

Aplicación de CONWIP para mejorar los ciclos de retorno de canastillas para el manejo de frutas y verduras en almacenes de cadena

Revista Soluciones de Postgrado EIA, Número 3. p. 95.112 Medellín, enero 2009

Johny Alejandro Vasco Mesa*, Diana Cecilia Uribe Cadavid**
y Juan Felipe Díez Montoya***

* Administrador de Empresas, Corporación Universitaria Lasallista. Especialista en Gerencia de la Producción y el Servicio, EIA. Jefe de Distribución Frutas, Verduras y Granos Medellín-Barranquilla, Almacenes Éxito. fruvergranos.cedi@grupo-exito.com

** Ingeniera de Producción, Universidad Eafit. Especialista en Gerencia de la Producción y el Servicio. EIA. Directora de Especialización en Gerencia de Proyectos, EIA. pfdianauribe@eia.edu.co

*** Ingeniero Mecánico, Universidad Pontificia Bolivariana. Especialista en Gerencia de la Producción y el Servicio, EIA. Asesor Técnico y Comercial Colfluidos. fdiez@colfluidos.com

APLICACIÓN DE CONWIP PARA MEJORAR LOS CICLOS DE RETORNO DE CANASTILLAS PARA EL MANEJO DE FRUTAS Y VERDURAS EN ALMACENES DE CADENA

Johny Alejandro Vasco Mesa, Diana Cecilia Uribe Cadavid y Juan Fernando Díez Montoya

Resumen

Este artículo presenta una alternativa para optimizar la calidad y frescura de las frutas y verduras que adquiere el consumidor final, visto desde la evaluación y optimización de los ciclos de retorno de las canastillas en los centros de distribución (CEDI) en Medellín y puntos de venta de una cadena de almacenes estudiada para la zona de Medellín y la Costa Atlántica. Para optimizar los ciclos de retorno se ha creído que sólo se debe estudiar la logística directa de los productos desde que salen del CEDI hasta que llegan a los almacenes, con lo cual sólo se está estudiando la mitad del problema. Los almacenes de cadena deben garantizar que las canastillas retornen al proveedor para que éste pueda empacar nuevamente sus productos, es decir, estudiar la logística inversa o de reversa, un nuevo concepto fundamental para todas aquellas empresas que tienen conciencia por el medio ambiente y se preocupan por la recuperación de los productos al final de su vida útil.

Palabras clave: logística inversa, CONWIP, ciclo de retorno, canastillas.

Abstract

This paper presents an alternative to optimize the quality and freshness of the fruits and vegetables bought by final consumer, according to the evaluation and optimization of the return cycles of the plastic containers in the distribution centers (CEDI) in Medellín and in points of sale of a store chain studied for the zone of Medellín and the Atlantic Coast. In order to optimize the return cycles, people has believed that it is only necessary to study the direct logistics of products since they leave the CEDI until they arrive at the stores, consequently, only half of the problem is being studied. Retailers must guarantee to their supplier that the plastic containers return so that he can pack his products again, that is to say, to study inverse or reverse logistic, a new fundamental concept for all those companies that they have consciousness about environment and they worry about the recovery of products at the end of their life utility.

Key words: reverse logistics, CONWIP, return cycle, plastic containers.

Aplicación de CONWIP para el mejoramiento de los ciclos de retorno de canastillas para el manejo de frutas y verduras en almacenes de cadena

Johny Alejandro Vasco Mesa, Diana Cecilia Uribe Cadavid y Juan Felipe Díez Montoya

Revista Soluciones de Postgrados EIA, Número 3, p. 95-112. Medellín, enero 2009

1. Introducción

El transporte de frutas y verduras a través de toda la cadena de abastecimiento se realiza principalmente en canastillas reutilizables, las cuales se han convertido en un excelente medio de distribución para el mercado moderno que cada vez es más acelerado, más cambiante y de mayor exigencia.

Pero para satisfacer las exigencias de dicho mercado, las canastillas por sí solas no son suficientes. Deben analizarse y controlarse una serie de factores como son los tipos de canastillas, sus funciones y características de diseño, sus tiempos de recorrido, su capacidad de almacenamiento, la cantidad de canastillas requeridas, entre otras, ya que

de la disponibilidad y oportunidad en la llegada de este recurso a los Centros de Distribución (CEDI), depende que los puntos de venta estén abastecidos con mercancía en excelente estado y con la frescura deseada por los clientes.

Las cadenas de almacenes deben garantizar, entonces, que las canastillas retornen oportunamente al proveedor para que éste pueda empacar otra vez sus productos, es decir, optimizar la logística inversa de las canastillas.

Al analizar los ciclos de retorno, se encontró que el principal problema de los proveedores era la falta de canastillas, puesto que ellos entregan sus productos almacenados en canastillas al comienzo de la semana, y éstas se

demoran mucho en regresar, lo que causa una escasez de este recurso. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue encontrar los niveles mínimos de canastillas que debe utilizar cada proveedor de acuerdo con el tipo de producto que maneja, la frecuencia en las entregas, la distribución del producto entre los almacenes y su volumen, para una cadena de almacenes en particular.

Una de las herramientas más útiles en la elaboración de este trabajo fue la utilización del software de simulación Extend, que permitió de manera rápida y confiable obtener resultados precisos en la evaluación de los ciclos de retorno para el manejo de las frutas y verduras. De esta manera se obtuvieron datos de entrada importantes para la aplicación del modelo utilizado para solucionar el problema: modelo de control de producción CONWIP, del cual se hablará en la sección 3.

Con estos resultados se espera que las cadenas de almacenes logren fortalecer su logística inversa de canastillas y que este esfuerzo se refleje en el mejoramiento del servicio al cliente interno y externo.

2. Empaques reutilizables

Dadas las necesidades de desplazamiento de materiales, los empaques han tenido un estudio muy amplio en el mundo. En forma constante se innovan y se reemplazan unos materiales por

otros. Donde menos se ha estudiado la posibilidad de dar diversidad y ampliación a los empaques es en el sector de frutas y verduras. En los otros sectores de alimentos y agroindustria, este tema no es nuevo y se conoce ampliamente, logrando niveles de desarrollo que han permitido exportar los productos colombianos.

La apertura económica hizo que Colombia despertara de un letargo mental y solo hace unos ocho años se logró exportar frutas y verduras diferentes al banano. Precisamente, muchos de los estudios hechos en estos dos grandes frentes de productos fueron aplicándose para los demás y hoy en día son más de veinte los productos que se exportan a otros países (Poscosecha, 2005). Estas exportaciones se realizan en cajas de cartón y el manejo de estos productos en dicho empaque no afecta el margen de rentabilidad del producto.

En el pasado, el cartón era utilizado como contenedor de materiales, pero en los últimos años las preocupaciones ambientales, ergonómicas y económicas determinaron que el cartón no era el material más apropiado para dicha labor y que lo ideal era cambiar a contenedores reutilizables, ya que en muchos productos del agro vale más la caja de cartón que el producto movilizad en ella. "A medida que el costo de los corrugados se incrementa, resulta más justificable convertirse a reutilizables",

dice Larry Porter, gerente de mercadeo para la compañía fabricante de contenedores Buckhorn.

Cada año, el número de canastillas reutilizables en el mercado aumenta a medida que se mueven productos hacia las compañías y dentro de ellas, dice Ken Beckerman, gerente de productos de Flexcon Containers: "Todo el mundo tiene una situación donde una parte en particular necesita ser almacenada o transportada (...) la gente está entendiendo y observando las ventajas que se obtienen cuando se utilizan reutilizables".

Como resultado de su versatilidad, los reutilizables son usados en cadenas de distribución entre varias compañías o simplemente dentro de una instalación. Aun más, estos contenedores están cumpliendo un importante papel en el desarrollo del comercio electrónico. Las industrias de alimentos y automotriz han sido los grandes proponentes de sistemas de circulación en contenedores. El uso de reutilizables en estas industrias está incrementándose a medida que los distribuidores de estos productos ejercen presión al resto de la cadena.

El empuje para la entrega "justo a tiempo" de los productos en la línea de distribución ha generado un impacto importante en el incremento del uso de contenedores reutilizables. Las compañías no quieren almacenar productos dentro de sus instalaciones. En vez de

esto, quieren recibir los productos necesarios en el momento oportuno. Los contenedores reutilizables son perfectos para transportar los productos fácil y rápidamente.

Beckerman dice que tiene un cliente que entrega un camión lleno de sus productos a uno de sus clientes cada día. El camión se parquea en el muelle, y los productos se desembarcan según lo que se vaya necesitando. Cada contenedor vacío se devuelve al tráiler del camión, donde se guarda hasta el próximo día en que el camión llega de nuevo con nuevos productos. Es en este momento cuando el camión se lleva el tráiler con los contenedores vacíos (Maloney, 2002).

El empaque en los procesos logísticos tiene como misión facilitar las operaciones de almacenamiento, inventarios, manipulación, transporte y entrega a los diferentes sistemas o puntos de consumo. Define las características del tamaño de la unidad de venta al detal y de mayoreo, así como el tamaño del embalaje para su fácil manipulación o mecanización en las actividades de distribución. Por esto, los proveedores de mercancía perecedera que entreguen en las dependencias de cualquier cadena de almacenes deben procurar su entrega en empaque no retornable de contenido estándar, diseñado de acuerdo con las características del producto y garantizando el cumplimiento de los estándares definidos para el manejo de

percederos, según las orientaciones de GS1 Colombia.

3. Control de producción CONWIP

Los sistemas de producción se componen de dos elementos: una parte física y una estrategia de control asociada. La parte física está compuesta por las máquinas, las personas y otros recursos, mientras que la estrategia de control se refiere a la forma en la que estos recursos son utilizados (Grosfeld-Nir, Magazine y Vanberkel, 2000). Un sistema de control de producción efectivo es aquel que produce las partes correctas, en el momento correcto y a un costo competitivo (Huang, Wang y Pi, 1998).

Numerosos sistemas de producción se han propuesto, sin embargo, todas sus estrategias de control pueden dividirse en *pull* (halar) y *push* (empujar) o en híbridos que las combinan. Aunque no exista una unidad de criterio en la definición de estos términos, una buena distinción entre ellos es que un sistema *push* programa la ejecución de trabajos basado en la demanda (pronóstico), mientras que un sistema *pull* autoriza la ejecución de los trabajos basado en el control de los inventarios. Como consecuencia, los sistemas *push* controlan el throughput y observan el trabajo en proceso, mientras que los sistemas *pull* controlan el trabajo en proceso y mi-

den el throughput (Hopp y Spearman, 1996).

Dentro de las estrategias de control de producción existen algunas ampliamente difundidas como el sistema Kanban y el MRP II, y otras menos conocidas pero igualmente importantes, como el CONWIP.

El sistema de producción CONWIP recibe su nombre del acrónimo en inglés para CONstant Work in Process, que traduce “trabajo en proceso constante”. Este concepto de sistemas *pull* fue introducido por Spearman, Woodruff y Hopp (1990) y es un sistema Kanban mejorado, por lo tanto, su funcionamiento es mejor cuando el flujo es uniforme, aunque puede utilizarse en varios entornos de manufactura.

Los sistemas *pull* establecen una cantidad máxima de trabajo en proceso suficiente para alcanzar el throughput (TH) deseado, pero este trabajo en proceso también debe ser lo suficientemente pequeño como para evitar tiempos de ciclo demasiado grandes (debidos al exceso). La forma más simple de alcanzar este objetivo es por medio del CONWIP, el cual establece un límite para el trabajo en proceso y lo mantiene constante, sincronizando la ejecución de los trabajos al sistema de producción con la terminación de ellos. De este modo, cada vez que un trabajo sale del sistema se autoriza el ingreso de uno nuevo.

El funcionamiento de una línea de producción controlada con CONWIP se puede describir como sigue. El control se realiza con señales que pueden ser tarjetas o contenedores. Las tarjetas se asignan a la línea de producción en lugar de a un producto específico y se fijan a los contenedores al principio de la línea en donde se autoriza el ingreso de un trabajo que se encuentra en la lista de faltantes (que proviene de un programa maestro de producción (MPS) o que se ha obtenido mediante algún otro procedimiento) y para el cual hay materia prima disponible. La tarjeta viaja con el contenedor hasta el final de la línea en donde se retira y regresa al inicio, ingresando a una fila de espera o siendo fijada a un nuevo trabajo. Un contenedor entrará a la línea solamente cuando exista una tarjeta disponible, de lo contrario ningún trabajo será ejecutado, aunque la primera estación de trabajo se encuentre inactiva.

De este modo las tarjetas de producción cumplen la función de mantener constante el trabajo en proceso y de decidir cuándo ingresan los trabajos a la línea, mientras que la lista de faltantes decide qué trabajos entran en la línea y en qué secuencia.

En una línea controlada por CONWIP el trabajo en proceso está acotado y, por lo general, la línea opera con el nivel máximo posible de trabajo en proceso. Este es un aspecto importante, ya que el tiempo de ciclo (CT) que caracteriza

a un sistema CONWIP se relaciona con el trabajo en proceso (WIP), de acuerdo con la ley de Little: $CT = \frac{WIP}{TH}$. Para un throughput (TH) dado y un nivel fijo de WIP, la aproximación del tiempo de ciclo (CT) es muy robusta. Igual que en cualquier otro sistema de control de la producción, el cambio de estos parámetros involucra trueques. Al aumentar el número de tarjetas, se incrementará el tiempo de ciclo (los inventarios) y el nivel de servicio.

4. Esquema operativo de reversa de canastillas para los almacenes de Medellín y la Costa

Un ciclo de retorno es el tiempo (en días) que transcurre desde la salida de una canastilla con mercancía del Centro de Distribución (CEDI) hasta que retorna vacía desde los almacenes hacia el CEDI.

Se entiende por *logística de reversa* todos aquellos procesos de distribución y redistribución que se realizan en la empresa para asegurar el flujo del retorno de mercancía, empaques y materiales en la cadena de suministros, del destino final al destino inicial.

Una de las causas más importantes por la cual un proveedor no puede realizar correctamente sus entregas es la falta de disponibilidad de canastillas. Esto puede suceder por dos motivos:

- Las canastillas se quedan “enredadas” en el camino de regreso hacia los CEDI, lo que genera así largos ciclos de retorno.
- El proveedor no tiene el número adecuado de canastillas para soportar la cantidad de producto, la frecuencia de las entregas o los ciclos de retorno.

En ambos casos, se perjudica el nivel de servicio de la compañía, porque no se tienen contenedores suficientes para enviar oportunamente la mercancía y, en el caso específico de las frutas y verduras, el inventario que tienen los almacenes es tan bajo que cualquier retraso en la entrega genera agotamiento en las góndolas. En la actualidad, la cadena de almacenes estudiada debe suministrar el 22,3% de las canastillas en el CEDI para que los proveedores realicen trasbordos de su mercancía en canastillas pertenecientes a la organización.

Los trasbordos de mercancía en el CEDI tienen muchas desventajas, entre las más importantes se tienen:

- Se pierde oportunidad de venta de los productos, debido a que los tiempos de recibo se incrementan por la operación de trasbordo y esta mercancía no viaja a tiempo a los almacenes en la mayoría de las veces.
- Exceso de manipulación de la mercancía en el recibo, lo que resta efi-

ciencia a los procesos y disminuye la vida útil de los productos.

Se debe trabajar, entonces, en dos frentes. Hacer los ciclos de retornos tan cortos como sea posible y ayudar a los proveedores a determinar el número de canastillas requeridas para movilizar sin contratiempos la mercancía. Para la primera alternativa, se necesita que la estructura de la logística de reversa existente mejore y que los almacenes realicen una liberación oportuna de las canastillas. Para la segunda, objeto de este trabajo, se requiere desarrollar un modelo que permita determinar el número ideal de canastillas. Para el desarrollo de ambas soluciones se debe conocer el estado de los ciclos de retorno existentes.

5. Análisis de los ciclos de retorno existentes

El Centro de Distribución estudiado distribuye las frutas y las verduras para todos los almacenes de Antioquia (almacenes locales) y de la Costa Atlántica (almacenes satélite).

Almacenes locales. Para el caso de los supermercados, el CEDI realiza 5 entregas de mercancía al día en promedio. En 4 de estas 5 entregas los almacenes pueden realizar retorno de canastillas, estibas y devoluciones. Para el caso de los hipermercados, el CEDI realiza 14 entregas de mercancía al día. En 12 de

estas 14 entregas los almacenes pueden realizar retorno de canastillas, estibas y devoluciones.

Almacenes satélite. Para estos almacenes el calendario de recogida es más especial. Es obvio que por estar tan distantes de Medellín, el ciclo de retorno de las canastillas es mucho más largo que para los almacenes locales. El operador logístico de transportes que entrega la mercancía para esta zona tomó en alquiler, de manera indefinida, una bodega en una ciudad intermedia para realizar el acopio de las canastillas vacías que recoge de los almacenes que se tienen en Barranquilla, Santa Marta, Valledupar, Montería, Sincelejo y Cartagena. Lo anterior se realizó para reducir los costos de transporte, pues cuando el vehículo evacuaba directamente las canastillas desde el almacén hacia Medellín, los porcentajes de utilización de los vehículos en el transporte no superaban el 60%.

Saber con total exactitud los ciclos de retorno de los almacenes locales y satélite es bastante difícil. Sin embargo, se realizó un ejercicio de muestreo en el cual se marcaron las canastillas con un

rótulo para poder calcular el tiempo que la canastilla permanece en circulación.

Las consideraciones para este ejercicio fueron:

- Se seleccionaron los siguientes almacenes en la Costa: dos en Barranquilla y uno en Cartagena.
- Se seleccionaron 3 almacenes en la ciudad de Medellín.
- Se seleccionaron 6 productos teniendo en cuenta su volumen y su rotación:
 - Alto volumen y manejo a temperatura ambiente: plátano, piña.
 - Alta rotación y manejo a temperatura controlada: mora, fresa.
 - Media rotación y manejo a temperatura controlada: lechuga y tomate chonto.
- Se aclara que los almacenes no fueron informados sobre la marcación de dichas canastillas para su posterior evaluación.

La tabla 1 muestra la cantidad de canastillas según producto y almacén satélite; la tabla 2, según producto y almacén local. Los retornos se indican en las tablas 3 y 4 para los almacenes locales y los satelitales respectivamente.

Tabla 1. Número de canastillas identificadas por producto, según el almacén satélite

PRODUCTO	ID	BARRANQUILLA		CARTAGENA	TOTAL PRODUCTO
		1	2	1	
Mora	M	6	7		17
Fresa	F	4	3	2	9
Plátano	P	20	18	14	52
Piña	Ñ	21	10	7	38
Lechuga	L	0	0	4	4
Tomate	T	15	15	63	93
TOTAL CANASTILLAS		66	53	94	213

Tabla 2. Número de canastillas identificadas por producto, según el almacén local

PRODUCTO	ID	ALMACÉN				TOTAL PRODUCTO
		1	2	3	4	
Mora	M	1	0	3	10	14
Fresa	F	0	0	6	12	18
Plátano	P	12	18	70	80	180
Piña	Ñ	2	14	14	39	69
Lechuga	L	3	6	5	8	22
Tomate	T	10	4	5	5	24
TOTAL CANASTILLAS		28	42	103	154	327

Se enviaron marcadas 213 canastillas para los almacenes satélite y 327 para los almacenes locales. Las distribuciones de retorno para los almacenes locales y la Costa fueron:

Tabla 3. Resultado de la medición física al retorno de los almacenes locales

TOTAL DE CANASTILLAS		213	
DÍA DE RETORNO	CANASTILLAS	% POR DÍA	% ACUMULADO
2	95	44,60%	44,60%
3	45	21,13%	65,73%
4	21	9,86%	75,59%
5	8	3,76%	79,34%
6	8	3,76%	83,10%
7	4	1,88%	84,98%
8	2	0,94%	85,92%
9	11	5,16%	91,08%
10	11	5,16%	96,24%
11	2	0,94%	97,18%
12	4	1,88%	99,06%
13	2	0,94%	100,00%
TOTAL	213	100,00%	

- El 75% de las canastillas identificadas retornó realmente al día 4 (día 4 o antes).
- El 96% de las canastillas identificadas retornó realmente al día 10.
- El 100% retornó al día 13.

Tabla 4. Resultado de la medición física al retorno de los almacenes satélite

TOTAL DE CANASTILLAS		299	
DÍA DE RETORNO	CANASTILLAS	% POR DÍA	% ACUMULADO
4	8	2,68%	2,68%
5	0	0,00%	2,68%
6	37	12,37%	15,05%
7	29	9,70%	24,75%
8	29	9,70%	34,45%
9	119	39,80%	74,25%
10	45	15,05%	89,30%
11	4	1,34%	90,64%
12	4	1,34%	91,97%
13	20	6,69%	98,66%
14	4	1,34%	100,00%
15	0	0,00%	100,00%
TOTAL	299	100,00%	

- El 74% de las canastillas identificadas retornó realmente al día 9.
- El 90% de las canastillas retornaron al día 11.
- El 100% retornó al día 15.

De este ejercicio se puede concluir que la diferencia tan marcada entre los ciclos de retorno de los almacenes satélite y los almacenes locales radica en que el 80% de la carga que el proveedor entrega viaja para los almacenes locales y el 20% restante se va para los almacenes satélites o de la Costa. Esta situación complica la decisión de compra de canastillas por parte de los proveedores, puesto que los ciclos de retorno para ambos destinos son muy variables y no hay una cifra exacta que les dé la tranquilidad sobre la cantidad de canastillas por comprar para que se sientan

cómodos con su recurso, y satisfacer así las necesidades de su cliente. Ante esta variabilidad, se necesita conocer el número de canastillas que requiere cada proveedor para que pueda realizar sin problemas sus entregas de mercancía.

6. Análisis de la cantidad de canastillas requeridas

Para determinar la cantidad de canastillas requeridas se debe tener en cuenta la cantidad de producto que entrega cada proveedor, el destino de dicha mercancía, los tiempos de ida y vuelta, los días de retorno obtenidos en el ejercicio anterior y la frecuencia con que realiza las entregas. Con esta información se procedió a desarrollar un modelo de simulación en Extend, representado en la figura 1.

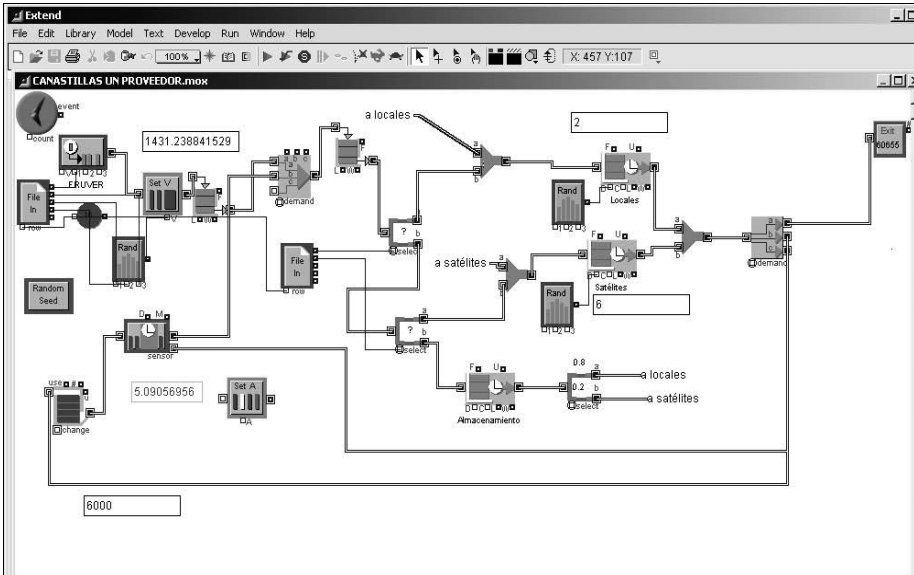


Figura 1. Modelo de simulación para determinar cantidad de canastillas requeridas

Este modelo realiza 15 corridas de dos meses cada una con la siguiente información:

- Frecuencia de entrega para 18 productos.
- Distribución triangular con las cantidades máxima, mínima y más probable de canastillas entregadas por el proveedor por producto.
- Cantidad de canastillas que van hacia la Costa, hacia los almacenes locales y para almacenamiento por producto.

- La distribución de probabilidad para los retornos de las canastillas según vayan para la Costa o para los almacenes locales (obtenida del ejercicio anterior).
- Se midió el ciclo de retorno promedio por producto.

Como se puede apreciar en las tablas 5 y 6, los 18 proveedores seleccionados en la muestra tienen diferentes productos que se distribuyen en diferentes porcentajes según el destino (almacenes locales, almacenes satélite y almacenamiento temporal).

Tabla 5. Detalle de proveedores, productos y tiempo entre llegadas con los respectivos volúmenes de canastillas

PROVEEDOR	PRODUCTO	Tiempo entre llegadas	CANASTILLAS POR ENTREGA		
			Promedio	Mínimo	Máximo
Proveedor 1	Plátano verde	2	350	300	450
Proveedor 2	Plátano verde	6	450	400	500
Proveedor 3	Plátano verde	3	350	300	450
Proveedor 4	Plátano verde	3	150	100	250
Proveedor 5	Plátano verde	2	350	300	450
Proveedor 6	Plátano verde	2	200	150	350
Proveedor 7	Plátano verde	1	120	100	200
Proveedor 8	Banano criollo	3	800	700	950
Proveedor 9	Papa	3	450	380	580
Proveedor 10	Papa	3	300	220	350
Proveedor 11	Papa	3	300	220	350
Proveedor 12	Papa	3	450	400	550
Proveedor 13	Papa	3	500	400	570
Proveedor 14	Lechuga	3	200	140	300
Proveedor 15	Lechuga	3	220	180	320
Proveedor 16	Lechuga	1	400	350	550
Proveedor 17	Tomate	1	1000	900	1500
Proveedor 18	Lulo	3	200	150	300

Tabla 6. Detalle de proveedores, productos y porcentaje en la distribución de la mercancía según el destino final

PROVEEDOR	PRODUCTO	% POR DESTINO		
		Local	Satélite	Almacenamiento
Proveedor 1	Plátano verde	35	10	55
Proveedor 2	Plátano verde	35	10	55
Proveedor 3	Plátano verde	35	10	55
Proveedor 4	Plátano verde	35	10	55
Proveedor 5	Plátano verde	35	10	55
Proveedor 6	Plátano verde	35	10	55
Proveedor 7	Plátano verde	35	10	55
Proveedor 8	Banano criollo	35	20	45
Proveedor 9	Papa	56	24	20
Proveedor 10	Papa	56	24	20
Proveedor 11	Papa	56	24	20
Proveedor 12	Papa	56	24	20
Proveedor 13	Papa	56	24	20
Proveedor 14	Lechuga	80	00	20
Proveedor 15	Lechuga	80	00	20
Proveedor 16	Lechuga	70	05	25
Proveedor 17	Tomate	65	20	15
Proveedor 18	Lulo	70	20	10

Los productos se seleccionaron teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Productos de gran volumen, poco perecederos con manejo especial, cuyas canastillas retornan en forma

lenta (papa, plátano, banano, tomate).

- Productos de gran volumen, muy perecederos, sin manejo especial, cuyas canastillas retornan en forma ágil (hortalizas de hoja y lechugas, lulo).

Los proveedores se seleccionaron teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Proveedores que tienen mayores dificultades en el retorno, debido a que su producto necesariamente debe tener un almacenamiento prolongado.
- Proveedores que han sido reacios a la adquisición de canastillas y para los cuales, dado el modelo de simulación ejecutado, se pretende tener un mayor poder de convencimiento a fin de que mejoren su logística en este aspecto.
- Proveedores cuyos tiempos de entrega son superiores a dos horas, debido principalmente a la falta de canastillas.

7. Resultados

Para determinar el número de canastillas requerido por cada proveedor se realizaron los siguientes pasos:

- 1) Simulación de los 18 productos, teniendo en cuenta el volumen, la frecuencia de entregas, los destinos de la mercancía para obtener

el ciclo de retorno promedio de las canastillas por producto (tabla 7).

- 2) Aplicación de la ley de Little para determinar el número de canastillas (producto en proceso) requeridas para garantizar la estabilidad del abastecimiento.

Tabla 7. Resultado de los días promedio en el retorno de canastillas por proveedor

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO PROVEEDORES
% Error	1%
% Confianza	99%
z	2,33
Media	5,60
Desviación típica	0,04

PROVEEDOR	DÍAS PROMEDIO DE RETORNO CANASTILLAS	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RETORNO DE CANASTILLAS
1	5,604	0,044
2	5,631	0,045
3	5,603	0,041
4	5,630	0,061
5	5,597	0,022
6	5,613	0,042
7	5,593	0,033
8	5,840	0,033
9	5,414	0,042
10	5,402	0,043
11	5,420	0,035
12	5,414	0,033
13	5,415	0,041
14	4,314	0,056
15	4,290	0,057
16	4,656	0,021
17	5,096	0,014
18	4,969	0,046

Se puede apreciar, entonces, que los proveedores que tienen ciclos más largos son aquellos que entregan productos como plátano, banano y papa, y los proveedores de ciclo más cortos entregan hortalizas de hoja, lechugas y lulo. Esta variación en la longitud de los ciclos de retorno promedio radica principalmente

te en el porcentaje de distribución de producto, es decir, a medida que más porcentaje del producto viaje para los almacenes de la Costa, más largos serán los ciclos de retorno promedio.

Sin embargo, tener el ciclo de retorno promedio de las canastillas no es suficiente para conocer el número de canastillas que cada proveedor necesita, puesto que no parece lógico que un proveedor que entrega diariamente y tiene un ciclo de retorno de 6 días, requiera exactamente el mismo número de canastillas de un proveedor que entrega una vez en la semana, pero tiene igual ciclo de retorno.

Para aclarar este problema, se aplicó la ley de Little así:

$$CT = \frac{WIP}{TH} \text{ o el equivalente utilizado en este ejercicio: } NCO = (Pcp/tLL) \times Rm$$

- NCO: número de canastillas óptimo del proveedor, WIP que requiere el sistema para no tener paros.
- Pcp: ciclo de retorno promedio en días por producto, es decir, lo que se demora todo el proceso para una unidad, el CT.
- tLL: tiempo entre llegadas de cada proveedor.
- Rm: rango máximo de canastillas por entrega. El cociente Rm/tLL representa el TH, es decir, el número de unidades que entrega el proveedor en un tiempo determinado.

Si se desea maximizar el TH dado cuando el almacén se encuentra en temporada alta, el WIP debe aumentar, manteniendo el CT constante. Si se disminuye el CT, el WIP debe disminuir si se mantiene en TH constante.

Tabla 8. Cálculo óptimo de canastillas que debe tener un proveedor para cumplir con sus entregas

PROVEEDOR	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	NÚMERO PROMEDIO DE CANASTILLAS	NÚMERO MÁXIMO DE CANASTILLAS
1	2	981	1261
2	6	422	469
3	3	654	840
4	3	282	469
5	2	980	1259
6	2	561	982
7	1	671	1119
8	3	1557	1849
9	3	812	1047
10	3	540	630
11	3	542	632
12	3	812	993
13	3	902	1029
14	3	288	431
15	3	315	458
16	1	1862	2561
17	1	5096	7644
18	3	331	497

Para validar este cálculo, se ingresó el WIP como un “recurso” para alimentar el inventario de canastillas durante la simulación. Este inventario de canastillas evitó que la simulación presentara cola de mercancía durante las corridas, lo que significa que no hubo escasez de

ellas. La tabla 8 muestra el número promedio y máximo por proveedor.

El cálculo del inventario teórico máximo se debe comparar con el inventario de canastillas que los proveedores tienen en el momento.

Tabla 9. Inventario actual de canastillas y canastillas necesarias, según el resultado de la simulación

PROVEEDOR	PRODUCTO	Inventario Actual de Canastillas	Canastillas Necesarias según Investigación	Canastillas a Comprar
Proveedor 1	Plátano verde	800	1.261	461
Proveedor 2	Plátano verde	350	469	119
Proveedor 3	Plátano verde	500	840	340
Proveedor 4	Plátano verde	300	469	169
Proveedor 5	Plátano verde	1.000	1.259	259
Proveedor 6	Plátano verde	500	982	482
Proveedor 7	Plátano verde	700	1.119	419
Proveedor 8	Banano criollo	0	1.849	1.849
Proveedor 9	Papa	500	1.047	547
Proveedor 10	Papa	500	630	130
Proveedor 11	Papa	500	632	132
Proveedor 12	Papa	600	993	393
Proveedor 13	Papa	800	1.029	229
Proveedor 14	Lechuga	100	431	331
Proveedor 15	Lechuga	350	456	106
Proveedor 16	Lechuga	2.000	2.561	561
Proveedor 17	Tomate	6.500	7.644	1.144
Proveedor 18	Lulo	200	497	297
TOTAL		16.200	24.168	7.968

Cuando se compara el dato del inventario actual de canastillas que tienen los proveedores para abastecer la cadena de almacenes contra los resultados de la simulación, se observa que todos los proveedores deben hacer más inversión en canastillas. Según los cálculos efectuados, los 18 proveedores deben comprar 7.968 canastillas para realizar sus entregas sin contratiempos (tabla 9).

Sin embargo, el 80% de los proveedores que se encuentran en la muestra consideran que con las canastillas actuales

pueden abastecer la demanda de la cadena de almacenes sin problemas. Argumentan que los problemas en la rotación tan lenta se deben mejorar.

Ellos en parte tienen razón. Aunque la Gerencia de Logística junto con el personal de Operaciones ha trabajado conjuntamente para lograr que los retornos hayan mejorado muchísimo y los almacenes han tomado cada vez más conciencia en el retorno oportuno, todavía queda mucho por mejorar.

8. Conclusiones y recomendaciones

El ciclo de retorno de canastillas depende de la forma como están distribuidos sus porcentajes por destino: almacenamiento, directo a almacén local o directo a almacén satélite. No depende del tiempo entre llegadas del proveedor. Adicionalmente, cuando el porcentaje de canastillas que tienen como destino los almacenes locales es mayor, los ciclos de retorno mejoran ostensiblemente.

El número ideal de canastillas que debe tener cada proveedor depende tanto del ciclo de retorno, como de la frecuencia de las entregas y los volúmenes de producto.

Los proveedores deben comprar canastillas de acuerdo con los resultados del modelo de control de producción CONWIP, con el fin de realizar sus entregas en forma oportuna. Adicionalmente, los proveedores deben garantizarle a la cadena de almacenes que las canastillas adquiridas para poder responder a las entregas de frutas y verduras deben ser exclusivas para el uso del CEDI. No garantizar esta exclusividad mantendría el problema de las canastillas agotadas.

Para tener un ciclo ideal de canastillas, es necesario intervenir el proceso actual de pedidos en los almacenes. Algunos almacenes tienen excesos de mercancía la cual debe almacenarse en canastillas, lo que incrementa el ciclo de retorno y

desvirtúa el proceso ideal de la logística inversa.

Se deben realizar alianzas estratégicas con los proveedores para unificar las normas, políticas y procedimientos para el manejo de canastillas. De igual forma se debe invitar al Estado, particularmente al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y a los organismos de seguridad, para que apoyen dichas alianzas y se elimine de raíz el problema del mercado negro de canastillas.

El punto anterior es una excelente garantía y tarjeta de presentación para que los proveedores no sientan temor de realizar inversiones en este rubro tan importante, para poder realizar sus entregas con efectividad.

Bibliografía

- ALMACENES DE CADENA MEDELLÍN. Guía para el transporte y distribución de productos perecederos., Septiembre de 2004. 59 p.
- . Kárdex de canastillas de almacenes y proveedores. Año 2003-2006.
- . Inventarios nacionales de canastillas, resultados en la planta de FRUVER Medellín para la Zona 1. Medellín, febrero de 2005.
- . Manual de manejo de frutas y hortalizas, octubre de 2002. 83 p.
- DIAZ, Adenso. Logística inversa y medio ambiente: aspectos estratégicos operativos. McGraw-Hill. España, 2004. pp. 43-63.
- EPPEN, G. D.; GOULD, F.; SCHMIDT, C. P.; MOORE, J. H. y WEATHERFORD, L. R. Investigación de operaciones en la ciencia administrativa. 5a. ed. Prentice Hall. México, 2000. pp. 450-550.
- GROSFELD-NIR, Abraham; MAGAZINE, Michael and VANBERKEL, Andrew. Push and pull strategies for controlling multistage production systems.

- En: *International Journal of Production Research*. Vol. 38, 2000. pp. 2361-2375.
- HANSEN, Gregory A. *Automatización, reingeniería en los procesos de negocios a través de la simulación*. Prentice Hall, México, 1998. pp. 108-125.
- HOPP, Wallace J. and SPEARMAN, Mark L. *Factory physics. Foundations of manufacturing management*. Boston: McGraw-Hill, 1996. 668 p.
- HUANG, Min; WANG, Dingwei and IP W. H. A simulation and comparative study of the CONWIP, Kanban and MRP production systems in a cold rolling plant. En: *Production planning and Control*. Vol. 9, 1998, pp. 803-812.
- IAC. *Funciones de los empaques reutilizables*. Bogotá, 2002.
- IAC. *Manejo de empaques reutilizables*. Bogotá, 2003.
- IMBOCAR S.A. *Soluciones logísticas. Logística de reversa para Almacenes Éxito S. A.* Medellín, 2005.
- JIMÉNEZ, Alejandro. *Logística empresarial*. Medellín, Almacenes Éxito S. A. 1996.
- MALONEY, David. *The ultimate returns center*. En: *Modern Materials Handling*, 2002.
- MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL DE COLOMBIA. Decreto 3075 del 23 de diciembre de 1997.
- NTC 4869 *Alimentos refrigerados y congelados. Almacenamiento, transporte, distribución y exhibición y venta*. Actualización 200-09-27.
- PULGARIN, Bernardo. *Simulación empresarial, enfoque empresarial*. EIA. Medellín, 2004. pp. 38-120
- SPEARMAN, Mark L., WOODRUFF, D. L. and HOPP, Wallace, J. CONWIP: a pull alternative to Kanban. En: *International Journal of Production Research*. Vol. 28. 1990, pp. 879-894.
- USDA. *Pautas de inocuidad y seguridad para el transporte y la distribución de carne, aves y productos de huevo*, agosto de 2003.
- VASCO MESA, Johnny Alejandro y DIEZ MONTOYA, Juan Felipe. *Evaluación de ciclos de retorno en canastillas para el manejo de frutas y verduras para el centro de distribución de Almacenes Éxito en Medellín*. Escuela de Ingeniería de Antioquia. Medellín, 2005. 150 p.
- VILLEGAS RAMÍREZ, Juan Guillermo y URIBE CADAVID, Diana Cecilia. *Uso de la simulación para la evaluación y comparación de los sistemas de control de producción DBR y CONWIP*. Universidad EAFIT. Medellín, 2001. 118 p.
- ZAPATA, Julián. *Modelos operativos para la utilización de contenedores reutilizables*. Medellín, IAC - Almacenes Éxito S. A. 2001.
- Logistpilot.com www.logistpilot.com, agosto 2005.
- Poscosecha.com www.poscosecha.com, julio 2005.