

# SIMULACIÓN DE UNA CADENA SE SUMINISTRO EN EL ÁREA FARMACÉUTICA

Recibido: 11/11/2006; Revisado: 31/01/2007; Aceptado: 05/02/2007

García, Francisco\*

## RESUMEN

La integración de procesos de una cadena de suministros mejora los indicadores de productividad, y por ende, la importancia de emprender este tipo de investigaciones. Por lo tanto, el objetivo de esta ponencia es el estudio de las cadenas de suministro bajo un esquema de simulación de operaciones, a fin de llevar a cabo escenarios en donde se puedan incorporar los puntos claves que la identifican y que permitan lograr la integración. En una primera fase se simuló el desarrollo normal y actual de operaciones, y en una segunda fase se simuló la misma cadena pero bajo los supuestos de aplicación que identifican el enfoque de Gestión de Cadenas de Suministro. La metodología utilizada se encuentra enmarcada dentro los estudios de campo de observación estructurada, y de técnicas de simulación empleadas para el análisis comparativo. Palabras claves: cadena de suministros, simulación, productividad, industria farmacéutica.

## ABSTRACT

The integration of processes of a supply chain improves the indicators of productivity, and therefore, the importance of undertaking this type of investigations. The objective of this communication is the study of the supply chains under a scheme of simulation of operations, in order to carry out scenes in where the key points can be incorporated that identify it and that allow to obtain integration. In one first stage the normal and present development of operations was simulated, and in one second phase the same chain but under the application assumptions was simulated that identify the approach of Supply Chain Management. The used methodology is framed the studies of structured used technique and observation sector inside, of simulation for the comparative analysis.

**Key words:** supply chain, simulation, productivity, pharmaceutical industry.

---

\* Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela, Lic. Administración, maestro y candidato a Doctor en Ingeniería Industrial. Anahuac, México-México, Profesor de la ULA 58.274.240.10.44/58.274.240.10.45, e-mail:gsiran@ula.ve

## 1. INTRODUCCIÓN

El estudio de las cadenas de suministros representa un enfoque de gestión que busca el mejoramiento de los indicadores de productividad, mediante la integración de procesos externos a las organizaciones que forman parte de una determinada cadena de comercialización. Sin embargo, la integración de eslabones de una cadena, tales como proveedores, fabricantes, mayoristas, distribuidores y detallistas enfrenta algunos problemas dignos de ser evaluados a fin de fijar cursos de acción los cuales permitan resolverlos adecuadamente.

También es importante analizar la factibilidad de implantación de un proyecto de integración de cadenas de suministros, tomando en consideración las características propias tanto económicas, jurídicas, gubernamentales y culturales entre otras, que predominen en el país en donde se desee desarrollar dicho proyecto.

Por esta razón, se considera que el objetivo fundamental de la presente investigación es el estudio de las cadenas de suministro bajo un esquema de simulación de operaciones, a fin de llevar a cabo escenarios en donde se puedan incorporar los puntos claves que caracterizan a este enfoque de gestión (García, 2006: 10). Ello con el propósito de llevar a cabo comparaciones con respecto al funcionamiento del sistema real. Si efectivamente emergen diferencias al efectuar las comparaciones, y estas diferencias representan oportunidades de mejoras, estas se incorporarían como recomendación al sistema global.

Además, se hace énfasis en la utilización de la simulación como herramienta tecnológica primordial para la consecución de los objetivos planteados en cada etapa del estudio. Todo con miras a ofrecer resultados provechosos para la obtención de soluciones idóneas que contribuyan con el mejoramiento de la productividad en las organizaciones. Por esa razón, el estudio busca reafirmar las ventajas que se derivan la integración de operaciones en una cadena de suministros, para así extraer conclusiones genéricas aplicables, al menos, a cadenas de suministros con las mismas características que la seleccionada para este trabajo.

Es importante destacar la utilización de términos poco comunes que son propios de esta área de conocimiento, y por esta razón al final de este trabajo se ilustra un glosario de términos con el objetivo de hacer más comprensible la lectura de este material.

## 2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

La productividad de los sistemas de producción es un tema que continuamente ha dado que pensar a los ingenieros industriales y a los administradores de operaciones. Esto se hace evidente cada vez más en un mundo en donde la globalización, la tecnificación y como consecuencia la competitividad empresarial, presionan para que las diferentes estructuras organizativas estén a la expectativa de nuevos elementos innovadores que le permitan utilizar sus recursos eficientemente.

Es así como en una cadena de suministro perfectamente sincronizada, los productores utilizan únicamente los recursos necesarios para satisfacer la demanda actual de los clientes. Los intermediarios comerciales, transportistas, proveedores, y hasta organismos oficiales, todos colaboran de forma perfectamente integrada para entregar la mercancía de forma rápida y eficaz de modo que el dinero fluya a través de la economía.

A su vez, una cadena de suministro integrada supone la posibilidad de transformar más rápidamente las materias primas en productos terminados. Las mejoras de eficiencia pueden reducir las necesidades de inventario, ahorrar costos de transporte y otros gastos de distribución, acelerar el flujo de caja y reforzar el área de cobros. Ese hecho supone mayor disponibilidad de capital para ayudar a reforzar la economía local, contratar a más trabajadores y encontrar nuevas y mejores formas de satisfacer las necesidades del mercado.

Sin embargo, alcanzar el funcionamiento eficiente de una cadena de suministros requiere vencer algunos problemas, los cuales necesitan ser estudiados a fin de ofrecer soluciones idóneas que sólo podrán ser obtenidas por vía de la realización de investigaciones que se traduzcan en modelos, metodologías o cursos de acción que conduzcan a la de integración de operaciones.

Actualmente, se dispone de algunos trabajos que abordan problemas comunes en las cadenas de suministros. Esos trabajos plantean la optimización de procesos bajo la óptica de descuentos por cantidad reinterpretando la teoría del lote económico (Rosenblatt y Lee, 1985: 388-395). Para algunos autores, lo importante es estudiar el proceso de producción-distribución considerando restricciones de capacidad (Lee y Kim, 2002: 169-190). Así mismo, existen investigaciones, en donde la formulación de algoritmos matemáticos que estudian el flujo de materiales en una cadena de suministros, es la respuesta para hacer más eficiente cualquier estructura organizacional (Vergara, Khouja y Michalewicz, 2002: 407-421).

La investigación en el área de las cadenas de suministros, como en cualquier otra área del conocimiento científico, debe ofrecer soluciones claras y concretas que puedan incorporarse sin mucho tropiezo al quehacer cotidiano de las empresas. Para obtener estas soluciones se debe evaluar los postulados de integración propuesto por este enfoque de Gestión de Cadenas de Suministros en un entorno de funcionamiento continuo, es decir, seleccionar un sector económico específico claramente delimitado y aplicar paralelamente las premisas de una cadena de suministros, sin que necesariamente, en principio, el grupo de organizaciones que la conformen tengan presente físicamente las ventajas provenientes de la integración (García, 2006). Por esta razón se seleccionó la cadena de suministros que forma parte de la Planta de Medicamentos PROULA, debido a la disposición de sus directivos a la búsqueda continua de mejoras organizacionales que permitan optimizar continuamente sus procesos productivos.

En este contexto de ideas, se plantea la siguiente *interrogante de investigación*: ¿Cuál es el tratamiento dado por parte de los tomadores de decisiones organizacionales al fenómeno de la variabilidad y la distorsión de la demanda como factor adverso a la integración de procesos de la cadena de suministros merideña PROULA Medicamentos, a fin de mejorar sus indicadores de productividad para el periodo 2004-2006?

Se propone entonces, estudiar la variabilidad y la distorsión de la demanda entre los diferentes

eslabones que forman parte de esta cadena (o efecto látigo), como consecuencia de la incertidumbre o la carencia de información apropiada y su impacto en la productividad global en las cadenas de suministros (Vachon y Klassen, 2002: 228).

A fin de llevar a cabo este análisis, se procedió a aplicar herramientas de simulación que sirvieron para llevar a cabo comparaciones posteriores entre el sistema actual de producción seleccionado, y la de los resultados provenientes de la corrida de simulación en la que se han tomado en consideración los postulados de las cadenas de suministros.

Por otro lado, es importante destacar la modalidad del presente estudio desde el punto de vista de la metodología de investigación. Este trabajo representa una investigación de campo, el cual se presentó como una alternativa idónea para la verificación de la relación teoría-praxis en el área de las cadenas de suministros. Para alcanzar este propósito, se seleccionó una empresa cuyo proceso de transformación generara un producto tangible, el cual en sí, sería representativo de un sector económico en particular (por ejemplo en el sector médico-farmacéutico) y cuyo producto sea lo más homogéneo posible con respecto a características de otras cadenas de suministros similares. Por esta razón la alternativa de selección de la Planta de Medicamentos PROULA, resultó idónea para el alcanzar los objetivos necesarios a fin de responder la interrogante de investigación previamente planteada.

Además, en dicho estudio se llevó a cabo una descripción de las operaciones actuales de la empresa seleccionada, así como los eslabones inmediatos que componen su cadena de abastecimiento. ¿Qué características definen a sus proveedores?, ¿con qué frecuencia abastecen a la empresa con sus productos?, ¿cómo enfrentan los problemas de tiempo y demora en la entrega? Se recabó información sobre la capacidad de almacenamiento tanto de insumos, productos en proceso, y productos terminados; tipo de tecnología con que se cuenta y con la cual acelera el flujo de materiales a través de todo el proceso de producción. Así mismo se analizaron operaciones comunes a fin de satisfacer la demanda ya sea al demandante inmediato (que

podiese ser un mayorista, detallista, o consumidor final si la empresa vende al detal) para combatir las restricciones o limitaciones que se podrían presentar a fin de lograr la integración.

Este artículo describe someramente los elementos gerenciales y operativos de la cadena de suministros de PROULA Medicamentos. La subsiguiente etapa consiste en el desarrollo práctico de la simulación, considerando previamente algunos supuestos básicos a fin de hacer factible las corridas a través del software utilizado en la investigación. Por último se presentan las conclusiones derivadas del análisis que pretenden retroalimentar el conocimiento gerencial de las organizaciones en materia de cadenas de suministros.

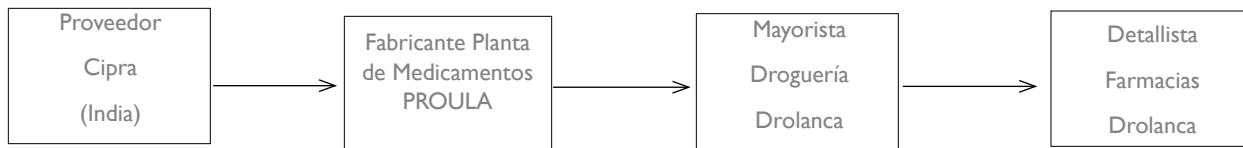
## 2. LA CADENA DE SUMINISTROS DE PROULA MEDICAMENTOS

De acuerdo al proceso de recolección de información, y como se había mencionado en introducción de este artículo, se considera que la presente investigación se encuentra enmarcada dentro los estudios de campo de observación estructurada (Beamon, 1998: 283). Por esta razón, a fin obtener la información necesaria para satisfacer la interrogante de investigación planteada en la introducción de este trabajo, se tuvo que identificar y analizar una cadena de suministros claramente delimitada y en la cual los directivos de los diferentes eslabones presentaran cierto grado de actitud favorable hacía la exploración, desarrollo, y culminación de esta investigación.

Es así como se identifica la cadena de suministros de la empresa PROULA Medicamentos ubicada en la ciudad de Mérida, Venezuela. Para efectos de simulación, se seleccionó de dicha cadena a cuatro eslabones que representan la columna vertebral del proceso de fabricación, distribución, y colocación final de un determinado medicamento. Ello quiere decir que aunque en la práctica PROULA Medicamentos presenta más de un proveedor y más de un mayorista, se le dio seguimiento específico a un único eslabón precedente y siguiente a su proceso de producción. Estos eslabones presentan características distintas de funcionamiento operativo, pero en su globalidad todos están de acuerdo en rediseñar su cadena de comercialización a fin de hacer más eficiente sus procesos. En el caso del detallista, se encontró la ventaja en la cual este eslabón se encuentra prácticamente integrado al eslabón mayorista seleccionado para efectos de este estudio.

Concretamente, la cadena de suministros en cuestión está conformada por un proveedor crítico en el suministro de insumos ubicado en la India, un fabricante de medicamentos, una droguería mayorista de esos medicamentos, y farmacias expendedoras del producto [FIGURA I]. Por lo tanto las conclusiones derivadas de son limitativas porque se derivan sólo sobre el desenvolvimiento de estos eslabones, cuyos resultados podrían cambiar en otras cadenas de suministros con características diferentes.

**FIGURA I**  
**ESLABONES DE LA CADENA DE SUMINISTROS DE PROULA**  
**CADENA DE SUMINISTROS PROULA**



Fuente: Elaboración propia

Es importante destacar la selección de un producto representativo de toda la cadena de comercialización. Llevar a cabo un análisis de toda la gama de productos en sus distintas presentaciones, los cuales son generados por el eslabón fabricante, rebasaría las limitaciones de la presente investigación. Para efectos prácticos se seleccionó el medicamento Cefradoxilo, fabricado por PROULA Medicamentos. Para la elaboración del Cefradoxilo se es indispensable dos insumos críticos obtenidos en el exterior: el principio activo Cefradoxilo y un excipiente idóneo para la conformación de las cápsulas del producto.

Para diseñar el programa de simulación se recolecto información cuantitativa y cualitativa sobre las transacciones u operaciones que tienen lugar en toda la cadena, desde el tiempo de llegada de los insumos, magnitud de estos, tiempos de procesamiento, despacho, distribución entre eslabones, y colocación final del producto.

### **3. EL PROCESO DE SIMULACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS DE PROULA MEDICAMENTOS.**

En una etapa inicial se procedió a extraer información sobre el desempeño de un posible proyecto de integración en cadenas de suministros. La meta a alcanzar es la aplicación de elementos de gestión que contribuyan al mejoramiento productivo y competitivo de los entes económicos asociados. Con este fin, se simuló el estado actual de la cadena para contrastar sus resultados con una simulación que incorpore los supuestos ideales de un enfoque de Gestión de Cadenas de Suministros.

Es importante destacar el cumplimiento de una serie de etapas llevadas a cabo para determinar el grado de integración actual de la cadena de suministros, información de vital importancia para la simulación. En este sentido, se pudo constatar que la comunicación entre los diferentes eslabones es meramente de proveedor a cliente. En la mayoría de los casos se sigue una política tradicional, en la cual se acude a pugnas comerciales para obtener precios favorables en la adquisición insumos o productos.

### **3.1. Análisis de los resultados de la simulación, de acuerdo al desarrollo de las operaciones actuales de la cadena de suministro de PROULA Medicamentos**

A través de toda la cadena de suministros las unidades de volumen solicitadas cambian. Ello se debe a que los pedidos que hace la fábrica al proveedor se encuentran expresados en kilos de insumo, mientras que el abastecimiento de las unidades hacia las droguerías y farmacias se encuentran expresadas en cajas o estuches del producto Cefradoxilo. Ello sin contar que entre el proceso de producción y el almacenamiento de productos terminados, el producto en proceso se transforma de kilos a blísteres, los cuales se almacenan bajo la denominación de bultos que se colocan para la comercialización correspondiente.

Teniendo en cuenta esta situación y destacando la utilización del programa de simulación GALATEA-GLIDER, un software creado por la Universidad de los Andes y propicio para Escenarios Multiagentes lo que lo hace conveniente para este tipo de trabajo [TABLA I], se destacan los siguientes resultados:

- a) No se presentaron colas significativas por la acumulación de inventarios en la mayoría de los eslabones. Ello se debe al clima político-económico venezolano actual el cual influye en las operaciones normales de las cadenas de abastecimiento. Esta situación sucede fundamentalmente por el control de cambio, ya que esta medida restringe la obtención de divisas. El estado debe proporcionar divisas a las empresas para que puedan adquirir los insumos necesarios y así activar sus correspondientes procesos de producción. Las divisas se otorgan, pero no lo suficiente para el desarrollo pleno del sistema de producción.
- b) Es muy importante destacar la validez de la corrida, porque fue imprescindible llevar a cabo el análisis correspondiente a los datos históricos obtenidos del proceso, evaluando el tipo de distribución que más se adaptaban los datos de entrada y salida y efectuado las pruebas estadísticas de bondad de ajuste

**TABLA I**  
**RESULTADOS DE LA CORRIDA DE SIMULACIÓN, CONSIDERANDO LAS OPERACIONES ACTUALES**

Basic Experiment									
Time	720.00	Time Stat.	720.00	Replication I	26/ 9/2006	1h 37m 16s			
Elapsed time	0h	0m	1.109s						
Nod/Ind Ant/L	#Ent	Lgth	Max	Mean	Dev	MaxSt	MeanSt	Dev	T.Free
PEDIDOS									
I # Gen. 5									
FACTURACION									
I EL	5	0	I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 720.000
IL	5	I	I 0.01111	0.10482	2.00000	2.00000			0.0 712.000
DIVISAS									
I EL	4	0	I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 720.000
IL	4	0	I.340- 2	0.05823	0.70000	0.43750	0.45466		717.550
ENVIO									
I EL	4	0	I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 720.000
IL	4	0	I 0.19306	0.39470	42.0000	27.5000	22.1585		581.000
LIBERACION									
I EL	4	0	I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 720.000
IL	4	0	I 0.02083	0.14283	4.00000	2.75000	2.58602		705.000
CUARENTENA									
I EL	4	0	I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 720.000
IL	4	0	I 0.01787	0.13249	3.52460	2.33590	2.21983		707.132
SALIDA									
I EL	4	0	I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 720.000
Time in System: Mean	44.3296	Dev.	6.56968	Max.	51.8472	Min.			36.5218
ALMACEN									
I # Gen. 31									
FABRICACION									
I EL	31	27	27 14.3170	8.52179	549.078	36.9041	117.895		46.0448
IL	4	I	I 1.00000	0.0 235.902		212.584	0.0		0.0
EMPACADO									
I EL	3	I	2 0.50282	0.64537	279.782		0.0161.532		417.914
IL	2	I	10.67236	0.46935		461.794	461.794		0.0 235.902
SALIDAPT									
I EL	I	0	I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 720.000
Time in System: Mean	697.696	Dev.	0.0	Max.	697.696	Min.			697.696

DEMANDA									
I # Gen	I								
ATENCION									
I EL	I	0	I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	720.000
IL	I	0	I .972-	2 0.09812	7.00000	0.0	7.00000	713.000	
DESPACHO									
I EL	I	0	I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	720.000
Time in System: Mean		7.00000	Dev.	0.0	Max.	7.00000	Min.	7.00000	
DEMANDA-A									
I # Gen.	2								
ATENCION-A									
I EL	2	0	I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	720.000
IL	2	0	I.556-	2 0.07433	2.00000	1.00000	1.73205	716.000	
DESPACHO-A									
I EL	2	0	I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	720.000
Time in System: Mean		2.00000	Dev.	0.0	Max.	2.00000	Min.	2.00000	
ALARMA									
Var/Ind		Mean(t)	Dev.(t)	Max.	Min	Mean(v)	Dev.(v)	Actual	
U-ATENCION	I	.972-	2 0.09812	1.00000	0.0	0.50000	0.50000	0.0	
U-ATENCION-A	I.	556-	2 0.07433	1.00000	0.0	0.50000	0.50000	0.0	
U-CUARENTENA	I.	0.01787	0.13249	1.00000	0.0	0.50000	0.50000	0.0	
U-DIVISA	I.	340-	2 0.05823	1.0000	0.0	0.50000	0.50000	0.0	
U-EMPACADO	I.	0.67236	0.46935	1.00000	0.0	0.66667	0.47140	1.00000	
U-ENVIO	I.	0.19306	0.39470	1.00000	0.0	0.50000	0.50000	0.0	
U-FABRICACION	I.	1.00000	0.0	1.00000	0.0	0.57143	0.49487	1.00000	
U-FACTURACION	I.	0.01111	0.10482	1.00000	0.0	0.55556	0.49690	1.00000	
U-LIBERACION	I.	0.02083	0.14283	1.00000	0.0	0.50000	0.50000	0.0	

Fuente: Elaboración propia

necesarias a fin de validar el modelo de simulación. El análisis de varias réplicas fue realizado a fin de eliminar el estado transitorio del sistema.

- c) Con respecto a los restantes miembros de la cadena de suministros de PROULA Medicamentos, se visualizó claramente que los mon-tos de los pedidos que conforman las solicitudes tanto por mayoristas como detallistas se diferencian considerablemente de los otros dos eslabones. Por ejemplo, las

droguerías solicitan entre 1500 y 3500 estuches por cada pedido al mes, y los detallistas, por lo menos en una de las farmacias en donde se llevó a cabo el estudio, los pedidos se encontraba de entre 60 y 90 estuches mensualmente.

Aunque las operaciones entre estos últimos eslabones son más activas, que en los eslabones anteriores, tampoco se perciben colas considerables en interpretación de los resultados provenientes de la simulación.

Con respecto a los datos se salida, se llevaron a cabo varias replicaciones con el objetivo fundamental de determinar la dimensión promedio de los inventarios, principalmente a nivel del fabricante y mayorista (información reflejada como anexo en el borrador de tesis del Profesor Francisco García). También se tomó en cuenta el tiempo empleado en diferentes trámites ante la Comisión de Administración de Divisas (CADIVI) a fin de obtener las divisas correspondientes para la importación de insumos.

### 3.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN, SUPONIENDO EL DESARROLLO DE OPERACIONES IDEALES DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE PROULA TOMANDO EN CONSIDERACIÓN LAS BONDADES DE ESTE ENFOQUE GERENCIAL

En esta segunda fase de la simulación (TABLA 2), semejante a la primera fase, se llevo a cabo la recolección de información real correspondiente a los datos de entrada de los tiempos ejecutados en diferentes procesos inherentes a la cadena de suministro propuesta para la investigación, desde el proveedor hasta las diferentes farmacias expendedoras del medicamento Cefradoxilo. A fin de correr la simulación incorporando las principales características de integración que propone el estudio de las cadenas de suministros, se presentaron los siguientes supuestos.

- No se tomó en cuenta el tiempo utilizado para la tramitación de divisas ante CADIVI. Estas transacciones alargan los procesos de transformación, distribución y colocación final del producto y se creo un escenario en donde no se prestaba esta política, es decir, ausencia de la política gubernamental del control de cambio de divisas.
- Se sincronizaron los tiempos de ejecución en los puestos de trabajo en la fase de fabricación a fin de evitar cuellos de botella.
- Los tiempos de transporte entre eslabones fueron disminuidos, porque todos los eslabones utilizarían una misma plataforma tecnológica para el intercambio de información sobre inventarios y productos terminados lo cual se transformaría en un intercambio veraz y oportuno en toda la cadena. Por ejemplo SAP, la cual es la plataforma tecnológica que el eslabón mayorista está utilizando en este momento.

- Se supuso que no había restricción de información sobre políticas y flujo de operaciones, y que la misma se encontraba a plena disposición de todos los eslabones.

Llevando a cabo comparaciones en los dos escenarios, se puede constatar que en realidad no se presenta almacenamientos significativos de inventarios, a excepción del proceso de fabricación del escenario actual. Ello se debe a que al activarse una orden de producción, algunas estaciones de trabajo presentaban cuellos de botella generando la acumulación de productos en los procesos correspondientes.

### 3.3. Factores que afectan la optimización de esta cadena de suministros en relación con la variabilidad de la demanda inter-eslabones

Analizando los resultados de la corrida de simulación tanto en un escenario actual como ideal, se puede constatar que desde el punto de vista práctico no existe evidencia de fallas significativas que puedan ser sinónimo de acumulaciones indebidas de inventarios. Sin embargo, es importante destacar los siguientes factores que repercuten directa o directamente en la optimización de operaciones de la cadena de suministros de PROULA Medicamentos.

- **Políticas gubernamentales.** La intención de este trabajo no es el de criticar cualquier acción política que lleve a cabo el estado a fin de lograr sus objetivos. Pero si en este caso, especificar las repercusiones que en materia cambiara esta afectando a la mayoría de las cadenas de suministros venezolanas (o al menos a la seleccionada para este estudio). El Gobierno a través de CADIVI esta limitando el otorgamiento de divisas necesarias para la importación de insumos. Aunque el otorgamiento se ha ido regularizando, este control trae como consecuencia que el proceso de transformación sólo se active de acuerdo a las solicitudes aprobadas por este ente gubernamental. Ello origina la acumulación indebida de inventarios por parte de ciertos eslabones con fines de presión comercial. Situación que la simulación no puede tomar en cuenta.



**TABLA 2**  
**RESULTADOS DE LA CORRIDA DE SIMULACIÓN, CONSIDERANDO OPERACIONES IDEALES DE FUNCIONAMIENTO**

Basic Experiment										
Time	720.00	Time Stat.	720.00	Replication	1	26/ 9/2006	1h	39m	15s	
Elapsed time	0h	0m	1.110s							
Nod/Ind Ant/Li	#Ent	Lgth	Max	Mean	Dev	MaxSt	MeanSt	Dev	T.Free	
PEDIDOS										
I # Gen.	5									
FACTURACION										
I EL	5	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	720.000	
IL	5	1	1	0.01111	0.10482	2.00000	2.00000	0.0	712.000	
ENVIO										
I EL	4	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	720.000	
IL	4	0	1	0.01944	0.13808	4.00000	2.50000	2.50000	706.000	
LIBERACION										
I EL	4	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	720.000	
IL	4	0	1	0.01944	0.13808	4.00000	2.50000	2.50000	706.000	
CUARENTENA										
I EL	4	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	720.000	
IL	4	0	1	0.02083	0.14283	4.00000	2.75000	2.58602	705.000	
SALIDA										
I EL	4	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	720.000	
Time in System:	Mean	12.7500	Dev.	0.82916	Max.	14.0000	Min.	12.0000		
ALMACEN										
I # Gen.	14									
FABRICACION										
I EL	14	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	720.000	
IL	14	0	1	.648-	2	0.08025	0.33333	0.30952	0.12372	
715.333										
EMPACADO										
I EL	14	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	720.000	
IL	14	0	1	0.04861	0.21505	2.50000	2.32143	0.92788	685.000	
SALIDAPT										
I EL	14	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	720.000	
Time in System:	Mean	2.83333	Dev.	.574-	7	Max.	2.83333	Min.	2.83333	
DEMANDA										
I # Gen.	6									
ATENCION										
I EL	6	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	720.000	
IL	6	0	1	.833-2	0.09091	1.00000	0.83333	0.55277	714.000	
DESPACHO										
I EL	6	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	720.000	
Time in System:	Mean	1.00000	Dev.	0.0	Max.	1.00000	Min.	1.00000		
DEMANDA-A										
I # Gen.	7									
ATENCION-A										
I EL	7	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	720.000	
IL	7	0	1	0.01944	0.13808	2.00000	1.71429	1.03016	706.000	
DESPACHO-A										
I EL	7	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	720.000	
Time in System:	Mean	2.00000	Dev.	0.0	Max.	2.00000	Min.	2.00000		

ALARMA

Var/Ind	Mean(t)	Dev.(t)	Max.	Min.	Mean(v)	Dev.(v)	Actual				
U-ATENCION			1	.833-	2	0.09091	1.00000	0.0	0.50000	0.50000	0.0
U-ATENCION-A			1	0.01944	0.13808	1.00000	0.0	0.50000	0.50000	0.0	
U-CUARENTENA			1	0.02083	0.14283	1.00000	0.0	0.50000	0.50000	0.0	
U-EMPACADO			1	0.04861	0.21505	1.00000	0.0	0.50000	0.50000	0.0	
U-ENVIO			1	0.01944	0.13808	1.00000	0.0	0.50000	0.50000	0.0	
U-FABRICACION			1	.648-	2	0.08025	1.00000	0.0	0.50000	0.50000	0.0
U-FACTURACION			1	0.01111	0.10482	1.00000	0.0	0.55556	0.49690	1.00000	
U-LIBERACION			1	0.01944	0.13808	1.00000	0.0	0.50000	0.50000	0.0	

Fuente: Elaboración propia

- La cultura organizacional del recurso humano.** En entrevistas llevadas a cabo al personal de diferentes escalas jerárquicas de las organizaciones pertenecientes a esta cadena, manifestaron su incredulidad sobre la factibilidad de un enfoque de gestión que proponga la integración de procesos en donde se tiene que hacer una apertura total de información sobre actividades consideradas de sumo valor estratégico. En este caso, la desconfianza es el principal elemento común entre los eslabones de la cadena. Por ejemplo, uno de los gerentes de comercialización entrevistados, comentó que la idea de integración era imposible. Imposible porque el sólo hecho de permitir acceso de agentes externos a la organización, estos podrían pensar que el eslabón precedente mantiene inventarios fríos o con baja rotación, y por lo tanto él como cliente estaría gustosamente dispuesto a ayudar a agotar estos inventarios percibiendo a cambio, un precio de negociación bastante favorable.
- Implementación de una plataforma tecnológica común.** Este factor es una derivación del anterior. Al generalizarse la desconfianza en-tre los eslabones, poco éxito podrá tener la implantación de una plataforma tecnológica común con un sistema de información que simplifique y estandarice las operaciones de la cadena. Además, estas tecnologías suelen ser costosas y lograr convencer a lo integrantes de la cadena sobre la conveniencia de implementar una determinada plataforma, ya con ideas previamente concebidas, resulta dificultoso.

- Tratamiento de la información.** No basta con recolectar información técnica para, en este caso, llevar a cabo una simulación que nos permita extraer conclusiones que contribuyan a optimizar una cadena de suministro. Existen factores muy particulares de dimensiones no cuantificables que en el campo real de la simulación no serian de fácil incorporación al programa.

**LA EXPERIENCIA DE PROULA EN MATERIA DE CADENAS DE SUMINISTROS**

Las organizaciones buscan constantemente la incorporación de estrategias derivadas de enfoques de gestión que les permitan mejorar sus indicadores de productividad, y por lo tanto hacerse más competitivas ante el medio económico en donde se desenvuelven.

Por otro lado, a nivel mundial se está llevando a cabo una serie de transformaciones en los sistemas de información, que traen como consecuencia la divulgación del conocimiento a una escala jamás alcanzada en toda la historia de de la humanidad. Esta situación, en el caso concreto de las organizaciones, contribuye a la estandarización de procesos y a la globalización aun más de las operaciones de las empresas.

Por lo tanto, de acuerdo con la experiencia obtenida con el presente trabajo, cuando las condiciones que prevalecieron al diseñarse un determinado enfoque de gestión, se mantiene con características similares a otros entornos económicos en los cuales se haya aplicado, estos enfoques de gestión y las diferentes tecnologías

inherentes pueden arrojar resultados favorables. De lo contrario, incorporar enfoques de gestión sin tomar el entorno económico, cultural, gubernamental, y jurídico de un determinado país, podría poner en riesgo la consecución de los objetivos previamente planteados en el proyecto de implementación de un determinado enfoque de gestión.

La afirmación anterior se desprende, después de analizar los resultados obtenidos del presente trabajo y de la revisión bibliográfica consultada sobre este tópico. Es muy importante tomar en cuenta elementos que considere las políticas gubernamentales y sobre todo la idiosincrasia de la población local, a fin de llevar a cabo comparaciones con otras culturas y efectuar de esta manera las adaptaciones necesarias que hagan factible la incorporación de un determinado enfoque de gestión. Para ello, la concepción de indicadores que tomen en cuenta las variables anteriormente descritas sería lo idóneo. Al respecto, la Red de Indicadores de Impacto Social de Ciencia y Tecnología (RICYT-FAPESP, 2004: 1) considera lo siguiente:

*“Un aspecto muy importante es que se puedan generar metodologías de comparabilidad internacional para la generación de indicadores, en las cuales se incorpore la idiosincrasia latinoamericana y tengan en cuenta las dinámicas propias de nuestros países. El tema particular del “Impacto”, es decir de los efectos sociales, económicos, culturales y de otra índole que la actividad de ciencia y tecnología produce en grandes grupos sociales es muy importante porque en último término es el que justifica y da sentido a la actividad de ciencia y tecnología y a su financiación y fomento por los gobiernos. Sin embargo es también uno de los temas menos desarrollados teórica y metodológicamente por quienes se dedican en el mundo al estudio de las actividades de ciencia y tecnología y a la producción de sus indicadores. Por ello implica un gran reto intelectual”.*

Por lo tanto se deben plantear políticas para lograr la incorporación de un determinado enfoque de gestión que tome en cuenta el entorno económico interno y la idiosincrasia del recurso local a fin de lograr los objetivos de productividad y competitividad preestablecidos por los entes económicos involucrados en la cadena de producción, distribución, y comercialización.

A su vez, las cadenas de suministros venezolanas se encuentran afectadas por un control cambiario de divisas. Este escenario político-económico, aunque se ha ido normalizando desde el momento en que se inició esta investigación, exige trámites burocráticos adicionales, los cuales en muchas ocasiones obedecen a parámetros restringidos que limitan el otorgamiento de divisas suficientes para cubrir las necesidades del ciclo productivo de la cadena en cuestión, además de retardar el proceso de transformación.

Por sentido común, y desde el punto de vista logístico y operativo, no deberían presentarse existencias de inventarios en cualquiera de sus fases a lo largo de la cadena. La demanda del producto sería jalada constantemente por el sistema, agotando las existencias en todos los eslabones debido a la lentitud en el suministro de insumos. Esta situación sucedería porque el actual control cambiario, a causa de ciertas barreras de otorgamiento y magnitud de pedidos, haría escasear el suministro de insumos primarios pudiendo ocasionar una verdadera crisis en la disponibilidad del producto final.

Sin embargo, al estudiar detalladamente los procesos actuales de la cadena de suministros de PROULA Medicamentos, se presentó una situación muy particular. Se evidenció la existencia de acumulación real de inventarios en ciertas temporadas y en diferentes eslabones. Esta situación sucede porque los diferentes eslabones utilizan estos recursos para fines estratégicos o para presionar a sus respectivos clientes cuando escasea el producto. Por supuesto que esta información no se modeló, ya que obedece a políticas peculiares de cada eslabón.

Lo expuesto anteriormente solo confirma el problema restrictivo al suministrar información que los eslabones consideran confidencial para ejecución exitosa de sus diferentes operaciones productivas y económicas. Sin embargo, en la práctica, se dieron algunas charlas motivadoras sobre los postulados caracterizadores de las cadenas de suministros, las cuales sirvieron para bajar esa desconfianza y la resistencia al cambio que tanto suelen afectar a los diferentes eslabones que conforman una cadena de comercialización.

#### 4. CONCLUSIONES

Es de vital importancia llevar a cabo investigaciones que sean complementarias al presente estudio. La gran diversidad de cadenas de suministros que se encuentran en un determinado entorno económico, es significativa. También lo son las diferentes políticas que los directivos involucrados pudiesen estar llevando a cabo a fin de alcanzar sus objetivos eficientemente. Todo en un marco organizacional cuya idiosincrasia y limitaciones de diferentes índole, pudiesen afectar un determinado proyecto de integración.

Además de los planteado anteriormente, es necesario tomar en consideración dimensiones cualitativas subjetivas, que repercuten en el desempeño de una determinada cadena de suministros. Estas dimensiones se centran básicamente en la forma de pensar del recurso humano y su posible resistencia al cambio al conocer a priori las bondades de un determinado enfoque de gestión. También se necesita analizar el entorno político, económico, y cultural antes de implementar cualquier enfoque de gestión ajeno a la cultura e idiosincrasia latinoamericana.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEAMON, Benita M. (1998): "Supply Chain Design and Analysis: Models and Methods". *International Journal of Production Economics* 20 (3): 281-294.
- ENIAC Organization (2002): "Supply Chain in Action". <http://www.eniac.com/notesupp.htm> (10 de diciembre de 2005).
- GAONKAR, R. y VISWANADHAM, N. (2005): "Strategic and Collaborative Planning in Internet-Enabled Supply Chain Networks Producing Multigeneration Products". *IIIE Transaction on Engineering Management* 2 (1): 54-55.
- GARCÍA, Francisco A. (2006): "La gestión de cadenas de suministros: un enfoque de integración global de procesos". *Visión Gerencial*. Año 5 - N° 1 - Vol 5 enero - junio 2006.
- HANDFIELD, R. B. y NICHOLS, E. L. (1999): "Introduction to Supply Chain Management". Englewood Cliffs. New Jersey 07458, USA. Huish.
- LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C. y PAGH, J. D. (1998): "Supply Chain Management: Implementation issues and research opportunities". *Logistic Management* 9 (2): 1-19.
- LEE, Y. H. y KIM, S. H. (2002): "Production-distribution planning in supply chain considering capacity constraints". *Computers & Industrial Engineering* 43: 169-190.
- MARBET, V. A. y VENKATARAMANAN, M. A. (1998): "Special research focus on Supply chain linkages: Challenges for design and management in the 21st century". *Decision Science* 29 (3): 537-552.
- RICYT-FAPESP. (2004): "Estrategias metodológicas y experiencias recientes de medición del impacto social de la ciencia y tecnología". *Relatoría General*. Taller de San Pablo, Brasil – 3 y 4 de agosto: 1-6.
- ROSENBLATT, M. y LEE, H. L. (1985): "Improving profitability with Quantity Discounts under Fixed Demand". *IIE Transactions* 17 (4): 388-395.
- ROZEMBERG, D. (2000): "Cadena de suministros - Adiós a los inventarios". *Information Week México*. [http://www.infoweek.com.mx/articulo.php?of\\_articulo=324](http://www.infoweek.com.mx/articulo.php?of_articulo=324) (3 noviembre 2004).

- SASSON, R. R. (2005): “La cadena de suministro”. Monografías en Línea. <http://www.monografias.com/trabajos31/cadena-suministros/cadena-suministros.shtml> (15 de septiembre 2006).
- SIMCHI-LEVI, D.; KAMISKY, P. y SIMCHI-LEVI, E. (2000): *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies*. McGraw-Hill International Edition, Singapore.
- SUDHINDRA, K. y VINAYAK, R. (2004): E-Manufacturing & SAP-Creating Responsive Shop Floor in the Supply Chain. *Wipro Technologies*: 1-14.
- VACHON, S. y KLASSEN, R. D. (2002): An Exploratory Investigation of the Effects of Supply Chain Complexity Performance. *IIIE Transaction* 49 (3): 218-230.
- VERGARA, F.E.; KHOULA, M. y MICHALEWICZ, Z. (2002): An evolutionary algorithm for optimizing material flow in supply chains. *Computers & Industrial Engineering* 43: 407-421.

## GLOSARIO

**Benchmarking:** Enfoque de gestión que textualmente significa “marcas de referencia” y tiene que ver con la identificación de procesos exitosos de las empresas que llevan a cabo las mejores prácticas e imitarlas hasta donde sea posible. Mediante este enfoque de gestión una empresa puede identificar y aprender acerca de las mejores prácticas de negocios y transferirlas a su propia realidad.

**Cefradoxilo:** Antibiótico del tipo de las cefalosporinas de primera generación.

**Calidad Total:** La calidad total es un enfoque de gestión el cual se centra principalmente en implementar calidad en todas las etapas del proceso que se esté analizado, en adaptar los procesos de acuerdo a las especificaciones del cliente.

**E-business:** Plataforma tecnológica de negocios que facilita el comercio electrónico compatible con la red mundial de información. Representa una herramienta indispensable para el desarrollo de los marketplaces. Es importante no confundirla con el e-commerce ya que el e-business es más compatible en la comercialización ejecutada por las empresas.

**Enfoque de Gestión:** Un buen enfoque de gestión se centra en determinar la capacidad que posee una institución para definir, alcanzar y evaluar sus propósitos, con el adecuado uso de los recursos disponibles.

**Escenarios Multiagentes:** Sistemas multiagentes o de inteligencia artificial distribuida es una ciencia y una técnica que trata con los sistemas de inteligencia artificial en red.

**Eslabón:** Unidad empresarial o sin fines de lucro, dentro de la cadena de suministros. Generalmente a los proveedores, fabricantes, mayoristas, distribuidores, minoristas, y detallistas, se les denomina eslabones de una determinada cadena de suministros.

**Gestión de Cadena de Suministro (Supply Chain Management, SCM):** Esta gestión consiste, básicamente, en mejorar y desarrollar las relaciones entre los miembros de una cadena de suministro con el fin de integrar todos los flujos de materiales e información y, de este modo, lograr ventajas sostenibles dentro del mercado. La Gestión de Cadena de Suministro trata, en último término, de formar alianzas y relaciones estables entre todos los miembros, desde los proveedores de los proveedores hasta los clientes de los clientes. Sin embargo, para lograr una cadena de suministro sincronizada no basta con acometer acciones aisladas en este sentido.

**GALATEA:** GLIDER with Autonomous, Logic-based Agents, Temporal Reasoning and abduction. Véase: <http://afrodita.faces.ula.ve/Glider/>

**Justo a Tiempo:** Enfoque gerencial que busca afanosamente la eliminación de los inventarios y todo aquel elemento que se considere desperdicio y carente de valor para la cadena de producción. El justo

a tiempo busca en la medida de lo posible reducir al mínimo el inventario de las diferentes etapas del proceso productivo.

**Marketplace:** Mercado electrónico, centro de intercambio pero en línea.

**Outsourcing:** El outsourcing es el uso estratégico de recursos exteriores a la empresa para realizar actividades tradicionalmente ejecutadas por personal y recursos internos. Outsourcing es una estrategia de administración por la cual una empresa delega la ejecución de ciertas actividades a empresas altamente especializadas.

**SAP:** Soluciones de negocios integradas que sirve de plataforma a la Internet, con motivo de la adquisición de soluciones e-procurement y business to business.