

Mejoramiento de Cadenas de Abastecimiento Agroindustriales a través del Planteamiento de un Modelo¹

Improving agro-industrial supply chains Through a Proposed Model

Nestor Orlando Cordero Sáenz

Ingeniero industrial

Especialista en Gerencia de Producción y Operaciones

Universidad Sergio Arboleda

Grupo Investigación: PRODCAL (Productividad y Calidad)

nestor.cordero@usa.edu.co

Recibido Octubre 15 de 2010 – Aceptado Junio 15 de 2011

RESUMEN

El artículo presentado hace parte del desarrollo de la investigación en curso denominada “Diseño de un modelo de integración y optimización de la cadena frutícola en la provincia de Sumapaz (Cundinamarca)”. En el desarrollo se muestra el planteamiento de los objetivos de la cadena desde la perspectiva del valor asociado. El modelo pretende ser una herramienta de análisis para identificar brechas de desarrollo establecidas a través de la asignación de valores esperados en cada uno de los objetivos y una función de desviación la cual se pretende minimizar.

Palabras clave: Programación Multiobjetivo, Agroindustria, Objetivos, Cadena de valor

1. Documento derivado del proyecto de investigación “Diseño de Un modelo de integración y optimización de la cadena frutícola en la provincia de Sumapaz (Cundinamarca)”, proyecto desarrollado por el grupo de investigación PRODCAL y avalado por la Universidad Sergio Arboleda.

ABSTRACT

This paper is a part of the research “Model Design for the Integration and Optimization of Fruit Supply Chain in Sumapaz (Cundinamarca, Colombia)”. This approach shows the development of the objectives in a chain from the perspective of the associated value. The model is an analysis tool that identifies development gaps which have been established through the allocation of expected values for each objective and a deflection function which is intended to minimize.

Key words: Goal programming, Agribusiness, objectives, Value chain.

1. INTRODUCCIÓN

La programación multiobjetivo es una técnica de la optimización paramétrica desarrollada durante la década de los 50s como una variante de la programación lineal y fue perfeccionada durante los años 70s. Ha sido utilizada en diferentes aplicaciones de la industria y busca establecer un equilibrio entre los diferentes objetivos que pueden presentarse en una organización, que en muchas ocasiones apuntan a direcciones opuestas, por ejemplo, la reducción de costos y la generación de empleo entre otros.

Por otra parte, las cadenas de abastecimiento en el sector agroindustrial presentan una gran variedad de actores involucrados con diferentes objetivos prioritarios direccionados al desarrollo individual empresarial y no al colectivo.

El presente artículo busca integrar la programación multiobjetivo o multimeta como herramienta para determinar los objetivos globales de la cadena agroindustrial frutícola en la provincia de Sumapaz; para ello se realizó un estudio de campo con los diferentes actores, buscando establecer las prioridades y las limitantes que se presentan en la cadena de valor, con el fin de establecer un modelo basado en el flujo de producto que permitiese delimitar las brechas entre objetivos y establecer estrategias de mejora en toda la cadena.

2. METODOLOGÍA

El planteamiento metodológico parte de la caracterización realizada a través de encuestas practicadas a muestras de empresas de cada uno de los eslabones de la cadena frutícola. Por medio de esta se identificaron los principales problemas percibidos y los objetivos de desarrollo de cada uno de los actores.

El objetivo del modelo es optimizar el cumplimiento de las diferentes metas de la cadena con el fin de generar beneficio a cada uno de los eslabones entregando un producto de calidad al consumidor final a un precio de mercado competitivo.

Los resultados presentados a continuación hacen parte de una metodología desarrollada para el mejoramiento integral de la cadena y cuenta con 4 componentes básicos:

Identificación de actores: a través del proceso de caracterización primaria y secundaria se identifican los diferentes actores involucrados en la cadena, se establece la ubicación y las actividades que realizan en el producto, así mismo se establecen los objetivos individuales de cada eslabón.

Identificación de mercado: paralelo a la actividad de caracterización y a través de información secundaria se establecen las realidades de precios, demanda estimada y oferta potencial para diferentes periodos estacionales del año.

Ciclo de mejora: una vez identificados los objetivos se plantea el modelo estableciendo la prioridad de las metas para cada uno de los actores y determinando los valores parámetros del modelo. Una vez realizado esto se corre el algoritmo y se establecen las brechas en los objetivos.

Implementación: se deben plantear estrategias para disminuir las brechas en los objetivos más representativos y se debe establecer planes de inversión e implementación para el corto y mediano plazo.

A continuación se presenta gráficamente la metodología planteada:

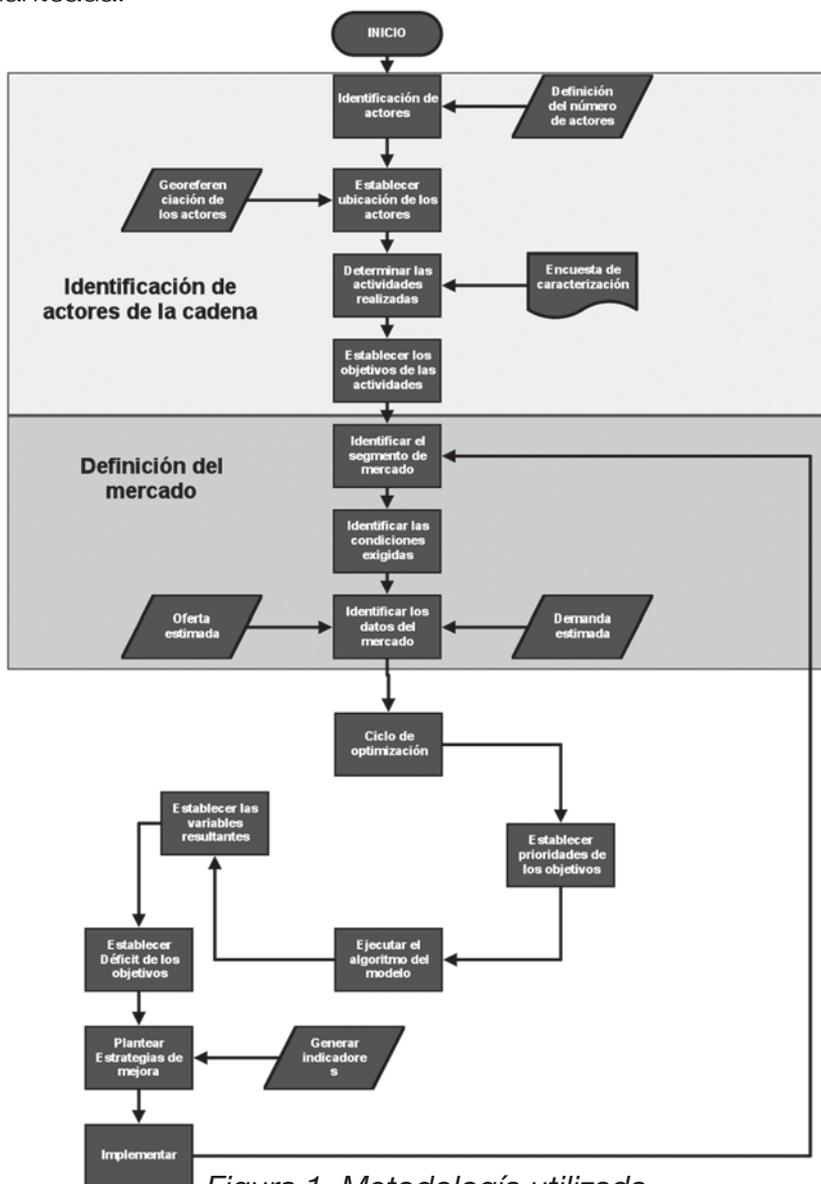


Figura 1. Metodología utilizada

2.1 MODELO DE OPTIMIZACIÓN UTILIZADO: Los modelos de optimización tienen unos componentes básicos a definir por el decisor y de los cuales depende el éxito o el fracaso del modelo, estos son:

Función Objetivo: representa la ecuación matemática que da la medida de desempeño del sistema, las más conocidas son las de maximización de ingresos y la minimización de los costos en el mundo empresarial.

Las variables: representan las decisiones que se pueden tomar para afectar el valor final esperado ya sea de maximización o minimización, desde el punto de vista funcional se pueden clasificar en independientes o de control y dependientes o de estado. Las variables determinan el juego de estrategias que se pueden realizar sobre el modelo y de su complejidad dependerá el tiempo de solución del problema.

Restricciones: representa el conjunto de relaciones expresadas mediante ecuaciones e inecuaciones que las variables están obligadas a cumplir; representan condiciones físicas o de mercado inobjetables que restringen el libre valor que pueden tomar las variables generando espacios factibles de solución. Resolver un problema de optimización consiste en encontrar los valores de todas las variables involucradas que brinden el mejor desempeño del indicador de la función objetivo, cumpliendo el conjunto de obligaciones o restricciones.

Optimización Multiobjetivo: se plantean múltiples funciones objetivo, en las cuales el problema es diferenciar que el cumplimiento de un objetivo va en detrimento de otro ; lo ideal es minimizar los conflictos entre objetivos.

Modelos Multimeta: un modelo de programación por objetivos consiste básicamente en un modelo de programación matemática con varias funciones objetivo que se han escalonado de acuerdo con un determinado esquema de prioridades. El primer paso para formular un modelo multiobjetivo consiste en establecer el conjunto G de objetivos que el modelo desea optimizar. Dicho conjunto G para un caso de n objetivos será:

$$G = \{ g_1, g_2, \dots, g_j, \dots, g_n \}$$

2.2 DETERMINACIÓN DE LOS OBJETIVOS

El modelo de optimización se basa en la premisa de que toda la cadena agrícola funciona como una red generadora de valor en la cual se deben establecer las actividades principales y secundarias de la misma. Esto con el fin de establecer el norte del objetivo de la cadena.

La cadena de valor está compuesta por las actividades principales, consideradas todas aquellas que el cliente percibe en el producto, según Porter (2000) se pueden clasificar en:

- Logística interna
- Operaciones
- Logística Externa
- Marketing
- Servicios

Mientras que todas aquellas actividades que el cliente no percibe se califican como de apoyo, estas se pueden agrupar en:

- Abastecimiento
- Desarrollo Tecnológico
- Recursos Humanos
- Infraestructura de la empresa

A nivel general se puede estructurar la siguiente cadena de valor vinculada con cada uno de los actores identificados:

Tabla 1. Actividades principales de la cadena.

		ACTOR				
ACTIVIDAD		Productivas	Transportadores	Acopio	Mayoristas	Minoristas
Logística interna			ALTO	ALTO	ALTO	BAJO
Operaciones		ALTO				
Logística Externa			ALTO	ALTO	ALTO	BAJO
Marketing					BAJO	BAJO
Servicios						

Tabla 2. Actividades de apoyo de la cadena.

		ACTOR				
ACTIVIDAD		Productivas	Transportadores	Acopio	Mayoristas	Minoristas
Abastecimiento		MEDIO		ALTO	ALTO	ALTO
Desarrollo tecnológico						
Recursos Humanos		BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	
Infraestructura		BAJO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO

En las tablas anteriores se muestra la relación en términos de 3 parámetros: alto, medio y bajo, estos parámetros indican el

nivel de desarrollo del actor con respecto a las actividades de la cadena de valor, los vacíos representan la no relación del actor con dicha actividad.

De otro lado, se encuentran debilidades en las actividades de desarrollo tecnológico, en el de mercados y en el servicio que se ofrece en la venta de un producto, el cual es nulo en todos los actores de la cadena.

A nivel general se pueden resaltar objetivos de supervivencia de la cadena y otros de obligatorio cumplimiento.

Se parte del principio de que todos los actores involucrados en la **cadena** buscan generar un beneficio particular por la operación realizada, a la hora de generar este beneficio, los diferentes actores no reflexionan en el beneficio de los demás eslabones, se piensa en una ganancia individual sin pensar en el impacto que tiene cada actor en el resultado final que percibe el cliente y quien finalmente es el que garantiza la continuidad de la **cadena**.

Para la propuesta del modelo se asume que el beneficio debe ser común a todos los actores de la **cadena** y este beneficio se da a través de la satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes, generando una competitividad integral con una repartición equitativa de los beneficios y eliminando pasos innecesarios.

Se tiene por objetivo de la cadena generar Valor, lo que lleva directamente al cuestionamiento sobre la definición de este concepto. Diferentes autores a lo largo del siglo XX y XXI han hablado de este tema en el campo de los bienes y servicios, definiendo términos como el valor económico, el valor agregado y el valor percibido.

El valor económico es un factor que permite a las empresas determinar si están generando rentabilidad a sus accionistas y al dinero que ellos invierten en contraprestación con otras alternativas de inversión que se pudieran realizar con el mismo

capital. Se dice que una empresa genera valor si el retorno de la inversión es mayor que el generado si se hubiese destinado el capital en otras opciones, caso contrario se habla de la destrucción de valor.

El valor agregado es un término utilizado para medir la productividad de una cadena. Básicamente esta productividad se define como el valor de las ventas menos las compras realizadas a terceros, todo esto dividido entre el costo del capital utilizado.

Finalmente el valor percibido es un concepto en marketing que da cuenta de la relación que establece el consumidor entre costo y calidad de un bien o servicio; razón por la cual, las organizaciones deben buscar minimizar el precio de oferta de sus productos y maximizar la calidad de los mismos.

De las definiciones anteriores surgen los siguientes parámetros que deben ser controlados dentro de la cadena:

1. Maximizar el beneficio financiero para todos los actores de la cadena.
2. Minimizar los costos.
3. Minimizar los gastos.
4. Maximizar el empleo generado.
5. Cumplir con la demanda.
6. Maximizar el uso de la oferta.
7. Minimizar las pérdidas.
8. Minimizar el tiempo de tránsito de los productos.
9. Minimizar el tiempo del flujo de dinero de la cadena.

Una cadena productiva se comporta como una red interconectada en la cual fluye el producto dentro de cada uno de los actores, los anteriores objetivos están relacionados con ese flujo de producto que a su vez genera un flujo de capital en dirección inversa, tal como se muestra en la siguiente gráfica:

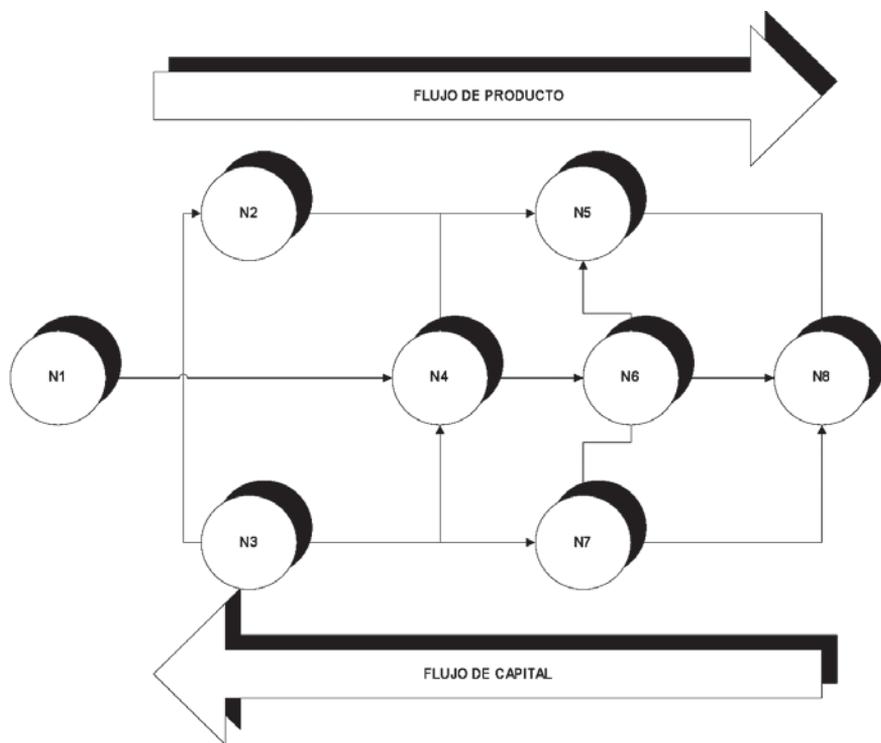


Figura 2. Flujos de la cadena

En ese orden de ideas estos dos flujos son los que se deben controlar en cada uno de los objetivos planteados en la cadena.

2.3 PRIORIZACIÓN DE OBJETIVOS

La tabla de prioridades obtenida de los actores de la cadena para los objetivos evaluados en una escala de uno a diez, siendo uno menos prioritario y 10 más prioritario se presenta a continuación:

Tabla 3. Promedio ponderado de objetivos

Objetivo	Proveedores	Productores	Transportadores	Centros de acopio	Mayoristas	Minoristas	Promedio
Maximizar el beneficio financiero.	10,0	9,5	9,2	9,6	9,8	10,0	9,7
Minimizar los costos de la cadena.	6,4	8,7	8,2	6,0	9,1	9,5	8,0
Maximizar el empleo generado.	2,6	8,1	8,5	7,7	6,2	5,9	6,5
Cumplir con la demanda.	6,2	6,6	3,3	7,6	8,1	8,8	6,8
Maximizar el uso de la oferta.	3,8	9,0	1,9	8,2	5,7	6,6	5,9
Minimizar las pérdidas de la cadena.	8,7	9,2	6,6	8,7	9,6	9,0	8,6
Minimizar el tiempo de tránsito del producto.	4,1	3,0	9,2	9,0	4,4	8,0	6,3

Del promedio de la tabla anterior se establece la matriz de dominancias de objetivos de la siguiente forma:

Tabla 4. Matriz de dominancia de objetivos.

	financiero	cadena	generado	demanda	de la oferta	cadena	producto
Maximizar el beneficio financiero.	1,00	0,82	0,67	0,70	0,61	0,89	0,65
Minimizar los costos de la cadena.	1,21	1,00	0,81	0,85	0,73	1,08	0,79
Maximizar el empleo generado.	1,49	1,23	1,00	1,04	0,90	1,33	0,97
Cumplir con la demanda.	1,43	1,18	0,96	1,00	0,87	1,28	0,93
Maximizar el uso de la oferta.	1,65	1,36	1,11	1,15	1,00	1,47	1,07
Minimizar las pérdidas de la cadena.	1,12	0,92	0,75	0,78	0,68	1,00	0,73
Minimizar el tiempo de tránsito del producto	1,54	1,27	1,03	1,08	0,93	1,37	1,00

Esta matriz determina la prioridad de los objetivos promediados de la cadena, siendo el objetivo más dominante el maximizar el beneficio y el menos importante la maximización del uso de la oferta. A continuación se describe cada uno de los objetivos y la forma de involucrarlos en el modelo.

3. RESULTADOS

3.1 Minimizar los costos de la cadena

Se entiende por costo toda aquella salida de dinero de los actores de la cadena del cual se espera un retorno. En esta definición están relacionados la mano de obra involucrada con la acción realizada durante la cadena, de igual forma se incluyen los costos de las materias primas e insumos utilizados en el proceso, según sea el caso y por último, se incluyen los costos indirectos de fabricación que agrupan las actividades necesarias para el funcionamiento de la organización pero no intervienen en el proceso productivo. Los actores de la cadena deben pensar en la forma de optimizar estos recursos sin ir en detrimento de su calidad.

Los componentes de la estructura de costos se dan por unidad métrica producida y por cada uno de los actores, la sumatoria de estos nos da el costo total de la cadena, entonces:

$$CTC = \sum_i \sum_j \sum_k (CMO_{ijk} + CMP_{ijk} + CIF_{ijk}) X_{ijk} \quad [1]$$

Donde:

CTC : Costo _total_ de _la_ cadena _unitario

CMO : Costo _de_ mano _de_ obra _unitario

CIF : Costos _Indirectos_ de _fabricación

CMP : Costos _de_ materia _prima_ _unitario

X_{ijk} : Cantidad _de_ unidad _de_ producto _que_ _procesa_ _

el _actor_ _i_ _que_ _tiene_ _la_ _característica_ _j_ _en_ _el_ _periodo_ _k

Este es el primer objetivo: es la primera función la cual está sujeta a ciertas restricciones de mercado y hace referencia al cumplimiento de la demanda, lo que indica que el número de toneladas estimadas para un periodo deben ser producidas por la región. Así mismo el número de toneladas producidas no debe ser inferior a una cuota establecida.

Por otra parte se encuentran las restricciones tecnológicas, en las cuales, dados los niveles de infraestructura no se pueden disminuir los costos hasta cierto punto.

3.2 Minimizar los gastos de la cadena

Un gasto es toda salida de dinero que no se recupera pero que igual se carga al cliente, estos gastos deben ser eliminados de la cadena; para la cadena de abastecimiento de frutas el factor de gasto más representativo está concentrado en las pérdidas producidas por las plagas, el clima e incluso por la mala manipulación y planeación de las cosechas.

El gasto se puede expresar como:

$$GTC = \sum_i \sum_j \sum_k G_{ijk} PP_{ijk} X_{ijk} \quad [2]$$

Donde:

GTC: *_Gasto _total _de _la _cadena*

G: *Valor _monetario _de _la _perdida _promedio _de _una _unidad _de _porcentaje _de _desperdicio _por _una _característica _j*

PP: *Porcentaje _de _pérdida _promedio _del _actor _por _la _característica _j*

X_{ijk}: *Cantidad _de _unidad _de _producto _que _procesa _*

el _actor _i _que _tiene _la _característica _j _en _el _periodo _k

3.3 Maximizar la calidad ofrecida

El concepto de calidad durante los últimos años se entiende como la percepción que tiene el consumidor del objeto de consumo, siendo una característica subjetiva de un sector de la población de mercado.

Sin embargo, existen herramientas que permiten cuantificar las variables de la calidad, una vez definido el sector de mercado específico al que va dirigido un producto; una de ellas es el QFD, donde los requerimientos del cliente se convierten en características técnicas medibles y cuantificables.

A través de esta herramienta los actores de la cadena (i) pueden identificar pesos específicos (PE) de importancia de las características del producto (j) en un determinado periodo de tiempo estacional (k).

Para poder medir el impacto de estas en la cadena, se utilizó un concepto de calidad japonesa denominado la función de pérdida, generado por el célebre pensador de la calidad Genishi Tagushi, quien consideraba que ésta se define como el cumplimiento de un patrón en cada una de las variables identificadas de importancia por el cliente y que una desviación en el cumplimiento de ese patrón genera una pérdida monetaria para la sociedad, traducida como una pérdida de calidad.

Dicho esto, se podría pensar que al minimizar la función de pérdida de la sociedad, se está maximizando el cumplimiento de los estándares de las variables de calidad y por lo tanto se está maximizando la calidad percibida por el cliente.

La función de pérdida de Taguchi (1983) se describe en la literatura como:

$$L(y) = K(x - t)^2 \quad [3]$$

Donde

L (y): es el valor en unidades monetarias de pérdida generada a la sociedad por la ausencia de calidad.

K: es una constante que se define como:

$$K = \frac{\text{Costo de un defecto}}{\text{Tolerancia}^2} \quad [4]$$

En esta constante el costo de un defecto señala las unidades monetarias que le cuesta a la cadena el rechazo de un producto por una característica no cumplida, mientras que la tolerancia se define como la distancia entre el menor valor aceptado por el cliente de la característica y el mayor valor aceptado, esto elevado al cuadrado para eliminar los valores negativos.

X: Este parámetro representa el valor patrón de la característica en una unidad mensurable.

T: Representa el valor real promedio presentado de la característica en un periodo estacional k

Esta ecuación llevada al modelo propuesto, se podría expresar de la siguiente forma:

$$L = \sum \sum \sum \frac{G_{jk}}{T_{ij}} (r_j - t_j) X_{ijk} \quad [5]$$

Donde

L: Pérdida de calidad promedio de la cadena

G: Valor de pérdida por el no cumplimiento de una característica *j*

T: Tolerancia de la característica *j*

r: Valor estándar de la característica *j*

t: Valor real promedio de la característica *j*

De esta forma se busca minimizar la pérdida total en la cadena causada a la sociedad por la ausencia de calidad.

3.4 Maximizar el empleo

Este objetivo da cumplimiento al carácter social de la cadena en la cual se pretende generar empleo en el sector, sin embargo las características del empleo deben ser justas a los ojos de la legislación.

Esta es una variable que se analiza a través del número de empleos generados por cada uno de los actores de la cadena que se relaciona de forma directa con la cantidad de Toneladas que circulan por dicho actor, por lo tanto el número total de empleos promedio que genera la cadena será:

$$NET = \sum_i \sum_k NEP_{ik} X_{ijk} \quad [6]$$

Donde:

NET: Número _total_ de _empleos_ promedio _generados_ en _la_ cadena

NEP: Número _de_ empleos _generados_ en _promedio_ por _actor_

3.5 Minimizar el tiempo de tránsito de los productos

El tiempo en cualquier cadena de abastecimiento se convierte en una variable importante a controlar. En una cadena que involucra alimentos perecederos, éste se vuelve un factor crítico de éxito, se debe llegar en el momento justo para garantizarle cumplimiento al cliente y evitar al máximo los almacenamientos.

Con base en lo anterior, el objetivo en la cadena es minimizar el tiempo que transcurre desde la cosecha hasta el consumo del producto, de aquí se derivan dos momentos: el primero hace referencia al tiempo de manipulación o lapso en el que un actor está en contacto con el producto, por otra parte está el transcurrido en el cambio de actor o tiempo de tránsito.

Cada uno de los actores tiene un tiempo promedio de manipulación por tonelada de producto, la sumatoria de este dará el total de manipulación, al que se le suma el de tránsito para obtener el esperado de respuesta al cliente. Este tiempo se puede expresar de la siguiente forma:

$$TT = \sum_i \sum_k (TM_{ik} + Tt_{i,k,i+1}) X_{ijk} \quad [6]$$

Donde:

TT: tiempo_total_entre_la_cosecha_y_la_llegada_al_cliente_del_producto

TM:Tiempo_de_manipulación_del_producto_por_parte_de_un_actor

Tt:Tiempo_de_transito_del_producto_entre_el_actor_i_y_el_actor_i+1

3.6 Maximizar la ganancia

Todos los actores involucrados en la cadena buscan un beneficio económico de su participación en la misma, así se garantiza la supervivencia de las organizaciones que pertenecen a la cadena y está condicionada al precio de los productos y a la cantidad de unidades comercializadas.

La ganancia debe ser expresada como un porcentaje del capital invertido en la operación realizada durante la cadena, por lo cual la equidad de la repartición habla de establecer un único porcentaje para todos los actores.

De igual forma la utilidad esperada por cada una de las organizaciones que intervienen en la cadena, condiciona el precio final ofrecido al cliente, el cual tendrá los componentes de costo y de gasto analizados anteriormente:

$$PVU_k = \frac{CTC_k}{X_{ijk}} + \frac{GTC_k}{X_{ijk}} + PGE\left(\frac{CTC_k}{X_{ijk}}\right)[6]$$

Donde :

PVU_k : Precio_de_venta_por_unidad_comercializada

CTC_k : Costo_total_de_la_cadena

GTC_k : Gasto_total_de_la_cadena

PGE : Porcentaje_de_ganancia_esperada

De la ecuación anterior se puede deducir que el valor a encontrar es el Porcentaje de ganancia esperada, sin embargo este se maximizará si se logra disminuir los Costos y los Gastos que se presentan en la cadena.

3.7 Minimizar el tiempo de flujo del dinero.

En la cadena frutícola se presenta una condición adversa a las

unidades productivas identificada durante la caracterización realizada y es el tiempo que demora el pago de los productos comercializados o crédito que en ocasiones puede llegar a los 6 meses.

Esta estrategia es impuesta por los actores de comercialización de la cadena con lo cual disminuyen su riesgo ante la pérdida de producto y generando ganancias a través del cambio del valor del dinero en el tiempo. Sin embargo, para las unidades productivas representa la imposibilidad de dar continuidad a los cultivos, requiriendo de esta manera un endeudamiento que afecta la sostenibilidad del productor y de la cadena.

Este objetivo no se puede asociar al flujo de producto, debe ser parte de la integración de la cadena, de unas estrategias de negociación justa, pensando en la sostenibilidad a largo plazo y en el beneficio comunitario.

3.8 Restricciones a los objetivos.

Es claro que de no existir restricciones en la cadena, los objetivos podrían maximizarse o minimizarse a valores infinitos, sin embargo esto no se cumple en el mundo real y por lo tanto se deben analizar las condiciones que dificultan el normal desarrollo de los objetivos.

Según la teoría de restricciones expresada por Goldratt existen restricciones físicas y políticas, normas y leyes; de igual forma se pueden analizar las que impone el mercado ante el juego de la demanda y la oferta, analizadas a continuación.

Restricciones de mercado: la restricción de demanda hace referencia a la cantidad de unidades que los clientes requieren para satisfacer su necesidad, es calculada a través de los pronósticos de ventas para un periodo de planeación de la cadena.

La cadena no puede producir más unidades de las que demanda la población, en el caso de la cadena frutícola esto trae como

consecuencia la pérdida de producto, dado el tiempo y la frescura que requieren. Sin embargo, es más costoso el faltante de producto por el incremento de los precios y la cantidad de productos sustitutos, por lo tanto se deberá garantizar al menos cumplir la demanda, siendo lo ideal estar en el mismo valor.

Esta demanda está condicionada a los pronósticos de consumo presentados y a análisis estratégicos acerca del incremento o decremento de la compra del producto en particular. Se puede escribir como:

$$X_k \geq D_k$$

Donde:

X_k : Corresponde a la cantidad de unidades a producir en un periodo k

D_k : Corresponde a la demanda pronosticada para el periodo k

La oferta se puede definir como la cantidad de unidades disponibles para colocar en el mercado a disposición de los clientes, esta restringida por la cantidad de tierras disponibles para cultivo, las cuales determinan el número de toneladas que estarán disponibles para comercializar.

Si se toma la cantidad de hectáreas cultivadas de la provincia por producto y una tasa promedio de producción de toneladas por hectárea, se puede calcular la oferta total disponible con la actual tecnología, de este modo se dice que:

$$X_k \geq O_k$$

Donde O Constituye el valor de la oferta promedio de la región.

4. CONCLUSIONES

El trabajo desarrollado tuvo como objetivo plantear el modelo que determinará las brechas entre los objetivos planteados en la cadena y el valor esperado de los mismos, la determinación de esta brecha permitirá diseñar planes de acción conjuntos entre los participantes de la cadena productiva estableciendo puntos de mejora.

La determinación de la función objetivo está compuesta por la opinión promedio representada de los actores encuestados, en el proceso se toma de información primaria, esta posición es determinística y muestra un valor esperado, el cual no tiene asociada una distribución de probabilidad, por lo tanto el resultado del modelo y su utilidad estarán sujetos al cumplimiento de los valores esperados y a la baja variación de los mismos.

El modelo planteado muestra una visión holística de las pretensiones de los actores en cuanto a los aspectos de vital importancia para la cadena, por lo tanto se debe analizar la variación existente entre las diferentes opiniones expresadas por los encuestados lo cual determinará la variación de las posiciones según el eslabón desarrollado.

Con el desarrollo del modelo se pretende mostrar la brecha en cada uno de los objetivos planteados por los actores, a través de desviaciones que deben ser cuantificadas y de ese modo plantear una serie de estrategias para la disminución entre el valor real y el valor estimado para cada uno de los objetivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Amezquita J, Baldovino E. (2006). ***Prospectiva industrial de las minicadenas productivas hortifrutícolas de Bolívar***, Revista PALOBRA, Páginas 7 a 19. Cartagena, Colombia
- Boussard, J. M. (1977). «***Estudios de Programación Lineal Aplicada al Sector Agrario en Países no Socialistas***» una Revisión. Agricultura y Sociedad, núm. 5, págs. 949.
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2007). ***Caracterización económica y empresarial de la provincia de Sumapaz***, Dirección de Estudios e Investigaciones. Bogotá, Colombia
- Charnes, A.; Cooper, W. W. (1961). ***Management Models***

and Industrial Apications of Linear Programming, Vols. I y II, John Wiley and Sons. San Francisco

- Fabozzi, F. J.; Bachner, A. W. (1979). «**Mathematical Programming Models to Determine Civil Service Salaries**», European Journal of Operational Research, Vol. 3, págs. 190-198.
- Linares, P. Barquin, J. Ferrer, J. Sánchez, P. Ramos, A. (2010). **Modelos Matemáticos de Optimización**, Universidad Pontificia de Comillas, Madrid.
- Huila Unido. (2006). **Acuerdo de Competitividad Cadena Productiva Frutícola**, Gobernación del Huila, Secretaría de agricultura y minería. Neiva, Colombia.
- MAO, J. C. T. (1969). **Quantitative Analysis of Financial Decisions**. The Macmillan Company. Existe traducción española con el título Análisis Financiero, en Editorial «El Ateneo» (1975), Madrid.
- Romero, C., Rehman, T. (1989). **Multiple criteria analysis for agricultural decisions, developments in agricultural economics 5**. Elsevier. Nueva York. EUA. 257p.
- Saavedra, M. (2004). **La valoración de las empresas en México, aplicación del modelo de valor económico agregado 1991-2000**, Revista de Contaduría y Administración, No 214, septiembre-diciembre, Páginas 1 a 10.
- Toro, H. (2003). **Elementos Estocásticos en un modelo matemático de optimización de cadenas de abastecimiento**, Universidad del Valle, Avance de Investigación. Cali, Colombia.
- Vidal, Carlos J. y M. Goetschalckx. (2001). **“A Global Supply Chain Model with Transfer Pricing and Transportation**

Cost Allocation,” European Journal of Operational Research, Vol. 129, No. 14, 134-158.

- Vidal, Carlos J. y M. Goetschalckx. (2000). **“Modeling the Impact of Uncertainties on Global Logistics Systems,”** Journal of Business Logistics, Vol 21, No. 1, 95-120.
- Vidal, Carlos J. y M. Goetschalckx. (2000). **“Modeling the Impact of Uncertainties on Global Logistics Systems,”** Journal of Business Logistics, Vol 21, No. 1, 95-120.