

Análisis de las cadenas productivas hortofrutícola del sur de Bolívar: un análisis bajo el enfoque de la simulación prospectiva

Analysis of fruit and vegetable supply chains in southern Bolivar analysis under the prospective approach to simulation

Juan Carlos Vergara Schmalbach¹, Tomás José Fontalvo Herrera², Francisco Maza Ávila³

*1 Magister en Administración de la Universidad Nacional de Colombia,
Docente Tiempo Completo Universidad de la Cartagena, Grupo Métodos Cuantitativo de Gestión,
jvergaras@unicartagena.edu.co*

*2 Magister en Administración de la Universidad Nacional de Colombia,
Docente Tiempo Completo de la Universidad de Cartagena, Grupo Calidad y Productividad Organizacional Integral.*

*3 Administrador Industrial Universidad de Cartagena,
Investigador Grupo métodos Cuantitativos de Gestión*

Recibido 07/07/2010, Aceptado 15/12/2010

RESUMEN

En esta Investigación se estudian las cadenas productivas pertenecientes al Sur de Bolívar (Colombia) bajo una óptica holística, lo que proveerá información importante para justificar el diseño de proyectos encaminados hacia el desarrollo de la región. Basados en el concepto prospectivo y empleando la dinámica de sistemas como método de simulación, se facilita la modelación de los encadenamientos entre actores para la posterior comprensión de las relaciones de causalidad existentes y descifrar sus comportamientos. Este artículo pretende mostrar al lector las ventajas de emplear la simulación prospectiva sobre las cadenas productivas agroindustriales, como una herramienta que complementaria el estudio y la evaluación de escenarios posibles con vista hacia construir un futuro próspero de una zona. Los resultados alcanzados en el estudio preliminar de las cadenas del Mango, Aguacate, Cítricos, Ñame y Guanában, demuestran que las alternativas de inversión con el propósito de aumentar el rendimiento y número de hectáreas cosechadas presentan los mayores impactos enfocados en una mejora de la calidad de los habitantes de la región.

Palabras clave: Prospectiva, Simulación, Cadenas productivas agroindustriales, Dinámica de sistemas, Escenarios.

ABSTRACT

This research examines the supply chains belonging to the South of Bolivar (Colombia) under a holistic perspective, which will provide important information to justify the design of projects aimed at developing the region. Based on the concept prospective using system dynamics as a method of simulation, modeling facilitates linkages between stakeholders for further understanding of the causal relationships existing and decipher their behaviors. This article shows the reader the advantages of using the simulation prospective on agribusiness production chains, as a tool to further study and assessment of possible scenarios with a view towards building a prosperous future of an area. The results achieved in the preliminary study from the shackles of Mango, Avocado, Citrus, Yam and Guan, show that the investment alternatives in order to increase the yield and number of acres harvested have the greatest impacts focused on improving quality of the inhabitants of the region.

Key words: Prospective, Simulation, Agro-industrial Productive Chains, System Dynamics, Scenarios.

1. Introducción

La población radicada en el Sur de Bolívar sustenta su economía, en mayor parte, a la práctica de actividades primarias (minería, agricultura, pesca, ganadería, entre otras) [1]. A pesar de ser una región rica en variedad de suelos y cultivos, las condiciones de violencia y la elevada pobreza han convertido a esta zona en un foco crítico del Departamento, donde se requiere con urgencia, planes y acciones concretas que promuevan una mejora en la calidad de vida de sus habitantes.

Esta problemática muy particular de la zona condiciona el diseño de proyectos que cuenten con una visión holística donde se integren la mayor cantidad de actores, con metas e indicadores claros de progreso. Con el auge de recursos provenientes del gobierno central, la aparición del Plan Colombia y el aumento de los programas de cooperación internacional, se cuenta con parte de la financiación para realizar proyectos de gran envergadura, pero que sin la debida orientación, podrían no tener el impacto deseado en la comunidad.

La prospectiva ha demostrado ser un enfoque novedoso para la construcción de futuros deseables a distintos niveles, que involucran el estudio de casos o problemas complejos, donde grupos de personas proponen una serie de ideas y estrategias, basados en un completo entendimiento de la problemática presentada. La inclusión de la simulación para recrear y evaluar los escenarios propuestos, la convierten en un componente ideal para complementar los estudios prospectivos, agilizando las conclusiones sobre los futuros ideales de desarrollo [2].

El presente artículo pretende visualizar la estrecha relación que existe entre la prospectiva y la simulación, haciendo un recuento de ambos aspectos sobre el análisis de los resultados alcanzados en el proyecto "Análisis de las cadenas productivas hortofrutícolas del Sur de Bolívar mediante modelos de redes" llevado a cabo por el grupo de Ciencias Tecnología y Sociedad más otras Investigaciones de la Universidad de Cartagena, donde se orientará al lector sobre aquellos escenario cuyos impactos generarían un mayor valor agregado sobre la cadenas productivas más relevantes del Sur de Bolívar (Mango, Aguacate, Cítricos, Ñame y Guanábana).

1.1. Relación entre la Prospectiva y Simulación

A la prospectiva se atañen una serie de herramientas y métodos prácticos, cuyo fin es clasificar las variables consideradas en el estudio, agrupar estrategias y posibilitar consensos entre diferentes actores y grupos de expertos. Se habla entonces de estudios que incluyen una gran can-

tividad de elementos participantes: problemas, ideas, estrategias, variables, actores, relaciones, haciendo de esta, un trabajo cuidadoso, exigente en tiempo y bastante costoso. Las conclusiones acordadas por las personas consultadas en un estudio prospectivo vislumbran un futuro idealizado, muchas veces, sustentadas en información histórica. Ahora ¿serán las decisiones concluyentes del estudio las más acertadas y convenientes?

Para reducir esta incertidumbre, los estudios prospectivos serios deben reunir a grupos grande de expertos y actores que manejen diferentes puntos de vistas, además de recoger la información histórica suficiente que permita aplicar modelos de proyección confiables. A pesar de esto, no existirá certeza absoluta de que las decisiones allí tomadas, sean las correctas.

Es en este punto en que la simulación entra a jugar un papel importante, mostrando a los participantes del estudio las posibles consecuencias de cada escenario. Miklos y Tellos [3] aclaran en su libro *Planeación Prospectiva*, que la prospectiva no busca adivinar el futuro, sino que pretende construirlo, afirmación que es congruente con la simulación como un método relacionado con la creación de escenarios.

La simulación permite experimentar con un modelo que es una versión simplificada de un sistema real. Hay que aclarar que la simulación no es una herramienta de pronóstico [4], sino más bien, una herramienta para la creación y validación de escenarios. Los pasos llevados a cabo en un estudio prospectivo son congruentes con los pasos para llevar un estudio de simulación [5] (ver cuadro 1).

Un componente base de la prospectiva estratégica son los futuribles o escenarios (Guzmán, 2006) [6]. La construcción de un modelo matemático que representa un sistema permite el diseño y la posterior simulación de posibles escenarios. Un escenario descrito como una situación futura y el encadenamiento de eventos que llevan a ella sobre un sistema, tema o asunto de estudio [7] permiten la inclusión de la simulación como una herramienta importante dentro de los estudios prospectivos. Las características de los escenarios son:

- Parten de un diagnóstico del presente con elementos del pasado que han influido en él.
- El diagnóstico se elabora con indicadores que enfatizan los principales problemas, logros u oportunidades.
- Son relatos breves que pretenden expresar de manera clara y comprensible alternativas de futura evolución.

Tabla 1. Comparativo entre la prospectiva bajo el método de escenarios y la simulación
Table 1. Comparing the Prospectus under the scenario method and simulation

Prospectiva	Simulación
Estudio de la problemática.	Definición del sistema.
Búsqueda de variables claves (aplicando matriz de impactos cruzados).	Se definen las variables que componen el modelo de simulación. Construcción del modelo. Se establecen la relación entre variables.
Balizar el campo de los posibles y reducir la incertidumbre.	Validar el modelo con ayuda de expertos.
Establecer listado de hipótesis.	Comprobar con el modelo simulado.
Elaborar escenarios.	Se describen los pasos para alcanzar el estado futuro, observando y analizando los estados de las variables antes, durante y después de finalizada la simulación

Fuente: Relación elaborada por los autores, basado en GODET, Michael. año 2000.

- Se construyen a partir de un conjunto de hipótesis referidas a los grandes rasgos de evolución que pueden incluir cambios en las estructuras vigentes.
- Incluyen explícitamente el tiempo de ocurrencia y el impacto que los hechos tendrán en el futuro.
- Son cualitativos y rara vez cuantitativos.
- Su análisis se desglosa en diferentes variables estructuradoras del pensamiento, por ejemplo: demográficas, medioambientales, económicas, políticas, sociales, culturales, científico-tecnológicas.

2. Metodología

La investigación presentada en este artículo fue de tipo descriptivo, exploratorio y experimental. Para el desarrollo y conclusión del proyecto de investigación se completaron 4 etapas o fases [8]: Definición del núcleo o problema a estudiar, identificación de variables y relaciones, construcción y simulación del modelo e interpretación de resultados (ver figura 1). Para la definición del sistema se llevó a cabo entrevistas en detalle con personal experto y una exploración de la información secundaria, identificando los actores, sus relaciones básicas y situación general de contexto.

El siguiente paso condujo a la caracterización de cada actor en una serie de variables, cuyos valores iniciales (actuales) se establecieron gracias a la revisión de información documental y encuestas estructuradas a muestras representativas. El estudio se llevó a cabo en el 2005, con una réplica

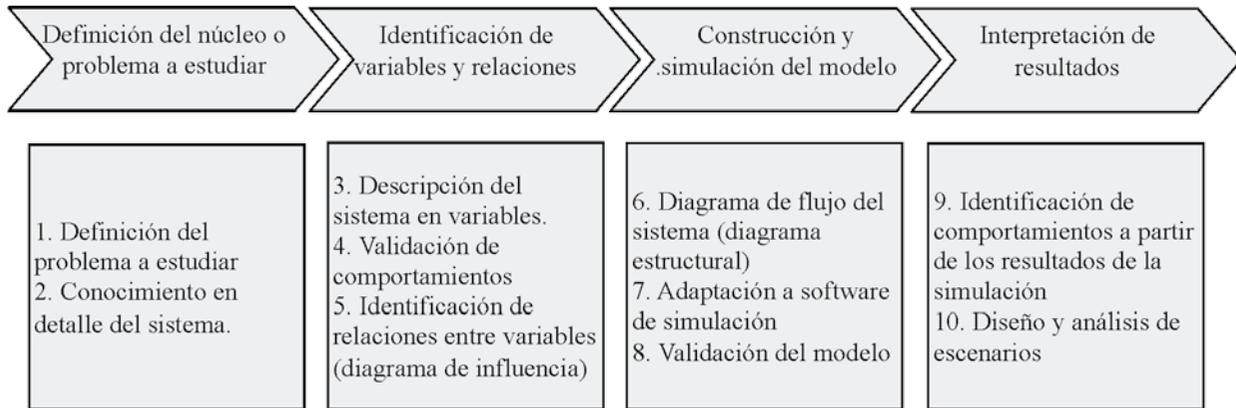
en la actualización de los datos en el 2009 a una población de 1735 productores donde se tomó una muestra con un porcentaje de error de +/- 5%. El modelado de las cadenas se realizó aplicando la dinámica de sistemas, reconocida como una disciplina que identifica patrones e interrelaciones en un sistema, aprendiendo como estructurar dichas interrelaciones en formas más efectivas [9].

Para establecer el modelo matemático, es necesario conectar las variables (y constantes) mediante fórmulas [10], por ejemplo, la variable toneladas producidas de fruta mensualmente por el productor afectara de forma directa a la variable toneladas de fruta recibida mensualmente del centro mayorista. Si se aumenta la producción se supone un incremento también en la cantidad de fruta en las centrales mayoristas [11]. En la figura 2 se ilustra las variables generales identificadas en las cadenas.

Bajo la existencia de dos tipos de escenarios [12]: los normativos (sus restricciones se derivan de las leyes naturales) y los exploratorios (con las imágenes del presente se generan imágenes del futuro altamente probables de suceder), el proyecto prospectivo analizado en este artículo, empleó el tipo de escenario exploratorio. La validación del modelo fue realizada por personal experto, donde los datos arrojados por las variables de salida al correr la simulación fueron contrastados con los valores históricos provenientes de información secundaria y las expectativas esperadas en los escenarios por dicho personal.

La definición de cada actor conlleva la definición de restricciones [13]. El sistema de transporte tendrá limitantes de acuerdo a la capacidad, tiempo de entrega, calidad y

Figura 1. Modelado mediante dinámica de sistemas
Figure 1. System dynamics modeling with



Fuente: Amézquita, López; Vergara Schmalbach, Juan Carlos & Maza Ávila, Francisco. Año 2009.

costos. Estas restricciones impiden que las variables puedan tomar valores irreales. En la figura 3 se muestran algunas de las variables de relación y salida consideradas en el modelo.

Programas como el VENSIM® o el I THINK®, reducen el trabajo de modelado y programación de simulaciones, obrando en modo gráfico con figuras que representan variables, formulas, conectores, haciendo más intuitivo el diseño de modelos complejos en la computadora [14].

En la figura 4 se pueden observar las redes globales de las cadenas productivas analizadas en el estudio.

3. Resultados

La caracterización de las cadenas productivas mediante un modelo de redes dinámicas, permite analizar los niveles de desempeño para cada uno de los actores del encadenamiento, los índices de empleos generados en la cadena, la productividad y el valor agregado por actor a partir de la información recopilada y expuesta mediante variables

(de entrada, proceso y salida), que recrean un modelo matemático [15].

A continuación se resumirán los resultados basados en dos escenarios propuestos, que según las simulaciones realizadas, impactan en mayor medida sobre la calidad de vida de los habitantes del sector y que a su vez, pueden convertirse en una realidad palpable como proyectos supeditados a la financiación por entes externos y el gobierno nacional.

3.1 Aumento en el Rendimiento por Hectárea Cosechada por Cultivo

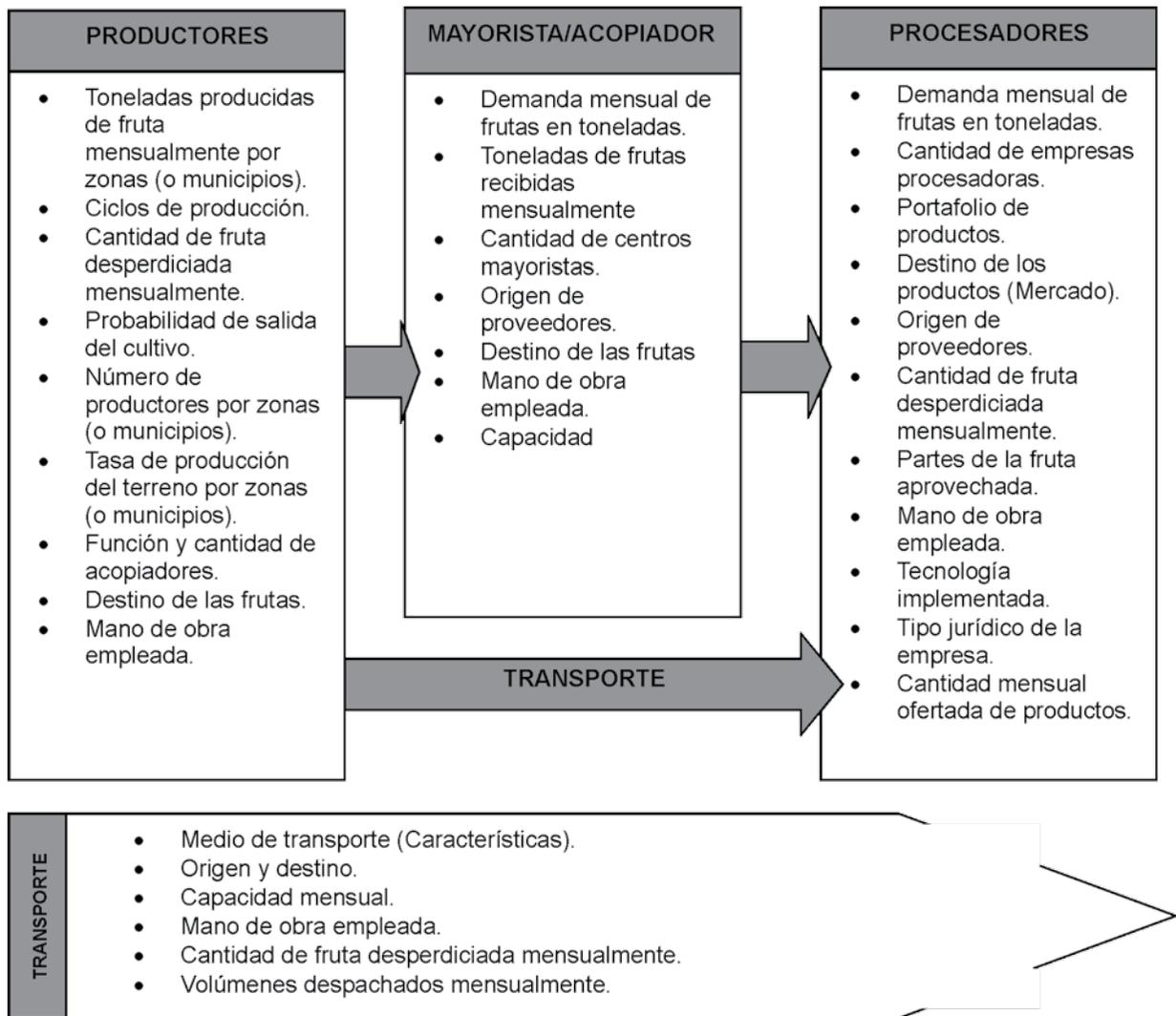
Con la variación en el rendimiento por hectáreas cosechadas registradas en el 2009, un aumento entre el 10% y el 20% representaría un aumento promedio aproximado del 12% y 22% (respectivamente) de las utilidades en cada actor participantes en las cadenas estudiadas (ver cuadro 2). En todas las simulaciones realizadas sobre este escenario, el actor que presento una mayor contribución en el aumento de su utilidad fue el productor.

Tabla 2. Impacto en la utilidad promedio de la cadena por el incremento en el rendimiento por hectárea
Table 2. Impact the average value chain by increasing the yield per hectare

Incremento del rendimiento	Utilidad promedio				
	Cadena del Mango	Cadena de Cítricos	Cadena del Aguacate	Cadena del Ñame	Cadena de la Guanábana
10%	12,5%	13,0%	11,9%	8,7%	11,7%
20%	25,3%	25,7%	24,1%	14,3%	23,4%

Fuente: Cálculos realizados por los autores

Figura 2. Resumen de variables de entrada al sistema para la simulación de la cadena hortofrutícola de Bolívar
Figure 2. Summary of inputs to the simulation system for the horticultural chain Bolivar



Fuente: Amézquita, López; Vergara Schmalbach, Juan Carlos & Maza Ávila, Francisco.. Año 2009.

3.2 Aumento en el Número de Hectáreas Cosechadas por Cultivo

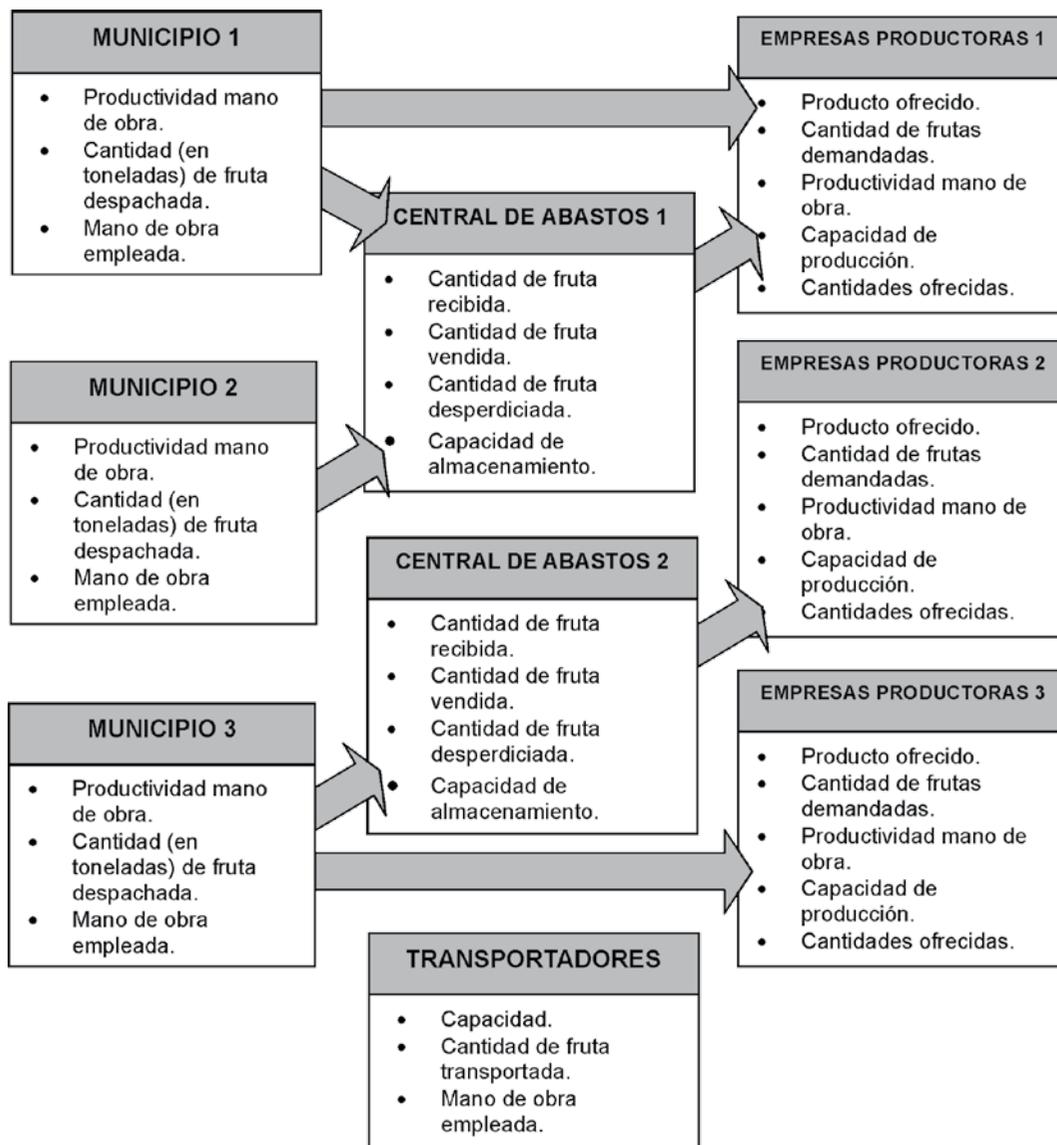
Un aumento del 1% equivale a un aumento promedio aproximado del 1,16% en la utilidad por actor participante de la cadena. En el cuadro 3 se observa la proporción de la utilidad promedio relacionado con el incremento del 1% en el aumento del número de hectáreas.

Se suele considerar que el incremento en la explotación agroindustrial repercutiría en un beneficio directo sobre la calidad de vida de la comunidad local, los escenarios simulados demostraron que no generan un incremento con-

siderable en las utilidades de los productores campesinos, mayoristas y asociaciones; las utilidades se concentrarían en el mismo productor agroindustrial en una alta proporción equivalentes a 1,5% del aumento de la utilidad por cada 1% en el incremento de su producción.

Lo anterior sugiere que en los emprendimientos agroindustriales venideros en la región, deberán establecerse estrategias para incrementar el beneficio sobre los demás actores de las cadenas, como por ejemplo, su participación en la consolidación de asociaciones, cooperativas o fundaciones encargadas del funcionamiento o administración los encadenamientos logísticos.

Figura 3. Variables de proceso y salida del sistema
Figure 3. Process variables and system output



Fuente: Amézquita, López; Vergara Schmalbach, Juan Carlos & Maza Ávila, Francisco. Año 2008.

Tabla 3. Impacto en la utilidad promedio de la cadena por el incremento en las hectáreas cosechadas
Table 3. Impact on the average profit of the chain by the increase in harvested acres

Incremento hectáreas	Utilidad Promedio				
	Cadena del Mango	Cadena de Cítricos	Cadena del Aguacate	Cadena del Ñame	Cadena de la Guanábana
1%	1,25%	1,21%	1,04%	1,22%	1,10%

Fuente: Cálculos realizados por los autores

Figura 4. Ejemplos de cadenas productivas agroindustriales
Figure 4. Examples of agro-industrial production chains

Red Global Cadena Productiva	Características
<pre> graph LR P[Productor] --> A[Asociación] P --> M[Mayorista] A --> AI[Agroindustria] M --> AI M --> Mi[Minorista] AI --> C[Consumidor] Mi --> C </pre>	<p>Cadena Productiva del Mango: Son seis los actores o entidades que forman la cadena: Productor, asociación de productores, mayorista, minorista, agroindustria, consumidor.</p>
<pre> graph LR P[Productor] --> I[Intermediario] I --> M[Mayorista] I --> Mi[Minorista] M --> C[Consumidor] Mi --> C </pre>	<p>Cadena Productiva del Aguacate: El productor no vende directamente al mayorista y/o minorista, lo hace mediante un intermediario.</p>
<pre> graph LR P[Productor] --> M[Mayorista] P --> AI[Agroindustria] M --> Mi[Minorista] AI --> Mi Mi --> C[Consumidor] </pre>	<p>Cadena Productiva de Cítricos: Esta cadena no presenta asociaciones e intermediarios representativos. El productor vende directamente al mayorista y a la agroindustria</p>
<pre> graph LR P[Productor] --> A[Acopiador] P --> E[Exportadores] P --> AI[Agroindustria] A --> M[Mayorista] M --> Mi[Minorista] Mi --> Ci[Consumidor interno] E --> Ce[Consumidor externo] E --> AI AI --> Ci </pre>	<p>Cadena Productiva del Ñame: Contiene nuevos actores como el acopiador (encargado de reunir el producto para luego venderlo al mayorista) y el exportador.</p>
<pre> graph LR P[Productor] --> E[Exportadores] P --> M[Mayorista] M --> I[Industrial] M --> Mi[Minorista] I --> Ce[Consumidor externo] Mi --> Ci[Consumidor interno] E --> Ce </pre>	<p>Cadena Productiva de la Guanábana: El productor vende al Mayorista y Exportadores de productos frescos. La agroindustria obtiene los productos del mayorista y no del Productor.</p>

Fuente: Amézquita, López; Vergara Schmalbach, Juan Carlos & Maza Ávila, Francisco. año 2008.

4. Conclusiones

- La construcción de una economía deseable para la región del Sur de Bolívar con el objetivo inmediato de mejorar la calidad de vida de sus habitantes, debe orientarse a optimizar los recursos escasos al considerar solo los proyectos dirigidos que presenten los mayores beneficios. En una zona con alto potencial agrícola, la alternativa de incrementar la potencialidad de sus cadenas agroindustriales, propone un camino a seguir en la idealización de un mejor futuro.
- Los resultados de la simulación indican que los escenarios que mayor impactan positivamente en la cadenas son el incremento en el rendimiento y la cantidad de las hectáreas cosechadas. El aumento en el 1% del rendimiento y la cantidad implicarían una utilidad adicional aproximada en los actores de la cadena del 1,14% y 1,16% respectivamente.
- El incremento del rendimiento podría llevarse a cabo bajo un plan de capacitación para optimizar los procesos de cosecha, reducción del desperdicio, selección de semillas, optimización de suelos, entre otros. El aumento en el número de hectáreas se conseguiría mediante la adquisición de nuevos terrenos o el aprovechamiento de áreas aptas para la siembra ya en mano de la población.
- La primera de las opciones (sobre el rendimiento por hectárea cosechada), a opinión de los autores, es la opción más probable y de menor impacto ambiental, al considerar que existen lugares que son reserva forestal y zonas de atractivas para el desarrollo del turismo del tipo ecológico.
- A través de los resultados de la simulación prospectiva aplicada sobre las cadenas productivas presentadas en éste artículo, se recomiendan considerar futuros estudios complementarios basados en la estrategias anteriormente mencionadas, sin descuidar el componente agroindustrial con un claro enfoque social.

5. Referencias

- [1] Viloria, J. Economía y conflicto en el cono Sur del Departamento de Bolívar. Documento de Trabajo de Economía Regional. Banco de la República, Cartagena de Indias, 2009.
- [2] Amézquita, J. A., Vergara S., J. C., & Maza, F. Cadenas productivas frutícolas en el departamento de Bolívar. *Tecnos Ingenierías*, 2 (2), 20-22, 2006.
- [3] Miklos, T; Tello, M. Planeación prospectiva: Una estrategia para el diseño del futuro. Limusa Noriega editores. Ciudad de México, 2004.
- [4] Pinilla, V. Simulación: Introducción teórica y aplicaciones en administración. Ediciones Uniandes. Bogotá, 2004.
- [5] Godet, M. La caja de herramientas de la prospectiva estratégica. Cuadernos Lips. Cuaderno No. 5, Cuarta edición actualizada. París, 2000.
- [6] Guzmán, M. V. La Planeación Prospectiva Estratégica: Antecedentes y Situación actual. México: Ciclo de Conferencias: "Prospectiva: Construyendo Futuros". Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, 2006.
- [7] Martínez, I. Algunas técnicas útiles en la prospectiva. México: Centro de Estudios Prospectivos A.C. y Fundación Barros Sierra. Ciudad de México, 1987.
- [8] Amézquita, J. A., Vergara S., J. C., & Maza, F. Modelamiento de cadenas agroindustriales mediante modelamiento de redes. Eumed, Madrid - España, 2009.
- [9] HUANG, M., YUNG, K., WANG, X., & WANG, D. Simulation study using system dynamics for a CONWIP-controlled lamp supply chain. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*(32), 184-193, 2007.
- [10] COSS BU, Raul. Simulación: Un enfoque práctico. Limusa Noriega editores. Ciudad de México, 2002.
- [11] Amézquita, J. A., Vergara S., J. C., & Maza, F. Modelamiento de cadenas agroindustriales mediante modelamiento de redes. Eumed, Madrid - España. 2009.
- [12] Baena, G. ¿Qué es el método de escenarios? (N. F. México, Ed.) *Estudios Prospectivos. Revista Prospectiva Ya* , No. 1, 17-22, 2006.
- [13] Amézquita, J. A., Vergara S., J. C., & Maza, F. Simulación de cadenas agroindustriales. Editorial Universidad de Cartagena. Cartagena, 2008.
- [14] Amézquita, J. A., Vergara S., J. C., & Maza, F. Diseño y análisis de escenarios a partir de la caracterización de la cadenas productivas mediante modelos de redes. *Panorama Económico Universidad de Cartagena* N. 16 Vol. 1, 73-89. Cartagena, 2008.
- [15] SHANNON E, R. Introduction to the Art and Science of Simulation. *Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference*. Texas A&M University. Texas, 2001.