

Consecuencias del Efecto Bullwhip al implementar la estructura Vendor Managed Inventory

Nelson Rodríguez Cifuentes

Universidad Distrital, Bogotá, Colombia, njrodriguez@udistrital.edu.co

Jairo Soriano Méndez

Universidad Distrital, Bogotá, Colombia, josoriano@udistrital.edu.co

Javier Orjuela

Universidad Distrital, Bogotá, Colombia, jaorjuelac@unal.edu.co

ABSTRACT

Information Technologies have dramatically changed the traditional definitions of manufacturer, suppliers and customers. Latest approaches to supply chain management attempt to organize the supply chain structure as a network of cooperating agents that work together in order to reduce Bullwhip Effect. The Bullwhip effect is one of the main causes of instability in the management demand process along the Supply Chain. *Vendor Managed Inventory (VMI)* is a centralized management structure that provide a link between suppliers and customers which enables faster and less complex transactions as well as aid to reducing uncertainty. This paper is focused to compare the performance of two different alternative structures namely VMI Supply Chain and Traditional Supply chain in order to evaluate its impact on the "Bullwhip Effect".

Keywords: Supply Chain Management, VMI, Bullwhip Effect

RESUMEN

Las Tecnologías de la Información han cambiado drásticamente las definiciones tradicionales de fabricantes, proveedores y clientes. En los trabajos más recientes, sobre la gestión de la cadena de abastecimiento se intenta organizar la estructura de la cadena de abastecimiento como una red de agentes cooperantes que trabajan en conjunto con el fin de reducir el efecto látigo. El efecto látigo es una de las principales causas de inestabilidad en el proceso de gestión de la demanda a lo largo de la cadena de abastecimiento. *Vendor Managed Inventory (VMI)* es una estructura de gestión centralizada que proporciona un vínculo entre proveedores y clientes, el cual permite realizar transacciones más rápidas y menos complejas, en tanto que ayuda a reducir la incertidumbre. Este trabajo está enfocado a comparar el rendimiento de dos estructuras alternativas diferentes a saber, La Cadena de Abastecimiento VMI y Cadena de Abastecimiento Tradicional a fin de evaluar su impacto sobre el "Efecto Látigo".

Palabras clave: Gestión de la Cadena de Suministro, VMI, Efecto Látigo

1. INTRODUCCION

La cadena de abastecimiento es un tema de fundamental importancia en la actualidad para cualquier organización que busca un sistema que pueda manejar el flujo de la información y de los materiales, desde los proveedores hasta el punto de consumo del producto o servicio y viceversa. De esta manera, el encontrar la estructura de gestión de la cadena de abastecimiento permitirá realizar un mejor desarrollo de eficiencias globales en los sistemas de producción. Una cadena de abastecimiento optimizada, supone mejoras de eficiencia que pueden reducir las rupturas de inventario, ahorrar costos de transporte y otros gastos de distribución, acelerar el

flujo de caja y mejorar los tiempos de respuesta a la demanda del cliente. Sin embargo, la complejidad en la gestión se incrementa continuamente debido a los efectos que generan fenómenos como la globalización, la apertura de mercados, el incremento en la diversificación de productos y referencias, la producción y distribución de productos con altos estándares de calidad, y la masificación del acceso a la información. Por esta razón la utilización de modelos de gestión colaborativos como el VMI constituyen una herramienta eficaz que permite a las compañías asociadas establecer acuerdos de servicio que se ajusten en mayor medida con los objetivos globales del sistema de abastecimiento.

2. EL EFECTO LÁTIGO COMO PRUEBA DE LA CAPACIDAD DEL ESQUEMA DE GESTIÓN VMI

Un mecanismo importante para la coordinación de actividades dentro de la cadena de abastecimientos es el flujo de información entre los miembros de la misma. Estos flujos de información tienen un impacto directo en la programación de la producción, control de inventarios y planes de entrega de los miembros individuales en la cadena de abastecimiento. Adicionalmente con el objetivo de poder compartir o intercambiar información de manera automática, mediante algún tipo de sistema de información y comunicación, se requiere de una inversión financiera sustancial que las empresas asociadas desean compartir equitativamente de la misma manera que compartirán los beneficios (Towill y Naim, 1993). La inversión financiera compartida entre las empresas beneficiadas finalmente pocas veces se da y esto es básicamente por la presión que ejercen los clientes sobre sus proveedores, de manera que, generalmente es un proveedor grande quien asume el costo financiero y sus clientes los beneficiados. Respecto al tema de la implementación de sistemas de información, (Clark y Hammond, 1997) infieren que en gran parte en la experiencia VMI hasta la fecha, el análisis costo-beneficio indica que el proveedor asume el costo de la ejecución, pero el cliente obtiene el beneficio.

El hecho de compartir información y trabajar con el cliente ayuda a reducir la incertidumbre en la cadena de abastecimiento y esto a su vez hace posible el desarrollo de operaciones de reabastecimiento sencillas y confiables. Una revisión cuidadosa del estudio de casos reportados (Buxey, 2001) sugiere que en general la estrategia de producción seleccionada es la más simple y robusta posible capaz de satisfacer los requisitos. La estrategia VMI tiene cualidades que se acoplan a lo requerido en este escenario y puede ser una estructura de gestión útil para mejorar la eficiencia global de una determinada cadena productiva. En un estudio de caso realizado para la cadena productiva de las flores se observa que VMI puede ser una propuesta de mejora para la gestión de la cadena (Echeverría, 2012) y su implementación brinda las herramientas para reducir excesos de inventario de materiales que hacen parte del producto. Estos excesos de inventario en los eslabones de una cadena de abastecimiento se conocen como Efecto Látigo o *Bullwhip*.

Se ha determinado en distintos trabajos (Disney y Towill, 2003) que el efecto látigo se puede usar como una medida del rendimiento de un sistema de abastecimiento debido a que es una métrica transparente y fácilmente identificable que se puede utilizar para establecer si el curso de una acción ha sido beneficioso para el sistema. Según lo expuesto por (Chen et al., 2000), es posible proponer un indicador del efecto látigo como ratio para medir la distorsión de las órdenes de reaprovisionamiento o fabricación dependiendo del nivel de la cadena que se considere. Este tipo de indicador es similar al manejo cuando se habla de cambiar estructuralmente un sistema y se mide su desempeño mediante el uso de tiempo transcurrido como una métrica independiente y sin ambigüedades, que usualmente es utilizado para la evaluación de los procesos de programas de reingeniería (Thomas, 1990; Stalk y Hout, 1990). Bajo este contexto se puede concluir que la medición del efecto látigo es una métrica válida para la percepción del impacto de VMI, para tenerse en cuenta en las negociaciones de clientes-proveedores y para evidenciar el desempeño del subsecuente rediseño del sistema de abastecimiento. De este modo la medida del Efecto Látigo es lo suficientemente simple y robusta (Buxey, 2001) para satisfacer la necesidad de sustentar la estrategia VMI en torno a reglas de aprobación, en tanto que se evidencia la reducción de los costos asociados a la cadena de abastecimiento (Metters, 1997).

3. CADENA DE ABASTECIMIENTO TRADICIONAL Y EL EFECTO LÁTIGO

Una cadena de abastecimiento es un sistema que consta de proveedores, materiales, instalaciones de producción, servicios de distribución y clientes que están unidos entre sí a través flujo de materiales (entregas) y un flujo de

información (órdenes) (Stevens, 1989). El efecto látigo se evidencia en la amplificación de la variabilidad de las órdenes de pedido en cada eslabón de la cadena de abastecimiento: del minorista al distribuidor, del distribuidor al fabricante y del fabricante a los proveedores (Chopra y Meindl, 2003). El efecto látigo consiste en una amplificación de la demanda desde el consumidor al productor o fabricante, ya que la información de la demanda pasa a través de la cadena de abastecimiento (Chatfield et al., 2004). El fenómeno se muestra en la Figura 1.

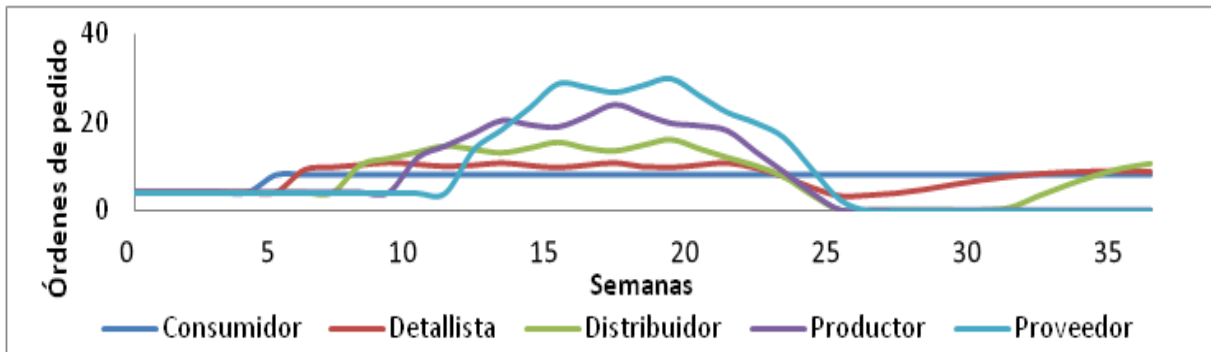


Figura 1: El Efecto Látigo (órdenes de pedido/semanas)

El efecto látigo tiene una serie de consecuencias desfavorables en el funcionamiento de una cadena de abastecimiento. Esto debido a que por la alta varianza de la demanda se requieren más stocks de seguridad y por consiguiente más inversión, una capacidad de producción adicional, y un mayor espacio de almacenamiento.

Como se observa en la figura 2, en una cadena de abastecimiento tradicional cada "actor" es responsable de su propio control de inventario y de las actividades de producción o distribución de pedidos. Una característica fundamental y el problema que los actores en una cadena de abastecimiento tradicional (por ejemplo, detallistas, distribuidores, fabricantes de productos, proveedores de materias primas) deben resolver es que tanto ordenar al sistema de producción (o a los proveedores) con el fin de que permita a un eslabón determinado de la cadena de abastecimiento satisfacer las demandas de sus clientes. Este es un problema que puede asumirse como de control de la producción o de control de inventario pero que finalmente está relacionado con la falta de información y de planes coordinados para hacer una correcta planeación de la generación de órdenes de pedido.

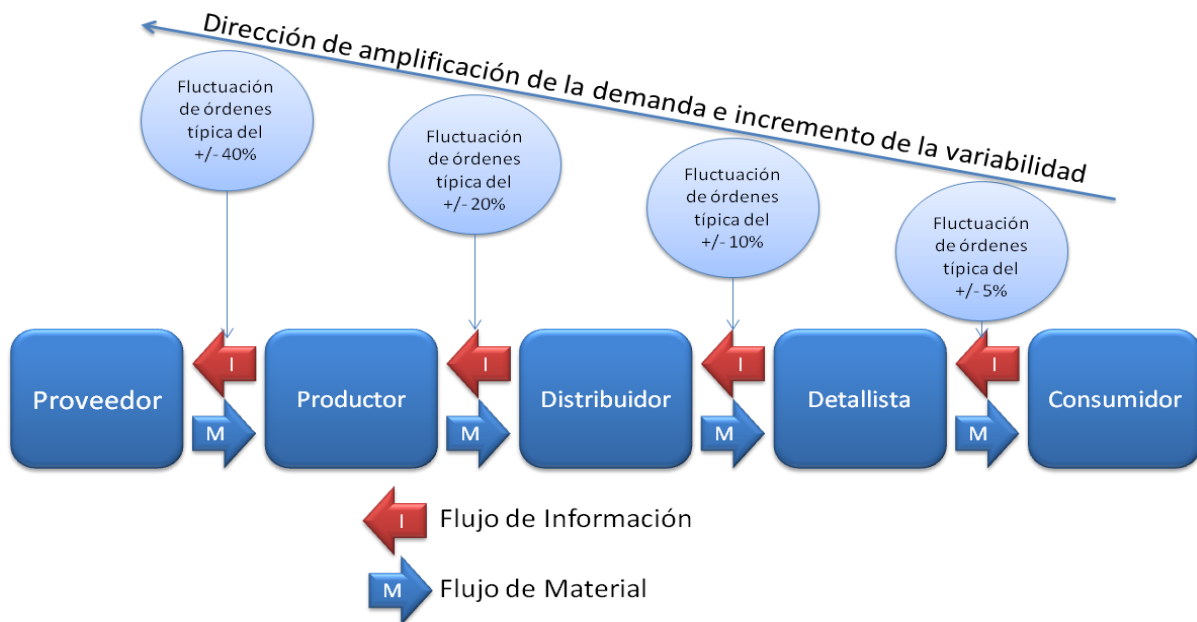


Figura 2: Cadena de Abastecimiento Tradicional (a partir de Disney & Towill, 2003a)

Lee et al. (1997a, b) indica que hay cinco causas fundamentales del efecto látigo: los tiempos de entrega no son cero, el procesamiento de la señal de demanda (distorsión de la demanda respecto de las ventas), las variaciones de precio (promociones en las ventas), el racionamiento y escasez de productos terminados y el procesamiento de órdenes de pedido por lotes. Cada una de las causas fundamentales que actúan como fuentes del efecto látigo puede impactarse a través de la inserción de la estructura de gestión VMI de manera que se pueda reducir la generación del efecto látigo. Esto debe evidenciarse en la reducción de las inversiones en Inventario a lo largo de la Cadena de Abastecimiento, para atender la variabilidad de la Demanda; en el aumento de los niveles de Servicio, por la mejora en la disponibilidad de productos; en la capacidad suficiente en planta y calendarios de fabricación estables; y en la reducción en los costos de almacenamiento y transporte (Holström, 2003; Disney, 2003).

4. CADENA DE ABASTECIMIENTO VMI Y SU IMPACTO SOBRE EL EFECTO LÁTIGO

Con la estructura de gestión VMI, el proveedor controla el nivel de inventario del comprador, para así asegurar que los niveles predeterminados de servicio al cliente se mantienen. En esta relación, el proveedor toma las decisiones de reabastecimiento para el comprador, despachando una cantidad de producto que puede ser fija o variable. El reabastecimiento se produce cuando el nivel de existencias del comprador llega a un nivel especificado, basado tanto en la demanda promedio durante el tiempo de transporte de la entrega como en el nivel de existencias de seguridad para cubrir las variaciones de la demanda. En consecuencia, no hay paso de órdenes entre las dos compañías. Para que VMI tenga éxito es necesario que entre ambas partes se transfiera una gran cantidad de información, en particular los datos relacionados con las ventas de los usuarios finales y los niveles de inventario del comprador. En la Figura 3 se puede encontrar un diagrama de una cadena de Abastecimiento VMI.

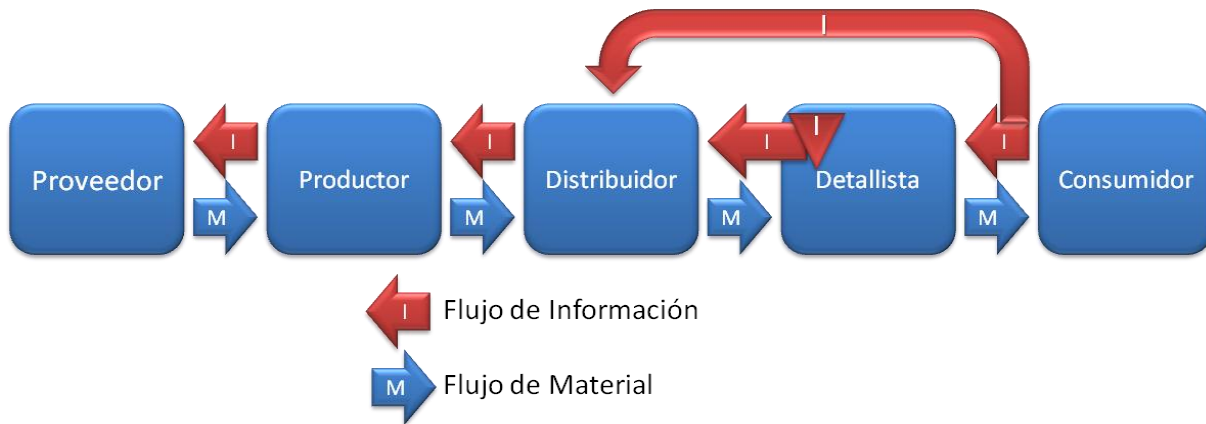


Figura 3: Cadena de Abastecimiento VMI (a partir de Disney & Towill, 2003a)

El triángulo en el punto de venta o detallista (ver figura 3) representa el almacén de este último. Del almacén parte hacia el distribuidor la información sobre el estado del mismo en cada periodo. A diferencia de las cadenas tradicionales modeladas (ver figura 2), se ha simulado un proceso colaborativo entre dos niveles de la cadena, en este caso entre el Detallista (o Punto de Venta Minorista) y Distribuidor (o Mayorista). La política de reabastecimiento utilizada por el distribuidor para atender la demanda del detallista, mediante esta estructura de gestión colaborativa, es la *Order Up to level (S,s)* (Disney et al, 2003). Al utilizar esta política de control de inventario las órdenes de reabastecimiento se ejecutan con la intención de llevar el estado del inventario a un nivel *S*, siempre que éste se alcance o esté por debajo del punto de pedido *s*. Se ha denominado de esta forma, porque cuando el nivel inventario alcanza una cantidad definida previamente se lanza el pedido de reabastecimiento o

fabricación. Los parámetros como el nivel de inventario S , necesarios para realizar la simulación, se tomaron con base en el modelado aproximado presentado en (Sterman, 1989).

Con la implementación del modelo de gestión VMI se puede corroborar que el acceso al estado de inventario por parte de los proveedores y compradores contribuye a bajar el inventario total de la cadena. Esto significa que si los distribuidores pueden tener visibilidad del inventario de sus productos en tiendas y almacenes del detallista, podrán realizar una mejor gestión sobre éstos, mejorando la reposición hacia los almacenes y, principalmente, hacia las tiendas. Esto último generará beneficios para el proveedor y su comprador, evitando las roturas de *stock* y mejorando la demanda enviada por este último.

Para (Pires, 2004), la Tabla 1 sintetiza los resultados de una simulación ejecutada, donde se reportan los principales impactos de VMI en las causas del efecto látigo. Dos situaciones se comparan: la cadena de abastecimiento tradicional y la misma cadena con la estructura de VMI.

Tabla 1: Impacto de VMI en las causas del Efecto Látigo

Causa	Cadena de Abastecimiento Tradicional	Cadena de Abastecimiento con la estructura VMI
Actualización del Pronóstico de la Demanda	Se puede reducir sólo con costos de abastecimiento dos veces más grandes.	En un sistema bien proyectado es fácil reducir esta causa en la cadena productiva por el nivel del efecto en solo dos eslabones consecutivos.
Escasez de Producto	Puede proporcionar una contribución significativa al efecto látigo.	Puede ser completamente prevenido mediante el uso de VMI debido al cambio en la naturaleza de las relaciones en la cadena.
Procesamiento de ordenes por lotes	Este puede proporcionar una contribución significativa al efecto látigo. Sin embargo este puede reducirse si las entregas ocurren constantemente y si el tamaño del lote es variable.	Se puede prevenir completamente mediante el uso de VMI debido a la estructura del flujo de información.
Fluctuaciones de Precio	Requiere incrementos considerables de capacidad para proporcionar mejoras en el nivel de servicio del cliente.	Este requiere baja capacidad para responder a un requerimiento de incremento en el nivel de servicio del cliente.

Fuente: Pires (2004) adaptado de Disney & Towill (2003)

En la industria, la aplicación práctica de VMI evoluciona a lo que actualmente se llama *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR)* (Campuzano et al, 2010). Básicamente *CPFR* consiste en una técnica colaborativa en la que los integrantes de la cadena realizan un intercambio de información, compartiéndola y discutiéndola inicialmente para poder planificar mejor el servicio al cliente final. A partir de este trabajo en común, se realiza el reabastecimiento de productos, no sólo en función de los históricos de ventas suministrados por el minorista, sino que adicionalmente se suman las previsiones de demanda y la planificación de promociones, que en el caso de productos de consumo masivo son muy importantes, ya que la demanda crece o disminuye abruptamente con la aparición o desaparición de una promoción, generando la mayoría de las veces las indeseables roturas de stock. Tanto en VMI como en su evolución a *CPFR* es clave la oportunidad de la información, es decir, deben acordarse los momentos en los que se actualizarán los inventarios y los momentos en los que se compartirá esta información.

5. COMPARATIVA DE RENDIMIENTO ENTRE MODELO TRADICIONAL Y VMI

A fin de medir la eficacia de cada uno de los niveles de que constan los diferentes escenarios simulados, se han introducido en el modelo diferentes variables que permiten analizar el proceso de gestión de demanda desde el detallista hasta el productor del bien o servicio. Estas variables están basadas en el modelado aproximado presentado en (Sterman, 1989) y en la definición expuesta por (Campuzano et al, 2008). Estas variables corresponden a los niveles de servicio alcanzados en cada nivel y los costos producidos por almacenaje, pedidos y stockout (pedidos pendientes por agotados). Adicionalmente de conformidad con lo expuesto por (Chen et al, 2000a y 2000b), se puede medir la distorsión de las órdenes de pedido para reaprovisionamiento o fabricación (dependiendo del nivel de la cadena considerado) con respecto a la demanda del cliente final, mediante el siguiente indicador (1):

$$Látigo = \frac{\text{Varianza (órdenes)}/\text{Media(órdenes)}}{\text{Varianza (Demanda)}/\text{Media(Demanda)}}$$

$$Látigo = \frac{\sigma_o/\mu_o}{\sigma_D/\mu_D} \cong \frac{\sigma_o}{\sigma_D} \quad (1)$$

Nótese que la media puede llegar a eliminarse siempre que se cumpla con la condición de que se trabajen distribuciones idénticamente distribuidas.

En este trabajo se ha modelado el proceso de gestión de demanda de las cadenas de abastecimiento tradicional y VMI, a fin de comprobar el efecto que produce la estrategia VMI implementada entre dos eslabones de la cadena, tanto en el Efecto Látigo como en los costos y niveles de servicio asociados al proceso de gestión de demanda.

A continuación se mostrarán algunos resultados obtenidos en las simulaciones realizadas para el modelo creado. Los valores de las variables y de los diferentes parámetros utilizados no obedecen a un caso real medido, sino que se toman sus valores con base en (Sterman, 1989) los siguientes:

- El patrón de demanda elegido corresponde a un escalón unitario de 4 a 8 en la semana 5. La simulación se realizó durante un periodo de 104 semanas (suficiente para que el modelo se estabilice).
- El nivel de inventario inicial para cada eslabón es de 12 unidades.
- La capacidad del productor del bien es de 70 unidades semanales.
- El tiempo de suministro del distribuidor al detallista es de 3 semanas (1 semana en colocación de la orden y 2 en transporte) y el tiempo de suministro del productor del bien comercializado al distribuidor es de 3 semanas (1 semana en producción y 2 semanas en transporte). A su vez el tiempo de suministro del fabricante al productor del bien es también 3 semanas. Estos tiempos se suponen constantes para cada pedido recibido, excepto en el caso de *stockout*.
- El factor nivel de servicio K para cada nivel es igual a 2.
- El factor de ajuste de las previsiones es 4, con el peso de la previsión mas reciente de $\alpha = 0,25$ y la fracción de la línea de suministro tomada en cuenta en las previsiones de $\beta = 0,33$. Esto para todos los eslabones.
- Para el cálculo de los costes producidos por almacenamiento, stockout o pedido
- (costes de inventario) se han definido los siguientes:
- Costo por almacenamiento: 0,5 unidades monetarias/unidad almacenada.
- Costo por agotados: 1 unidad monetaria/unidad pedido agotado.
- Costo pedido: 0,5 unidades monetarias/órdenes de pedido realizadas.

Los costos de almacenamiento de los niveles del distribuidor y del productor del bien serán superiores a los obtenidos por el detallista. De esta manera, el efecto Látigo alcanza los mayores valores en el nivel del productor del bien comercializado (o fabricante), lo que repercutirá en unos mayores costos de almacenamiento, al recibir éste órdenes de reabastecimiento magnificadas por parte del distribuidor respecto de la demanda del cliente final a

causa de los tiempos de suministro y de los errores en las previsiones de los niveles situados aguas abajo (ver Figura 4, derecha). Como puede observarse en la Figura 4, para la totalidad de los niveles de la cadena de abastecimiento modelada, los costos de almacenamiento han resultado ser los más importantes dentro de los costos totales, dado el escaso valor que se le ha dado a los costos por agotados (stockout) o pedido. El comportamiento de acumulación de órdenes de pedido y de inventarios para cada eslabón se puede observar en la figura 5. Se modela bajo el supuesto de que el proveedor de insumos y materia prima abastece órdenes de pedido en la misma medida de unidades requeridas de producto desarrollado por el productor de bienes y servicios. Es decir, por cada unidad de producto se requiere una unidad de material suministrado por el proveedor.

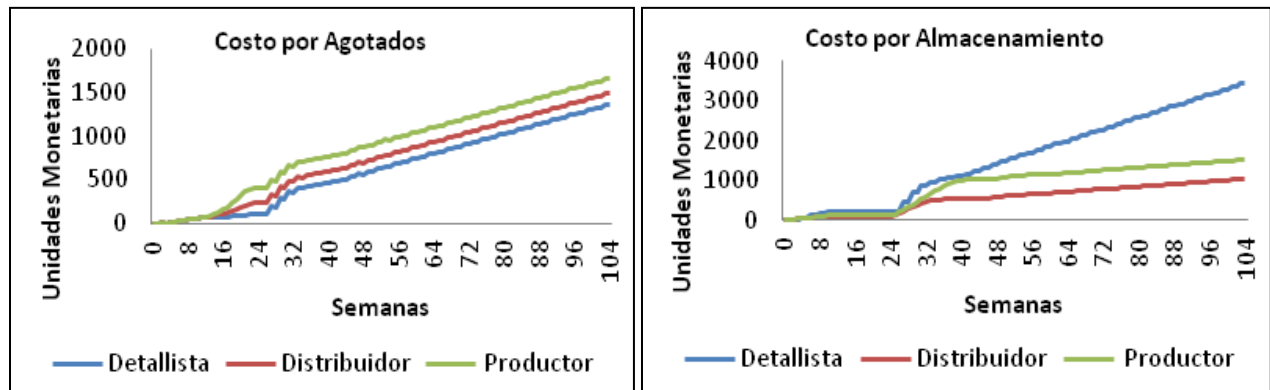


Figura 4: Costos por Agotados y Almacenamiento para Eslabones de Producción, Distribución y Venta al Detalle del Bien Comercializado en la Cadena de Abastecimiento Tradicional.

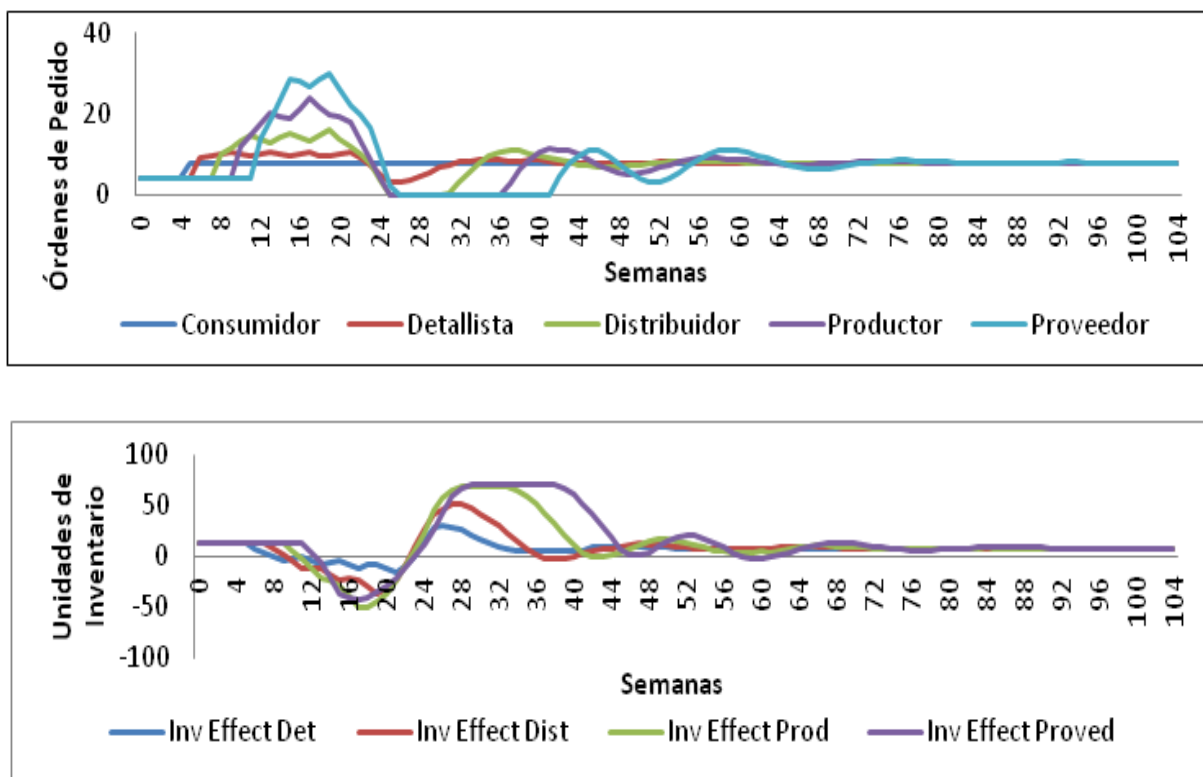


Figura 5: Órdenes de Pedido e Inventario en la Cadena de Abastecimiento Tradicional.

En la cadena de abastecimiento VMI se impacta la generación del efecto látigo de manera que con respecto a la cadena tradicional se consigue mejorar los niveles de inventario y reducir pedidos pendientes. Esto se logra al minimizar el tiempo de abastecimiento mediante la eliminación de la colocación de órdenes de pedido entre eslabones. Tanto los tiempos de abastecimiento como las previsiones asociadas a la colocación de órdenes del nivel detallista desaparecen, lo que origina que el efecto látigo se reduzca, tanto en el nivel del distribuidor como en el productor del bien o servicio, con respecto a los valores ofrecidos en estos niveles para la cadena de abastecimiento tradicional (ver Figura 6).

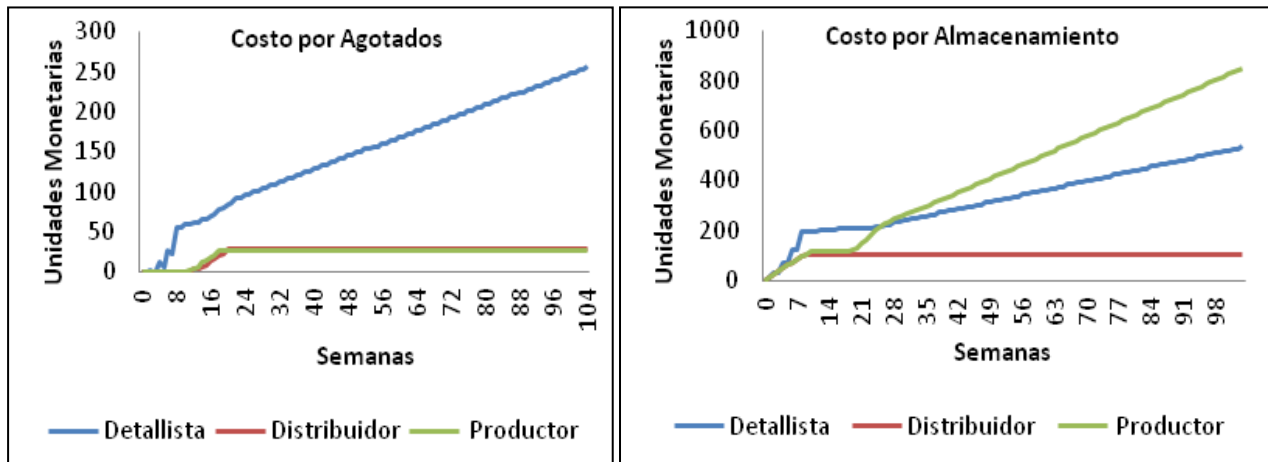


Figura 6: Costos por Agotados y Almacenamiento para Eslabones de Producción, Distribución y Venta al Detalle del Bien Comercializado en la Cadena de Abastecimiento VMI.

La reducción de tiempos por la eliminación de las demoras asociadas al ordenamiento de pedidos genera un beneficio de tiempo para el proveedor. Esto se logra porque el proveedor trabaja directamente con la información de inventario del cliente y esta información brinda alertas tempranas. Estas alertas tempranas no se pueden observar cuando se actúa solamente con base a la información de las órdenes de pedidos colocadas por el cliente la cual tiene un tiempo de retardo. La reducción de tiempos y la disponibilidad de información adicional tienen un efecto evidente en la disminución de costos asociados al almacenamiento de inventarios y a los agotados en los dos eslabones en colaboración (detallista y distribuidor) y en el global de la cadena de abastecimiento.

Mediante la implementación de esquemas de gestión VMI se mejora el nivel de servicio (en términos de la reducción de pedidos pendientes por agotados), el nivel de inventarios y la velocidad de respuesta del sistema de abastecimiento de manera que se mejora globalmente el proceso productivo y la eficiencia de la red de distribución del producto.

En la figura 7 se muestra que ya alrededor de la semana 44 se alcanza una estabilización en niveles de inventario y pedidos pendiente por agotados, ante un incremento repentino de la demanda de tipo escalón que comienza en la semana 5. Este incremento abrupto de la demanda en 5 unidades genera incrementos en hasta máximo 10 unidades de inventario en el eslabón productor. Sin embargo aunque el efecto látigo existe es mitigado tanto en magnitud como en tiempo y la cadena de abastecimiento responde más rápidamente a las perturbación generada por cambios repentinos en la demanda gracias al esquema de gestión VMI. Usando la ecuación (1) se puede corroborar que el indicador de látigo disminuye de 2,3 a 1,6 mediante la aplicación de VMI al modelo tradicional propuesto por Sterman.

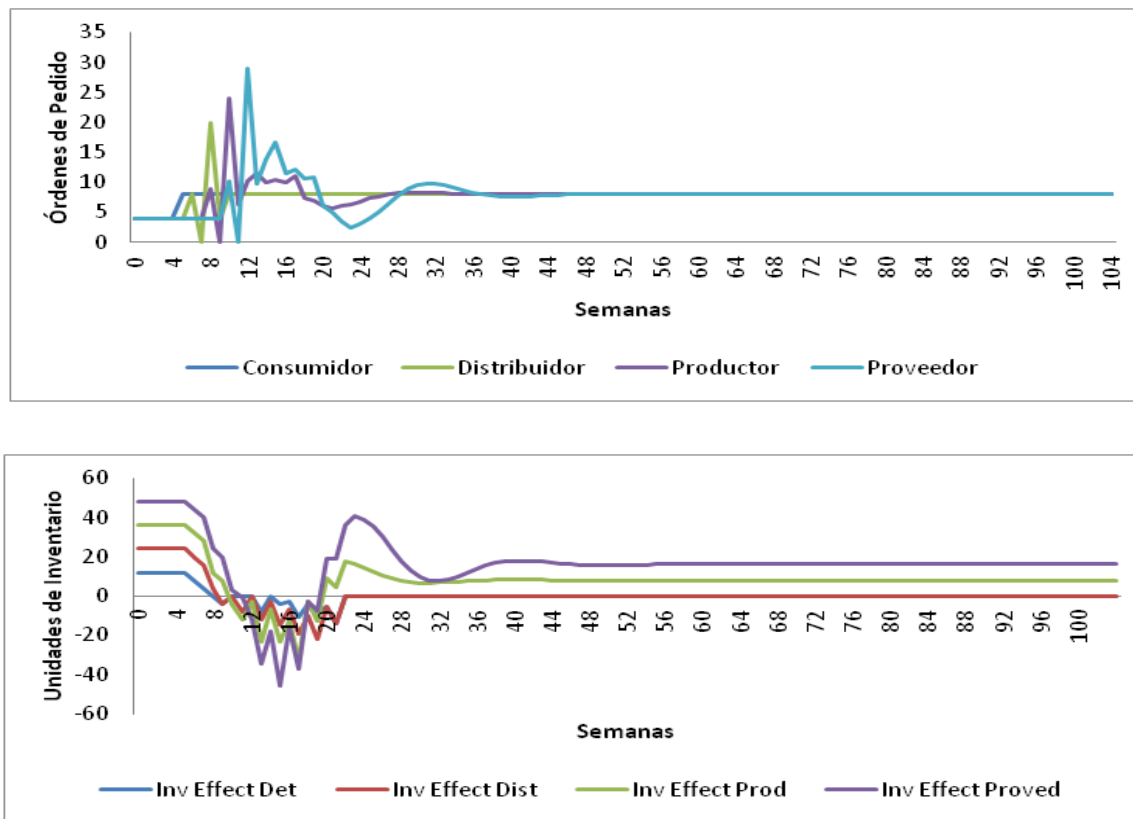


Figura 7: Órdenes de Pedido e Inventario en la Cadena de Abastecimiento VMI.

La disminución del indicador de látigo por la aplicación de VMI entre dos eslabones de la cadena de abastecimiento se evidencia al comparar las figuras 5 y 7. Haciendo esta comparación se observa que las oscilaciones generadas por el cambio en el nivel de la demanda y la amplificación del mismo disminuyen cuando se tiene el esquema VMI.

6. CONCLUSIONES

Mediante la estrategia de gestión de inventarios por parte del proveedor (*VMI*), los clientes y distribuidores asociados dentro de la cadena de abastecimiento aumentan su conocimiento de los diferentes procedimientos productivos de los socios, de manera que se mejora el entendimiento entre los mismos y se logra una mayor eficiencia en el sistema global. En este contexto mediante los acuerdos establecidos para la acción colaborativa se puede determinar la forma y los tiempos para la actualización del inventario y el intercambio de la información. Esto se traduce en una estrategia que permite mejorar el nivel de servicio, reducir los costos globales y aumentar el volumen de negocio gracias a la eliminación de las roturas del nivel de inventario deseado.

Las consecuencias del Efecto Látigo (*Bullwhip*) se pueden mitigar a través de la implementación de modelos de gestión *VMI*, entre al menos dos eslabones de la cadena de abastecimiento (comprador y vendedor). La mitigación de estas consecuencias se evidencia en la reducción del indicador de látigo (*Bullwhip*) que representa la magnificación de lo ordenado sobre lo demandado; en el aumento de la velocidad de recuperación del nivel de inventario deseado luego de un aumento abrupto en la demanda; en la reducción de los costos asociados al agotamiento de inventario (o ruptura de *stock*) y en la minimización de los costos relacionados con el almacenamiento de materiales pese a la existencia de cambios abruptos en la demanda.

REFERENCIAS

- Buxey, G. (2001), "Strategy not tactics drives aggregate planning", Proceedings of the 16th International Conference on Production Research, 30 July-2 August, Prague, Czech Republic.
- Campuzano F., Martínez E. y Ros L. (2008), "Consecuencias del efecto Bullwhip según distintas estrategias de gestión de la cadena de suministro: modelado y simulación". *Revista De Métodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa*, Universidad Politécnica de Cartagena. Dpto. Economía de la Empresa, pp. 44 - 66
- Campuzano F., Martínez E. y Ros L. (2010), "Cadenas de suministro tradicionales y colaborativas. Análisis de su influencia en la gestión de la variabilidad de la demanda". *Organización y dirección de empresas*, Universidad Politécnica de Cartagena. Dpto. Economía de la Empresa, Vol. 85 nº1, pp. 33 - 40
- Chatfield, Dean C., Kim, Jeon G. (2003), Harrison, Terry P. and Hayya, Jack C (2004), "The Bullwhip Effect: Impact of Stochastic Lead Time", *Information Quality, and Information Sharing: A Simulation Study. Production and Operations Management*, Vol. 13, No. 4, p.340-353
- Chen, F.; Drezner, Z.; Ryan, J.K.; Simchi-Levi, D. (2000) Quantifying the Bullwhip effect in a simple supply chain: the impact of forecasting, lead-times and information. *Management Science* 46 (3), pp.436-443.
- Chopra, Sunil and Peter (2003), "Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia", *Planejamento e Operação*. São Paulo: Prentice Hall.
- Clark, T.H. and Hammond, J.H. (1997), "Re-engineering reordering processes to improve total supply chain performance", *Production and Operations Management*, Vol. 6 No. 3, pp. 248-65.
- Disney, S.M.; Towill, D.R. (2003 a) Vendor Managed Inventory and Bullwhip Reduction in a Two Level Supply Chain. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol.23, No.6, pp.625-651.
- Disney, S.M.; Towill, D.R. (2003 b) On the Bullwhip and inventory variance produced by an ordering policy. *The International Journal of Management Science*, pp.157-167.
- Echeverría N. y Suarique C. (2012). "Caracterización Logística de la Cadena Productiva de las flores en Colombia", tesis, Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas en Bogotá, Colombia.
- Holström J., Smaros J., Disney S., Towill D. (2003), "Collaborative Supply Chain configurations: the implications for supplier performance in production and inventory control". 8th International Symposium of Logistics, Sevilla, Spain.
- Sterman J. D. (1989), "Modeling Managerial Behavior: Misperceptions of Feedback in a Dynamic Decision Making Experiment", *Management Science*, Vol. 35, pp. 321-329
- Stevens, G. (1989), "Integrating the supply chain", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 19 No. 8, pp. 3-8.
- Thomas, P.R. (1990), *Competitiveness through Total Cycle Time*, McGraw-Hill Publishing, New York, NY.
- Towill, D.R. and Naim, M.M. (1993), "Partnership sourcing smoothes supply chain dynamics", *Purchasing and Supply Management*, July/August, pp. 38-42.

Autorización y Renuncia

Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en las memorias de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito