

PROSPECTIVA DE LA CADENA PRODUCTIVA DE MANGO BAJO EL ENFOQUE DINÁMICO¹

THE PROSPECTIVE OF THE MANGO PRODUCTION CHAIN
UNDER A DYNAMIC APPROACH

PROSPECTIVA DA CADEIA DE PRODUÇÃO DE MANGA NO
ÂMBITO DO ENFOQUE DINÂMICO

Juan Pablo Tribín-Rivera

Profesional en Finanzas y Comercio Exterior - Fundación Universitaria Empresarial de la Cámara de Comercio de Bogotá - Colombia. Investigador Universidad Piloto de Colombia. Proyecto Joven Investigador.
juan-tribin@unipiloto.edu.co

Celina Forero-Almanza

Profesional en Mercadeo y Publicidad. Docente Investigadora Universidad Piloto de Colombia.
celina-forero@unipoloto.edu.co

• **Clasificación JEL:** Q14

RESUMEN

El propósito del presente documento de investigación, es relacionar los resultados del análisis prospectivo de la cadena productiva de mango en la Provincia del Tequendama - Cundinamarca por medio de dinámica de sistemas, con el fin de compararla desde distintos escenarios; mercado interno frente al mercado externo, y así poder determinar el escenario prospectivo más conveniente para los productores. De igual forma se proponen políticas que mejoren las condiciones de los productores de la región y se relaciona el modelo de simulación por dinámica de sistemas, que puede ser utilizado en diferentes cadenas productivas. La construcción del modelo de simulación se desarrolló con base en las experiencias adquiridas por medio de visitas de campo, recolección de información primaria y secundaria, y la colaboración de expertos que participan, directa o indirectamente, en dicha cadena productiva, enmarcadas bajo el proyecto de investigación titulado "Mercado prospectivo del mango: Comparativo entre el mercado interno y el mercado externo para la Provincia del Tequendama - Cundinamarca".

PALABRAS CLAVE

Cadena productiva, dinámica de sistema, prospectiva, diagrama de influencia, diagrama Forrester.

ABSTRACT

The purpose of this research document is to correlate the findings of a prospective review of the mango production chain in the province of Tequendama in Cundinamarca based on system dynamics in order to compare it in various scenarios (domestic vs. foreign market), thus being able to determine the most convenient prospective scenario for mango growers. This document also proposes policies aimed at improving the living conditions of growers in the region and discusses the simulation model using systems dynamics which can be used in different kinds of production chains. The simulation model was built based on experience acquired through field visits, collection of primary and secondary information, and cooperation of experts who, either directly or indirectly, participate in the production chain as part of a research project titled "A prospective mango market: a comparison of the domestic market with the foreign market for the province of Tequendama in Cundinamarca".

KEYWORDS

Productive chain, system dynamics, prospective, influence chart, Forrester chart.

Fecha de recepción: 10 - 11 - 2013

Fecha de aceptación: 29 - 12 - 2013

RESUMO

A finalidade desse trabalho de pesquisa, é relacionar os resultados da análise prospectiva da cadeia de produção de manga na província de Tequendama, Cundinamarca, através da dinâmica de sistemas, a fim de comparar em diferentes cenários; mercado interno em comparação aos mercados externos, e assim poder determinar o cenário prospectivo mais conveniente para os produtores. Da mesma forma são propostas políticas para melhorar as condições dos produtores da região e se relaciona o modelo de simulação pela dinâmica de sistemas que pode ser usado em diferentes cadeias de produção. A construção do modelo de simulação foi desenvolvida com base nas experiências

que foram adquiridas através de visitas de campo, coleta de informações primárias e secundárias, e a colaboração de peritos que participaram direta ou indiretamente nessa cadeia de produção, enquadradas no âmbito do projeto de pesquisa intitulado “Mercado prospectivo da manga: Comparação entre o mercado doméstico e o externo para a Província de Tequendama, Cundinamarca”.

PALAVRAS-CHAVE

Cadeia produtiva, dinâmica de sistema, prospectiva, diagrama de influência, diagrama Forrester.

Introducción

El proyecto de investigación “Mercado prospectivo del mango: Comparativo entre el mercado interno y el mercado externo para la Provincia del Tequendama – Cundinamarca”, tiene como objetivo generar un análisis prospectivo del mango para esta Provincia, comparando el mercado nacional frente al mercado internacional, con el fin de identificar el que tenga las mejores condiciones de venta para los productores. Por tal motivo, se ha identificado la dinámica de sistemas como metodología que puede explicar el comportamiento de esta cadena productiva y predecirla en escenarios a través del tiempo, en coherencia con la metodología de prospectiva.

1. Fundamentos epistemológicos y elección del tema de investigación

El proyecto de investigación nace al identificar distintas premisas de la cadena productiva de mango a nivel nacional y regional para el año 2012:

1. El gobierno nacional reconoce a la agroindustria como una de las locomotoras para la consolidación del crecimiento y el empleo a nivel nacional, incluyendo este sector de la economía en el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para Todos” (Departamento Nacional De Planeación, 2011) y ha realizado esfuerzos por la consolidación de las agrocadenas mediante la Ley 811 de 2003 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2003)

2. Según la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (FAOSTAT, sf) de los distintos productos con potencial exportable, los mangos, mangostanes y guabas han presentado una tendencia mundial creciente, pasando de exportaciones netas en el 2005 de 942.190 toneladas métricas a 1’255.712 toneladas métricas en el 2009, lo que representa un incremento del 33% en cuatro años.
3. Colombia presenta niveles de producción particulares en estos productos; para el año 2010 ocupó el puesto número veinte (20) de los países con mayor producción a nivel mundial, con una producción de mangos, mangostanes y guabas de 243.375 toneladas métricas, lista que es liderada por India, China y Tailandia. Y en la lista de los productos agrícolas más sembrados a nivel nacional ocupa el puesto número diecisiete.
4. Según Agronet (AGRONET, sf), la producción de mango llegó a las 201.026 toneladas en el año 2010, con un crecimiento sostenido durante los últimos años.
5. La cadena productiva de mango es considerada como una cadena promisoría competitiva a nivel nacional, a partir del Acuerdo de Competitividad de Productos Hortofrutícolas Promisorios Exportables de Colombia (ASOHOFrucol, 2005), lo cual indica que el mango presenta potencial de ventas en los mercados externos, junto con el banano bocado, uchuva, granadilla, pitahaya y el tomate de árbol.
6. En Colombia, el departamento de Cundinamarca, dadas sus condiciones intertropicales y la diversidad de pisos térmicos, presenta un entorno favorable para la producción de mango. Según una

investigación presentada por la Universidad del Rosario (Universidad del Rosario, 2011), el mango posee un lugar exclusivo entre los exportables del departamento, dada la posibilidad de ser cultivado durante casi todo el año, niveles de producción y condiciones crecientes de la demanda mundial.

7. La producción de mango en Cundinamarca ha sido creciente, pasó de 24.836 toneladas en el 2001 a 66.970 toneladas para el 2010, la más alta a nivel nacional (AGRONET, sf) con una representatividad del 33.3%. Adicionalmente la producción de mango representa el 26.1% de la producción de frutales del departamento, lo que la ubica como una de las agrocadenas frutales más importantes.
8. En Cundinamarca, la provincia del Tequendama presenta una de las mayores producciones del departamento, junto con la Provincia del Alto Magdalena, con 55.642 toneladas para el año 2009, y uno de los mejores indicadores de utilización de tierras del departamento (Universidad del Rosario, 2011).
9. La producción de mango en la Provincia del Tequendama representa el 60.2 % de la oferta que llega a la Central de Abastos de Bogotá (Cardozo *et al.*, 2011), lo que muestra su importancia en el suministro de este producto en la capital del país.
10. Pese a los indicadores crecientes de producción, las condiciones del cultivo y el entorno institucional favorable anteriormente citado, las exportaciones de mango en Colombia han presentado una tendencia bajista; al pasar de exportar 12.712 toneladas en 2001 a 354 toneladas en 2011 (AGRONET, sf).

Las premisas anteriormente expuestas muestran un escenario paradójico en el cual el mango, presenta un incremento en la producción y un entorno favorable para acceder a nuevos mercados. Sin embargo, sus exportaciones son decrecientes en los últimos años. Tal situación motiva el proyecto de investigación, que puede identificar las variables que generan dicha relación contradictoria.

Después de considerar dichas proposiciones, se analizaron las premisas epistemológicas y factores a tener en cuenta en la elección del tema de la investigación, siguiendo el proceso metodológico propuesto por Guadarrama (2009).

En cuanto a las premisas epistemológicas se parte de un optimismo epistemológico, con la confianza que se podrá comprender el fenómeno de estudio, buscando en los resultados acciones con contenido axiológico que permitan mejorar la realidad de los involucrados a futuro, lo cual da como resultado un proyecto de investigación de carácter utilitarista con el conocimiento y convicción de la falseabilidad del mismo.

- Experiencias personales y antecedentes (Participación previa en proyectos de investigación relacionados con frutas en el departamento de Cundinamarca)
- Temporalidad
- Espacialidad
- Cantidad
- Calidad
- Modalidad
- Circunstancialidad
- Utilidad

Dichos factores permitieron la identificación clara del objeto de estudio, delimitándolo de forma cualitativa y cuantitativa en un entorno específico, permitiendo con posterioridad la construcción del marco teórico.

2. Construcción del marco teórico

Se siguió rigurosamente la metodología de investigación construyendo un estado del arte conveniente, con investigaciones previas sobre la cadena productiva de mango a nivel nacional, departamental y provincial. Los títulos estudiados correspondían a investigaciones realizadas por entes públicos, privados y trabajos conjuntos entre estos, desde el año 2005 hasta mediados de 2013, algunos de ellos citados en el presente documento.

Se desarrolló de igual forma un estudio histórico o marco histórico, el cual mostrará el contexto histórico y las relaciones de historicidad del objeto de estudio. Relaciones que fueron fundamentales para la construcción del marco conceptual como base del proyecto de investigación que a continuación se expone. La formulación del problema se generó por medio de un proceso dialéctico, el cual más que involucrar una metodología en particular para llegar al mismo, develó las contradicciones que se expresan en el objeto de estudio.

Como cita Guadarrama (2009) a Díaz Caballero:

(...) la situación problemática se expresa en la mente del sujeto como la percepción de una contradicción entre un estado real y un estado deseado o entre lo conocido y por conocer o entre lo realizado y por realizar. El individuo detecta algo en la realidad que no le satisface o le inquieta, esto es, algo que sucedió o sucede, que exige una corrección o una explicación.

Con base en los antecedentes y las relaciones contradictorias que se encontraron, se plantearon las preguntas problema de investigación:

- Cuál es el mercado prospectivo con mayores potencialidades para la cadena productiva de mango en la Provincia del Tequendama – Cundinamarca: ¿el nacional o el internacional?
- ¿Cuáles condiciones en la cadena productiva de mango en la Provincia del Tequendama – Cundinamarca generan la relación contradictoria entre sus cada vez mayores niveles de producción y sus menores niveles de exportación?
- ¿Qué problemas existen en la cadena productiva de mango en la Provincia del Tequendama - Cundinamarca en los procesos de abastecimiento, comercialización y mercadeo en el mercado nacional e internacional?
- ¿Es posible formular un modelo de simulación que articule la cadena productiva de mango en la Provincia del Tequendama – Cundinamarca y la explique bajo escenarios?

Al identificar y dar respuesta a estos interrogantes se pueden descubrir las causas y condiciones que producen el fenómeno, inferir conclusiones y posibilitar la toma de decisiones para mejorar los estándares de vida de los productores de la región, desarrollar un método que permita reproducir el fenómeno en estudio, elaborar un nuevo material conceptual que sirva de antecedente para futuros proyectos de investigación y establecer hipótesis novedosas.

Con respecto a las *hipótesis* planteadas, pese a que la investigación tiene un perfil utilitarista, no se prescinde de ellas. El estudio bibliográfico, las premisas encontradas en la cadena productiva y los proyectos de investigación, permitieron identificar las posibles respuestas o posible solución de las preguntas problema:

- El mercado prospectivo con mayores oportunidades para los productores de mango en la Provincia del Tequendama – Cundinamarca es el externo, dadas las condiciones de precio que en éste se manejan.
- Las condiciones contradictorias entre producción y exportaciones en la cadena productiva de mango en la Provincia del Tequendama - Cundinamarca son derivadas de las condiciones de competitividad de ésta.
- Los problemas en la cadena productiva de mango en la Provincia del Tequendama derivan de los eslabones productor e intermediario. Adicionalmente los costos logísticos en Colombia no permiten un adecuado desarrollo de la competitividad en la cadena productiva de mango en la Provincia del Tequendama – Cundinamarca.
- Se puede generar un modelo de simulación que pronostique la cadena productiva de mango en la Provincia del Tequendama – Cundinamarca.

Las variables identificadas en el proyecto de investigación fueron determinadas por el modelo de simulación, pese a que muchas variables cualitativas permitieron comprender la cadena productiva de mango.

Según los anteriores parámetros, se establecen los objetivos del proyecto de investigación:

Objetivo General:

- Analizar las potencialidades de la cadena productiva de mango en el mercado interno frente al mercado externo, para la Provincia del Tequendama – Cundinamarca, a través del diseño de un modelo de simulación matemático bajo dinámica de sistemas.

Objetivos Específicos:

- Diagnosticar el estado de la cadena productiva de mango en la Provincia del Tequendama – Cundinamarca en cada uno de los procesos de abastecimiento, producción comercialización y mercadeo nacional e internacional.
- Analizar las problemáticas de la cadena productiva de mango en la Provincia del Tequendama – Cundinamarca en cada proceso de abastecimiento, producción, comercialización y mercadeo nacional e internacional.

- Identificar el escenario prospectivo con mayor potencial entre el mercado interno, externo o mixto, para la cadena productiva de mango en la Provincia del Tequendama – Cundinamarca, por medio de un modelo de simulación matemático bajo dinámica de sistemas.

Después de haber delimitado el proyecto de investigación y de comprender el horizonte del mismo se desarrolla la metodología de investigación seleccionada.

3. Metodología

El propósito del estudio era realizar un análisis prospectivo de la cadena productiva de mango en la Provincia del Tequendama - Cundinamarca, para determinar el mercado más prometedor para los cultivadores, sea el mercado nacional, el internacional o una combinación de ambos. Para dicha tarea se necesitaba una herramienta cuantitativa, por lo cual se identificó a la dinámica de sistemas como instrumento que permitiría generar una representación abstracta de la realidad, con la cual se podría analizar la cadena productiva de mango partiendo de las experiencias de campo y con la que se podría generar una simulación de esta.

El presente documento está articulado para mostrar el proyecto de investigación con coherencia editorial, pese a que en la práctica varios de los procesos investigativos se realizaron simultáneamente.

Se parte definiendo los conceptos de cadena productiva y sistema, señalando la relación que existe entre ambos. En segunda instancia se expone la estructura de la cadena productiva de mango en la Provincia del Tequendama, con base en las definiciones de cadena productiva y sistema, con el fin de comprender cómo se articulan sus eslabones y cómo se compone su entorno organizacional e institucional. Posteriormente se explica cómo se integró la técnica dinámica de sistemas con la ciencia de prospectiva y la conveniencia de este proceso.

A continuación se relaciona el estudio de campo que se llevó a cabo en el proyecto de investigación y las problemáticas que presenta la cadena productiva en cada uno de sus eslabones, todo como antesala al desarrollo del diagrama de influencias que permite identificar las relaciones de cada una de las variables del modelo

de simulación, como fase previa a la construcción del diagrama Forrester con el cual se genera la simulación y prospectiva de la cadena productiva. Para finalizar se expone el análisis de sensibilidad de la simulación, sus resultados, conclusiones y recomendaciones.

4. Cadena productiva como sistema

Muchas definiciones se han dado al concepto de cadena productiva o cadena de producción como la que plantean: Duruflé, Fabre y Yung (Bourgeois y Herrera, 1999) la definen como “el conjunto de agentes económicos que participan directamente en la producción, después en la transformación y en el traslado hasta el mercado de realización, de un mismo producto agropecuario”. Dicho concepto ha presentado un proceso evolutivo desde que fue planteado por primera vez el concepto de encadenamiento por Hirschman (Isaza, sf).

La cadena productiva o cadena de producción, es la relación que existe entre distintos entes (eslabones), los cuales suministran todos sus recurso para intervenir en un proceso productivo; desde la fase de abastecimiento hasta llegar al consumidor final. Durante todo el proceso los eslabones intercambian materiales e información, articulándose y *desempeñándose como un sistema*.

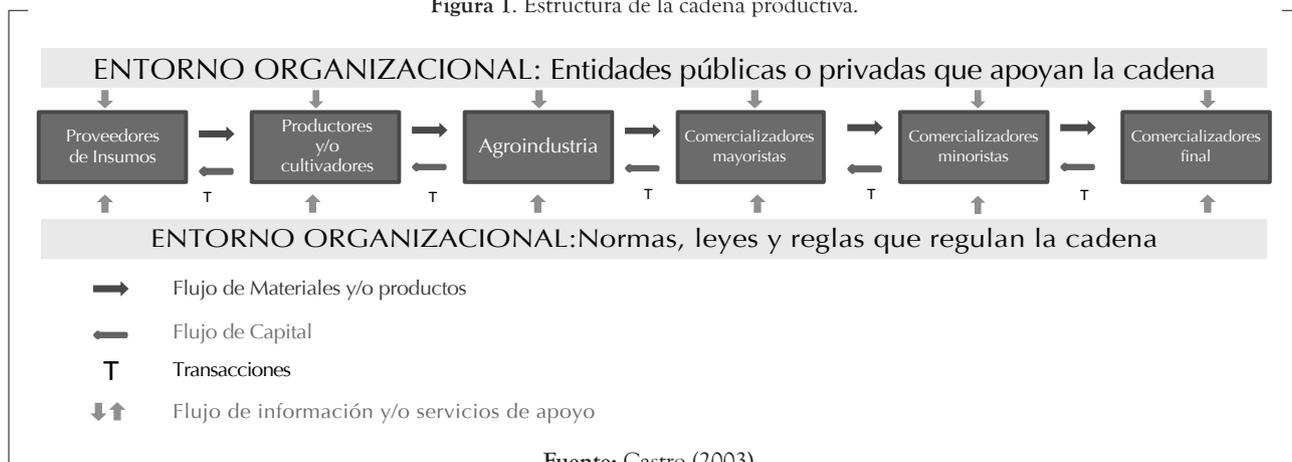
La articulación teórica de la cadena productiva (ver Figura 1) presenta un entorno organizacional: donde participan entidades públicas o privadas que la apoyan; e institucional: que la regula normativa y legalmente. Estos entornos transmiten a la cadena flujos de información o servicios de apoyo. Durante la interacción de los eslabones existe una transferencia de materiales o productos, los cuales tienen como contrapartida una transferencia de capital, todo por medio de transacciones.

La articulación y el desempeño de los eslabones de la cadena reflejan un comportamiento sistémico, debido a que existe una relación que interrelaciona las partes como una unidad.

Con respecto al concepto de sistema, Aracil y Gordillo (2005) lo definen como:

(...) un objeto formado por un conjunto de partes entre las que se establece alguna forma de relación que las articula en unidad, que es

Figura 1. Estructura de la cadena productiva.



Fuente: Castro (2003)

precisamente el sistema. Un sistema se nos manifiesta como un aspecto de la realidad dotado de cierta complejidad precisamente por estar formado por partes en interacción. Esta interacción coordina a las partes dotando al conjunto de una entidad propia. Las partes y la interacción entre ellas son los elementos básicos en esta concepción de sistema. Un sistema se percibe como algo que posee una entidad que lo distingue de su entorno, aunque mantiene interacción con él. Esta identidad permanece a lo largo del tiempo y bajo entornos cambiantes

Dado que existe una estrecha relación entre el concepto de cadena productiva y el concepto de sistema, se puede afirmar que la cadena productiva es un sistema, debido a que en ella se articulan las partes y genera una interacción específica y particular susceptible de ser modelada, y por ende es conveniente hacerlo bajo el enfoque sistémico, lo cual nos permite abstraer parte de la realidad para comprenderla, explicarla y finalmente predecirla.

5. Cadena productiva de mango en la Provincia del Tequendama - Cundinamarca

El estudio que se realizó, tanto teórico como de campo, permitió que se identificara el estado de diferentes tipos de negociaciones en la cadena productiva, que van articulando distintos eslabones que se citan a continuación:

De los seis eslabones nombrados por Castro (2003), hacen presencia cinco (5) en la cadena productiva, los cuales son:

- Proveedores de insumos/ Proveedores de servicios
- Productores y/o cultivadores
- Intermediario/ Distribuidores mayoristas ó minoristas
- Comercializador
- Consumidor Final / Consumidor Institucional

Se aclara que en muchas ocasiones existe el intermediario comercializador, que se presenta o aparece en las relaciones de negociación de uno o varios eslabones, de acuerdo con la dinámica de comercialización que se da entre los mismos y la condiciones del mercado.

El entorno organizacional está representado por empresas públicas y privadas que brindan capacitación, financiación, regulación y apoyo a la cadena productiva. Se puede destacar el trabajo de las asociaciones promoviendo los esquemas comunales de producción y comercialización, y el trabajo de las UMATAS (Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria) generando cursos de capacitación para mejorar las condiciones de cultivo y productividad de estos. Existe una consideración general, por parte de los distintos eslabones de la cadena, donde se afirma un profundo abandono de ciertos entes gubernamentales para solucionar problemáticas generales y particulares de la cadena, lo que deriva en que se presente un entorno organizacional débil.

El entorno institucional relaciona toda la legislación que afecta a la cadena productiva; este entorno es débil debido a que existe poca divulgación de la normatividad que los rige, en coherencia con la carencia de programas e instituciones gubernamentales que apoyen la cadena. El eslabón agroindustrial no interviene con frecuencia en la cadena, solo en algunos casos particulares cuando se presentan negociaciones con compañías que tienen por actividad económica el proceso de transformación del producto (ver Figura 2). No existe en la actualidad un alcance del producto en mercados externos o de exportación, debido a que no se dan las condiciones propicias de calidad, volúmenes de negociación y logística, entre otras variables, que posibiliten el ingreso del producto en dichos mercados. Por ende se puede afirmar que en la cadena productiva hay una prelación de la distribución y comercialización del mango en fresco, con un alcance regional de este producto.

Habiendo identificado la estructura de la cadena productiva de mango en la provincia del Tequendama, se relacionan otros elementos teóricos que permitirán soportar argumentalmente la prospectiva por medio de la dinámica de sistemas.

6. Integración de la prospectiva con la dinámica de sistemas

Según Berger (1964), la prospectiva es la *ciencia basada en el método científico que estudia el futuro para comprenderlo y poder influir en él*. Esta permite entender lo ulterior como una realidad múltiple que puede presentarse de distintas formas. La prospectiva

hace uso de elementos cualitativos y cuantitativos, siendo muy diversas las metodologías empleadas para llegar a predecir el objeto de estudio.

En la prospectiva existen tres elementos primordiales para conocer el fenómeno que se estudia y se quiere predecir: Los expertos (quienes tienen mayor conocimiento del objeto de estudio y las variables a resolver), los actores (quienes influyen en la realidad por medio de sus decisiones) y la probabilidad (que es la herramienta cuantitativa que permite tabular y manejar de mejor forma las opiniones de los expertos para la toma de decisiones). Adicionalmente, la prospectiva presenta la realidad de maneras múltiples donde existen unos escenarios probables que serán determinados por los expertos y los anhelos de los involucrados, dichos escenarios probables están dados por los que tienen mayor posibilidad de suceder, indistintamente de que sean buenos o malos, sin embargo los involucrados siempre buscarán que se desarrolle un escenario favorable en el cual se generen condiciones de bienestar.

La dinámica de sistemas se vincula con la prospectiva, dado que la primera es una técnica de simulación que busca *proyectar y predecir* por medio de la teoría de sistemas, y la prospectiva es una *ciencia* que busca generar la comprensión y predicción del futuro por escenarios.

En el proceso de simulación por medio de dinámica de sistemas es posible diversificar cuantitativamente cada una de las variables involucradas en el sistema, por medio de una interfaz, lo cual posibilita la construcción de escenarios y así analizar el comportamiento o tendencia del sistema a lo largo del tiempo.

Figura 1. Estructura de la cadena productiva de mango en la provincia del Tequendama



Fuente: Castro (2003)

Utilizando equivalencias lógicas con respecto a la argumentación que se ha desarrollado, se encuentra la interrelación entre todos los elementos citados con anterioridad:

Cadena productiva:⇔ Sistema:⇔ Dinámica de Sistemas:⇔
Ciencia Prospectiva

Por ende, la dinámica de sistemas es una herramienta que permite hacer un análisis prospectivo del objeto de estudio, en coherencia con la ciencia de prospectiva, convirtiéndose en una herramienta de toma de decisiones para los involucrados en la cadena productiva.

Para el proceso de integración de la *prospectiva como ciencia* junto a la dinámica de sistemas como técnica, se intentó realizar una integración con dos métodos prospectivos reconocidos: La caja de herramientas de Godet y el método Delphi, presentando los siguientes resultados:

Se partió analizando la *metodología de prospectiva* elaborada por Godet (2007), la "Caja de herramientas de la prospectiva estratégica", siendo esta una de las más conocidas en la gerencia estratégica, llegando a ser rechazada para este trabajo debido a que presenta contradicciones en varios de sus elementos con la teoría de sistemas y por ende con la dinámica de sistemas. Cabe anotar, y es importante, la siguiente aclaración: no se está contradiciendo el postulado anterior en el cual se afirma la coherencia entre la prospectiva y la dinámica de sistemas, sino se rechaza el método de Godet debido a las contradicciones que se exponen a continuación:

- El análisis MIC-MAC supone una matriz de *influencia y dependencia (Causa - Efecto)*; por otro lado, la teoría de sistemas rechaza el postulado lineal de la causalidad y considera una serie de variables que influyen un comportamiento, mostrando las propiedades emergentes del sistema, por lo tanto no es aplicable esta matriz con dinámica de sistemas.
- El análisis MACTOR permite identificar las motivaciones, conflictos y alianzas de los actores que por medio de sus decisiones pueden influenciar el futuro; sin embargo, este método presenta limitaciones que coartan los objetivos del estudio, entre ellos que los modelos que se plantean de esta metodología, suelen ser inalcanzables dadas las fuerzas de intereses.

Adicionalmente, las herramientas de consecución de información pueden resultar erradas dado que los participantes generalmente no quieren proveer información sensible para sus intereses.

- El empleo de las herramientas informáticas MORPHOL, SMIC y MULTIPOL, es reemplazado por el uso de STELLA.

Por lo tanto no se utilizó la metodología de Godet, dadas las contradicciones conceptuales que se han expuesto anteriormente.

Se analizó posteriormente el método Delphi, el cual se utilizó parcialmente, debido a que se participó en reuniones con expertos de la cadena productiva de mango, dirigidas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, productores e involucrados, mas no se aplicaron encuestas aleatorias sobre los escenarios futuros como se hace en esta metodología, sino que se elaboró una encuesta directa sobre los procesos y variables que influyen en la cadena productiva, con el fin de modelarla por medio del diagrama de influencias de dinámica de sistemas. El método Delphi presenta niveles de objetividad respetables, sin embargo renuncia a la posibilidad de que se presenten propiedades emergentes en el sistema que pueden ser ignoradas por los expertos o participantes de la encuesta.

Pese a que no se utilizan estas dos metodologías para hacer análisis prospectivo, *la dinámica de sistemas por sí misma es una herramienta que involucra un proceso para realizar prospectiva*. El método parte de la identificación del problema, se desarrolla una hipótesis dinámica, se construye el modelo de simulación y se prueba el modelo.

La dinámica de sistemas involucra los escenarios de una forma distinta, como se mencionó anteriormente, se trabaja con una interfaz que permite cambiar el valor de las variables del sistema, tomando cada una de ellas valores de cero a infinito según las necesidades, siempre presentando una relación inmutable de los actores a lo largo del tiempo, lo cual le da una proyección a futuro y una realimentación de las variables por medio de ciclos, emanando en los resultados las citadas propiedades emergentes del sistema. El encadenamiento puede ser eficaz o no serlo; sin embargo, siempre se encuentra presente el concepto de cadena productiva debido a que para que el producto llegue al consumidor final debe existir siempre un encadenamiento.

Pese a que se relacionan variables cuantitativas, las acciones de los involucrados están determinadas por alcanzar una utilidad máxima en el modelo, por lo cual se utiliza el software STELLA como herramienta probabilística de lo que puede suceder a futuro, y simulando lo que una acción de los actores, puede generar en una variable sensible como la utilidad.

El nivel de influencia de cada variable en el modelo es relativa al valor que tome cada una de ellas, y la actuación de cada uno de los actores de la cadena va a estar determinada por los resultados de la simulación. En esa medida se puede afirmar que los actores toman decisiones sobre cómo influenciar cada variable, después de realizada la simulación, y no con base en supuestos de lo que podría llegar a suceder.

Para el presente estudio, el modelo aplica de igual forma tanto para el mercado interno como para el mercado externo, debido a que el sistema permanece constante, lo que permite que se pueda realizar la prospectiva para ambos, teniendo las mismas variables involucradas, pero que toma valores diferentes para cada uno. La influencia de cada mercado en el valor que adquiere cada una de las variables está dada por unos valores cuantitativos iniciales del periodo actual, sin embargo son estas mismas variables las que terminan determinando el mercado a futuro por medio de la prospectiva y las proyecciones que se realizan a través del programa de simulación sistémica.

Dados los argumentos anteriores, se concibió un proceso de recolección de información que permitiera simular la cadena productiva, que reuniera el mayor número de variables involucradas en todos los procesos de producción, abastecimiento y comercialización, así como las variables endógenas que influyen en el comportamiento de las variables de la cadena.

7. Estudio de campo e identificación de problemáticas

Con el fin de determinar las variables que influyen en el sistema de la cadena productiva de mango, se decidió realizar una encuesta teniendo en cuenta el espacio geográfico que se había delimitado al inicio del proyecto de investigación. La provincia del Tequendama cuenta con diez (10) municipios productores de mango, sin

embargo dadas las limitaciones de la investigación, no se pudo realizar un estudio censal ni seleccionar una muestra aleatoria representativa que satisficiera las necesidades de esta, por ende se consideró una muestra por conveniencia en donde se tenía en cuenta los cinco (5) municipios que presentaban los mayores niveles de producción y mejores condiciones de acceso a información, estos fueron La Mesa, Anapoima, Tocaima, El Colegio y Viotá.

Como se mencionó, la información fue conseguida por medio de encuestas para identificar las variables que influyen en el sistema y que serían modeladas. Las fuentes de información para lograr este cometido fueron:

- **Cadena productiva de mango:** Con base en la metodología de prospectiva propuesta, para tener un conocimiento imparcial del objeto de estudio, se participó en las reuniones celebradas por la cadena productiva de mango, compuesta por: los gremios productores, proveedores de insumos, comercializadores, industria, exportadores, centros de investigación y el sector público. La información provista por estos fue vital para tener un primer acercamiento a los procesos de producción de la provincia y la composición de cada uno de sus eslabones.
- **Documental:** En las visitas de campo se tuvo acceso a documentos de alcaldías y estudios realizados por estas, con los cuales se pudo conocer la realidad de la cadena productiva de mango desde otros enfoques investigativos.
- **Asociaciones:** Se obtuvo información de distintas asociaciones municipales que colaboraron con documentos y fueron puente para llegar a los productores e intermediarios de la cadena productiva.
- **Productores:** Se visitaron diversas fincas en cada uno de los municipios, lo que permitió caracterizar la cadena productiva de mango. Los productores fueron la principal fuente de información. A ellos se les realizaron encuestas sobre el proceso de siembra, cosecha y pos cosecha, con el fin de generalizar los procesos de la cadena productiva y modelarla por medio de la dinámica de sistemas.

La información provista por estos actores y conocedores de la cadena productiva, permitió identificar diversas problemáticas de la cadena, e identificar las variables

que influyen en esta. Las problemáticas en los procesos de abastecimiento, producción y comercialización de cada uno de los eslabones se relacionan a continuación:

- **Proveedor de insumos:** Los proveedores de insumos presentan problemáticas particulares a su gremio. En cuanto al encadenamiento, son sensibles a las variaciones de demanda que provienen del eslabón productor, generalmente derivadas del incremento de precio de sus productos.
- **Productores y/o cultivadores:** Este eslabón es el que presenta los conflictos más profundos de la cadena productiva; todos los esfuerzos deben enfocarse a solucionar sus problemáticas. La adquisición de insumos para el proceso de producción de fruta son costosos. Los métodos de producción son paleolíticos y muchos de los productores no implementan los sistemas de producción que maximicen su rendimientos y mejoren su calidad, con base en las capacitaciones recibidas por las UMATAS, dados los costos de fertilizantes y herramientas de control biológico. Las formas de solucionar esta problemática pueden provenir del gobierno, el cual puede intervenir en el mercado disminuyendo sus precios de adquisición, sin embargo es necesario comprender que esta medida podría significar un intervencionismo por parte de este y la productividad de una cadena productiva no puede derivar de medidas proteccionistas.

Pese a que el gobierno y sus entidades son actores fundamentales que estructuran la cadena productiva, su influencia en las variables del presente modelo de simulación se tendrán en cuenta, empero presentará un comportamiento *ceteris paribus* que permitirá identificar el mercado prospectivo más favorable, que dependa únicamente del actuar de los productores y no con ayuda de actores externos, debido a que existen múltiples intereses de diversos actores, dentro y fuera de la cadena productiva, que no permitirían plantear unas dinámicas inmediatas para solucionar las problemáticas de los productores, se plantea que estos solucionen sus problemáticas por sí mismos.

Como se citó anteriormente; los métodos de producción son poco eficientes, debido a que los costos de la implementación no permiten su viabilidad, lo cual incrementa los niveles

de desperdicio y reduce el rendimiento de producción. Adicionalmente, la no implementación de métodos de producción idóneos, reduce la capacidad de respuesta ante contingentes como es el caso de afectación por fenómenos naturales.

Los costos de mano de obra son poco relevantes en el proceso de producción; los productores no lo consideran costoso debido a que no se ha presentado un incremento de este en los últimos años; sin embargo, la creciente emigración de mano de obra de los municipios hacia las ciudades ha derivado en poca disponibilidad de trabajadores. Pese a que esta es una problemática real en la cadena, en el modelo de simulación su costo permanece constante.

Los costos financieros son una problemática real en la cadena productiva; la adquisición de créditos por parte de los productores es engorrosa y los costos financieros son altos debido a los márgenes de intermediación en Colombia, se suma la mentalidad suspicaz del productor para adquirir servicios financieros. En el modelo esta variable también permanece constante.

La disponibilidad de tierras genera que la implementación de economías de escala sea nula, la provincia está compuesta en su gran mayoría por pequeños productores lo que imposibilita la disminución de costos medios.

La logística de procesos y transporte genera sobrecostos y pérdida de la eficiencia en la cadena productiva, lo más notable es la deficiencia en vías secundarias y terciarias, lo que genera incrementos en el costo de transporte o la pérdida de potenciales clientes debido a que los productores venden sus productos en finca.

Diversas variables exógenas influyen el comportamiento de este eslabón; los productores muestran gran preocupación por el comercio y el contrabando proveniente de países vecinos, la producción de mango en estos es mucho más eficiente que en Colombia, lo que genera que los productores no puedan competir en ciertas plazas, sin embargo la afectación se ve reflejada en los precios de mercado, los cuales en época de cosecha son tan bajos que no permiten que los productores recuperen los costos de producción.

El precio de venta es determinado por los pocos intermediarios que compran productos en la

provincia, presentándose un oligopsonio que afecta a los productores, ya que a veces la utilidad es inferior a los costos de producción, de no vender a estos precios corren el riesgo de perder toda la cosecha.

Este actor no cuenta con canales de distribución óptimos, por ende vende sus productos al comercializador en finca.

Este actor presenta una problemática que no se identifica en otros actores de la cadena; ingresos que no son acordes con sus niveles de inversión, trabajo y esfuerzo, llegando en algunos casos a presentar pérdida, mientras que los demás actores de la cadena logran generar utilidad por su participación en el encadenamiento.

- **Comercializadores mayoristas/minoristas:** Estos eslabones de la cadena se adaptan a las necesidades del mercado, negociando los productos que en la provincia se producen, siendo poco afectados por las condiciones de la cadena. Los elementos que afectan a este eslabón son las condiciones logísticas de los municipios, el acceso a vías secundarias y terciarias, los costos de almacenamiento que cada vez son mayores en correlación con el incremento del precio de la finca raíz, el comercio ilegal que los elimina junto a los productores de los canales de venta hacia el consumidor final, condiciones de orden público y elementos macroeconómicos como tasas impositivas, de interés y la oferta del mismo producto.

Pese a que este eslabón presenta problemáticas inherentes a la naturaleza de un negocio, el intermediario es el que se lleva la mayor utilidad en el proceso de comercialización, actuando la mayor parte de las veces en detrimento del productor y del consumidor final, dado que a los primeros les pagan precios irrisibles y perciben del consumidor final precios elevados.

- **Consumidor final:** Este suele verse afectado por la baja calidad de los productos comercializados, mas no es una problemática generalizada, y también se ve afectado por los precios de venta, que suelen ser muy elevados debido a que la cadena productiva llega a tener hasta tres (3) intermediarios hasta comprar su producto.
- **Entorno organizacional:** Como se relacionó en la estructura de la cadena productiva en la provincia del Tequendama, se percibe un

abandono por parte de los entes gubernamentales, solo se encuentra apoyo en asistencia técnica por parte de las UMATAS, mas en los demás campos el actuar gubernamental es nulo.

- **Entorno institucional:** Existe un completo desconocimiento de las normas que rigen las cadenas productivas.

Partiendo de estas problemáticas, se reconoce que el mercado externo no ha sido alcanzado por la cadena, debido a que se presentan profundos problemas estructurales que evitan que todos los actores de ella se beneficien de forma óptima, sin embargo el eslabón productor es el más afectado en la cadena productiva. La cadena no presenta un eslabonamiento que se pueda denominar productivo, debido a que cada uno de los actores busca sus intereses particulares, los cuales pueden afectar relaciones futuras. Ejemplo de ello; es el oligopsonio que se citó entre productores y comercializadores, dado que a largo plazo los productores podrían perder sus unidades productivas afectando en consecuencia al intermediario. Pese a esto, sí existe un encadenamiento, el cual es necesario para que el producto llegue al consumidor final, distando mucho de ser un modelo que permita generar valor por medio de la actuación de los eslabones.

Con base en el estudio de campo y la identificación de problemáticas derivadas de los testimonios de los actores de la cadena, se inicia el proceso de construcción del diagrama de influencias de la cadena productiva de mango en la Provincia del Tequendama – Cundinamarca, como paso inicial al proceso de simulación por medio de la dinámica de sistemas.

8. Diagrama de influencias de la cadena productiva de mango en la Provincia del Tequendama – Cundinamarca

El proceso de construcción del diagrama de influencias de la cadena productiva de mango en la Provincia del Tequendama – Cundinamarca se realizó por medio de un enfoque constructivista, entendido como un proceso de aprendizaje de conocimientos ya adquiridos. La comprensión del sistema por parte de los investigadores tuvo en cuenta el estudio de campo anteriormente mencionado y las observaciones realizadas por parte de

los involucrados en la cadena productiva: productores, asociaciones, entidades gubernamentales y privadas, quienes orientaron las variables que intervenían dicha cadena productiva. Posteriormente se efectuó un análisis de estudios realizados por parte de distintos investigadores, quienes modelaron cadenas productivas en Colombia, entre ellos encontramos a Correa (2012); quien realiza un modelo de simulación bajo dinámica de sistemas para el cultivo de mango en Anolaima y Girardot, Amézquita y Chamorro (2013); desarrollan un modelo de simulación de distintas cadenas productivas agroindustriales generando una sola red de costos, producción y utilidad; Huertas, Clavijo y Chamorro (2013); quienes modelan la cadena de abastecimiento de granadilla en Cundinamarca, Martínez, Andrade y Gómez (2013); generan una propuesta del eslabón de producción de la cadena productiva de cacao, y Herrera y Forero (2012); modelan la cadena productiva de limón criollo en El Guamo - Tolima. En dichos documentos se ha dado soporte, al diagrama de influencias que a continuación se detalla y se tuvo en cuenta las variables que estos exponen para generar el diagrama de influencias de esta investigación.

El diagrama de influencias permite identificar las relaciones existentes entre las variables que componen cada uno de los eslabones del sistema dinámico, señalando sus correspondencias, que pueden ser positivas (correlación directa entre variables)² o negativas (correlación inversa entre variables)³. Las variables propensas a simular son de carácter cuantitativo, lo que permite medirlas e interrelacionarlas según su unidad de medida.

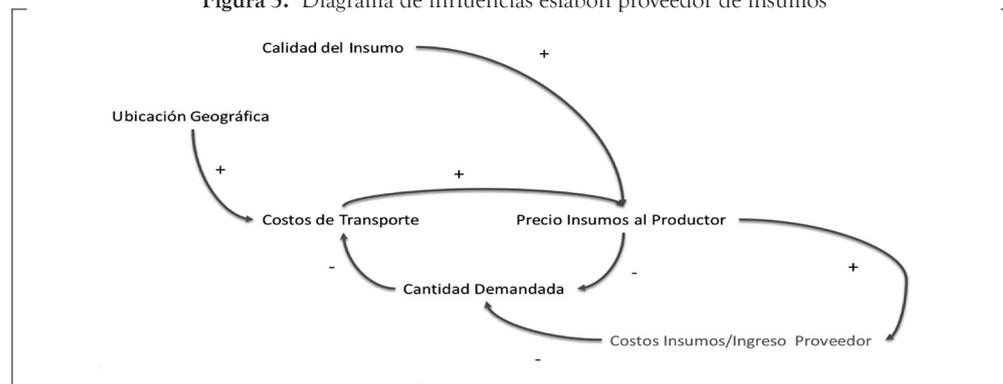
Para el presente modelo de influencias, se exponen las relaciones de cada una de las variables que componen los eslabones de la cadena productiva de mango en

la provincia del Tequendama, tanto endógenas como exógenas, comenzando por el eslabón proveedor hasta llegar al consumidor final.

a. Proveedores de insumos: En este eslabón se presentan cinco (5) variables que interactúan y se realimentan para darle forma al eslabón (Ver Figura 3). Estas variables son:

- **Ubicación geográfica:** Esta variable influencia los costos de transporte de manera positiva, siendo una variable que no presenta realimentación; a mayor distancia del consumidor, mayores costos de transporte.
- **Costos de transporte:** Variable compuesta por otras variables que la conforman. Entre ellas encontramos el impuesto al rodamiento, mantenimiento del vehículo, peajes (en el caso que se presente), precio de la gasolina (variable no controlable), operario, costos de carga y descarga, entre otras variables, que se acumulan como costos del proveedor y que se ven reflejados en el precio al consumidor. Se presenta una relación de influencia positiva con los precios de insumos al proveedor.
- **Precio de insumos al productor:** Es el reflejo de todos los costos de producción, operativos, administrativos, de transporte y se le agrega la utilidad que percibe el proveedor de la cadena. Presenta una realimentación positiva con los costos de transporte y una realimentación negativa con respecto a la cantidad demandada.
- **Calidad del insumo:** La calidad del insumo hace referencia a la eficiencia y eficacia del mismo producto que se vende, a mayor calidad de insumo, mayor es el costo de este, por tal razón influencia positivamente el precio de insumos al productor⁴.

Figura 3. Diagrama de influencias eslabón proveedor de insumos



Fuente: Los autores

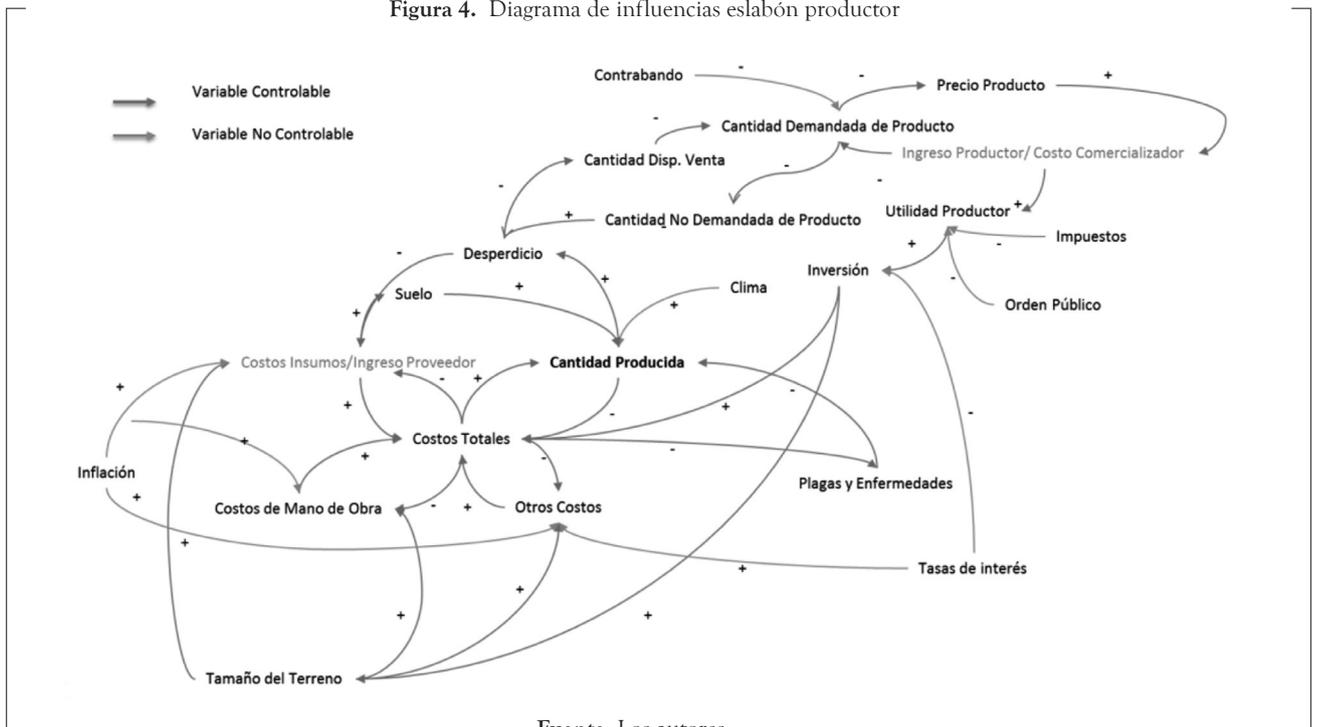
- **Cantidad demandada:** La cantidad demandada de insumos por el productor está relacionada con el número de productos adquiridos, dada una restricción presupuestal del comprador (en el caso de la cadena, productor y/o cultivador). La cantidad demandada es influenciada por los costos de los insumos de manera negativa, al igual que con el precio. Por otro lado realimenta de forma negativa los costos de transporte, dado que a mayores volúmenes de demanda de insumos, los costos de transporte serán menores.
- **Costos insumos/ingreso proveedor:** Variable compuesta por diversos rubros que se han identificado como: Semillas/plántulas, fertilizantes, control sanitario (herbicidas, insecticidas, fungicidas, control biológico), agua, empaque y otros insumos. Influencia positivamente los costos totales y el suelo. Es influenciado negativamente por los desperdicios y los costos totales. Así mismo, es influenciado positivamente por la disponibilidad de tierra y la inflación.
- **Costos de mano de obra:** Esta variable está compuesta por diversos rubros, divididos en tres fases productivas que son: Preparación (arada, rastrillada, nivelada, correctivos y riego), cultivo (siembra, resiembra, raleo, apoque, control de maleza, aplicación preemergentes, aplicación posemergentes, aplicación fertilizantes, control de plagas y control de enfermedades) y cosecha (recolección, empaque, clasificación, zorro y transporte). Influencia positivamente los costos Totales, por otro lado es influenciado positivamente por la disponibilidad de tierra y la inflación y negativamente por los costos totales.
- **Otros costos:** Esta variable compuesta por diferentes rubros como administración, asistencia técnica,

Las anteriores variables se relacionan con el siguiente eslabón de la cadena (Productores y/o Cultivadores), por medio de la variable Costos Insumos/Ingreso Proveedor.

Adicionalmente existen variables externas, no controlables, que influyen en este eslabón de la cadena y que serán relacionados con posterioridad.

b. Productores y/o cultivadores: En este eslabón se relacionan veintidós (22) variables que interactúan y se realimentan para darle forma al eslabón (Figura 4). Estas variables se explican brevemente, a continuación:

Figura 4. Diagrama de influencias eslabón productor



Fuente: Los autores

- arrendamiento e intereses. Influencia positivamente los costos totales y es influenciado positivamente por la inflación, las tasas de interés y la disponibilidad de tierra, es influenciado negativamente por los costos totales.
- **Costos totales:** Influencia positivamente la cantidad producida, y negativamente los costos insumos/ingreso proveedor, costos de mano de obra, costos totales, plagas y enfermedades. es influenciado positivamente por otros costos, costos de mano de obra, costos insumos/ingreso proveedor e inversión, y es influenciado negativamente por la cantidad producida.
 - **Cantidad producida:** Esta variable influencia positivamente los desperdicios e influencia negativamente los costos totales. es influenciado positivamente por el suelo, clima y costos totales, negativamente por plagas y enfermedades.
 - **Plagas y enfermedades:** Esta variable es influenciada negativamente por costos totales, e influencia negativamente la cantidad producida.
 - **Suelo⁵:** Influencia positivamente la cantidad producida y es influenciado positivamente por costos insumos/ingreso proveedor.
 - **Desperdicio⁶:** Esta variable es influenciada positivamente por la cantidad producida y positivamente por la cantidad no demandada de producto. influencia positivamente la cantidad disponible para la venta y costos insumos/ingreso proveedor.
 - **Cantidad disponible para la venta:** Influencia negativamente a la cantidad demandada de producto y es influenciado negativamente por los desperdicios.
 - **Cantidad demandada del producto:** Influencia negativamente el precio del producto y los desperdicios. es influenciado negativamente por la cantidad disponible para la venta, ingreso productor/costo comercializador y por el contrabando.
 - **Cantidad no demandada del producto:** Guarda una relación inversa con la cantidad demandada del producto. influencia positivamente los desperdicios de la operación.
 - **Precio del producto:** Influencia positivamente el ingreso productor/costo comercializador y es influenciado negativamente por la cantidad demandada del producto.
 - **Ingreso productor/costo comercializador:** Influencia positivamente la utilidad del productor y negativamente la cantidad demandada del producto. es influenciado positivamente por el precio del producto.
 - **Utilidad productor:** Influencia positivamente la inversión. Es influenciado positivamente por el ingreso productor/costo comercializador y negativamente por los impuestos y el orden público.
 - **Inversión⁷:** Influencia positivamente los costos totales y la disponibilidad de tierra. Es influenciado positivamente por la utilidad del productor y negativamente por las tasas de interés.
 - **Tamaño del terreno:** Influencia positivamente los costos insumos/ingreso proveedor, costos de mano de obra y otros costos. Influenciado positivamente por la inversión.
- Adicionalmente existen variables que influyen en el rendimiento y el comportamiento del proceso productivo como es el factor técnico/tecnológico (Figura 5) y factores logísticos adecuados (Figura 6).
- La primera variable influye negativamente en los costos de mano de obra, costos insumos/ingreso proveedor y otros costos (directamente en costos de asistencia técnica/e intereses que deben pagarse. Es influenciado positivamente por otros costos (intereses/crédito) y por la inversión.
- La segunda variable influencia negativamente los costos de mano de obra y otros costos. Es influenciado positivamente por otros costos (de administración y asistencia técnica).
- Existen también variables no controlables que influyen o incide en el comportamiento de este eslabón. En la cadena se presenta el fenómeno de inflación, que influencia todos los costos de manera positiva (costos de mano de obra, costos insumos/ingreso proveedor y otros costos). El clima que influencia positivamente la cantidad producida. El contrabando que influencia negativamente la cantidad demandada de producto. Los impuestos que influyen negativamente en la utilidad del productor. Condiciones de orden público que influyen negativamente en la utilidad del productor. y las tasas de interés que guardan una relación inversa con la inversión⁸ e influyen positivamente otros costos (intereses).

Figura 5. Diagrama de influencias factor técnico/tecnológico

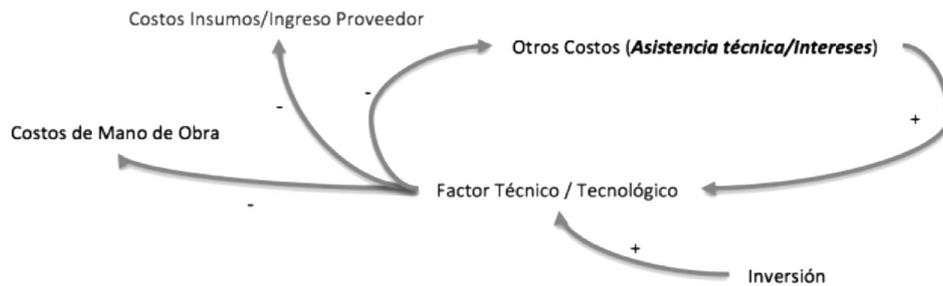
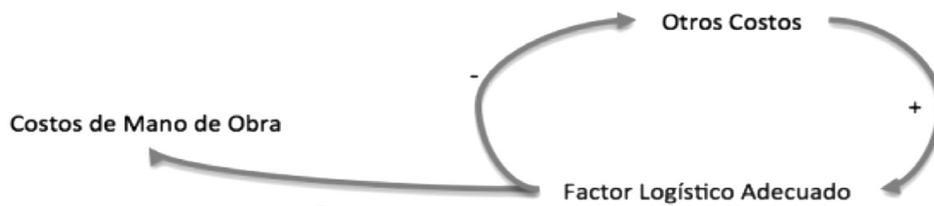


Figura 6. Diagrama de influencias factor logístico adecuado



Fuente: Los autores

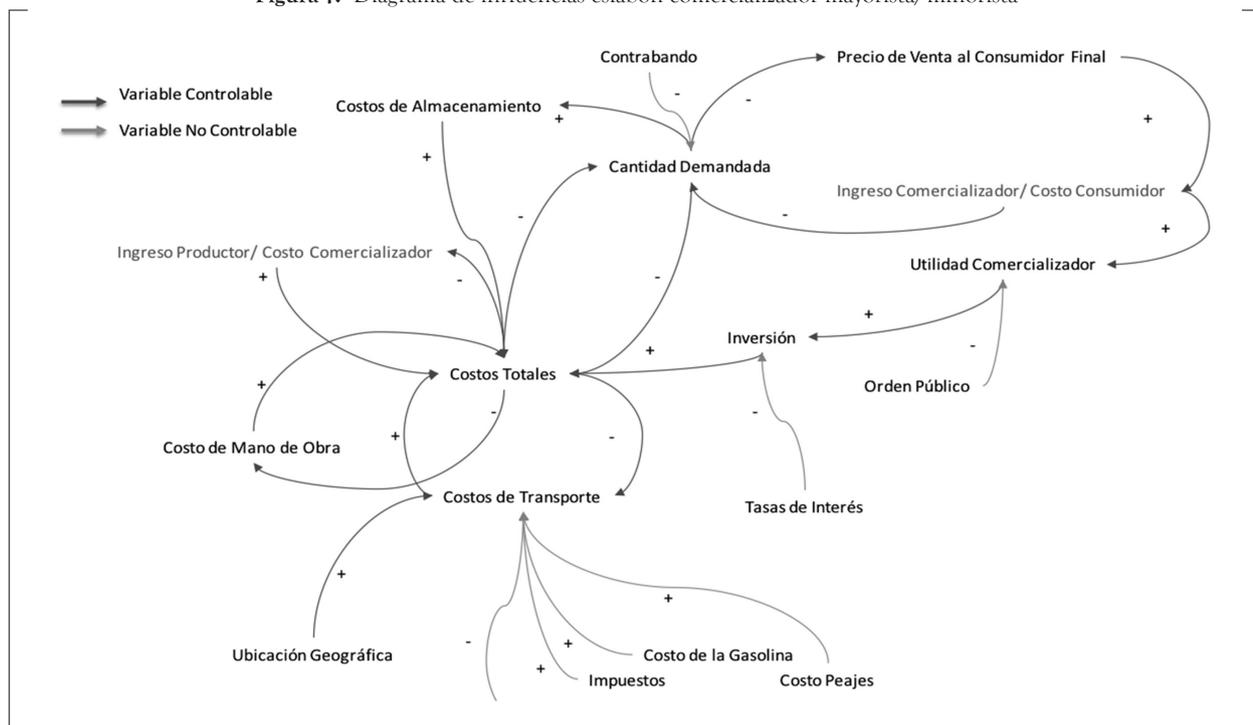
c. Comercializador mayorista/minorista: Estos eslabones pueden simplificarse en un diagrama de influencias (Figura 7), debido a que los procesos implicados son similares para el Comercializador Mayorista y Minorista, por lo cual solo debería replicarse. En este/os eslabón/es, se pueden encontrar once (11) variables controlables y siete (7) no controlables. En algunos pasos de la comercialización se omiten unos procesos, pero por lo general siempre están involucradas las siguientes variables:

- **Ingreso productor/costo comercializador:** Esta variable influencia positivamente los costos totales y es realimentado negativamente por los costos totales.
- **Costo de mano de obra:** Influencia positivamente los costos totales y es realimentado negativamente por esta misma variable.
- **Ubicación geográfica:** Esta variable influencia los costos de transporte de manera positiva, siendo

una variable que no presenta realimentación; a mayor distancia del consumidor, mayores costos de transporte se presentan.

- **Costos de transporte:** Influencia positivamente los costos totales y es realimentado negativamente por esta misma variable. Es influenciado positivamente por los impuestos, los costos de la gasolina y los costos de peajes. adicionalmente es influenciado negativamente por la infraestructura vial.
- **Costos de almacenamiento:** Influencia positivamente los costos totales y es influenciado positivamente por la cantidad demandada.
- **Costos totales:** Influencia negativamente las variables ingreso productor/costo comercializador, costo de mano de obra, costos de transporte y cantidad demandada. Es influenciado positivamente por ingreso productor/costo comercializador, costo de mano de obra, costo de transporte, costos de almacenamiento e inversión, es influenciado negativamente por la cantidad demandada.

Figura 7. Diagrama de influencias eslabón comercializador mayorista/minorista



Fuente: Los autores

- **Cantidad demandada:** Influencia positivamente el costo de almacenamiento y negativamente los costos totales y el precio de venta consumidor final. Es influenciado negativamente por los costos totales, ingreso comercializador/costo consumidor y contrabando.
- **Precio de venta al consumidor final:** Influencia positivamente el ingreso comercializador/ costo consumidor y es influenciado negativamente por la cantidad demandada.
- **Ingreso comercializador/costo consumidor:** Influencia positivamente la utilidad de comercializador y negativamente la cantidad demandada. Es influenciado positivamente por el precio de venta al consumidor final.
- **Utilidad del comercializador:** Influencia positivamente la inversión. Es influenciado positivamente por ingreso comercializador/costo consumidor y negativamente por el orden público.
- **Inversión:** Influencia positivamente los costos totales. Es influenciado positivamente por la utilidad del comercializador y negativamente por las tasas de interés.

Entre las variables no influenciables que afectan el eslabón comercializador mayorista/minorista se encuentran la infraestructura vial que influye negativamente en los costos de transporte, por el contrario influyen positivamente los impuestos, costos de gasolina y costo peajes en esta misma variable. El contrabando influye negativamente en la cantidad demandada. El orden público influye negativamente en la utilidad del comercializador. Las tasas de interés influyen negativamente en la Inversión.

d. Consumidor final y/o institucional: El consumidor final está presente en el diagrama causal por medio de la variable ingreso comercializador/costo del consumidor. Este eslabón finaliza el encadenamiento, por lo cual no se genera otro diagrama causal.

En este consumidor final se ve representado el interés de compra del consumidor nacional o del consumidor internacional. Lo cual indica que el proceso de encadenamiento hacia atrás, está representado por actores nacionales, mientras que este eslabón está representado por actores nacionales o externos.

d. Entorno institucional e institucional: Este entorno se ve reflejado por medio de las variables exógenas que no son controlables por los actores de la cadena sino que pueden ser influidas por los actores de este entorno. Entre ellos podemos encontrar las variables contrabando, infraestructura vial, impuestos, costo peajes, tasas de interés, orden público e inflación. En cada uno de los eslabones que se señalaron con anterioridad, se determina la relación directa o inversa de cada una de estas variables exógenas con respecto a las variables del modelo. Para el modelo de simulación, estas variables permanecen constantes (*ceteris paribus*) debido a que el actuar de estos entes está motivado por los intereses de otro actores sociales y económicos ajenos a las necesidades de la cadena productiva, lo que genera que se distancie de alcanzar un equilibrio de Nash o beneficio para todos estos eslabones de la cadena.

En este modelo causal, el mercado externo está presente como comprador, el cual toma su decisión de consumo con base en unos parámetros de calidad y de precio. En el diagrama Forrester que se expone a continuación, este actor externo está presente en los ingresos del productor, teniendo en cuenta los parámetros que se acaban de mencionar.

9. Diagrama Forrester de la cadena productiva

Considerando el diagrama de influencias que se desarrolló para comprender las variables que influyen en el sistema de la cadena productiva de mango en la Provincia del Tequendama – Cundinamarca, se expone a continuación el diagrama Forrester como segundo paso en la metodología de dinámica de sistemas, como proceso previo a la simulación. Cabe recordar que la hipótesis dinámica a resolver va encaminada a incrementar la utilidad de los productores por medio del incremento en los ingresos derivados del consumo del mercado interno o externo, que permita contribuir a solucionar sus problemáticas. Dicha construcción del sistema comprende los procesos actuales de la cadena y sus flujos de material y monetarios.

El sistema al ser analizado presentaba una estructura que puede permanecer a lo largo del tiempo y se compuso de los siguientes sectores:

Proveedores de Insumos: Compuesto por los costos derivados del proceso de producción y el proveedor correspondiente (Figuras 8, 9, 10, 11, 12 y 13): Proveedor de control sanitario, proveedor de otros insumos, proveedor de riego, proveedor de empaque, proveedor de semillas/plántulas y proveedor de fertilizante. Estas variables comprenden dos eslabones: Proveedores y productor, los cuales se conectan transmitiendo materias primas y flujos monetarios.

Figura 8. Diagrama Forrester proveedor control sanitario

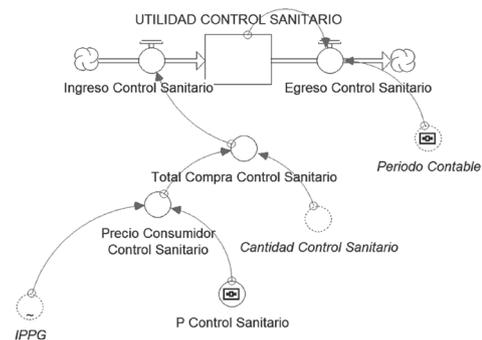


Figura 9. Diagrama Forrester proveedor insumos

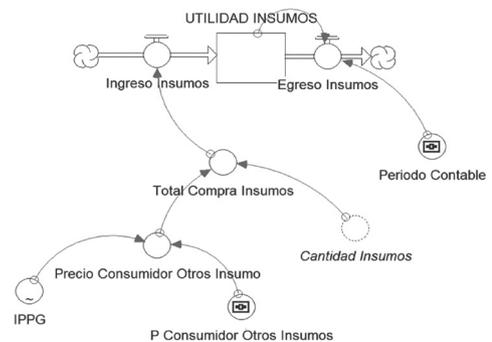
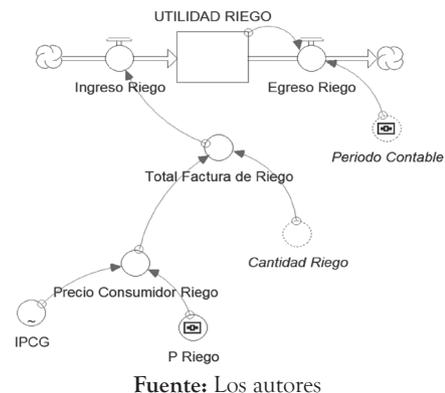


Figura 10. Diagrama Forrester proveedor riego



Fuente: Los autores

Figura 11. Diagrama Forrester proveedor empaque.

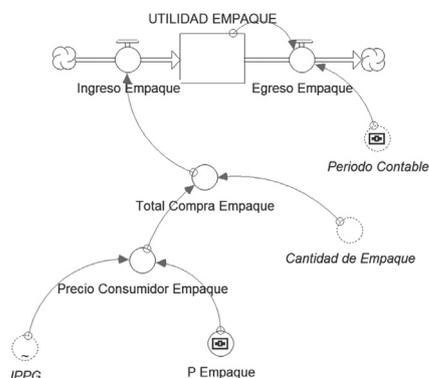


Figura 12. Diagrama Forrester proveedor semillas/plántulas.

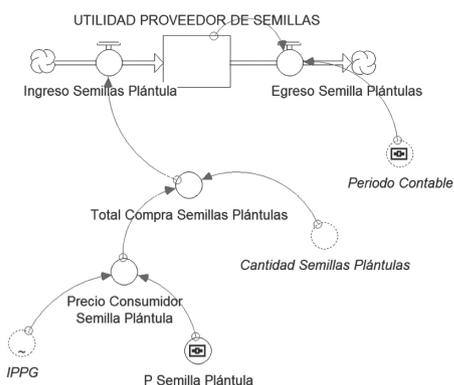
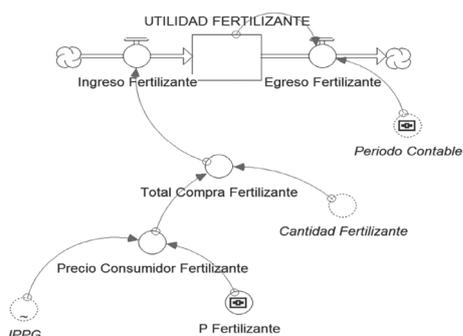


Figura 13. Diagrama Forrester proveedor fertilizante.



Fuente: Los autores

Los diagramas tienen una construcción similar debido a que está determinado por el precio del insumo y un incremento dado por el Índice de Precios al Productor - IPPG que es una función gráfica (históricos), lo cual los hace crecientes a lo largo del tiempo. Eso da como resultado el precio del insumo, que al ser multiplicado por la cantidad en un periodo determinado nos da la

función de ingreso total⁹. Finalmente estos valores se acumulan en una variable de estado que es la utilidad del proveedor, mas no se tienen en cuenta sus costos debido a que no se realiza un eslabonamiento hacia atrás de este participe de la cadena. Sus utilidades se desocupan cada periodo contable, que es de seis meses (6) debido a que es el periodo de estacionalidad de la fruta.

Estos eslabones se conectan con los costos del productor por medio de la variable cantidad, debido a que esta es determinada por el productor.

Costos: Los costos que componen la cadena productiva de mango están divididos en tres ramas: Total insumos, costos de mano de obra y otros costos.

El primer elemento, total insumos (Figura 14), está determinado por distintas variables, entre las que se encuentran los costos de transporte que se dividen según el tipo de contrato que se maneje; puede ser contrato de transporte o costos de poseer un vehículo propio. En el caso que se cumpla la primera condición, solo se genera un costo de contrato de transporte y los valores que corresponden a poseer un vehículo propio quedan en ceros. De cumplirse la segunda condición, distintas variables determinan el costo de transporte, entre las que encontramos distancia al proveedor, costo de carga y descarga, peajes, operario, precio de la gasolina (función gráfica), tasa de consumo de la gasolina, impuesto de rodamiento y mantenimiento del vehículo. todo esto para cada uno de los costos de insumo: control sanitario, otros insumo, empaque, semillas y fertilizante, a excepción de riego.

El costo también está determinado por una tasa de consumo del insumo con respecto al tamaño del terreno que está dada en cantidad/metro cuadrado por unidad de tiempo. De nuevo se cumple la condición de ingreso total, pero en este caso como costo para el productor.

El segundo elemento, costos de mano de obra (Figura 15), está determinado por las variables tasa de trabajadores por tamaño de terreno y tamaño del terreno, lo cual nos establece el número de trabajadores fijos y jornales que se utilizará en el modelo. este valor según el salario pagado al trabajador nos da el costo monetario que se manejará en cada periodo contable.

En las visitas de campo fue más común encontrar pago de jornales que de trabajadores fijos, debido a

Figura 14. Diagrama Forrester total costos de insumos.

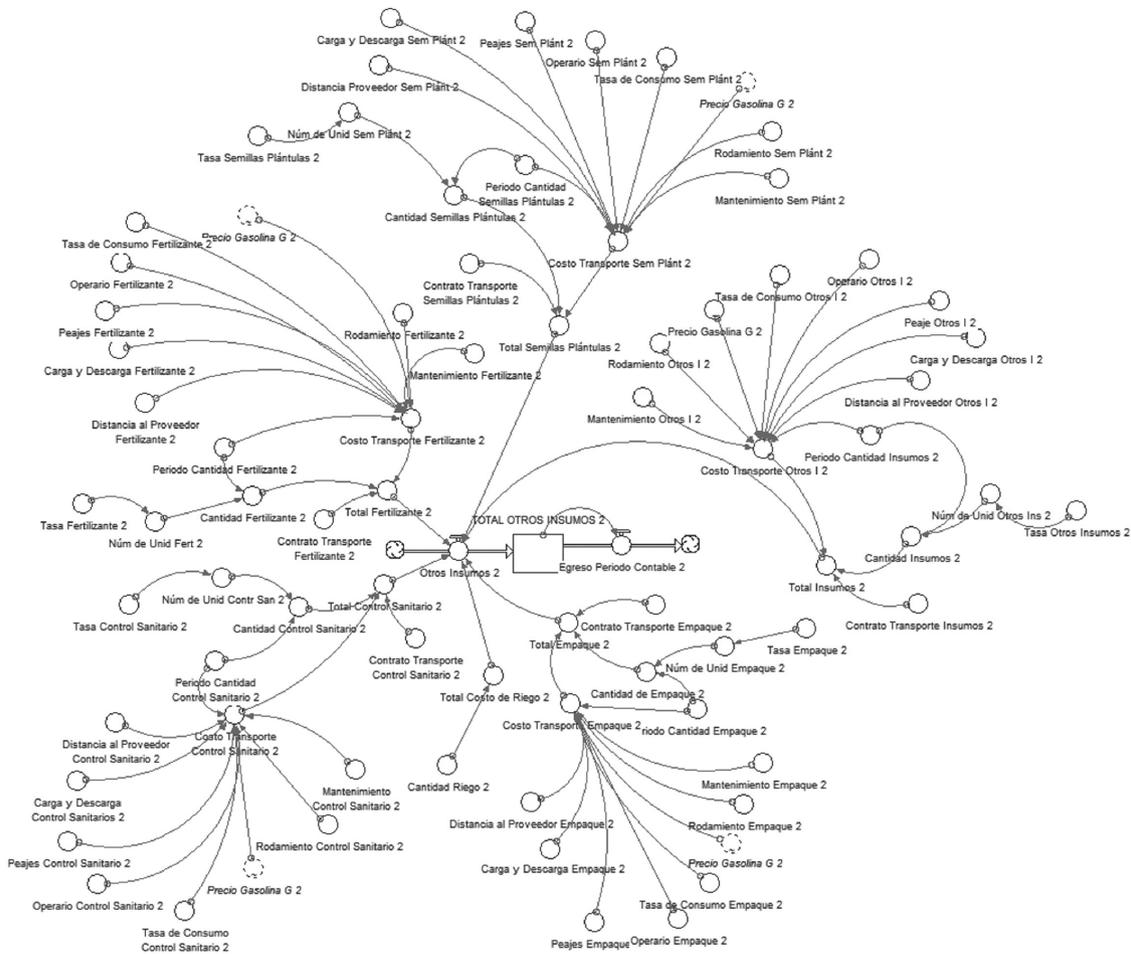
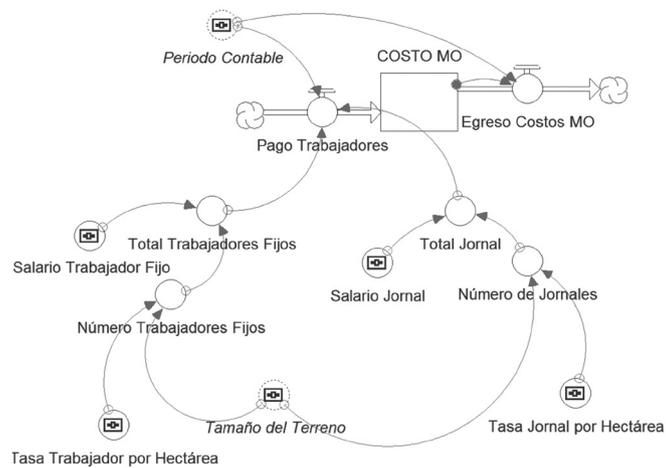


Figura 15. Diagrama Forrester total costo mano de obra.



Fuente: Los autores

que el tamaño de las fincas no requería trabajadores permanentes. Sin embargo, fue un valor que se tuvo en cuenta para poder modelar la cadena productiva en distintas condiciones.

El tercer y último elemento de los costos, denominado otros costos (Figura 16), está determinado por arrendamientos, asistencia técnica, administración y créditos. El crédito está determinado por el valor del crédito, el periodo que establecerá el costo del dinero y la tasa de interés como variable externa.

Todos los costos anteriormente mencionados se conectan posteriormente con el sector de ingresos de la cadena productiva por medio de sus variables de estado.

Producción: La producción (Figura 17) está determinada por el tamaño del terreno, la tasa de árboles sembrados (árboles/metros cuadrados) y la

Figura 16. Diagrama Forrester total otros costos.

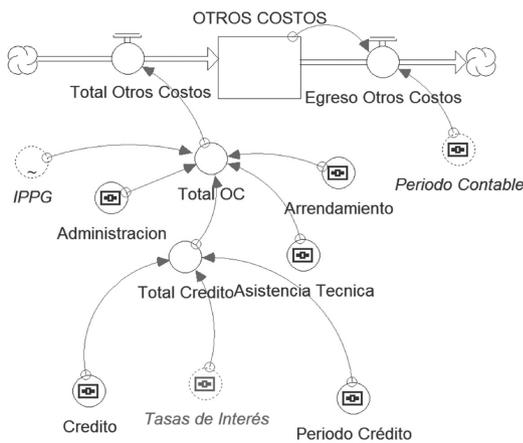
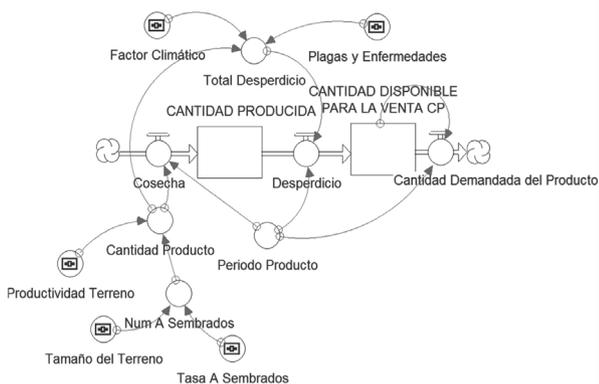


Figura 17. Diagrama Forrester cantidad producida.



Fuente: Los autores

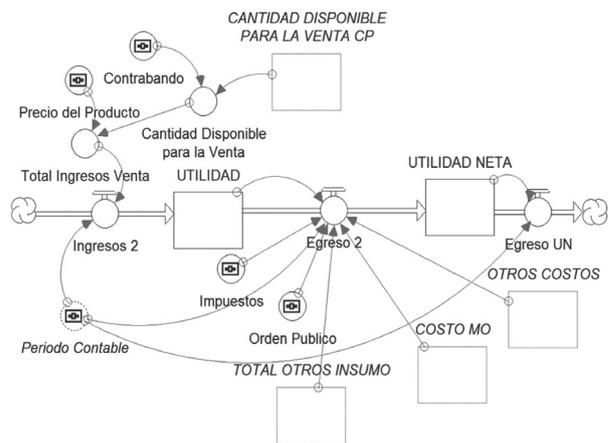
productividad del terreno, que determinará la cantidad producida. Sin embargo esta cantidad es virtual, debido a que debe ser descontada la cantidad perdida, dadas las condiciones climáticas y las plagas y enfermedades que generarán el desperdicio de la cadena productiva.

Finalmente eso dará como resultado la cantidad disponible para la venta, que se presenta como un valor real y que es conectado con el sector de ingreso.

Ingreso: Los sectores anteriormente mencionados convergen y determinan el sector utilidad (Figura 18).

La cantidad disponible para la venta se ve afectada por el fenómeno del contrabando, lo cual reducirá la cantidad real disponible para la venta. Dicha cantidad al ser multiplicada por el precio del producto determinará la utilidad por ventas. Esta utilidad es descontada por las tasas impositivas, el fenómeno de orden público y los costos, lo que da como resultado la utilidad neta de la cadena productiva o el negocio en particular.

Figura 18. Diagrama Forrester utilidad.



Fuente: Los autores

Teniendo constituido el diagrama Forrester, se procede a generar los escenarios que tienen una proyección por medio del cambio de valores.

El diagrama involucra por medio de sus variables, a los eslabones de la cadena, sin embargo el criterio de modelado busca el incremento de la utilidad de los productores, sin incluir las decisiones de otros agentes de la cadena productiva.

10. Análisis de sensibilidad

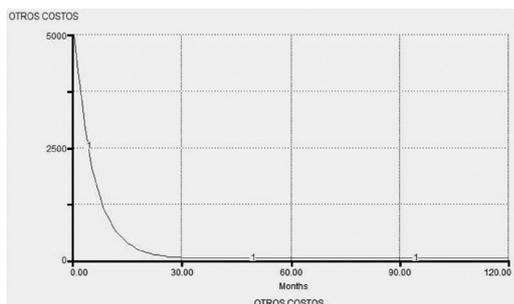
Después de identificar el estado de la cadena productiva de mango, sus problemáticas y plantear la metodología para proyectar por escenarios, se genera la simulación por medio del programa Stella de dinámica de sistemas, lo cual nos permite validar la hipótesis dinámica; se determinará el escenario prospectivo; interno, externo o mixto, que permita incrementar los ingresos de los productores.

Dado que se determinará el escenario prospectivo más benéfico para los productores teniendo en cuenta las variables que ellos pueden manipular, los beneficios pueden extenderse al eslabón comercializador en caso de que se involucre en la cadena, dado que existe una correlación directa entre los beneficios del productor y los del intermediario.

Se realiza el proceso simulación agregando valores del escenario base¹⁰, el cual presenta las condiciones de la cadena productiva de mango en la Provincia del Tequendama – Cundinamarca en la actualidad, y de tal forma se analizan las tendencias de los costos, producción y utilidad.

A continuación se exponen los resultados que se presentaron al modelar los valores del escenario base y el comportamiento de las variables sensibles que determinan la utilidad del productor (Figuras 19, 20, 21, 22, 23 y 24):

Figura 19. Proyección otros costos escenario base.



Fuente: Los autores

Figura 20. Proyección otros insumos escenario base.

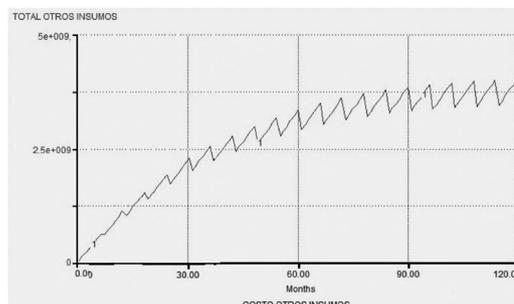


Figura 21. Proyección costos mano de obra escenario base

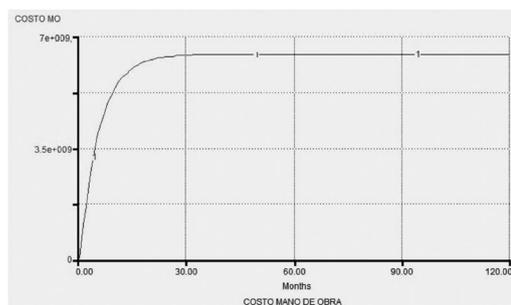


Figura 22. Proyección cantidad disponible para la venta escenario

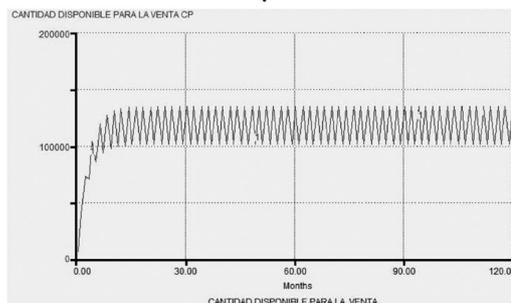
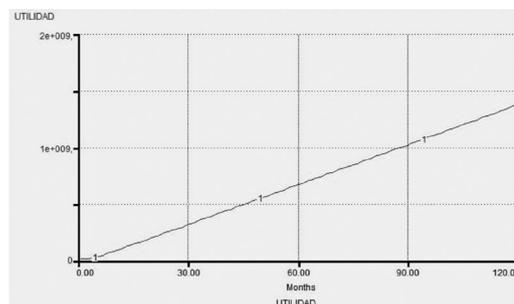
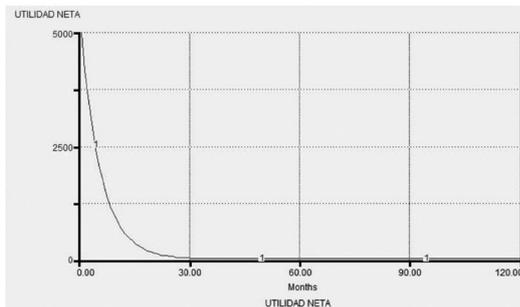


Figura 23. Proyección utilidad escenario base.



Fuente: Los autores

Figura 24. Proyección utilidad neta escenario base.



Fuente: Los autores

En las condiciones actuales de la cadena productiva se evidencia un crecimiento constante de los costos (a excepción de la variable otros costos, que no se presentan en la estructura actual de la cadena)¹¹ y un decrecimiento de la utilidad neta a lo largo del tiempo, situación que es coherente con las condiciones de los productores en la actualidad. Esto demuestra que el mercado nacional, que es el territorio donde los productores de la provincia comercializan sus productos, no es un escenario óptimo para hacer negocio dadas las condiciones actuales.

A continuación se procede a realizar modificaciones en los valores del modelo para identificar comportamientos y tendencias que permitan mejorar la utilidad neta. Las variables controlables por el eslabón productor son: los costos; que influyen la calidad del producto indirectamente, debido a que un mayor o menor uso de insumos, procesos, etc., deriva en superiores o inferiores niveles de calidad, y el precio de venta; que dependiendo del mercado en el cual se comercialicen los productos, generará mayores o menores ingresos. Los procesos de producción están influenciados por los costos y el precio de mercado determinado por los niveles de producción y cantidad vendida (función de ingreso). Inicialmente se busca reducir los costos de la cadena como medida para incrementar la utilidad neta, presentándose el comportamiento que se observa en las Figuras 25 y 26.

Pese a que se generó una reducción de costos en el modelo, la utilidad neta sigue siendo decreciente a lo largo del tiempo, lo cual indica que la solución a las problemáticas de los productores no proviene de la reducción de costos. Cabe aclarar que no se afirma que dicho proceso de reducción de costos no genera un beneficio para los productores, sino que la solución debe provenir de otras fuentes. Por ende se realizó otro

análisis de sensibilidad, utilizando la variable precio de venta, (ver Figuras 27 y 28).

Figura 25. Proyección utilidad - reducción de costos.

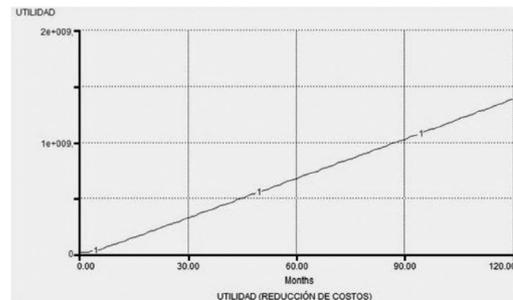


Figura 26. Proyección utilidad neta - reducción de costos.

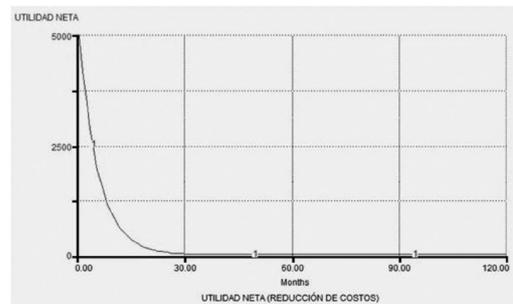


Figura 27. Proyección utilidad - incremento de precio

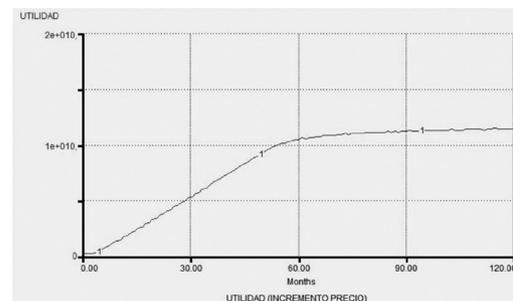
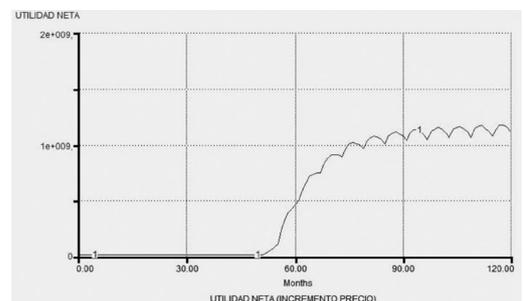


Figura 28. Proyección utilidad neta - incremento de precio.



Fuente: Los autores

La variación del precio en el modelo permitió identificar un incremento en la utilidad y en la utilidad neta, por ende uno de los escenarios prospectivos que puede generar mejores condiciones para los productores, es donde se encuentre un mejor precio de venta.

El tercer escenario que se evalúa con respecto al escenario base es una disminución en el precio e incremento moderado del precio de venta, lo cual dio como resultado el siguiente escenario (Figuras 29 y 30):

Figura 29. Proyección utilidad – incremento moderado de precio y disminución de costos.

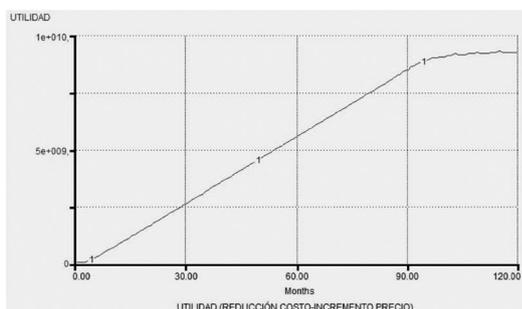
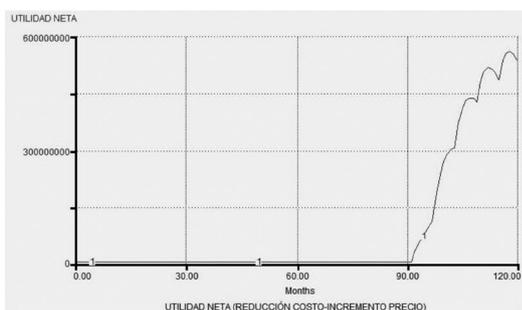


Figura 30. Proyección utilidad neta – incremento moderado de precio y disminución de costos.



Fuente: Los autores

Pese a que la utilidad neta presentó un crecimiento más retardado que en el escenario anterior, se evidencia que este escenario prospectivo presenta incrementos en la utilidad y en la utilidad neta. Por lo tanto, un escenario prospectivo donde se disminuyan los costos y se incremente el precio de venta del producto es viable.

10. Conclusiones y recomendaciones

El modelo de simulación puede presentar múltiples valores, lo que después de la variación de cada una de sus variables, el análisis de tendencias nos permite diseñar políticas que mejoren la utilidad neta de los productores en aplicación de un análisis prospectivo. En este artículo se presentaron cuatro escenarios, de los cuales se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- **Escenario base:** Muestra el escenario actual de la cadena productiva y las condiciones de comercialización en el mercado nacional, en donde la utilidad neta es decreciente a lo largo del tiempo dados los niveles de precio de venta. Este escenario base muestra que el modelo de negocio actual de la cadena productiva no es sostenible y por lo tanto es necesario encontrar nuevos modelos de negocio que permitan que la utilidad neta se incremente. Este escenario base no contempló la pérdida generada por el fenómeno del contrabando, lo cual indica que el escenario real afectado por este delito iría en contra aún más de los intereses de los productores.
- **Reducción de costos:** Una reducción en los costos beneficiaría a los productores de la cadena productiva, sin embargo no es suficiente implementar esta política, dado que la utilidad neta seguirá siendo decreciente a lo largo del tiempo. Por lo tanto, la implementación de reducción de costos no es una política sostenible por sí sola, y debe ir de la mano con otra política que incremente la utilidad neta.
- **Incremento de precio:** La simulación en la cual se presenta un incremento en el precio de venta, muestra cómo esta política da como resultado un incremento en la utilidad neta. Por lo tanto, el acceso a mayores precios de venta es una política sostenible y debe ser objetivo de los productores de la cadena productiva. Dicho acceso a mayores precios de venta solo es posible accediendo a un mercado externo o a un mercado donde se compita en calidad a nivel nacional.
- **Reducción de costos e incremento moderado de Precio:** Esta política permite optimizar los procesos de la cadena productiva. El acceso a un mercado donde exista un incremento en el precio de venta y la reducción de costos como políticas combinadas

Tabla 1. Escenarios y resultados

Escenario	Variable modificada	Incremento o Disminución	Viable (Incremento de la utilidad neta)	Mercado
Base	-	-	No	
Prospectivo	Costo	Disminución	No	
Prospectivo	Precio de Venta	Aumento	Si	Externo
Prospectivo	Costo/Precio	Disminución / Aumento	Si (Óptimo)	Interno de Calidad o Externo

Fuente: Los autores

generan un escenario sostenible, en el cual la utilidad neta es creciente, factible y realista. Por ende, este escenario se ajusta a ser alcanzado en el mercado nacional y en el mercado internacional.

El resumen de la simulación prospectiva se presenta en la Tabla 1.

Dadas estas condiciones, se concluye que el mercado prospectivo que genera beneficio a los productores de la cadena productiva de mango en la Provincia del Tequendama – Cundinamarca puede ser el mercado nacional o internacional, el primero si se logran optimizar los procesos de producción, la reducción de costos y siempre accediendo a un mercado que ofrezca un mejor precio de venta por los productos. Y el internacional es óptimo dados los niveles de precio que se pagan por el producto, sin embargo hay que tener en cuenta los procesos de calidad y los requisitos exportadores. Los demás eslabones de la cadena se benefician en igual medida de los procesos de optimización adoptados por parte de los productores.

Las recomendaciones que se pueden exponer, dados los resultados anteriormente expuestos y comprendiendo las condiciones de los productores de la provincia en la actualidad, son las siguientes:

Reducción de costos: Los terrenos propiedad de los involucrados no permiten que se implementen economías de escala, por ende se deben encontrar mecanismos que permitan reducir la estructura de costos de la cadena productiva. Se recomienda fortalecer los esquemas asociativos y la adquisición de insumos por medio de la asociación, así como mejorar los procesos que optimicen su utilización.

Incremento en el precio: Se debe acceder a mercados donde el precio del producto sea superior. En Colombia dicho mercado se encuentra eliminando intermediarios en la cadena hasta llegar al consumidor final, dicho incremento será mayor si se alcanza un mercado de calidad. El mercado externo ofrece mejores precios de venta, sobre todo Estados Unidos y la Unión Europea, sin embargo el acceso a estos mercados requiere una mejora en la calidad del producto y en los procesos.

El modelo de simulación se presenta como herramienta para desarrollar diversos escenarios. Múltiples combinaciones pueden ser generadas por medio de este y se trabajará de la mano con los productores de la Provincia para mejorar sus condiciones a lo largo del tiempo.

El proyecto de investigación inicia una etapa de validación del modelo, en el cual se verifica que este corresponda y se comporte de igual forma que la realidad, lo que permitirá validar o falsear los resultados expuestos en este artículo.

De igual forma, el modelo se presenta a la comunidad académica para ser analizado y realimentado, siempre en búsqueda de la mejora del mismo.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. ≡

NOTAS

1. Artículo resultado del proyecto Prospectiva de la cadena productiva de mango en la provincia del Tequendama, bajo el enfoque de Dinámica de Sistemas, como resultado del Proyecto Joven Investigador Colciencias - Universidad Piloto de Colombia: Mercado Prospectivo del Mango: Comparativo entre el Mercado Interno y el Mercado Externo para la Provincia del Tequendama - Cundinamarca. Marzo 2013 - Marzo 2014.
2. Si la variable A aumenta su magnitud, la variable B aumentará su magnitud también.
3. Si la variable A aumenta su magnitud, la variable B disminuirá su magnitud.
4. Al analizar el diagrama de influencia, se nota una prelación del consumidor a adquirir productos menos costosos, lo cual no indica que exista una demanda superior de productos de menor calidad, sino que se presume que existe una elasticidad precio de la demanda >1 para los insumos al productor, dada la relación inversa que guardan entre sí el precio y la cantidad.
5. Hace referencia a las condiciones del suelo, como el pH, salinidad, entre otras variables que influyen en la calidad del cultivo.
6. Desperdicios hace referencia al producto que se pierde en el proceso productivo o el fruto que no es apto para el consumo y es reutilizado como abono orgánico.
7. Hace referencia al apalancamiento operativo de la empresa. Guarda una relación inversa con las tasas de interés, debido a que en la medida que existan tasas más altas en el mercado, hay un incentivo mayor a invertir en el mercado financiero.
8. Cuando se presentan mayores tasas de interés en el mercado, existirá una propensión menor a generar un apalancamiento financiero en la cadena y se estimula la inversión en el mercado financiero.
9. Ingreso Total = Precio * Cantidad
10. Escenario base sin valores en la variable contrabando, debido a que no se encontraron fuentes primarias ni secundarias que permitieran tener un estimado de este delito.
11. No existen costos de arrendamientos, administración y asistencia técnica, y no es la generalidad que los productores estén involucrados en un crédito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGRONET. Exportaciones del Sector Agropecuario por Sector Agrícola. [Base de Datos en Línea]. agronet.gov.co [Bogotá, Colombia]: Agronet, sf. [Consultado Mayo 14 de 2012]. Disponible en Internet: <URL: http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/ReportesAjax/parametros/reporte79_2011.aspx?cod=79>
2. AGRONET. Producción Nacional por Producto. [Base de Datos en Línea]. agronet.gov.co [Bogotá, Colombia]: Agronet, sf. [Consultado Mayo 14 de 2012]. Disponible en Internet: <URL: http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/ReportesAjax/parametros/reporte16_2011.aspx?cod=16>
3. AMÉZQUITA, Julio y CHAMORRO, Karen. Dinámica de Sistemas aplicado en el análisis de cadenas productivas agroindustriales en el Departamento de Bolívar. [En línea]. icesi.edu.co [Cali, Colombia]: REVISTA S&T: 2013. [Consultado 4 de Abril de 2014]. Disponible en Internet: <URL: http://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/sistemas_telematica/article/view/1500>
4. ARACIL, Javier y GORDILLO, Francisco. Dinámica de Sistemas. [En línea]. tiesmexico.cals.cornell.edu [Madrid, España]: Cornell University: 2005. [Consultado 4 de Abril de 2014]. Disponible en Internet: <URL: <http://tiesmexico.cals.cornell.edu/courses/shortcourse5/minisite/pdf/Literatura/Aracil%20Gordillo%20DS.pdf>>
5. ASOHOFRUCOL. La cadena de los frutales de exportación en Colombia. [En línea]. asohofrucol.com.co [Bogotá, Colombia]: Asohofrucol, 2005. [Consultado 14 de Mayo de 2012]. Disponible en Internet: <URL: http://www.asohofrucol.com.co/archivos/Cadenas/caracterizacion_frutales_exporta_2005.pdf>
6. BERGER. Gastón, *et al.* Prospective. s.d. Paris: Presses Universitaires de France, 1964. 114p.
7. BOURGEOIS, Robin y HERRERA, Danilo. Enfoque participativo para el desarrollo de la competitividad de los sistemas agroalimentarios. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1999. 226p. ISBN: 92-9039-436 6
8. CARDOZO MILLÁN, Julián, *et al.* Propuesta para el desarrollo de un Cluster frutícola en el Departamento de Cundinamarca. [En línea]. urosario.edu.co [Bogotá, Colombia]: Universidad del Rosario, 2011. [Consultado 4 de Abril de 2014]. Disponible en Internet: <URL: <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/10336/2279/1/1020734967-2011.pdf>>
9. CASTRO, Antonio. Metodología para prospección de la cadena productiva de pesca. [En línea]. unido.org [sl.]: United Nations Industrial Development Organization: 2003. [Consultado 4 de Abril de 2014]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.unido.org/fileadmin/import/23304Metodologaparaprospeccindelacadenaproductivadepesca.pdf>>
10. Colombia. Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural. Ley 811 de 2003 (26, Junio, 2003). Por medio de la cual se modifica la Ley 101 de 1993, se crean las organizaciones de cadenas en el sector agropecuario, pesquero, forestal, acuícola, las Sociedades Agrarias de Transformación, SAT, y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2003. P. 1-15.
11. CORREA, Laura. Modelo de simulación bajo sistemas de producción y mercadeo para el cultivo de mango en Anolaima y Girardot. [En línea]. unipiloto.edu.co [Bogotá, Colombia]: Universidad Piloto de Colombia, 2012. [Consultado 4 de Abril de 2014]. Disponible en Internet: <URL: <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00000594.pdf>>
12. Departamento Nacional De Planeación. Plan Nacional de Desarrollo. [En línea]. dnp.gov.co. [Bogotá, Colombia]: DNP, 2011. [Citado 4 Abril de 2014]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.dnp.gov.co/PND/PND20102014.aspx>>
13. FAOSTAT. Countries by Commodity, [Base de Datos en Línea]. FAO. [s.l.]: FAO, s.f. [Citado 14 Mayo de 2012]. Disponible en Internet <URL: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>
14. Godet, Michel. Prospectiva Estratégica: Problemas y Métodos. [En línea]. Prospektiker [San Sebastián, España]: Prospektiker,

2007. [Consultado 12 de Junio de 2014]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.prospektiker.es/prospectiva/caja-herramientas-2007.pdf> >
15. Guadarrama, Pablo. Dirección y asesoría de la investigación científica. 1. ed. Bogotá D.C: Editorial Magisterio, 2009. 238p. ISBN: 978-958-20-0978-6
 16. Herrera Milton Y Forero, Celina. Distribución y comercialización del limón criollo en el Tolima bajo Dinámica de Sistemas. *En: Encuentro colombiano de dinámica de sistemas.* (10: 26-28, septiembre, 2012: Cali, Colombia). Memorias. Bogotá D.C.: ICESI, 2012. P. 43
 17. HUERTAS, Isaac; CLAVIJO, Johana y BUITRAGO, John. Modelo de dinámica de sistemas para la cadena de abastecimiento de la granadilla en Cundinamarca, Colombia. [En línea]. urosario.edu.co [Bogotá, Colombia]: Universidad del Rosario, 2013. [Consultado 4 de Abril de 2014]. Disponible en Internet: <URL: http://www.urosario.edu.co/Administracion/documentos/9-Dinamicas/020_1701714020/>
 18. ISAZA, Guillermo. Cadenas Productivas. Enfoques y Precisiones Conceptuales. [En línea]. Revista Sotavento [Bogotá, Colombia]: Revista Sotavento: sf. [Consultado 4 Abril de 2014]. Disponible en Internet: <URL: http://190.7.110.123/pdf/5_revistaSotavento/pdfSotavento/Sotavento%2011/Jairolsaza.pdf>
 19. MARTÍNEZ, Natalia; ANDRADE, Hugo Y GÓMEZ, Eliécer. Propuesta de un modelo con dinámica de sistemas como herramienta en el aprendizaje del eslabón de producción de la cadena productiva de cacao. [En línea]. urosario.edu.co [Bogotá, Colombia]: Universidad del Rosario, 2013. [Consultado 4 de Abril de 2014]. Disponible en Internet: <URL: http://www.urosario.edu.co/uosario_files/42/42de7316-fa30-4632-921e-6b4308c97631.pdf>
 20. UNIVERSIDAD DEL ROSARIO. Planes de Competitividad en cuatro (4) Provincias de Cundinamarca: Almeidas, Alto Magdalena, Tequendama y Sabana Occidente. [En línea]. urosario.edu.co [Bogotá, Colombia]: Universidad del Rosario, 2011. [Consultado 4 de Abril de 2014]. Disponible en Internet: <URL: http://www.urosario.edu.co/uosario_files/59/596882be-3ae9-4ea2-a9b5-95513fd53cfc.pdf>