs. Pronósticos

Serie Tetra Blanco

Mes	Demanda Real	Pronóstico	Error Absoluto	Error Cuadrático	Error Porcentual
Enero	54.623	29.085	25.538	652.189.444	46,75%
Febrero	32.691	43.115	10.424	108.659.776	31,89%
Marzo	48.293	48.929	636	404.496	1,32%
Abril	32.659	43.129	10.470	109.620.900	32,06%
Mayo	51.264	42.423	8.841	78.163.281	17,25%
Junio	42.053	34.234	7.819	61.136.761	18,59%
Julio	34.683	27.501	7.182	51.581.124	20,71%
Agosto	52.660	37.944	14.716	216.560.656	27,95%
Septiembre	41.203	29.467	11.736	137.733.696	28,48%
MAD					10.818
MSE					157.338.904
MAPE					25,00%

Fuente: Elaboración Propia con datos de COVICA Ltda.

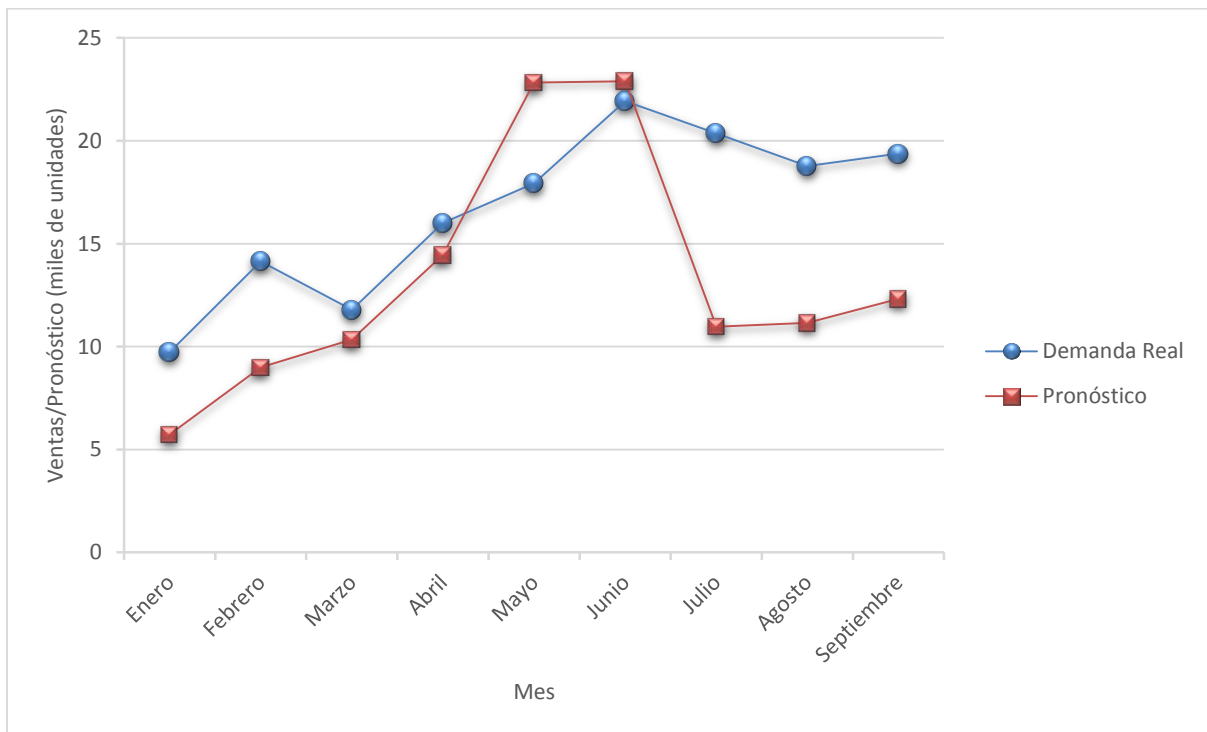


Fuente: Elaboración Propia con datos de COVICA Ltda.

Serie Botellón Tinto

Mes	Demanda Real	Pronóstico	Error Absoluto	Error Cuadrático	Error Porcentual
Enero	9.728	5.724	4.004	16.032.016	41,16%
Febrero	14.143	8.993	5.150	26.522.500	36,41%
Marzo	11.789	10.347	1.442	2.079.364	12,23%
Abril	16.006	14.454	1.552	2.408.704	9,70%
Mayo	17.924	22.825	4.901	24.019.801	27,34%
Junio	21.929	22.884	955	912.025	4,35%
Julio	20.354	10.971	9.383	88.040.689	46,10%
Agosto	18.775	11.159	7.616	58.003.456	40,56%
Septiembre	19.369	12.316	7.053	49.744.809	36,41%
MAD					4.673
MSE					29.751.485
MAPE					28,25%

Fuente: Elaboración Propia con datos de COVICA Ltda.

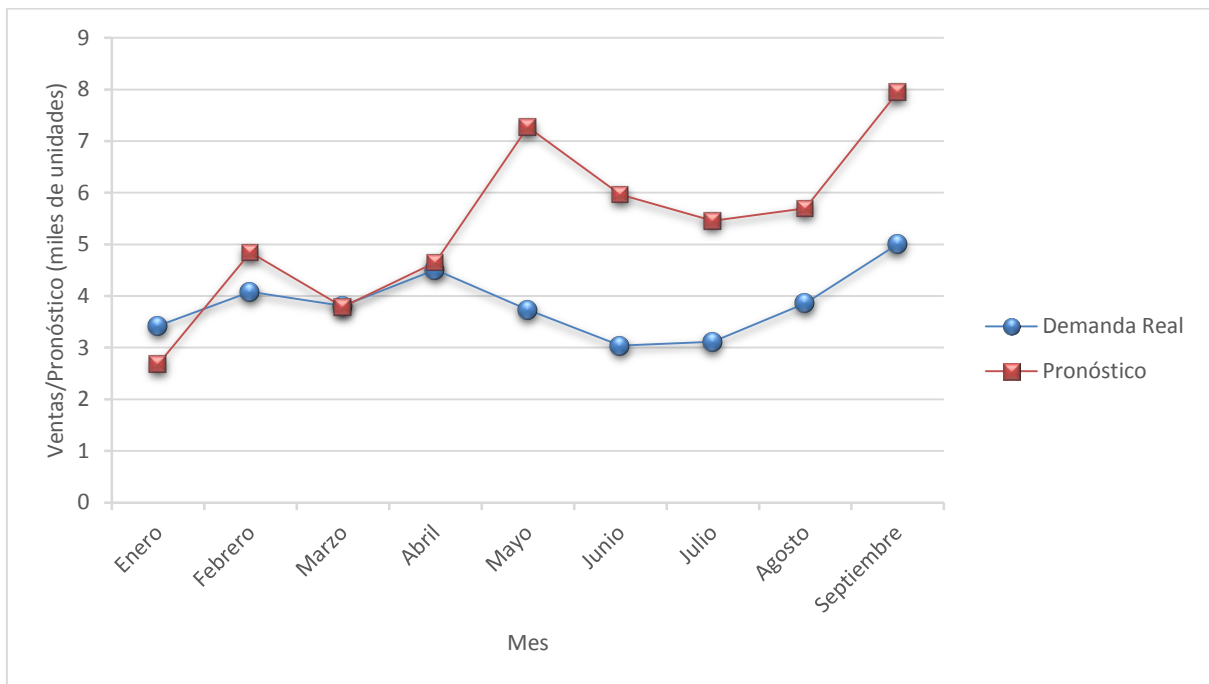


Fuente: Elaboración Propia con datos de COVICA Ltda.

Serie PET Tinto

Mes	Demanda Real	Pronóstico	Error Absoluto	Error Cuadrático	Error Porcentual
Enero	3.427	2.680	747	558.009	21,80%
Febrero	4.080	4.845	765	585.225	18,75%
Marzo	3.809	3.788	21	441	0,55%
Abril	4.511	4.650	139	19.321	3,08%
Mayo	3.735	7.271	3.536	12.503.296	94,67%
Junio	3.038	5.964	2.926	8.561.476	96,31%
Julio	3.117	5.456	2.339	5.470.921	75,04%
Agosto	3.858	5.698	1.840	3.385.600	47,69%
Septiembre	5.006	7.946	2.940	8.643.600	58,73%
MAD					1.695
MSE					4.414.210
MAPE					46,29%

Fuente: Elaboración Propia con datos de COVICA Ltda.

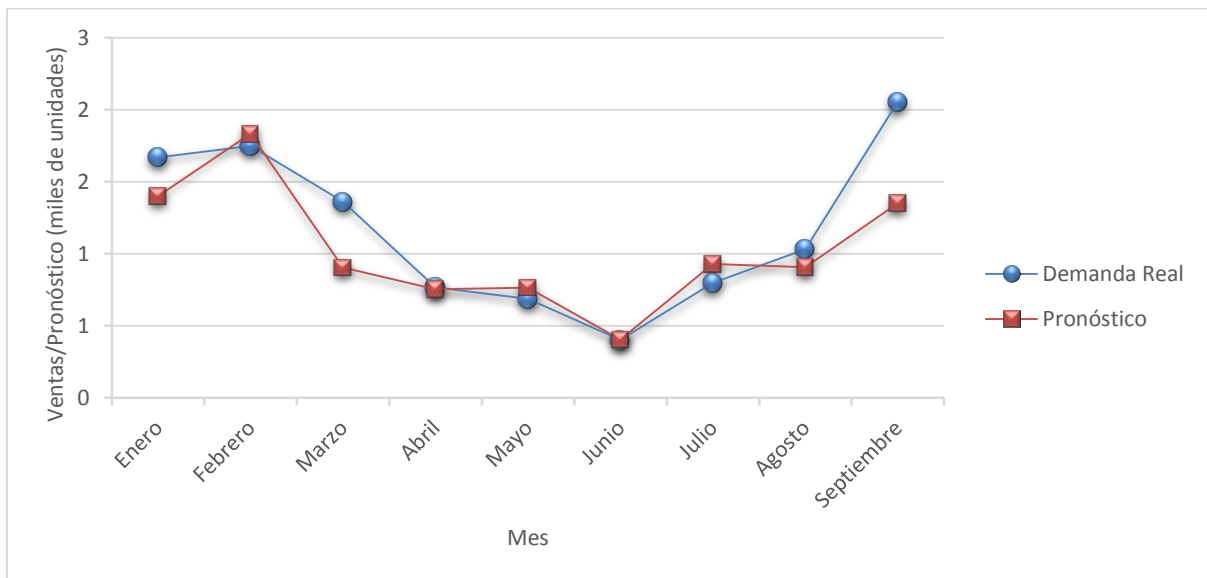


Fuente: Elaboración Propia con datos de COVICA Ltda.

Serie PET Blanco

Mes	Demanda Real	Pronóstico	Error Absoluto	Error Cuadrático	Error Porcentual
Enero	1.670	1.400	270	72.900	16,17%
Febrero	1.749	1.834	85	7.225	4,86%
Marzo	1.363	906	457	208.849	33,53%
Abril	768	755	13	169	1,69%
Mayo	688	766	78	6.084	11,34%
Junio	404	405	1	1	0,25%
Julio	798	929	131	17.161	16,42%
Agosto	1.033	907	126	15.876	12,20%
Septiembre	2.056	1.351	705	497.025	34,29%
MAD					207
MSE					91.699
MAPE					14,53%

Fuente: Elaboración Propia con datos de COVICA Ltda.



Fuente: Elaboración Propia con datos de COVICA Ltda.

Anexo G: Movimientos de Inventario COVICA Ltda.

Movimientos de Inventario Reales

Producto	Movimiento	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.
Tetra Tinto	Inicio	84.578	105.145	47.975	45.624	6.088	8.817	32.821	4.231	4.672
	Ingresos	87.838	540	89.856	25.884	75.326	142.367	70.278	120.370	105.298
	Total Inventario	172.416	105.685	137.831	71.508	81.414	151.184	103.099	124.601	109.970
	Egresos	67.271	57.710	92.207	65.420	72.597	118.363	98.868	119.929	108.344
	Final	105.145	47.975	45.624	6.088	8.817	32.821	4.231	4.672	1.626
Tetra Blanco	Inicio	31.266	32.116	21.053	10.365	6.314	3.368	6.682	2.579	11.208
	Ingresos	55.473	21.628	37.605	28.608	48.318	45.367	30.580	61.289	37.478
	Total Inventario	86.739	53.744	58.658	38.973	54.632	48.735	37.262	63.868	48.686
	Egresos	54.623	32.691	48.293	32.659	51.264	42.053	34.683	52.660	41.203
	Final	32.116	21.053	10.365	6.314	3.368	6.682	2.579	11.208	7.483
Botellón Tinto	Inicio	11.468	16.112	8.008	9.090	10.116	10.648	3.954	1.929	4.529
	Ingresos	14.372	6.039	12.871	17.032	18.456	15.235	18.329	21.375	20.789
	Total Inventario	25.840	22.151	20.879	26.122	28.572	25.883	22.283	23.304	20.273
	Egresos	9.728	14.143	11.789	16.006	17.924	21.929	20.354	18.775	19.369
	Final	16.112	8.008	9.090	10.116	10.648	3.954	1.929	4.529	5.949
PET Tinto	Inicio	1.261	1.149	4.156	3.402	2.240	652	742	873	264
	Ingresos	3.315	7.087	3.055	3.349	2.147	3.128	3.248	3.249	6.094
	Total Inventario	4.576	8.236	7.211	6.751	4.387	3.780	3.990	4.122	6.358
	Egresos	3.427	4.080	3.809	4.511	3.735	3.038	3.117	3.858	5.006
	Final	1.149	4.156	3.402	2.240	652	742	873	264	1.352
PET Blanco	Inicio	673	1.177	1.935	1.064	2.062	1.702	1.555	1.154	438
	Ingresos	2.174	2.507	492	1.766	328	257	397	317	2.396
	Total Inventario	2.847	3.684	2.427	2.830	2.390	1.959	1.952	1.471	2.834
	Egresos	1.670	1.749	1.363	768	688	404	798	1.033	2.056
	Final	1.177	1.935	1.064	2.062	1.702	1.555	1.154	438	778

Fuente: Elaboración Propia con datos de COVICA Ltda.

Movimientos de Inventario Simulados con Sistema P

Producto	Movimiento	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.
Tetra Tinto	Inicio	84.578	154.659	164.220	129.723	156.510	149.333	103.567	123.062	102.001
	Ingresos	149.653	79.572	70.011	104.508	77.721	84.898	130.664	111.169	132.230
	Total Inventario	234.231	234.231	234.231	234.231	234.231	234.231	234.231	234.231	234.231
	Egresos	79.572	70.011	104.508	77.721	84.898	130.664	111.169	132.230	120.645
	Final	154.659	164.220	129.723	156.510	149.333	103.567	123.062	102.001	113.586
Tetra Blanco	Inicio	31.266	27.925	49.857	34.255	49.889	31.284	40.495	47.865	29.888
	Ingresos	57.147	60.488	38.556	54.158	38.524	57.129	47.918	40.548	58.525
	Total Inventario	88.413	88.413	88.413	88.413	88.413	88.413	88.413	88.413	88.413
	Egresos	60.488	38.556	54.158	38.524	57.129	47.918	40.548	58.525	47.068
	Final	27.925	49.857	34.255	49.889	31.284	40.495	47.865	29.888	41.345
Botellón Tinto	Inicio	11.468	25.017	20.602	22.956	18.739	16.821	12.816	14.391	15.970
	Ingresos	25.826	12.277	16.692	14.338	18.555	20.473	24.478	22.903	21.324
	Total Inventario	37.294	37.294	37.294	37.294	37.294	37.294	37.294	37.294	37.294
	Egresos	12.277	16.692	14.338	18.555	20.473	24.478	22.903	21.324	21.918
	Final	25.017	20.602	22.956	18.739	16.821	12.816	14.391	15.970	15.376
PET Tinto	Inicio	1.261	9.720	9.067	9.338	8.636	9.412	10.109	10.030	9.289
	Ingresos	12.422	3.963	4.616	4.345	5.047	4.271	3.574	3.653	4.394
	Total Inventario	13.683	13.683	13.683	13.683	13.683	13.683	13.683	13.683	13.683
	Egresos	3.963	4.616	4.345	5.047	4.271	3.574	3.653	4.394	5.542
	Final	9.720	9.067	9.338	8.636	9.412	10.109	10.030	9.289	8.141
PET Blanco	Inicio	673	1.008	913	1.299	1.894	1.974	2.258	1.864	1.629
	Ingresos	2.174	1.823	1.918	1.532	937	857	573	967	1.202
	Total Inventario	2.847	2.831	2.831	2.831	2.831	2.831	2.831	2.831	2.831
	Egresos	1.839	1.918	1.532	937	857	573	967	1.202	2.225
	Final	1.008	913	1.299	1.894	1.974	2.258	1.864	1.629	606

Fuente: Elaboración Propia con datos de COVICA Ltda.

Anexo H: Flujo de Caja de la Propuesta

Flujo de Caja Propuesta de Implementación de Sistema P										
	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9
Ingresos por Ventas		\$ 15,974,552	\$ 15,974,552	\$ 15,974,552	\$ 15,974,552	\$ 15,974,552	\$ 15,974,552	\$ 15,974,552	\$ 15,974,552	\$ 15,974,552
Costos/Ahorro		\$ -16,277,491	\$ -18,395,182	\$ -2,626,241	\$ -15,596,650	\$ -3,304,172	\$ 684,249	\$ -14,366,191	\$ -182,656	\$ -8,426,158
Sistema P Tetra Tinto		\$ -8,519,885	\$ -10,637,576	\$ 1,524,295	\$ -10,567,392	\$ -1,211,225	\$ 6,152,047	\$ -8,344,118	\$ 215,083	\$ -4,229,276
Sistema P Tetra Blanco		\$ -490,108	\$ -490,108	\$ -401,179	\$ -3,426,856	\$ 920,456	\$ -1,730,932	\$ -2,416,780	\$ 2,266,937	\$ -2,872,987
Sistema P Botellón Tinto		\$ -3,145,698	\$ -3,145,698	\$ -1,336,677	\$ 207,378	\$ -454,563	\$ -1,672,506	\$ -1,888,413	\$ -793,236	\$ -557,895
Sistema P PET Tinto		\$ -2,807,480	\$ -2,807,480	\$ -694,600	\$ -636,400	\$ -1,069,520	\$ -577,560	\$ -348,800	\$ -370,640	\$ 218,480
Sistema P PET Blanco		\$ -64,320	\$ -64,320	\$ -488,080	\$ -3,280	\$ -239,320	\$ -236,800	\$ -118,080	\$ -250,800	\$ 265,520
Encargado de Bodega		\$ -450,000	\$ -450,000	\$ -450,000	\$ -450,000	\$ -450,000	\$ -450,000	\$ -450,000	\$ -450,000	\$ -450,000
Encargado de Pronósticos		\$ -800,000	\$ -800,000	\$ -800,000	\$ -800,000	\$ -800,000	\$ -800,000	\$ -800,000	\$ -800,000	\$ -800,000
Gastos Administrativos		\$ -1,367,931	\$ -1,463,167	\$ -1,779,905	\$ -1,641,108	\$ -1,810,107	\$ -2,561,748	\$ -2,248,174	\$ -2,462,505	\$ -2,361,656
Depreciación Computadores		\$ -5,602	\$ -5,602	\$ -5,602	\$ -5,602	\$ -5,602	\$ -5,602	\$ -5,602	\$ -5,602	\$ -5,602
Depreciación Racks		\$ -138,055	\$ -138,055	\$ -138,055	\$ -138,055	\$ -138,055	\$ -138,055	\$ -138,055	\$ -138,055	\$ -138,055
Depreciación Pallets		\$ -14,406	\$ -14,406	\$ -14,406	\$ -14,406	\$ -14,406	\$ -14,406	\$ -14,406	\$ -14,406	\$ -14,406
Valor Libro Computadores										\$ -285,700
Valor Libro Racks										\$ -10,354,142
Valor Libro Pallets										\$ -1,080,432
Utilidad antes de Impuesto		\$ -1,828,933	\$ -4,041,860	\$ 11,410,343	\$ -1,421,169	\$ 10,702,210	\$ 13,938,990	\$ -797,876	\$ 13,181,328	\$ -6,691,599
Impuesto/Ahorro (22,5%)		\$ 411,510	\$ 909,418	\$ -2,567,327	\$ 319,763	\$ -2,407,997	\$ -3,136,273	\$ 179,522	\$ -2,965,799	\$ 1,505,610
Utilidad después de Impuesto		\$ -1,417,423	\$ -3,132,441	\$ 8,843,016	\$ -1,101,406	\$ 8,294,213	\$ 10,802,717	\$ -618,354	\$ 10,215,529	\$ -5,185,989
Depreciación Computadores		\$ 5,602	\$ 5,602	\$ 5,602	\$ 5,602	\$ 5,602	\$ 5,602	\$ 5,602	\$ 5,602	\$ 5,602
Depreciación Racks		\$ 138,055	\$ 138,055	\$ 138,055	\$ 138,055	\$ 138,055	\$ 138,055	\$ 138,055	\$ 138,055	\$ 138,055
Depreciación Pallets		\$ 14,406	\$ 14,406	\$ 14,406	\$ 14,406	\$ 14,406	\$ 14,406	\$ 14,406	\$ 14,406	\$ 14,406
Inversión Inicial										
Computadores										
Licencias Office										
Licencias Antivirus										
Racks de Productos										
Pallets de Madera										
Capital de Trabajo										
Valor Libro Computadores										\$ 285,700
Valor Libro Racks										\$ 10,354,142
Valor Libro Pallets										\$ 1,080,432
Recuperación del Capital de Trabajo										\$ 5,554,667
Flujo Puro		\$ -1,259,360	\$ -2,974,379	\$ 9,001,079	\$ -943,343	\$ 8,452,276	\$ 10,960,780	\$ -460,291	\$ 10,373,592	\$ 12,247,015

Fuente: Elaboración Propia con datos de COVICA Ltda.

Anexo I: Flujo de Caja Créditos

Crédito al 50% del valor total de la Inversión

Monto Crédito	\$ 9.516.812
Tasa Descuento Anual	21,99%
Tasa Descuento Mensual	1,6702%
Periodos	9
Pago	-\$ 1.147.679

Periodo	Gastos Financieros	Amortización	Cuota	Saldo
0				\$ 9.516.812
1	\$ 158.950	\$ 988.729	-\$ 1.147.679	\$ 8.528.083
2	\$ 142.436	\$ 1.005.242	-\$ 1.147.679	\$ 7.522.841
3	\$ 125.647	\$ 1.022.032	-\$ 1.147.679	\$ 6.500.809
4	\$ 108.577	\$ 1.039.102	-\$ 1.147.679	\$ 5.461.707
5	\$ 91.222	\$ 1.056.457	-\$ 1.147.679	\$ 4.405.250
6	\$ 73.577	\$ 1.074.102	-\$ 1.147.679	\$ 3.331.148
7	\$ 55.637	\$ 1.092.042	-\$ 1.147.679	\$ 2.239.106
8	\$ 37.398	\$ 1.110.281	-\$ 1.147.679	\$ 1.128.825
9	\$ 18.854	\$ 1.128.825	-\$ 1.147.679	\$ 0

Fuente: Elaboración Propia.

Crédito al 75% del valor total de la Inversión

Monto Crédito	\$ 14.275.218
Tasa Descuento Anual	21,99%
Tasa Descuento Mensual	1,6702%
Periodos	9
Pago	-\$ 1.721.518

Periodo	Gastos Financieros	Amortización	Cuota	Saldo
0				\$ 14.275.218
1	\$ 238.425	\$ 1.483.093	-\$ 1.721.518	\$ 12.792.125
2	\$ 213.654	\$ 1.507.864	-\$ 1.721.518	\$ 11.284.261
3	\$ 188.470	\$ 1.533.048	-\$ 1.721.518	\$ 9.751.213
4	\$ 162.865	\$ 1.558.653	-\$ 1.721.518	\$ 8.192.560
5	\$ 136.832	\$ 1.584.686	-\$ 1.721.518	\$ 6.607.875
6	\$ 110.365	\$ 1.611.153	-\$ 1.721.518	\$ 4.996.722
7	\$ 83.455	\$ 1.638.063	-\$ 1.721.518	\$ 3.358.659
8	\$ 56.096	\$ 1.665.422	-\$ 1.721.518	\$ 1.693.237
9	\$ 28.280	\$ 1.693.237	-\$ 1.721.518	\$ 0

Fuente: Elaboración Propia.


Crédito al 100% del valor total de la Inversión

Monto Crédito	\$ 19.033.623
Tasa Descuento Anual	21,99%
Tasa Descuento Mensual	1,6702%
Periodos	9
Pago	-\$ 2.295.357

Periodo	Gastos Financieros	Amortización	Cuota	Saldo
0				\$ 19.033.623
1	\$ 317.900	\$ 1.977.457	-\$ 2.295.357	\$ 17.056.166
2	\$ 284.872	\$ 2.010.485	-\$ 2.295.357	\$ 15.045.681
3	\$ 251.293	\$ 2.044.064	-\$ 2.295.357	\$ 13.001.617
4	\$ 217.153	\$ 2.078.204	-\$ 2.295.357	\$ 10.923.413
5	\$ 182.443	\$ 2.112.914	-\$ 2.295.357	\$ 8.810.499
6	\$ 147.153	\$ 2.148.204	-\$ 2.295.357	\$ 6.662.295
7	\$ 111.274	\$ 2.184.083	-\$ 2.295.357	\$ 4.478.212
8	\$ 74.795	\$ 2.220.562	-\$ 2.295.357	\$ 2.257.650
9	\$ 37.707	\$ 2.257.650	-\$ 2.295.357	\$ 0

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo J: Tabla de Distribución Normal



	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

Fuente: Libro "Administración de Operaciones: Procesos y cadenas de valor"; Krajewsky, Ritzman & Malhotra, 8^o Edición.