

MODELO DE INVENTARIO PARA LA GESTIÓN Y CONTROL DEL PRODUCTO TERMINADO EN FRUIT JUICE COLOMBIA ¹

María Carolina Álvarez ², Camilo Vivas Idarraga ³

Resumen:

En todas las organizaciones los inventarios hoy en día juegan un papel fundamental, ya que, debido a sus niveles, se puede incurrir en costos innecesarios a causa de los excesos o pérdida de nivel de servicio por causa de faltantes en la demanda del mercado. Actualmente en la compañía FRUIT JUICE COLOMBIA se presenta una situación compleja en el manejo de los inventarios debido a que no se tiene establecido una política para el control de inventario del producto terminado, razón por la cual se presenta desabastecimiento en algunas referencias de venta constante, lo que lleva a incurrir en costos elevados de almacenamiento externo en frío (congelación) e incremento en el capital de trabajo. Desde la gerencia de la organización se tiene la intención de implementar un modelo para el manejo de los inventarios de producto terminado para impactar el nivel de servicio y optimizar el proceso que permita atender la demanda real que se presenta el mercado.

El desarrollo de este trabajo se basó en analizar dos modelos de inventarios, uno tradicional denominado MIN MAX y el DEMAND DRIVEN DDMRP considerado en la actualidad como un modelo moderno e innovador que busca sugerir el inventario objetivo en este caso para producto terminado.

¹ Monografía Especialización en Logística Integral. Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia.

Asesor Temático: Jorge Andrés de la Cuesta. Grupo Familia

Asesor Metodológico: Gloria Osorno. Profesora, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Antioquia

² Analista de procesos y proyectos. Pintuco S.A

³ Gerente administrativo. Fruit Juice Colombia

1. Introducción

En la actualidad el mercado ofrece oportunidades para que nuevas empresas surjan y entren a competir por una porción del mismo, ya que los clientes finales cada vez son más exigentes con los productos que demandan y a su vez con el servicio que las compañías ofrecen; no se “casan” o son fieles a las marcas tan solo por su nombre o tradición, es por tal motivo que estas nuevas empresas deben adaptarse a la dinámica del mercado y cumplir con las necesidades reales que tienen los clientes para aprovechar de esta forma las oportunidades que se presentan.

FRUIT JUICE COLOMBIA es una empresa establecida en 2010, ubicada en el barrio Prado centro de la ciudad de Medellín, dedicada principalmente a la elaboración de pulpas de fruta y productos derivados de la fruta, tales como el zumo, jugos, y fruta en trozos. En la actualidad, la empresa tiene dificultades para controlar los inventarios de producto terminado, ya que no cuenta con métodos estandarizados, sino netamente empíricos donde la planeación de la demanda se basa en los promedios de las ventas de los últimos tres meses generando errores importantes en los pronósticos (excesos o productos faltantes). El inventario de producto terminado es controlado por medio de arqueos cíclicos por referencias (diariamente se cuentan de 2 a 4 referencias), lo que ha llevado a comprar materia prima a un precio mayor, causando pérdidas en el margen o en el peor de los casos generando la pérdida de la venta y como consecuencia la de algunos clientes. Ante este panorama se ha planteado buscar un modelo que ayude a la optimización de los niveles de inventario de producto terminado con el fin de disminuir los costos en el almacenamiento externo, los cuales son altos actualmente. Además, se tienen problemas de exceso en algunos productos que su rotación es baja, razón por la cual se generan productos obsoletos dentro de la bodega causando su deterioro, igualmente se busca mejorar los niveles de servicio, con el fin de cumplir las metas trazadas por la compañía en cuanto al crecimiento sostenible y para mantener satisfechos a los clientes que actualmente se tienen y poder lograr la consecución de nuevos clientes que cada vez son exigentes no solo en cuanto a calidad sino también en cuanto a servicio.

El objetivo general del presente trabajo es determinar un modelo de inventario para la gestión y control del producto terminado comenzando por un diagnóstico de la organización, conociendo los

procesos y la cadena de abastecimiento, buscando identificar los puntos críticos y las restricciones que se puedan presentar, además de hallar oportunidades de mejora. Se seleccionaron dos modelos de inventarios que se adecuaran a la organización y a sus necesidades de acuerdo a los productos que se manejan, realizando una emulación con datos reales de 253 días que permita evaluar y comparar ambos modelos y finalmente analizar los resultados y poder determinar cuál modelo presenta un mejor desempeño para utilizar en el futuro en FRUIT JUICE COLOMBIA.

1.1 Marco conceptual y teórico

A lo largo de esta sección se desarrolló el marco conceptual y teórico que permitió conocer las metodologías analizadas y que pueden ser aplicadas en la organización dando una dimensión de la dinámica de la consecución de las materias primas y la importancia que tiene el inventario para FRUIT JUICE COLOMBIA, todo ello, con el fin de responder a las necesidades del mercado y optimizar los costos del mismo.

1.2 Marco conceptual

En el mercado de la transformación de las frutas donde participa FRUIT JUICE COLOMBIA es importante tener en cuenta que las materias primas (frutas) poseen una variación de precios en el mercado, debido a los momentos de escasez. La escasez es definida como la ausencia limitada o insuficiente de algo y en dicho mercado es considerada por algunos factores que intervienen en la disponibilidad limitada tales como: fenómenos naturales y conflictos sociales donde las cantidades de materia prima son muy bajas y los precios muy altos. Por el contrario, también existen momentos de abundancia, dados en ciertas épocas del año donde se tiene mayor cosecha, disponibilidad y precios bajos. Buscando suavizar los efectos de la escasez y la abundancia se planea la demanda como palanca que permita tener un acertado pronóstico de las ventas e indique los lineamientos para abastecerse de materias primas basados en el aprovechamiento de los precios bajos y adelantando las compras de lo que posiblemente llegará a ser escaso.

El abastecimiento de las materias primas depende en gran parte de los niveles de inventario que deberían ser óptimos para evitar el incumplimiento a los clientes e incremento de los costos. Los

sobrecostos identificados son básicamente los derivados de los excesos de inventarios que a su vez generan pérdida en la rentabilidad y flujo de efectivo del negocio. FRUIT JUICE COLOMBIA busca un modelo de inventario para el producto terminado que le permita seguir la demanda en tiempo real evitando incrementar el capital de trabajo, inventarios obsoletos y sobre costos de almacenamiento en frío.

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

Dichos inventarios en toda organización son un pilar fundamental que debe ser controlado y ordenado dado a que de este depende que la distribución llegue en el momento adecuado y a quien debe de llegar garantizando la sostenibilidad del negocio, si los inventarios no se miden no se controlan. [1]

En caso de FRUIT JUICE COLOMBIA se plantearon los siguientes modelos:

- **Máximos y mínimos:** Técnica sencilla para controlar el inventario que busca establecer niveles y periodos fijos de revisión para que sea sencillo y coherente, esto con base a la definición de un límite máximo (volumen máximo de productos que la organización puede mantener en el almacén) y un límite mínimo (volumen mínimo o stock de seguridad que debe tener la organización para poder seguir ofreciendo los productos y cumplir) [2] La definición de la cantidad a pedir hace relación a la diferencia entre existencia máxima calculada y las existencias que se tienen en el inventario (existencias actuales). Los pedidos que llegan fuera de las fechas establecidas para revisión deberán ser los que corresponden a cambios drásticos en la demanda que hacen bajar el inventario hasta su límite mínimo [3].

Para la aplicación de este modelo se definen algunas fórmulas para hallar los límites Máximos y mínimos y definir los momentos en que se debe pedir con sus respectivas cantidades. A continuación, se relacionan las ecuaciones:

En la ecuación (1) se puede apreciar la existencia mínima (Emn), que es igual consumo mínimo diario (Cmn) por el tiempo de reposición del inventario en días (Tr).

$$Emn: Cmn * Tr \quad (1)$$

La ecuación (2) representa el punto de pedido (Pp), que es igual a la multiplicación de la cantidad de pedido (Cp) por el tiempo de reposición de inventario en días (Tr), todo esto sumado con la existencia mínima (Emn).

$$Pp: (Cp * Tr) + Emn \quad (2)$$

En la ecuación (3) la existencia máxima (Emx) se representa por la multiplicación entre consumo máximo diario (Cmx) por el tiempo de reposición de inventario en días (Tr) más la existencia mínima (Emn) o inventario de seguridad.

$$Emx: (Cmx * Tr) + Emn \quad (3)$$

En la ecuación (4), el consumo diario es la diferencia entre la existencia máxima (Emx) y la existencia actual (E) [3],

$$Cp: Emx - E \quad (4)$$

Para desarrollar las ecuaciones descritas anteriormente, es importante tener en cuenta que el máximo debe calcularse con base a la capacidad de almacenamiento, descuentos sobre compras, precios de mayoreo, capacidad de distribución del proveedor, caducidad del producto, mermas y fugas por exceso de almacenaje, costo financiero y costo de oportunidad. Para el mínimo, debe considerarse el tiempo lo lead time de cada proveedor para resurtir, contingencias observadas en el proveedor- nivel de confiabilidad (escasez), posibles fluctuaciones en la demanda y caducidad del producto [4] Este tipo de modelo tiene la ventaja de que puede ser aplicado de manera manual en una hoja de Excel o agregado a los ERP (Oracle, SAP, etc.) como nuevos módulos y es usado en el Retail y empresas que manejan productos de fácil salida y perecederos como los restaurantes.

- **Demand Driven DDMRP** es el segundo modelo elegido para ser analizado en esta monografía. La metodología de Demand Driven DDMRP se encuentra basada en monitorear la demanda cambiante del consumidor y adaptar la planeación y la producción haciendo el pull de los proveedores en tiempo real [5] . Los beneficios más representativos de DDMRP son los siguientes:

- Mejoras de pronósticos
- Hacer todo bajo pedido
- Inventario en todas partes

Las organizaciones en el tiempo tienen oportunidades importantes en las cadenas de abastecimiento asociadas a los ciclos de vida de productos, planeación de la demanda y atención al cliente. En la Tabla 1 se puede observar la clasificación de la complejidad.

Tabla 1 Clasificación de la complejidad de la cadena de abastecimiento

Características de la cadena de suministro	1965	Hoy
Complejidad de la cadena de suministro	Baja	Alta
Ciclos de vida de producto	Largo	Corto
Tiempos de tolerancia de cliente	Largo	Corto
Complejidad del producto	Baja	Alta
Personalización del producto	Baja	Alta
Variedad de producto	Baja	Alta
Lead times largos	Pocos	Muchos
Precisión de pronósticos	Alta	Baja
Presión para reducir inventarios	Baja	Alta
Fricción transaccional	Alta	Baja

Fuente: Elaboración propia

La metodología DDMRP se divide por zonas o franjas, de la siguiente manera:

a) Zona verde: Determina la frecuencia y el tamaño de la orden de reposición. Se calcula mediante la ecuación (5) teniendo en cuenta la cantidad mínima de pedido (MOQ), la frecuencia de orden (número de día por consumo promedio diario (CPD)) y el lead time desacoplado (DLT).

$$\text{Zona verde} = (\text{DLT} \times \text{CPD} \times \% \text{LT}) \quad (5)$$

b) Zona amarilla: El núcleo de la cobertura de la demanda en el buffer. Se calcula mediante la ecuación (6). Con el consumo promedio diario (CPD) por el lead time desacoplado (DLT).

$$\text{Zona amarilla} = (\text{CPD} \times \text{DLT}) \quad (6)$$

c) Zona roja: Es la seguridad insertada en el buffer. Para calcular esta zona es necesario realizar tres cálculos, la zona roja base, la zona roja segura y la zona roja total, correspondientes a las ecuaciones (7), (8) y (9).

$$\text{Zona roja base} = (\text{DLT} \times \text{CPD} \times \% \text{LT}) \quad (7)$$

$$\text{Zona roja segura} = (\text{Zona roja base} \times \% \text{Variabilidad}) \quad (8)$$

$$\text{Zona roja total} = (\text{Zona roja base} + \text{Zona roja segura}) \quad (9)$$

A continuación, se detalla un ejemplo para el entendimiento de los cálculos en DDMRP:

Teniendo un SKU X se tiene:

$$\text{Consumo promedio diario} = \frac{20 \text{ und}}{\text{díaLead time } \textit{desacoplado}} = 14 \text{ días}$$

$$\text{Categoria de lead time} = \textit{MediaFactor de lead time}$$

$$\text{Categoria de lead time} = 50\% \text{ (determinado por el equipo de planeación)}$$

Ciclo de orden definido = 7 días

$$MOQ = 200$$

Categoría de variabilidad = baja

Factor de variabilidad = 25%

A continuación se hace el cálculo de la zona amarilla, utilizando la ecuación (6) con los datos anteriores, se tiene:

$$\left(CPD \left(20 \frac{und}{días} \right) \times LTD (14 \text{ días}) \right) = 280$$

Posteriormente se realiza el cálculo de la zona verde con la ecuación (5) con el factor de lead time de la siguiente manera:

$$\left(CPD 20 \frac{und}{día} \right) \times LTD (14 \text{ días}) \times 0.5 = 140$$

$$\left(CPD 20 \frac{und}{día} \right) \times Frecuencia \text{ de orden } (7 \text{ días}) = 140$$

Comparar con la frecuencia de orden = 10 días (MOQ) versus 7 días (calculado)

Seguidamente, se calcula con la ecuación (7) la zona roja, con el factor de lead time como se muestra a continuación:

$$\left(CPD \left(20 \frac{und}{día} \right) \times LTD(14 \text{ días}) \right) \times 0.5 = 140$$

Se calculó el rojo de seguridad mediante la aplicación del factor de variabilidad a la base roja calculada mediante la ecuación (8) obteniendo:

$$140 \times 0.25 = 35$$

Sumando el rojo base y el rojo de seguridad se obtienen la zona roja total, como en la ecuación (9), como se muestra:

$$140 + 35 = 175$$

Finalmente, en la Figura 1 se visualizan los resultados del ejemplo SKU X

200	Tope de verde = rojo + amarillo + verde = 655
280	Tope de amarillo = rojo + amarillo = 455
175	Tope de rojo = 175

Figura 1. Resultados ejercicios SKU X. **Fuente:** [5]

2. Metodología

En FRUIT JUICE COLOMBIA se quiso desarrollar una propuesta completa para la definición de un modelo de inventario que permita gestionar y controlar el producto terminado disminuyendo el capital de trabajo, aprovechando la capacidad de almacenamiento propio y optimizando la planta de producción, para la definición de la metodología se realizó una segmentación, de la siguiente manera:

2.1.1 Diagnóstico: En esta fase se buscó conocer la situación real de la organización indagando en cada uno de los procesos que componen la cadena de abastecimiento y de esta manera visualizando oportunidades de mejora que pudieran ser aplicadas en el modelo sugerido. [6]. Se realizó un mapa de proceso para visualizar el tamaño de la compañía y su complejidad, este arrojó la información de los procesos estratégicos, misionales y de soporte y de acuerdo a esto se procedió con un

inventario de información con un la ayuda de un pequeño checklist, donde se extrajeron las ventas, inventarios, costos y los lead time de cada referencia de producto terminado producido. Este inventario sirvió para observar lo que se tenía realmente para simular el modelo. A continuación en la

2.1.2 Figura 1 se puede visualizar el mapa de procesos construido para FRUIT JUICE COLOMBIA:



Figura 1. Mapa de procesos FRUIT JUICE COLOMBIA. **Fuente:** Elaboración propia

En el mapa se puede destacar que en sus procesos misionales se encuentran compras, producción y aseguramiento de calidad, comercial y mercadeo, dichos procesos tienen todo relacionado con el control de inventarios, mientras se pueda definir un modelo se podrá optimizar la producción de lo que realmente pida la demanda. También se realizó un diagrama de causa efecto donde se encontraron las posibles causas de las oportunidades anteriormente mencionadas dentro del manejo de inventarios de la organización, entre estas se pueden destacar las siguientes como se visualiza en la

Figura 2.

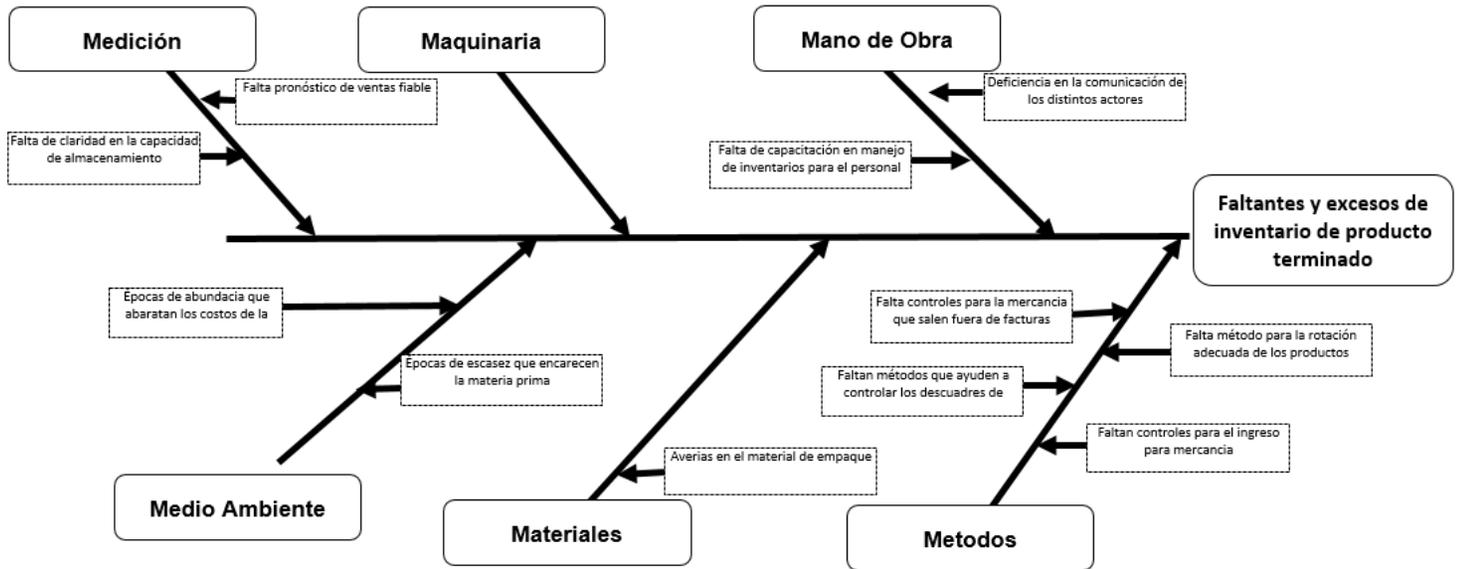


Figura 2. Diagrama causa efecto. **Fuente:** Elaboración propia.

Continuando con el diagnóstico se realizó la

Tabla 2 con una lista de chequeo para obtener los datos importantes que eran necesarios en la simulación de los modelos.

Tabla 2 Checklist Ítems para emulación de modelos

Ítem	MIN	MAX	DDMRP
Referencias a evaluar	X		X
Ventas diarias (280 días)	X		X
Costos por referencia	X		X
Inventario actual por referencia	X		X

Fuente: Elaboración propia.

2.1.3 Selección de modelos: Después de tener el diagnóstico de la compañía en términos de oportunidades en el control de inventarios se seleccionaron los dos modelos que se ajustaran más al tipo de industria a la cual pertenece FRUIT JUICE COLOMBIA:

- Comprar a menor costo teniendo como restricción la época de escasez para la fabricación de la producción
- Disminuir capital de trabajo manteniendo el inventario lo más real posible de acuerdo al comportamiento de la demanda
- Ahorrar costos de almacenamiento en frío para el producto terminado optimizando el espacio propio.
- Evitar pérdida de inventario (descarte)
- Mantener el nivel de servicio cumpliendo a los clientes actuales y mejorando el Lead time de despachos.

Los modelos seleccionados fueron Min Max y Demand Driven DDMRP puesto que el primero de ellos es una metodología sencilla que busca el control continuo de varios artículos de forma simultánea, puede considerarse como un sistema de control. Este sistema cada vez que el inventario efectivo cae al punto de re-orden o por debajo de él, se ordena una cantidad tal que se incremente el inventario efectivo hasta el nivel de inventario máximo. La cantidad a ordenar depende del inventario efectivo y del nivel máximo, por lo tanto, puede variar entre un periodo y otro. [7].

DDMRP en cambio es una metodología que modifica las reglas tradicionales de gestión de cadenas de suministro, que funcionan bajo la modalidad de “Empujar y Promover” (Push and Promote) hacia una modalidad de “Posicionar y Jalar” (Position and Pull). La naturaleza tipo Pull de DDMRP implica que esta metodología no se basa en pronósticos de ventas que empujan productos hasta el cliente final, sino que monitorea la demanda real y opera toda la cadena de forma integral y sincronizada con base en ella. Se establecen inventarios o “buffers” en distintos puntos de la cadena y se generan órdenes de reposición sobre el consumo real. [8] Emulación, Con los dos modelos seleccionados se procedió a realizar la simulación con cada uno de ellos, las referencias de producto terminado simuladas se pueden visualizar en la Tabla 3.

Tabla 3 Referencias producto terminado simulado.

Referencia	Referencia	Referencia	Referencia	Referencia	Referencia	Referencia
Mandarina 1l	Mandarina 5l	Lulo 300	Tamarindo 10X100	Cocolimon 10X100	Naranja 4l	Guanabana 450
Manzana ez	Cereza limón 10x100	Frutos rojos k	Uva 450	Mangobiche 10X100	Guayaba 450	Lulo EZ
Limón 4l	Manzana k	Maracuya 300	Mandarina 10X100	Guayaba EZ	Fresa EZ	Naranja 5L
Naranja 1l	Guayaba 300	Mora 300	Mandarina EZ	Surtida 10X100	Fresa 450	Guanabana EZ
Frutos rojos ez	Fresa 300	Mango 300	Limón 1L	Lulo 10X100	Uva EZ	Mora EZ
F. tropicales 450	Tomate 300	Piña 10x100	Mandarina K	Piña 450	Lulo 450	Tomate EZ
Uva 10x100	Piña 300	Guanábana 300	Boronjo 10X100	Tomate 450	Maracuyá 450	Mora 450
Maracuyá EZ	F. Tropicales EZ	Fresa 10X100	Guanábana K	Guanábana 10X100	Guayaba k	X
Piña EZ	F. Tropicales K	Mora K	Mora 10X100	Tomate K	Mango k	X
Uva K	Maracuyá K	Lulo K	Maracuyá 10X100	Mango 10X100	Tree fruits 3x160	X

Fuente: Elaboración propia

Mango 450	Frutos rojos	Fresa K	Piña K	Mango EZ	X
	10X100				

Después de tener las referencias definidas se comenzó a extraer la información para cada uno de los modelos como se planteó en el checklist del diagnóstico. Los resultados de la simulación para Min Max se muestran en la **Tabla 4**.

Tabla 4 Cálculos metodología Min Max.

Referencia	Venta max	Venta min	Venta promedio diario	Punto de pedido	Punto de pedido entero	Tiempo reposición	Existencia min	Existencia max
Mandarina 1l	2	1	0	1	1	1	1	3
Manzana ez	15	1	0	3	4	1	4	19
Limón 4l	66	1	1	10	11	1	11	77
Naranja 1l	10	1	0	2	2	1	2	12
Frutos rojos ez	16	1	1	5	5	1	5	21
F. Tropicales 450	22	1	1	6	6	1	6	28
Uva 10x100	9	1	1	4	5	1	5	14
Mandarina 5l	10	1	1	6	7	1	7	17
Cereza limón 10x100	11	1	1	4	4	1	4	15
Manzana k	66	1	2	14	15	1	15	81
Guayaba 300	30	1	1	4	5	1	5	35
Fresa 300	30	1	1	5	6	1	6	36
Tomate 300	25	1	1	5	5	1	5	30
Piña 300	25	1	1	7	7	1	7	32
Lulo 300	25	1	1	6	6	1	6	31

Frutos rojos k	61	1	3	17	17	1	17	78
Maracuya 300	30	1	2	9	9	1	9	39
Mora 300	30	1	2	9	9	1	9	39
Mango 300	30	1	2	11	12	1	12	42
Piña 10x100	10	1	2	9	9	1	9	19
Guanabana 300	40	1	2	15	15	1	15	55
Tamarindo 10x100	65	1	2	11	11	1	11	76
Uva 450	42	1	2	9	10	1	10	52
Mandarina 10x100	24	1	3	20	21	1	21	45
Mandarina ez	69	1	4	22	23	1	23	92
Limón 1l	72	1	3	21	22	1	22	94
Mandarina k	76	1	5	29	30	1	30	106
Borojo 10x100	19	1	3	12	13	1	13	32
Cocolimon 10x100	17	1	3	12	12	1	12	29
Mangobiche 10x100	23	1	2	13	14	1	14	37
Guayaba ez	75	1	3	9	10	1	10	85
Surtida 10x100	110	1	5	44	45	1	45	155
Lulo 10x100	18	1	5	20	20	1	20	38
Piña 450	41	1	4	19	19	1	19	60
Tomate 450	34	1	5	15	15	1	15	49
Naranja 4l	37	1	4	16	17	1	17	54
Guayaba 450	37	1	5	15	15	1	15	52

Fresa ez	31	1	5	20	21	1	21	52
Fresa 450	36	1	5	22	22	1	22	58
Uva ez	73	1	5	20	21	1	21	94
Lulo 450	43	1	6	24	24	1	24	67
Maracuya 450	48	1	5	23	23	1	23	71
Guanabana 450	47	1	7	47	48	1	48	95
Lulo ez	75	1	7	30	31	1	31	106
Naranja 5l	34	1	7	29	30	1	30	64
Guanabana ez	114	1	8	54	55	1	55	169
Mora ez	76	1	8	34	34	1	34	110
Tomate ez	59	1	8	25	26	1	26	85
Mora 450	65	1	8	33	33	1	33	98
Maracuya ez	75	1	9	38	38	1	38	113
Piña ez	73	1	9	38	39	1	39	112
Uva k	100	1	10	42	42	1	42	142
Mango 450	58	1	10	49	50	1	50	108
F. Tropicales ez	77	1	9	57	58	1	58	135
F. Tropicales k	81	1	12	71	72	1	72	153
Maracuya k	89	1	12	50	51	1	51	140
Frutos rojos 10x100	107	1	10	52	52	1	52	159
Fresa 10x100	69	1	13	54	55	1	55	124
Mora k	176	1	17	67	68	1	68	244

Lulo k	111	1	16	66	66	1	66	177
Fresa k	85	1	19	78	78	1	78	163
Guanabana k	131	1	19	133	134	1	134	265
Mora 10x100	78	1	19	78	78	1	78	156
Maracuya 10x100	76	1	21	85	85	1	85	161
Piña k	587	1	23	91	92	1	92	679
Guanabana 10x100	93	1	22	157	157	1	157	250
Tomate k	144	1	29	87	87	1	87	231
Mango 10x100	101	1	28	139	139	1	139	240
Mango ez	144	1	27	137	138	1	138	282
Guayaba k	133	1	32	98	98	1	98	231
Mango k	172	1	39	194	195	1	195	367
Tree fruits 3x160	4800	1	260	1,300	1301	1	1,301	6,101

Fuente: Elaboración propia

Para la metodología Demand Driven DDMRP se utilizó la misma base de datos usada en el modelo de MIN-MAX. En el caso de FRUIT JUICE COLOMBIA se estableció un solo buffer o nivel de inventario desde la frecuencia de producción estimada por referencia, esto teniendo en cuenta la capacidad de producción diaria. De acuerdo a esto se calcularon las zonas: Amarilla, verde y roja, en la Tabla 5 se puede observar dicha simulación.

Tabla 5 Cálculos metodología Demand Driven DDMRP.

Referencia	Zona Amarilla	Zona roja total	MOQ	ADU* Frecue ncia	Zona verde	Tope de rojo	Tope de amarill o	Tope de verde	Tamaño amortiguador	Inventario objetivo
Mandarina 1l		0	1	1	0	1	1	1	2	2
Manzana ez		2	2	1	11	11	2	4	15	15
Limón 4l		9	7	1	9	9	7	16	25	25
Naranja 1l		1	1	1	1	1	1	2	3	3
Frutos rojos ez		4	3	1	11	11	3	7	17	17
F. Tropicales 450		5	4	1	17	17	4	9	26	26
Uva 10x100		3	3	1	13	13	3	6	19	19
Mandarina 5l		5	5	1	6	6	5	10	16	16
Cereza limón 10x100		3	3	1	17	17	3	6	23	23
Manzana k		13	10	1	56	56	10	23	79	79
Guayaba 300		3	4	1	16	16	4	7	23	23
Fresa 300		4	4	1	7	7	4	8	16	16
Tomate 300		4	4	1	19	19	4	8	27	27
Piña 300		6	5	1	22	22	5	11	32	32
Lulo 300		5	4	1	19	19	4	9	28	28
Frutos rojos k		16	13	1	48	48	13	29	77	77

Maracuya 300	8	7	1	14	14	7	15	29	29	14
Mora 300	8	7	1	14	14	7	15	29	29	14
Mango 300	10	9	1	21	21	9	19	40	40	19
Piña 10x100	8	7	1	30	30	7	15	44	44	22
Guanabana 300	14	9	1	14	14	9	23	36	36	16
Tamarindo 10x100	10	8	1	73	73	8	18	91	91	44
Uva 450	8	7	1	31	31	7	15	46	46	22
Mandarina 10x100	19	16	1	22	22	16	35	58	58	27
Mandarina ez	21	17	1	25	25	17	38	63	63	29
Limón 1l	20	13	1	20	20	13	33	53	53	23
Mandarina k	28	23	1	33	33	23	51	84	84	39
Borojo 10x100	11	10	1	85	85	10	21	107	107	53
Coco limón 10x100	11	9	1	54	54	9	20	74	74	36
Mango biche 10x100	12	10	1	75	75	10	22	97	97	47
Guayaba ez	8	8	1	41	41	8	16	57	57	29
Surtida 10x100	43	28	1	81	81	28	71	152	152	68
Lulo 10x100	19	14	1	70	70	14	33	103	103	49
Piña 450	18	15	1	66	66	15	33	99	99	48

Tomate 450	14	14	1	68	68	14	28	96	96	48
Naranja 4l	15	13	1	15	15	13	28	43	43	21
Guayaba 450	14	14	1	70	70	14	28	98	98	49
Fresa ez	19	16	1	33	33	16	35	68	68	33
Fresa 450	21	17	1	36	36	17	38	74	74	35
Uva ez	19	16	1	71	71	16	35	106	106	52
Lulo 450	23	19	1	85	85	19	42	127	127	62
Maracuya 450	22	18	1	38	38	18	40	78	78	37
Guanabana 450	46	30	1	46	46	30	76	122	122	53
Lulo ez	29	24	1	110	110	24	53	163	163	79
Naranja 5l	28	20	1	28	28	20	48	76	76	34
Guanabana ez	53	35	1	53	53	35	88	142	142	62
Mora ez	33	27	1	57	57	27	60	116	116	55
Tomate ez	24	24	1	121	121	24	48	169	169	85
Mora 450	32	26	1	55	55	26	58	113	113	54
Maracuya ez	37	30	1	64	64	30	67	130	130	62
Piña ez	37	30	1	140	140	30	67	207	207	100
Uva k	41	33	1	152	152	33	74	226	226	109
Mango 450	48	39	1	96	96	39	87	184	184	87
F. Tropicales ez	56	45	1	187	187	45	101	288	288	138
F. Tropicales k	70	57	1	234	234	57	127	361	361	174
Maracuya k	49	40	1	86	86	40	89	176	176	83

Frutos rojos 10x100	51	41	1	152	152	41	92	244	244	117
Fresa 10x100	53	38	1	93	93	38	91	184	184	84
Mora k	66	53	1	116	116	53	119	235	235	111
Lulo k	65	52	1	244	244	52	117	361	361	174
Fresa k	77	62	1	134	134	62	139	273	273	129
Guanabana k	132	85	1	132	132	85	217	350	350	151
Mora 10x100	77	54	1	134	134	54	131	265	265	121
Maracuya 10x100	84	59	1	147	147	59	143	290	290	133
Piña k	90	73	1	338	338	73	163	502	502	242
Guanabana 10x100	156	88	1	156	156	88	244	399	399	166
Tomate k	86	72	1	428	428	72	158	585	585	286
Mango 10x100	138	97	1	275	275	97	235	510	510	235
Mango ez	136	109	1	272	272	109	245	517	517	245
Guayaba k	97	82	1	484	484	82	179	663	663	324
Mango k	193	136	1	386	386	136	329	716	716	329
Tree fruits 3x160	1,299	1,040	1	3,897	3,897	1,040	2,339	6,236	6,236	2,989

Fuente: Elaboración propia

2.1.4 Modelo sugerido: Después de analizar los modelos anteriormente expuestos y simulados, se opta por proponer la metodología de Demand Driven cuyo desempeño fue mejor que el de Min Max. En los resultados obtenidos veremos los cálculos y comparación de los modelos, afirmando la elección.

3. Resultados obtenidos

Eligiendo DDMRP como el modelo óptimo para proponer en FRUIT JUICE COLOMBIA teniendo en cuenta que busca perseguir la demanda en tiempo real y que para este tipo de negocios donde el inventario es perecedero sería una opción ganadora, también se quiere mostrar los resultados del comportamiento obtenido con el modelo Min Max. En la **referencia**. Tabla 6 se observan los datos obtenidos de la simulación con el modelo Min Max:

Tabla 6 Datos comparativos modelo Min Max versus datos actuales

Inventario Objetivo und Min Max	13,581 und
Costo Inventario Objetivo Min Max	\$ 88,276,500
Diferencia con inventario actual und	1,517 und
Diferencia costo actual	\$ 28,968,048

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 7 se observan los datos obtenidos de la simulación con el modelo DDMRP:

Tabla 7 Datos comparativos modelo DDMRP versus datos actuales.

Inventario Objetivo und DDMRP	12,931 und
Costo Inventario Objetivo DDMRP	\$ 57,635,374
Diferencia con inventario actual und	867 und
Diferencia costo actual	\$ -1,673,078

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 6 y Tabla 7 el modelo con mejor desempeño en términos de unidades fue el DDMRP con el 7% unidades por encima del inventario actual, mientras que el Min Max con un 13%. En

costos el panorama cambia, el Min Max de acuerdo al cálculo del inventario objetivo si se fuera a implementar traería un sobre costo en el inventario del 49% que para este tipo de negocio no sería viable, mientras que con DDMRP el costo con el inventario objetivo planteado se reduciría en un 2.8%. Gráficamente el modelo DDMRP se comportaría como se detalla en la

Figura 3.

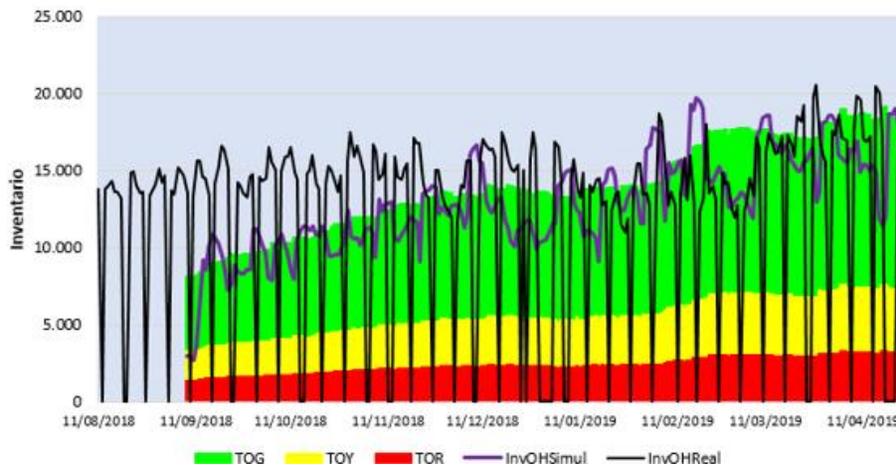


Figura 3. Resultados DDMRP todas las referencias. **Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en la Figura 3 en la simulación del modelo DDMRP representado con la línea morada se podría cubrir la demanda con menos inventario, además se incrementaría el inventario en un 7,2% pero se obtendría una rotación del 17,4% con respecto a la actual que es del 16,2% y se esperaría un fill rate del 99,6%, con solo 3 referencias por debajo de este valor. Para la evaluación de los resultados se tomaron 2 referencias de venta importante en FRUIT JUICE COLOMBIA queriendo determinar si el comportamiento del modelo es el óptimo para su futura implementación. El mango x Kilo es una de las referencias que se quiere compartir. En la Figura 4 se presenta el resultado.

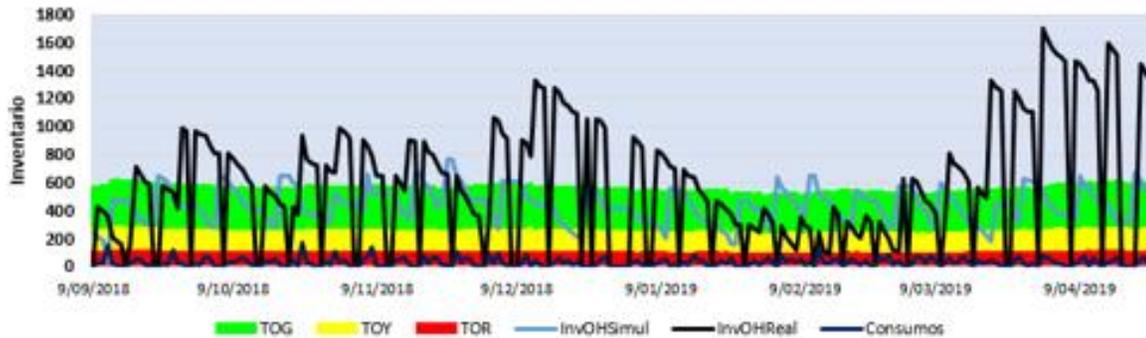


Figura 4. Simulación Mango x Kilo. **Fuente:** Elaboración propia

El inventario actual de esta referencia en el momento de su simulación era de 577 und con un costo de \$ 3, 174,490, con la simulación de DDMRP el inventario objetivo fue 441 und con costo de \$ 2, 427,810 presentando una disminución en ambos ítems del 24%. Los días de inventario también se reducirían de 19 a 15 días. La referencia Mora 10 x 100 fue otra de las evaluadas y se resume en la Figura 5

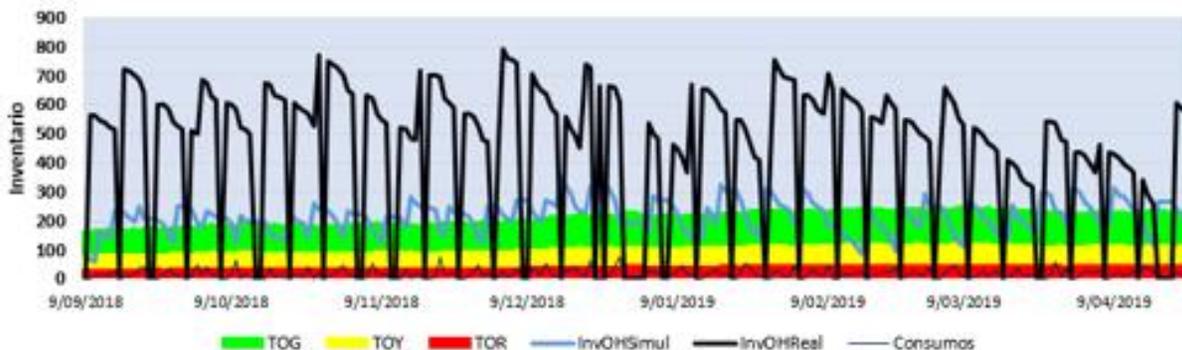


Figura 5 Simulación Mora 10 x 100. **Fuente:** Elaboración propia.

El inventario actual de esta referencia en el momento de su simulación era de 445 unidades con un costo de \$ 2, 759,434, con DDMRP el inventario objetivo fue de 217 unidades con un costo de \$ 1, 344,098 presentando una disminución en ambos ítems del 51%. Los días de inventario se reducirían significativamente pasando de 27 a 19 días. En términos de costos de almacenamiento externo, teniendo en cuenta que para las dos referencias anteriores (Mango x kilo y Mora 10 x 100) en promedio se almacena mensualmente el 40% de su inventario en bodega externa, se presentaría una reducción en cada una de ellas, como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8 Evaluación costo almacenamiento referencias top.

Referencia	Inventario actual	Almacenado interno	Almacenado externo	Costo almacenamiento	Costo total mes	Costo anual total
Mango x kilo	577	346	231	\$1,385	\$41,544	\$498,528
Referencia	Inventario DDMRP	Almacenado interno	Almacenado externo	Costo almacenamiento	Costo total mes	Costo anual total
Mango x kilo	441	265	176	\$1,058	\$31,752	\$381,024
Referencia	Inventario actual	Almacenado interno	Almacenado externo	Costo almacenamiento	Costo total mes	Costo anual total
Mora 10 x 100	445	267	178	\$1,068	\$32,040	\$384,480
Referencia	Inventario DDMRP	Almacenado interno	Almacenado externo	Costo almacenamiento	Costo total mes	Costo anual total
Mora 10 x 100	217	130	87	\$521	\$15,624	\$187,488

Fuente: Elaboración propia.

En las dos referencias anteriores los costos de almacenamiento con la reducción de inventarios sugerida por DDMRP en promedio sería de \$296,992 si se siguiera usando, la otra opción de la organización podría ser evitar el almacenamiento externo manteniendo los niveles de inventario sugeridos por DDMRP.

4. Conclusiones

A partir de la realización de este trabajo en la empresa FRUIT JUICE COLOMBIA se logró concluir lo siguiente:

- La organización presenta oportunidades al no manejar un modelo de inventarios generando ventas perdidas debido a los faltantes de productos, pero al mismo tiempo se reflejan también excesos, lo cual nos demuestra que en muchas ocasiones se mantienen inventarios de referencias que no rotan adecuadamente y se siguen fabricando en lotes de mayores unidades aumentando los días de inventario.
- Los resultados entre la evaluación del modelo de inventario tradicional y el DDMRP comparado con los niveles de inventario que viene manejando la organización reflejan que con el DDMRP

podemos mantener inventarios más bajos permitiendo reducir el capital de trabajo y los costos de almacenamiento. Además, permitió identificar el comportamiento de las referencias y cuáles son las que están dando el valor agregado deseado por la organización.

○ Demand Driven DDMRP es una herramienta que busca mantener un inventario ajustado a la demanda real, es decir teniendo un inventario más cercano a lo que el mercado está pidiendo, con este tipo de modelo se puede reaccionar de una forma rápida a la dinámica del mercado y de esta forma mejorar el nivel de servicio, ubicándolo muy cercano al 100%.

○ FRUIT JUICE COLOMBIA espera implementar en el corto plazo esta metodología aprovechando el crecimiento en ventas y la oportunidad de formalizar un modelo para el producto terminado.

5. Agradecimientos

Gracias a FRUIT JUICE COLOMBIA por dejarnos conocer sus procesos y permitirnos usar datos reales en las simulaciones para el desarrollo de esta monografía. Gracias a nuestras familias por apoyarnos siempre con buenos deseos y las mejoras energías. A Jorge Andres de la Cuesta, Gloria Osorno y a la Universidad de Antioquia por brindarnos todo su conocimiento, paciencia, entrega y experiencia para que culmináramos de forma exitosa la especialización en Logística integral.

6. Referencias

- [1] A. C. Zea, «<http://inventariosenunaempresauniminuto.blogspot.com/>,» 23 Abril 2015. [En línea]. Available: <http://inventariosenunaempresauniminuto.blogspot.com/>.
- [2] Samuel, «mygestion.com,» Abril 2017. [En línea]. Available: [19https://www.mygestion.com/blog/que-son-el-stock-minimo-y-el-stock-maximo-en-el-inventario](https://www.mygestion.com/blog/que-son-el-stock-minimo-y-el-stock-maximo-en-el-inventario).
- [3] B. S. Lopez, «[Ingeniería industrial online.com](http://ingenieriaindustrialonline.com/),» 2016. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/administraci%C3%B3n-de-inventarios/control-preventivo-de-inventarios/>.

- [4] F. Cueva, Control de costos y gastos en los restaurantes, Mexico: Limusa S.A, 2002.
- [5] C. Ptak, Demand Driven Institute, 2017.
- [6] J. Sanchez, «Slideshare.net,» 26 Abril 2011. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/jesussanval/metodo-de-diagnostico>.
- [7] C. J. V. Holguin, Fundamentos de control y gestión de inventarios, Santiago de Cali: Universidad del Valle Programa Editorial, 2010.
- [8] D. Poveda, «Asociación colombiana de ingenieros industriales,» Noviembre 2013. [En línea]. Available: https://www.aciicolombia.org/uploads/1/6/8/4/16840490/flujo_materiales_david_poveda.pdf. [Último acceso: 29 Abril 2019].

1. Apéndices

Factor de variabilidad DDMRP

Tabla 9 Factor de variabilidad DDMRP.

Clase	Frecuencia	%	acumulado	Tipo var	% variabilidad
1	10	14%	14%	Baja	40%
2	34	47%	61%	Media	60%
3	7	10%	71%	Media	60%
4	10	14%	85%	Media	60%
5	7	10%	94%	Alta	80%
6	1	1%	96%	Alta	80%
7	1	1%	97%	Alta	80%
9	1	1%	99%	Alta	80%
11	1	1%	100%	Alta	80%
y mayor...	0	0%	100%		
	72	100%	200%		

Fuente: Elaboración propia

Factor de Lead time DDMRP

Tabla 10 Factor lead time DDMRP.

Lead time	Raíz cuadrada	% variación LT
1	1.00	100%
2	1.41	80%

3	1.73	60%
4	2.00	50%
5	2.24	50%
6	2.45	50%
7	2.65	40%
8	2.83	40%
9	3.00	40%
10	3.16	40%
15	3.87	
20	4.47	
25	5.00	
30	5.48	
35	5.92	
40	6.32	
45	6.71	
50	7.07	
55	7.42	
60	7.75	
65	8.06	
70	8.37	
75	8.66	
80	8.94	
85	9.22	
90	9.49	
95	9.75	
100	10.00	

Fuente: Elaboración propia