

Modelo de gestión de la cadena de abastecimiento utilizando una técnica de optimización lineal

Management model supply chain using a lineal optimization technique

Óscar Javier Herrera Ochoa¹

Resumen

En este trabajo se presenta el análisis del sistema de abastecimiento de alimentos de Bogotá desde el punto de vista de la gestión del conocimiento, para lo cual se desarrolla una metodología de administración que tiene como fundamento la participación conjunta de cada uno de sus eslabones mediante la asignación de tareas y de responsabilidades específicas, las cuales son designadas mediante una técnica de optimización matemática como enfoque para determinar la mejor decisión de distribución, y sobre la cual establecer estrategias que aumenten el desempeño competitivo de todo el sector, con el beneficio en el usuario final de dicha cadena. El desarrollo de este modelo se aplicó con datos basados en el promedio de importancia en la participación de cada uno de los eslabones de la cadena del sector alimentos en Bogotá; esto, como forma de observar su consecución en la práctica.

Palabras clave: administración de la cadena de abastecimiento, gestión del conocimiento, competitividad, modelo de optimización entera.

Introducción

Desde la perspectiva de la cadena de abastecimiento (Handfield y Nichols, 1999), donde "se debe armonizar todas las actividades asociadas con el flujo y transformación de bienes desde la etapa de las materias primas hasta el usuario final en los dos sentidos, desde arriba y hacia abajo dentro de la cadena de abastecimiento", es desde donde se presentan dificultades tanto en el interior de las compañías como a lo largo de todo el sistema en cadena para gestionar de forma adecuada las actividades inherentes al desarrollo productivo, al igual que el manejo

Abstract

Here is the analysis of the food supply system in Bogotá from the perspective of knowledge management, developing a management methodology that is based on the joint participation of each of its nodes by assigning tasks and responsibilities specificity, which are designated by a technique of mathematical optimization as an approach to determine the best decision on which distribution and strategies that enhance the competitive performance of the entire sector with the profit in the end user of that chain. The development of this model was applied to data based on the average importance of participation of each of the chain's food sector in Bogotá, as a way of observing that their achievement in practice.

Keywords: managing the supply chain, knowledge management, competitiveness, model optimization.

de los recursos disponibles, lo que trae como consecuencia sobrecostos de manejo logístico, especificados por la falta de una adecuada planeación de las actividades operativas y de control, lo cual, a su vez, hace que se encarezcan, en últimas, los productos ofrecidos al cliente final.

Por otro lado, se tiene que las personas dentro de las organizaciones, específicamente dentro del contexto de esta investigación, son el capital más importante de cada uno de los eslabones que componen la cadena de abastecimiento, y de donde se establecen las diferencias de

¹ Docente investigador de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Bogotá. Candidato al título de Magister en Ingeniería Industrial, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: ojavierho@gmail.com

Recibido 20 de mayo de 2009 Aceptado 3 de agosto de 2009

productividad de dichas organizaciones; de ahí la importancia de gestionar el conocimiento² de forma coherente con los planes estratégicos de las empresas, de tal manera que su administración de todos los activos intangibles aporte valor a la organización a la hora de conseguir capacidades, o competencias esenciales distintivas.

Por los inconvenientes inicialmente presentados, y dada la importancia de la gestión adecuada del talento humano, es claro que el desarrollo de conocimiento se hace con el objetivo de emplearlo en la consecución de ventajas competitivas sostenibles, no simplemente acumulando conocimiento sin aplicarlo. Por ello, este trabajo aborda los sistemas en cadena desde el punto de vista de la gestión del conocimiento, ya que es desde dicho punto de vista con el cual se pueden extraer de forma real las condiciones que generan el capital intelectual de las organizaciones, por tratarse de las personas que las conforman, pues no se pueden manejar ciertas variables de forma cuantitativa cuando se trata de analizar el comportamiento humano, el cual, por su parte, es el que genera el conocimiento (Mella, 1998) capaz de hacer que los sistemas alcancen mayores niveles de competitividad.

De esta forma se plantea un modelo metodológico general, desde la perspectiva de la gestión del conocimiento aplicada a una sistema de abastecimiento específico, para determinar los aspectos relevantes en su administración, de tal manera que se pueda llevar a cabo la generación de conocimiento que aporte valor real a todo el sistema de encadenamiento productivo, y permita, de esta manera, el establecimiento de estrategias de gestión que conlleven la generación de ventajas competitivas sostenibles en el tiempo.

Marco referencial

Antecedentes

- Plan de ordenamiento del manejo logístico de la distribución de mercancías.

² Definido éste como el conjunto de procesos y sistemas que permiten que el capital intelectual de una organización aumente de forma significativa, mediante la gestión de sus capacidades de resolución de problemas de forma eficiente (en el menor espacio de tiempo posible), con el objetivo final de "generar ventajas competitivas sostenibles en el tiempo".

- Plan maestro de abastecimiento de alimentos en Bogotá.
- Balance tecnológico de la cadena productiva hortofrutícola en Bogotá y Cundinamarca (Cámara de Comercio de Bogotá, 2005).

Marco conceptual³

Cadena de suministro y de abastecimiento

La cadena de abastecimiento dentro del enfoque de la presente investigación es la integración coordinada de las funciones de suministro, fabricación y distribución, mediante una red de actores de un mismo sector de manera efectiva, para satisfacer al consumidor final y, a la vez, disminuir los costos asociados (Ballou, 2004).

Las funciones asociadas se definen como:

- Suministro: Es la parte donde se concentran el cómo, el dónde y el cuándo se consiguen las materias primas para la fabricación de los productos terminados.
- Fabricación:⁴ En esta etapa las materias primas se convierten en productos terminados.
- Distribución: En esta fase se procura garantizar que dichos productos finalmente lleguen al consumidor a través de una red de distribuidores, almacenes y comercios minoristas. Se dice que la cadena comienza con los proveedores y finaliza con los clientes de los clientes.

Gestión del conocimiento

Dentro de los conceptos relacionados con la gestión del conocimiento se tienen: aprendizaje organizacional, capital intelectual y activos intangibles. Sin duda, la terminología no contribuye a aclarar de qué se está hablando. A veces se introducen los mismos conceptos con denominaciones diferentes.

³ Desarrollados por el Grupo de Investigación Ingenio IndusPymes, del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Cooperativa de Colombia, 2007.

⁴ Entiéndase como fabricación el lugar de origen de donde pueden proceder los productos; en este caso, pueden ser el sector agrario o las plazas mayoristas de mercados.

Ya hace cierto tiempo las organizaciones se dieron cuenta de que sus activos físicos y financieros no tienen la capacidad de generar ventajas competitivas sostenibles en el tiempo, y descubren que los activos intangibles son los que aportan verdadero valor a las organizaciones. Este tipo de activos es una serie de recursos que pertenecen a la organización, pero que no están valorados desde un punto de vista contable. También son activos intangibles las capacidades que se generan en la organización cuando los recursos empiezan a trabajar en grupo, cuando mucha gente, en lugar de hablar de capacidades, habla de procesos o rutinas organizativas (Ikujiro, Drucker y Quinn, 2005). En definitiva, un activo intangible es todo aquello que una organización utiliza para crear valor, pero que no contabiliza.

Aprendizaje organizativo

Una vez analizada la importancia de los intangibles, es necesario recordar que la mayoría de ellos suele estar basada en la información, el aprendizaje y el conocimiento. Es en este punto donde podemos enlazar la teoría de recursos y capacidades con el aprendizaje organizativo. A través del aprendizaje individual y de procesos de captación, estructuración y transmisión de conocimiento corporativo, podemos llegar a hablar de aprendizaje organizativo.

El aprendizaje organizativo permite aumentar las capacidades de una organización; es decir, se trata de un medio para que la empresa pueda resolver problemas cada vez más complejos. Cuando una serie de personas empieza a trabajar en grupo, al principio se suelen producir problemas de coordinación; cuando pasa un tiempo se van afinando los procesos y cada vez se realiza mejor la tarea. Esto es aprendizaje organizativo: aprender juntos a resolver problemas con una efectividad determinada.

Gestión del conocimiento

La gestión del conocimiento es, en definitiva, la gestión de los activos intangibles que generan valor para la organización. La mayoría de estos intangibles tiene que ver con procesos relacionados, de una u otra forma, con la captación, estructuración y transmisión de conocimiento.

Por lo tanto, la gestión del conocimiento tiene en el aprendizaje organizacional su principal herramienta. La gestión del conocimiento es un concepto dinámico o de flujo.

Capital intelectual

El capital intelectual es un concepto casi contable. La idea es implementar modelos de medición de activos intangibles, denominados habitualmente modelos de medición del capital intelectual. El problema de estos modelos es que dichos intangibles no pueden ser valorados mediante unidades de medida uniformes, y, por lo tanto, no se puede presentar una contabilidad de intangibles como tal. De cualquier forma, la medición del capital intelectual nos permite tener un retrato aproximado del valor de los intangibles de una organización. Lo interesante es determinar si nuestros intangibles mejoran o no (tendencia positiva).

Modelos de medición de la gestión del conocimiento

Los modelos que se enuncian a continuación sirven como herramienta para identificar, estructurar y valorar los activos intangibles. Dichos modelos aportan un importante valor pedagógico, pero lo más importante son los conceptos que están detrás de cada uno de ellos, así como su propio proceso de implantación. Entre los más importantes se tienen los siguientes:

Modelos de medición del capital intelectual

- Balanced Business Scorecard (Kaplan y Norton, 1996)
- Intellectual Assets Monitor (Sveiby, 1997)
- Navigator de Skandia (Edvinsson, 1992-1996)
- Technology Broker (Brooking, 1996)
- Universidad de West Ontario (Bontis, 1996)
- Canadian Imperial Bank (Hubert Saint-Onge, 1996)
- Dow Chemical
- Modelo Intellect (Euroforum, 1998)
- Modelo Nova (Club de Gestión del Conocimiento de la Comunidad Valenciana, 1999)

- Capital Intelectual (Drogonetti y Roos, 1998)
- Modelo de Dirección Estratégica por Competencias: El Capital Intangible (Bueno, 1998)

Modelos de gestión del conocimiento

- Modelo de gestión del conocimiento de KPMG Consulting (Tejedor y Aguirre, 1998)
- Modelo Andersen (Andersen, 1999)
- Knowledge Management Assessment Tool (KMAT) (Andersen, 1999)
- Proceso de Creación del Conocimiento (Nonaka, Takeuchi, 1995)

Logística

La logística es aquella parte de la cadena de abastecimiento que incluye el proceso de planificar, ejecutar y supervisar el flujo (movimiento) y almacenamiento, teniendo en cuenta la relación costo/eficacia de las materias primas, de las existencias que se están utilizando en el proceso de fabricación, de los productos acabados y de la información conexas desde el punto de origen hasta el punto de consumo final y viceversa.

Competitividad y estrategias de mejoramiento

- La competitividad interna se refiere a la capacidad de organización para lograr el máximo rendimiento de los recursos disponibles, tales como personal, capital, materiales, ideas, etcétera, y los procesos de transformación. Al hablar de la competitividad interna nos viene la idea de que la empresa ha de competir contra sí misma, y expresando así su continuo esfuerzo de superación.
- La competitividad externa está orientada a la elaboración de los logros de la organización en el contexto del mercado o en el sector a que pertenece. Como el sistema de referencia o modelo es ajeno a la empresa, ésta debe considerar variables exógenas, como el grado de innovación, el dinamismo de la industria y la estabilidad económica, para estimar su competitividad a largo plazo. La empresa, una vez ha alcanzado un nivel de competitividad externa, deberá prepararse

para mantener su competitividad futura, con base en la generación de nuevas ideas y productos y de buscar nuevas oportunidades de mercado.

La organización se considera competitiva si tiene un éxito mantenido a través de la satisfacción del cliente, basándose en la participación activa de todos los miembros de la organización para la mejora sostenibilidad de productos, servicios, procesos y cultura en las cuales trabajan, y para lo cual fomenta determinadas competencias y filosofía mirando a su alrededor y adaptando las prácticas líderes del entorno, así como mirando hacia el interior, tomando en cuenta sugerencias de empleados, innovando y fomentando la participación proactiva y el liderazgo eficaz.

Pero no debe olvidarse que en el actual mercado la supervivencia y éxito de una compañía dependen de la calidad y la cooperación a lo largo de la cadena de distribución, la cual involucra varias empresas, más que de la aniquilación de la competencia. Así, las alianzas estratégicas nos demuestran que nuestros competidores (enemigos en el pasado), además de poder constituirse en nuestros maestros (al emplear la técnica de *benchmarking*, por ejemplo) pueden ser nuestros aliados y podemos cooperar juntos para lograr el desarrollo de ambas compañías.

Marco teórico

Modelo de optimización lineal de varias fuentes

Este es un modelo enmarcado dentro de la programación entera, aplicado en logística, y cuyo objetivo es establecer la mejor asignación de distribución a varios clientes desde varias fuentes del sistema (Torres, 2008), para lo cual se tienen como elementos de minimización dentro del modelo los siguientes criterios:

- Distancias
- Tiempos
- Costos

En dicho modelo se debe definir anticipadamente un parámetro máximo en una unidad adecuada, que deben cumplir las fuentes

como restricción de distribución. Este parámetro se utiliza como condición para el desarrollo funcional del sistema en su conjunto, dentro de la red nodal establecida previamente. Cabe anotar que en este modelo cada cliente debe ser atendido sólo por una fuente (centro de proceso u operador logístico); de ahí que se establece una restricción de conectividad. Más adelante, en el desarrollo metodológico, se enuncia la estructura de este modelo.

Marco metodológico

Para el desarrollo de la presente propuesta se comenzará por establecer las características generales de funcionamiento de la cadena de abastecimiento de alimentos de Bogotá-Cundinamarca, desarrollada dentro del grupo de investigación. Luego se determinarán las unidades constitutivas de la cadena dentro de los diversos flujos que surgen. Finalmente se establecerá la propuesta metodológica para su análisis desde el punto de vista cualitativo, teniendo en cuenta los elementos anteriores y las diferentes relaciones de causalidad entre los elementos constitutivos de dicha cadena, desde el punto de vista de la gestión del conocimiento.

Características de la cadena

De acuerdo con el Plan Maestro de Abastecimiento de Alimentos en Bogotá, los eslabones de la cadena están integrados como se observa en la figura 1:

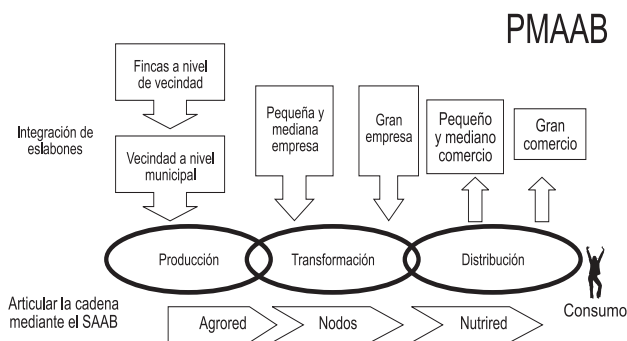


Figura 1. Integración de eslabones de la cadena de abastecimiento de alimentos

Por otra parte, y según un estudio más específico de la cadena, llevado a cabo por este estudio,⁵ la conformación estructural de la cadena de abastecimiento actual se aprecia en la figura 2.

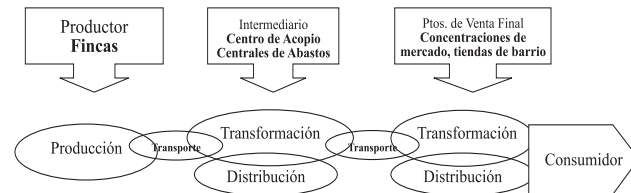


Figura 2. Integración de eslabones de la cadena de abastecimiento de alimentos para Bogotá

Las características de los diferentes eslabones que constituyen la cadena son:

El eslabón producción se encuentra constituido por fincas agrícolas y pecuarias ubicadas en diferentes partes del territorio nacional, de donde es conectado con el siguiente eslabón, denominado transporte. Dicho eslabón está compuesto por transportadores particulares, principalmente, aunque algunas veces es el mismo productor quien asume esta actividad por sus propios medios.

Otro eslabón de la cadena lo integra el intermediario; en este caso, donde se realiza alguna transformación o distribución de los productos, y que puede comprender centros de acopio o centrales de abastos. De aquí los productos son transportados a puntos de venta finales, denominados concentraciones de mercado o tiendas de barrio, donde son puestos a disposición del consumidor final. Cabe resaltar que dichos productos llegan a estas concentraciones de mercado a través de otro eslabón, constituido como transporte informal (Ministerio de Agricultura, 2006).

Dentro de las unidades constitutivas de la cadena de abastecimiento de alimentos para Bogotá se establecen unos medios de intercambio por los cuales fluye el producto a lo largo de toda la cadena, y que tiene los siguientes elementos:

Canales de distribución

- Distribuidor
- Mayorista
- Detallistas

- Comercializador minorista
- Comercializador mayorista
- Corredor o agente
- Facilitador o empresa de logística

Niveles de intermediarios

Cada producto requiere un manejo especial por parte del canal de distribución, para que llegue en buenas condiciones al consumidor. Cada empresa tiene que identificar alternativas para llegar a sus mercados meta, que van desde la venta directa hasta el uso de canales con uno, dos, tres o más niveles de intermediarios⁶ (Secretaría de Hacienda Distrital, 2006).

- Productor-Consumidor
- Productor-Detallista-Consumidor
- Productor-Mayorista-Detallista-Consumidor
- Productor-Agente-Mayorista-Detallista-Consumidor

Tipos de distribución que se pueden dar

- Distribución intensiva
- Distribución selectiva
- Distribución exclusiva

Aspectos para la selección de los canales de distribución

- Características de los clientes
- Características de los productos
- Características de los intermediarios
- Características de la competencia
- Características de la empresa
- Características ambientales

Modelo metodológico de análisis de la cadena

Con base en la teoría de gestión del conocimiento, y específicamente frente al profundizado por Bueno (1998) en el concepto de capital intelectual, mediante la creación del modelo

de dirección estratégica por competencias, es como nos apoyamos para establecer un enfoque de análisis de la cadena de abastecimiento en cuanto a las relaciones que emergen en el interior de ésta, y que, según el direccionamiento dado, establece una forma de aumentar los niveles de competitividad de dicha cadena a largo plazo.

Esta conceptualización hace que cobre interés la propuesta de capital intangible⁷ como clave estratégica de la competencia actual y de que se establezca un diseño del modelo de gestión de la cadena basada en este enfoque, el cual contempla algunos elementos o componentes que conforman el capital fundamental de funcionamiento del sistema: la primera es de carácter personal o humano (actitudes, aptitudes y habilidades de los miembros de la organización), para los cuales se referencian las personas que constituyen las organizaciones que conforman cada uno de los eslabones de la cadena de abastecimiento. El segundo es de origen organizativo (procesos de acción de la organización), del cual hacen parte el plan estratégico, táctico y operativo, así como las técnicas de trabajo que se han establecido en cada una de las empresas, como fruto del aprendizaje organizacional desarrollado a través del tiempo.

Por otro lado, se tienen las competencias de origen tecnológico (en sentido amplio: saber y experiencia acumulados por la empresa), las cuales, y para efectos de esta investigación, hacen referencia al uso de los recursos tecnológicos y del capital de inversión para desarrollar los nuevos enfoques y procedimientos necesarios, de acuerdo con las condiciones modernas de trabajo, de tal manera que las empresas y, en general, toda la cadena logística alcancen nuevos niveles de productividad y, por lo tanto, se posicionen de forma competitiva dentro del mercado donde se esté participando. Este enfoque se representa en la figura 3.

⁶ Como niveles de intermediarios se entiende el número de agentes que intervendrán en la transportación de productos al consumidor final.

⁷ Definido éste como el "conjunto de competencias básicas distintivas de carácter intangible que permiten crear y sostener la ventaja competitiva".

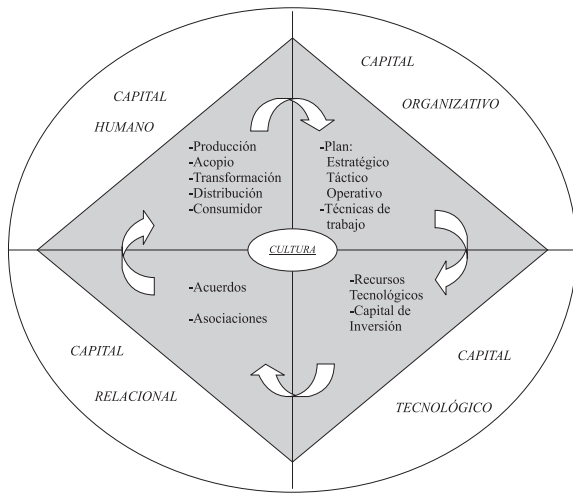


Figura 3. Modelo de gestión de la cadena

Cabe aclarar que este enfoque requiere un trabajo conjunto y sistemático, el cual se debe llevar a cabo a lo largo de toda la cadena de abastecimiento, y que es parte crucial del desempeño de los sistemas de encadenamientos productivos. En este orden de ideas, se requiere el establecimiento de acuerdos y asociaciones entre los diferentes eslabones, los cuales deben ser de tipo horizontal como vertical (Bejarano, 1996), y propender por el establecimiento de modos de actuación sinérgicos que conduzcan a generar valor agregado tanto para cada eslabón como para toda la cadena.

De la combinación de estas competencias básicas distintivas se obtendrían las condiciones suficientes para la gestión del sistema de abastecimiento dentro de un nivel de ventaja competitivo alto; todo esto, enmarcado dentro de una cultura de trabajo en unidad, donde se desarrollen esfuerzos sinérgicos entre cada una de las organizaciones intervinientes. Dicha cultura es la que se pretende crear, de tal manera que todo el actuar de la cadena sea efectivo tanto en el interior de las unidades organizacionales como a lo largo de todo el sistema en general, para hacer que el sector crezca de forma sostenida y, por lo tanto, competitiva.

De esta forma es como se establece un capital relacional, el cual genera valor tangible e intangible, producto de las relaciones que se

establecen dentro de los entes o empresas que conforman cada uno de los eslabones de la cadena, así como de la relación entre estos a lo largo de todo el sistema de abastecimiento.

De esta manera se crean, a través de estas relaciones, criterios de productividad que generan calidad tanto en producto como en servicios, al disminuirse los tiempos de manipulación y almacenamiento de dichos productos, además de la disminución de precios al reducirse los costos de operatividad por parte de los eslabones, lo cual genera mayores beneficios para los consumidores y, por lo tanto, sostenibilidad para cada empresa y para toda la cadena en general.

Por otra parte, se debe contemplar, para la gestión de toda la cadena de manera competitiva, el establecimiento y puesta en marcha de unas actividades específicas dentro de cada uno de los elementos o componentes que conforman el capital fundamental de funcionamiento del sistema, que debe llevarse a cabo de forma participativa y responsable por parte de cada uno de los eslabones a los que se le haya asignado, de tal manera que haya un desempeño efectivo por parte de los integrantes de la cadena, y de esta manera se cumplan los niveles deseados de competitividad para todo el sistema.

Dentro de este enfoque se establecieron actividades por cada uno de los componentes que conforman el capital fundamental de funcionamiento del sistema, excepto para el capital humano, ya que este es el motor generador con el cual se llevan a cabo los demás. A su vez, se relacionan los posibles responsables de seguimiento y control dentro la cadena de abastecimiento, como se muestra en la tabla 1.

Es importante aclarar que tales actividades son para el desarrollo de la gestión de la cadena desde el enfoque de la gestión del conocimiento a lo largo de todo el sistema, independientemente de las actividades relacionadas que deban hacerse dentro de cada una de las organizaciones para cada uno de los eslabones de dicha cadena productiva.

Tabla 1. Actividades, y sus posibles responsables, para de cada uno de los componentes del capital fundamental de funcionamiento del sistema

Capital_ organizativo	Posibles responsables	Capital_ tecnológico	Posibles responsables
Planeación estratégica de la cadena	Transformación Acopio Distribución	Determinación de las necesidades y recursos tecnológicos en aprovisionamiento	Acopio Transformación
Determinación de las competencias para desarrollar por parte del personal operativo en aprovisionamiento	Transformación Acopio	Determinación de las necesidades y recursos tecnológicos en distribución	Distribución Transformación
Determinación de las competencias para desarrollar por parte del personal operativo en distribución	Distribución Transformación	Estudio de los niveles de inversión	Acopio Transformación Distribución
Establecimiento de las herramientas técnicas de trabajo en aprovisionamiento	Producción Acopio Transformación	Capital relacional	Posibles responsables
Establecimiento de las herramientas técnicas de trabajo en distribución.	Acopio Transformación Distribución	Establecer y coordinar acuerdos en aprovisionamiento - transformación	Producción Acopio Transformación
		Establecer y coordinar acuerdos en transformación - distribución.	Distribución Transformación

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, y para priorizar la delegación de las anteriores actividades, se realizó una matriz de incidencia y afectación para el desarrollo de cada una de estas actividades según los posibles responsables asignados, como se muestra en la tabla 2. Esta ponderación se hizo de acuerdo con el grado de capacidad de gestión, incluyendo el nivel de involucramiento e incidencia en las actividades operativas inherentes a su quehacer dentro del sistema de abastecimiento, para cada

uno de los diferentes eslabones de la respectiva cadena.

Estos grados de capacidad de gestión estarán dados, y a su vez, evaluados, por el nivel de capacitación, de manejo de recursos (personal, financieros, tecnológicos, etcétera), de experiencia en el campo y de capacidad para la toma de decisiones. Los niveles o grados de afectación dados por las características anteriormente mencionadas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2. Matriz de incidencia y afectación de los diferentes eslabones de la cadena sobre la consecución de las actividades de gestión de la cadena de abastecimiento.

Actividad	Nº.	Grados de Incidencia en la Consecución de la Actividad			
		Producción	Acopio	Transformación	Distribución
Planeación estratégica de la cadena	1		3,5	4,0	3,3
Determinación de las competencias para desarrollar por parte del personal operativo en aprovisionamiento	2		4,5	4,5	
Determinación de las competencias para desarrollar por parte del personal operativo en distribución	3			4,5	4,4
Establecimiento de las herramientas técnicas de trabajo en aprovisionamiento	4	3,5	4,2	4,0	
Establecimiento de las herramientas técnicas de trabajo en distribución	5		3,5	4,0	4,2
Determinación de las necesidades y recursos tecnológicos en aprovisionamiento	6		3,8	3,8	
Determinación de las necesidades y recursos tecnológicos en distribución	7			4,0	3,9

Fuente: Elaboración propia

Es importante anotar que cada eslabón debe hacerse responsable de estas actividades según la asignación que se le haya hecho. Por otro lado, y de acuerdo con el procedimiento desarrollado en esta investigación, se llevó a cabo la asignación definitiva sabiendo que solamente cada actividad podrá ser desarrollada, y por lo tanto, asignada, por un solo eslabón de la cadena; no obstante, éstos, a su vez, sí podrán llevar a cabo diferentes actividades según la mejor opción establecida.

Cabe resaltar frente a este asunto, y como ya se dijo, que la asignación definitiva de las actividades de gestión según su ponderación a los respectivos eslabones de la cadena, se llevará a cabo a través de la utilización de una técnica de optimización mediante el uso de la programación entera.

El objetivo de este modelo para este caso específico es maximizar la ponderación asignada entre todas las combinaciones posibles por cada uno de los eslabones, siempre y cuando cada actividad sea desarrollada por un solo eslabón de la cadena de abastecimiento, como ya se mencionó, pero que, a su vez, se cumpla con un mínimo de participación en puntuación por parte de estos dentro de las actividades que vayan a asignárseles, de tal forma que se asegure su vinculación dentro del modelo de gestión. Para este caso, se fijó como base que se participara, como mínimo, en un 35% de dichas actividades.

Para el uso de la técnica en mención se llevó a cabo, como primera medida, la definición de la variable de decisión Y_{ij} , como aquella variable binaria que activa la asignación del eslabón tipo "i" para desarrollar la actividad tipo "j", donde varía i; de 1 a 4, que representa así el número de eslabones y j; variando de 1 a 10, que representa de esta manera cada una de las actividades definidas anteriormente. Luego se definió el modelo general como se muestra a continuación:

Modelo general

Parámetros

l_{ij} = grado de incidencia del eslabón I en la consecución de la actividad J. (es el que está dado en la matriz de incidencia y afectación, tabla 2).

$l_{i.mini}$ = incidencia mínima total permitida por el eslabón i dentro de la participación de las actividades de gestión en la cadena.

$$\text{Máx. Z: } \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n l_{ij} Y_{ij} \quad \text{Función objetivo [1]}$$

s.a.

$$\sum_{i=1}^m Y_{ij} = 1 \quad \forall j=1, \dots, n \quad \text{Restricción de conectividad [2]}$$

Esta restricción de conectividad ejerce la función de exclusividad en cuanto a que cada actividad sólo puede ser realizada por un único eslabón de la cadena.

$$\sum_{j=1}^n l_{ij} Y_{ij} \geq l_{i.mini}, \quad \forall i=1, \dots, m \quad \text{Restricción de incidencia mínima [3]}$$

Esta restricción de incidencia mínima ejerce la función de que cada eslabón debe cumplir como mínimo con un valor de incidencia dentro de la asignación de las actividades de gestión en la cadena; del 35%, para este caso.

$$Y_{ij} = \text{Binaria} \quad [4]$$

Después de modelado este sistema según el esquema anterior y de desarrollarlo a través de un software adecuado según las características de éste (Donadio, 2003), se obtuvieron los resultados presentados en la tabla 3, así como la participación porcentual con el total de ponderación asignada, aspectos mostrados en la figura 4.

Tabla 3. Actividades de gestión asignadas por eslabón, y grado de incidencia de estas en su consecución

Eslabones	Numeración de Actividades										No. de Activ. Asig.	Puntaje Asignado	% de Participación
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Producción				3,5							1	3,5	8,6%
Acopio		4,5				3,8			3,8		3	12,1	29,7%
Transformación	4						4	4		4,5	4	16,5	40,5%
Distribución			4,4		4,2						2	8,6	21,1%

Fuente: Elaboración propia

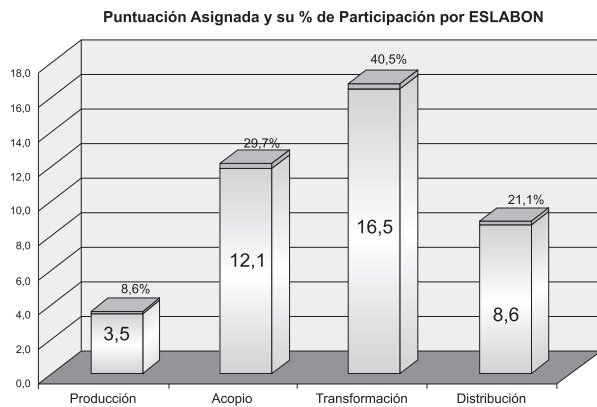


Figura 4. Resultados de la asignación de actividades

Fuente: Elaboración propia

Es importante anotar que este enfoque general de gestión de la cadena estaría supeditado al establecimiento de un trabajo conjunto del capital humano a lo largo de todo el sistema de abastecimiento, como fuente generadora de las sinergias requeridas dentro del enfoque de la gestión de las organizaciones y de conocimiento, por lo cual se tienen las características enunciadas en la figura. 5.



Figura 5. Esquema de relaciones de gestión necesarias

Fuente: Elaboración propia

En esta misma figura se puede observar la estructura e integración funcional desarrollada por el factor humano representado entre los tres componentes generales del sistema de abastecimiento en relación (consumidores, intermediarios y productores).

Por otra parte, en este último enfoque se crea un valor estructural al tenerse como base el conocimiento que la organización consigue explicitar, sistematizar e internalizar en cada uno de sus integrantes, y que se desarrolla en los equipos de trabajo creados en las empresas que hacen parte de cada uno de los eslabones de la cadena. Quedan incluidos todos aquellos conocimientos estructurados de los que dependen la eficacia y eficiencia interna de las empresas, de manera tanto vertical como horizontal, de la cadena: los sistemas de información y comunicación, la tecnología disponible, los procesos de trabajo, las patentes, los sistemas de gestión.

El capital estructural es apropiado por las empresas y, en últimas, por toda la cadena, y se queda en las organizaciones cuando las personas las abandonan. Si se llegara a establecer de forma sólida el capital estructural, se facilitaría una mejora en el flujo de conocimiento, e implicaría una mejora en la eficacia tanto de las organizaciones como de toda la cadena de abastecimiento.

Conclusiones y recomendaciones

Este modelo permitirá orientar estratégicamente la gestión del sistema de abastecimiento en la cadena en cuestión, como forma dinámica de crear nuevos conocimientos que posibiliten una mejora en la posición competitiva del sistema,

al trabajar en forma conjunta compartiendo las estrategias entre cada uno de los eslabones de la cadena, teniéndose en cuenta los diferentes recursos necesarios para hacerlas una realidad y su contribución por parte de cada uno de los eslabones de acuerdo con su disponibilidad y capacidad mediante el establecimiento de acuerdos y asociaciones, que, en últimas, los lleven a trabajar en unidad y por tanto ha alcanzar los objetivos organizacionales y de todo el sistema de abastecimiento en general.

Por otro lado, se establece una metodología en la cual, mediante la asignación de actividades que se enfocan en la gestión compartida de la cadena entre cada uno de sus integrantes, se hace posible la participación conjunta de todos con responsabilidades específicas, lo cual potencia el crecimiento del capital intelectual no solamente dentro de las organizaciones por cada eslabón, sino en todo el sistema. Es importante anotar, además, que la asignación participativa de los eslabones en la gestión de la cadena se realiza mediante una técnica que busca el mejor valor posible de acuerdo con las condiciones y restricciones del sistema para su consecución (óptimo). Por otra parte, el modelo ofrece las siguientes pautas o guías de actuación:

- Cómo conocer o cuáles son los valores que las personas incorporan al trabajo en cooperación dentro y a lo largo de la cadena de abastecimiento
- Cómo saber o cómo crear valor agregado a partir de los conocimientos explícitos y tácitos existentes en cada organización, y en todo el conjunto que representa los diferentes eslabones del sistema.
- Cómo crear, cómo innovar y cómo difundir el trabajo en conjunto entre los diferentes eslabones de la cadena.
- Cómo identificar el papel estratégico de cada eslabón y de cada uno de sus componentes.
- Cómo saber hacer o cómo lograr el desarrollo de capacidades que faciliten la sostenibilidad de la ventaja competitiva.
- Cómo trabajar y compartir experiencias en la estructura tanto de cada eslabón como a lo largo de la cadena de abastecimiento.
- Cómo comprender colectivamente y cómo liberar los flujos de conocimientos por la estructura implícita del sistema que lleve a la cadena a la consideración de "sistema integrado".
- Cómo comunicar e integrar ideas, valores y resultados en todo el sistema.
- La metodología aquí desarrollada es aplicable a cualquier tipo de encadenamiento productivo; solamente se deben tener en cuenta las variaciones en la incidencia de cada eslabón sobre el desarrollo productivo de todo el sistema.

Referencias bibliográficas

- Ballou, R. H. (2004). *Logística, administración de la cadena de suministro*. 5ª ed., México Ed. Pearson, p. 13.
- Bejarano, E. (1996). *Dinámica de la producción colombiana de leche*, Bogotá, Cega.
- Bueno, R. (1998). "Capital intangible como generador de ventaja competitiva", en *Boletín de Estudios Económicos*, vol. 53, núm. 164, p. 219.
- Cámara de Comercio de Bogotá (2005). *Producción Editorial Departamento de Publicaciones Cámara de Comercio de Bogotá*, Bogotá.
- Donadio A. (2003). *Negocios en ambientes computacionales*. México McGraw-Hill, .
- Handfield, R. B. y Nichols, E. L. (1999). *Introduction to Supply Chain Management*, Prentice Hall Inc.
- Ikujiro N. et al. (2005). *Gestión del conocimiento*.
- Mella, O. (1998). *Naturaleza y orientaciones teórico-metodológicas de la investigación cualitativa* [en línea], disponible en: <http://www.reduce.cl/reduce/mella.pdf>, recuperado: 9 de febrero de 2006.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Económico-Gobernación de Cundinamarca (2006); Secretaría de Agricultura y Desarrollo Económico, Oficina Asesora de Planeación Sectorial (OAPS), *Estadísticas Agropecuarias*, vol. 20.
- Secretaría de Hacienda Distrital, Dirección de Estudios Económicos (2006). *Actualidad Económica de Bogotá, D.C.*, núm. 1.
- Torres, J. (2008). "Compendio. Aspectos generales sobre logística, Cátedra Gestión de Sistemas Logísticos", manuscrito no publicado, Maestría en Ingeniería Industrial, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.