

**DISEÑO Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS A PARTIR DE LA
CARACTERIZACIÓN DE LAS CADENAS PRODUCTIVAS MEDIANTE
MODELOS DE REDES**

JUAN CARLOS VERGARA SCHMALBACH*
JULIO AMÉZQUITA LÓPEZ**
FRANCISCO JAVIER MAZA ÁVILA***

Recibido 8 de Julio de 2008/Enviado para Modificación 18 de Agosto de 2008/Aceptado 2 de Septiembre de 2008

RESUMEN

La caracterización de las cadenas productivas aplicando el concepto de simulación mediante redes dinámicas, conlleva una descripción mucho más detallada de cada uno de los actores que intervienen en las cadenas, además de esbozar las relaciones entre los mismos a partir de variables de tipo cuantitativas, resultado de la esquematización de sus recursos compartidos. Este artículo es el derivado del macro proyecto efectuado por el Programa de Administración Industrial de la Universidad de Cartagena titulado "Caracterización de las cadenas hortofrutícolas en el departamento de Bolívar mediante un modelo de simulación de redes", el cual se ha generalizado para su aplicación en cualquier tipo de cadena productiva, en colaboración con la secretaría de agricultura, la gobernación de Bolívar y Amezco S.A. consultores.

Palabras claves: *Análisis dinámico, Producción, Capacidad, métodos de simulación.*

Clasificación JEL: *C15, C61, D24*

ABSTRACT

The characterization of the productive chains applying the concept of intervening simulation dynamic nets, you bear a description much more detailed of every one of the actors that intervene in the chains, in addition to sketch the relations between the same as from quantitative, worked out variables of type of the schematization of his shared resources. This article is the by-product of the macro project made by the Programa de Administración Industrial of the Universidad de Cartagena

* Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Cartagena. Correo electrónico: juancarlosvergaras@yahoo.com.mx / Página Web: <http://juancarlosvergara.50webs.org>

** Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Cartagena. Correo electrónico: Amezco@gmail.com

*** Universidad de Cartagena, Vicerrectoría de Investigaciones. Correo electrónico: pachomaza@yahoo.com

named "caracterización de las cadenas hortofrutícolas en el departamento de Bolívar mediante un modelo de simulación de redes", which has become general for his application in any type of productive chain, in association with secretary's office of departmental agriculture, Bolívar's government and Amezco S.A.

Keywords: *Dynamics analysis, Production, Working Capacity, methods of simulation.*

JEL Classification: *C15, C61, D24*

INTRODUCCIÓN

Este artículo aborda la caracterización de las cadenas productivas mediante un modelo de redes dinámicas, analizando 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 (1).

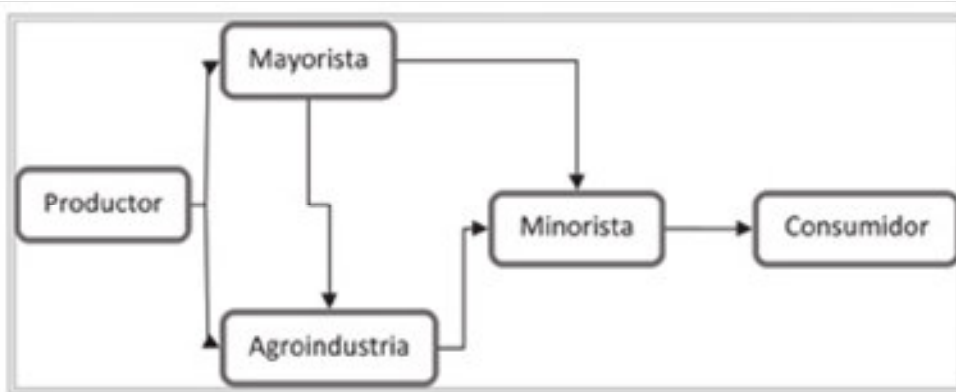
Poder proponer un futuro deseado y de una consecución realista de una cadena productiva, implica la participación de la Planificación Estratégica con el fin de orientar los recursos disponibles para la maximización de su productividad. Una caracterización adecuada, aplicada a un modelo matemático validado, mejora la comprensión de cómo trabaja la cadena y permite entender cuáles son las variables más importantes para su desarrollo, visualizando las posibles consecuencias de ciertas acciones, reduciendo a su vez, los riesgos asociados (2).

La ventaja de trabajar con modelos de redes y simulación es la de facilitar la creación de posibles escenarios, que como un trabajo prospectivo serio, permitirán potencializar las alternativas de desarrollo de cada cadena y es el espacio virtual donde se podrán conducir experimentos a través de la adición de variables para construir escenarios de desarrollo o la modificación de sus valores para recrear potenciales estados que serán evaluados a partir de los resultados de variables de salida del sistema (3). Antes de empezar con la caracterización se debe tener claro el propósito que se quiere tener al simular la cadena productiva y cuáles son las preguntas que se desean responder¹. Estos interrogantes proveerán las pistas sobre cuáles serán los aspectos de mayor importancia a tener en

¹ A este punto se le conoce, dentro de un proceso de simulación, como definición o formulación del problema.

cuenta y que indicadores proveerán de información al investigador sobre el comportamiento de la cadena. Se recomienda realizar una exploración preliminar de la cadena para obtener una visión general de la misma, la cual permitirá dimensionar la construcción de la red, a su vez, identificar los actores y establecer cuáles de ellos se relacionan².

GRÁFICA No. 1. EJEMPLO DE UNA RED GLOBAL: CADENA PRODUCTIVA DE CÍTRICOS EN EL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR, AÑO 2005



Fuente: Blanco, Jorge Ignacio y Bustamante, Ángela. Caracterización de la cadena productiva de los cítricos en el departamento de Bolívar-2005, mediante un modelo de simulación de redes

Este artículo tiene sus bases en el desarrollo del proyecto elaborado por la Universidad de Cartagena y el programa de Administración Industrial de la Facultad de Ciencias Económicas titulado “Caracterización de las cadenas hortofrutícolas en el departamento de Bolívar mediante modelo de simulación de redes”, que involucró la selección de los escenarios que propenden un impacto mayor en la generación de empleo, valor agregado y productividad, expuestos como recomendación general a los entes oficiales encargados de la administración del agro bolivarense.

CARACTERIZACIÓN DE LOS ACTORES PERTENECIENTES A LA CADENA PRODUCTIVA

Para caracterizar una cadena productiva, implica conocer al detalle los actores que la componen, como el tipo de relaciones existente entre ellos. Este primer paso se logra con el análisis documental e información primaria (producto de la observación directa y la aplicación de encuestas o

² Este paso lo denotaremos como la construcción de la red general de la cadena productiva.

entrevistas) recopilada, enmarcados en los siguientes aspectos: niveles de producción, rendimientos, periodo de tiempo disponible y tasa de desperdicios; volumen de recursos disponibles y requeridos; capacidad; ingresos; costos y gastos (fijos y variables) y utilidades (ganancias o pérdidas). A su vez, dichos aspectos se desagregan en variables o constantes de tipo cuantitativas³, como se puede observar en la tabla No. 1.

TABLA No. 1. EJEMPLO DE VARIABLES / CONSTANTES QUE CARACTERIZAN A UN ACTOR EN UNA CADENA PRODUCTIVA

| Aspecto General | Variables / Constantes |
|---|---|
| Producción, rendimientos y tasas de desperdicio | Volumen Tiempos de ciclo Tasa de producción Rendimiento Tasa de desperdicio Tecnología |
| Recursos disponibles y requeridos | Mano de obra (directa e indirecta) Materia prima Tiempos requeridos Maquinaria Capital |
| Capacidad | Capacidad real e instalada Espacio y superficie disponible Otros recursos limitados |
| Ingresos | Precio de venta Aportes voluntarios Financiación Descuentos Condiciones del mercado |
| Costos y gastos | Mano de obra directa Materiales directos Costos indirectos de fabricación Gastos operacionales Impuestos Activos |
| Utilidades | Utilidad bruta Utilidad operacional Utilidad antes de impuestos Utilidad neta Flujos de efectivos |

Fuente: Diseño de los autores

Cada actor ejecuta una diversidad de funciones tales como producción, distribución, comercialización y financiamiento, las cuales se identifican como las actividades del sistema (4).

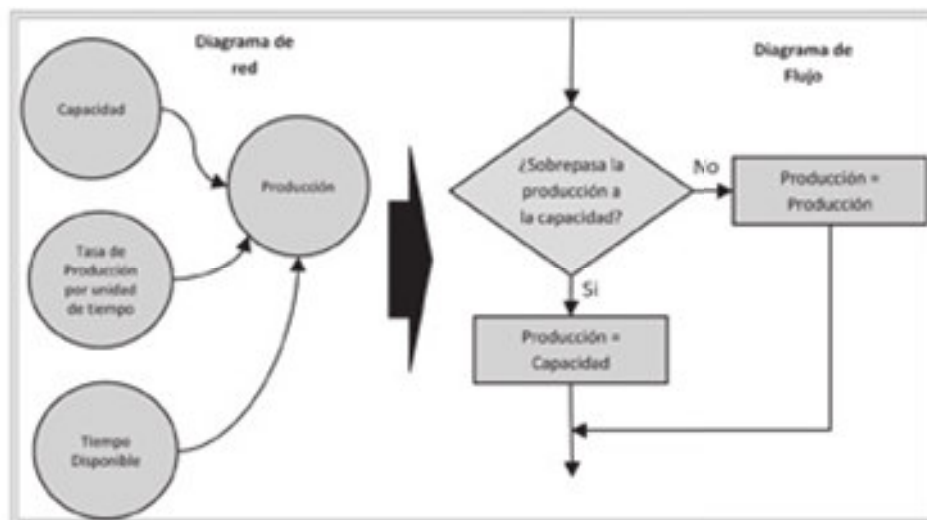
Dentro de la caracterización encontraremos variables que harán el papel de variables de entrada (proveen de datos iniciales al sistema) y restricciones

³ Cada variable se grafica mediante un nodo, y su relación con otras variables será representada por un conector (flecha) entre los nodos.

del sistema como: la tasa de producción, capacidades, precio de venta, costos unitarios, tiempo disponible, entre otras; que proveerán de los datos iniciales al modelo y serán aquellas más propensas de modificar al momento de generar los escenarios. Las variables de salida como son las utilidades por actor, nos darán las pistas para la construcción del modelo, estableciendo las variables intermedias o de proceso como son los ingresos, gastos y costos.

Un modelo puede incorporar aspectos lógicos, matemáticos y estructurales de un proceso (5). Solo el conocimiento y comprensión en detalle de los actores permitirá vislumbrar las relaciones entre las variables que lo describen. Por ejemplo, la capacidad real de un productor, tendrá necesariamente la restricción de la producción en el modelo impidiendo unos niveles de operación irreales en el sistema, que por consiguiente, falseen los valores de las variables de resultado. En el siguiente gráfico se puede observar este concepto (ver gráfica No. 2).

GRÁFICA No. 2. RESTRICCIÓN DE LA VARIABLE PRODUCCIÓN



Fuente: Diseño de los autores

Es importante denotar que algunas de las variables de entrada podrían variar sus valores en razón del tiempo y afectar los resultados del modelo. Esta comprensión adicional implica la recolección de datos históricos, la exploración de eventos futuros que condicionen sus valores y/o la consulta de expertos para su validación.

El análisis de estos datos permitirá precisar el comportamiento de la variable y ajustarlo a una ecuación matemática para poder simular su valor en determinados periodos, validando su distribución mediante herramientas estadísticas como la prueba de bondad de ajuste (6). Las razones de estas variaciones son muchas: la estacionalidad y ciclos de venta, condiciones y tendencias del mercado, factor humano, paradas de planta, manejo de tolerancias, factores ambientales y sociales, decisiones políticas, entre otras. Este cierto grado de incertidumbre hace el modelo aún más realista, arrojando valores que expresan condiciones eventuales y periódicas. La gráfica No. 3 representa algunos ejemplos de comportamientos asociados a la variable producción.

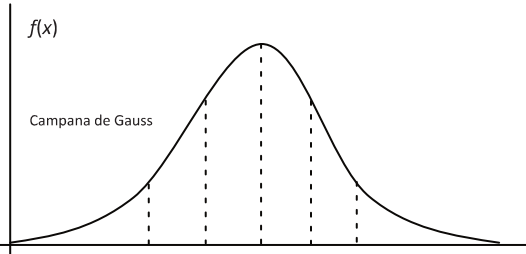
RELACIONES ENTRE ACTORES

En este paso se establecerán cuales de las variables definidas por cada actor en el punto anterior, se relacionan con otros actores⁴. Es crear los enlaces en detalle que se mostraron en el diagrama de red global de la cadena.

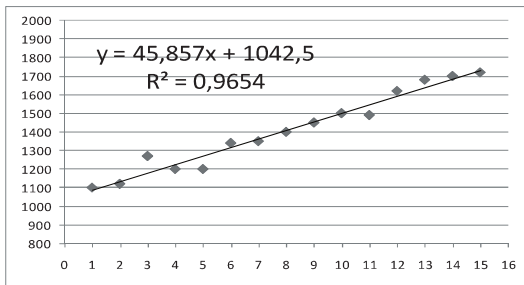
Los datos que se transfieren entre los actores no serán necesariamente variables de salida; pueden ser variables de proceso como la producción neta, recurso humano, ventas por periodo y rendimientos (pueden existir dos o más variables relacionadas entre actores).

⁴ Se considera como un traslado de datos entre los actores.

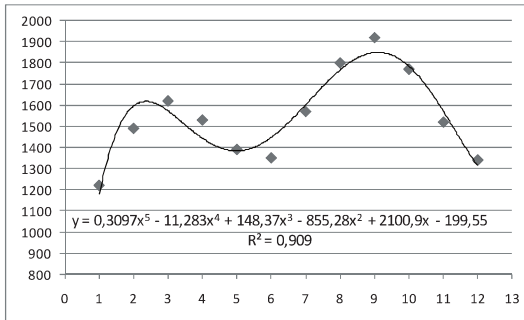
GRÁFICA No. 3. EJEMPLOS DE COMPORTAMIENTOS ASOCIADOS A LA VARIABLE PRODUCCIÓN A PARTIR DEL ANÁLISIS DE DATOS HISTÓRICOS



La variable producción tiene comportamiento normal orientando su valor a una media (μ) y desviación (σ). Por ejemplo, si se tiene una producción de 1500 unidades mensuales y desviación de 200 unidades, los valores aleatorios generados para un año serían parecidos a: 1439, 1244, 1548, 1755, 1739, 1846, 1063, 1453, 1719, 1282, 1361 y 1161. (7)

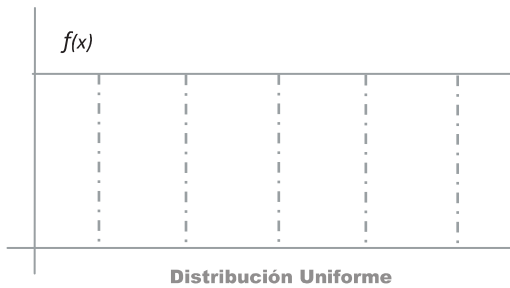


La variable producción tiene una tendencia positiva en razón del tiempo que puede ser adecuada a una expresión algebraica y así proyectar la producción para periodos futuros. En la imagen se muestra una clara tendencia lineal, con correlación cercana a 1, cuya ecuación fue hallada empleando el método de los mínimos cuadrados.



La variable producción presenta condiciones de estacionalidad, resultando en picos de producción en y niveles bajos en ciertos periodos del año.

El resultado del análisis del ejemplo, dio como resultado una ecuación de quinto orden y correlación cercana a uno. Al reemplazar X por un mes se obtendrá una proyección de la producción.

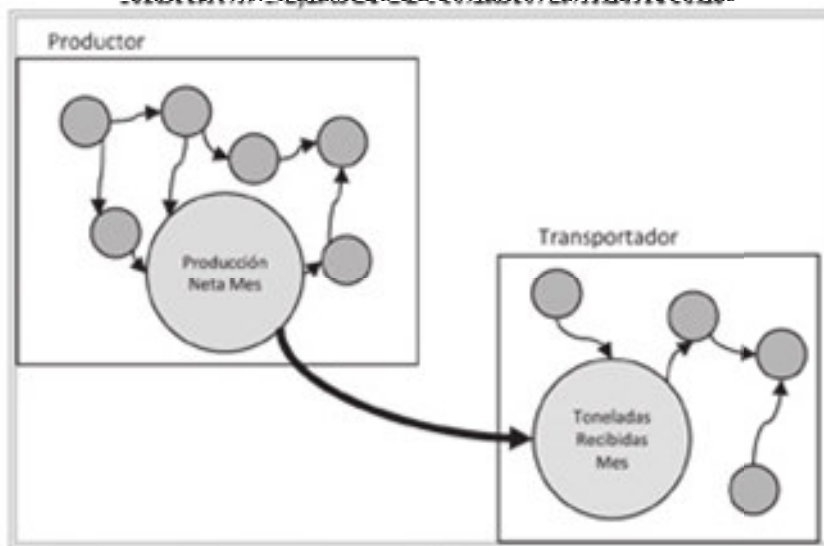


La variable producción mantiene su valor en razón del tiempo. Una aproximación a esta distribución considerando condiciones de incertidumbre se aplicaría a una distribución de números aleatorios basado en un comportamiento Uniforme entre un rango de producción. Un ejemplo aleatorio para una producción entre 1500 y 2000 unidades mensuales sería: 1937, 1517, 1612, 1558, 1501, 1656, 1622, 1525, 1886, 1912, 1872 y 1514.

Fuente: Diseño de los autores

La producción neta de bienes de una empresa se equipara como variable de entrada (toneladas recibidas) para un transportador, el cual toma este valor y lo limita a su vez, por la capacidad de sus equipos para movilizar el producto (ver gráfica No. 4).

GRÁFICA No. 4. EJEMPLO DE CONEXIÓN ENTRE ACTORES

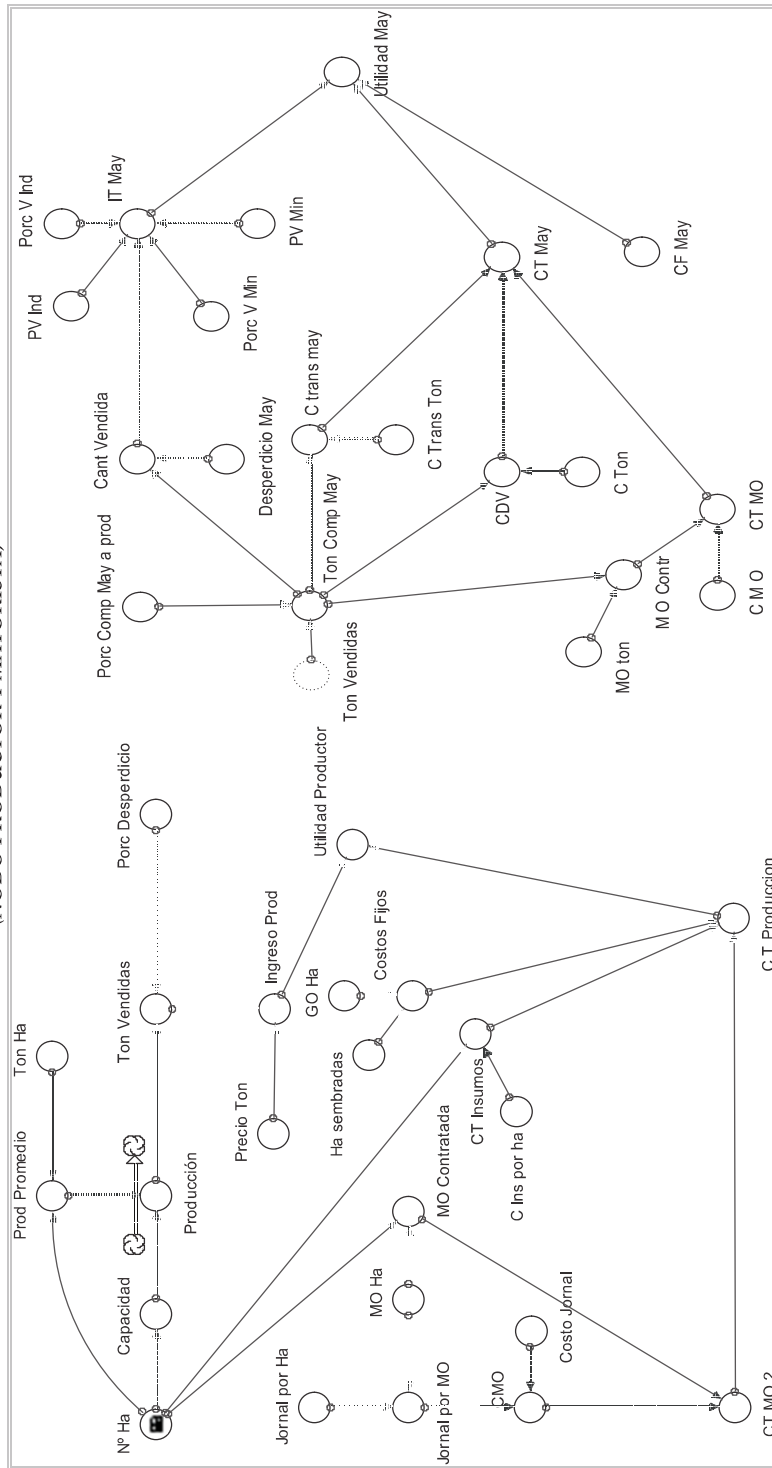


Fuente: Diseño de los autores

El modelo admite la inclusión de actores que actualmente no existen en la cadena estudiada, pero que enriquecerán el análisis posterior de escenarios futuros, donde se podrá evaluar la conveniencia y factibilidad de su inclusión en el mundo real. Para no alterar los valores resultantes de la cadena actual, las expresiones que conectan a los actores reales hacia los nuevos proponentes deberán tener un condicionador o multiplicador que arroje un valor igual a cero⁵. La gráfica No. 5 muestra la red detallada elaborada en el software I Think para la cadena productiva del aguacate en el departamento de Bolívar, donde se incluyó el actor agroindustria para la producción de pasta y aceite (esta cadena no posee actualmente un componente agroindustrial en el departamento de Bolívar).

⁵ Se altera temporalmente la expresión de conexión entre los actores para que de cómo resultado un valor cero, excluyendo el actor de los resultados la validación del modelo con el funcionamiento de la cadena real.

ILUSTRACIÓN No. 4. MODELO DE RED ELABORADO PARA LA CADENA PRODUCTIVA DEL AGUACATE EN EL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR (NODO PRODUCTOR Y MAYORISTA)



Fuente: Deulofeu, Blanca Alicia y González, Joyce Ximena. Caracterización de la cadena productiva del Aguacate en el departamento de Bolívar-2005, mediante un modelo de simulación de redes


CREACIÓN Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS

Una vez asociados los actores, se arma una red compleja representante la cadena, que no es más que una fotografía de los procesos internos llevados a cabo en ella. Los factores externos como los ambientales, políticos, económicos, tecnológicos, se pueden incluir como afectantes (generadores de motricidad) de los valores de las variables de entrada y posiblemente modificadores de su comportamiento: una helada en el campo repercutirá la variable producción con una reducción de su valor, la adquisición de nueva tecnología implicaría una reducción en la tasa de desperdicios promedio, un aumento en la devaluación de la moneda podría afectar el precio de un producto de exportación. Simular un escenario es una respuesta a la pregunta “*que pasa si...:*” ocurriese un cambio o ajuste en la cadena productiva, por ejemplo: la cadena productiva se afecta por un fenómeno; un nuevo actor, industria o gremio, surge en el modelo; se realizan variaciones en precios y costos; se diseña un nuevo producto; se reorientan los mercados o se crean nuevos canales de comercialización; entre otros. En el modelo de red se recomiendan proponer tres alternativas para la creación de escenarios:


- **Modificación de los valores de las variables de entrada.** Un escenario puede ser fundamentado en variaciones de los valores de las variables (e incluso, las expresiones aritmético-lógicas) que constituyen situaciones futuras factibles (cada modificación deberá estar sustentada en posibles causas razonables que podrían darse en la realidad).
- En la tabla No. 2 se muestra uno de los escenarios propuestos para la cadena productiva del mango donde se afectó la variable hectáreas cosechadas, aumentando o reduciendo su valor:

TABLA No. 2. ESCENARIO PROPUESTO PARA LA CADENA PRODUCTIVA DEL MANGO EN EL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR

| <i>Variación de las hectáreas cosechadas</i> | |
|--|--------------|
| - | 932 |
| | 962 |
| | 992 |
| Real año 2006 | 1.022 |
| + | 1.052 |
| | 1.082 |
| | 1.112 |



Disminución de las hectáreas cosechadas



Aumento de las hectáreas cosechadas

Fuente: Diseño de los autores

- **Adición de nuevas variables.** Esto ocurre en caso de proponer o visualizar una modificación en los procesos que identifican a un actor, recrear un nuevo mercado, la aparición de un nuevo actor o cambio en las relaciones entre variables.
- **Modificación y adición de variables.** Comprende la creación de escenarios a partir de los dos puntos anteriores. Por ejemplo, la adhesión de un nuevo competidor en la cadena implicaría situar las variables que lo caracterizan en el modelo, que a su vez, afectarían los precios de los productos ofertados.

Al simular un escenario, las variables de salida del sistema se verán afectadas, las cuales a su vez, proveerán al estudio de información concerniente a las repercusiones que tienen dichas variaciones en los actores de la cadena. En la tabla No. 3 se muestra el escenario creado a partir del aumento o disminución de las hectáreas cosechadas y sus efectos en la utilidad de los distintos actores (simulación para un año) para la cadena productiva de la guanábana en el departamento de Bolívar.

TABLA No. 3. RESULTADOS DEL ESCENARIO “VARIACIÓN DE HECTÁREAS COSECHADAS” PARA LA CADENA PRODUCTIVA DE LA GUAÑABANA EN EL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR

| Variación | Hectáreas cosechadas | Producción productor (ton) | UTILIDAD | | |
|------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | | Productor | Mayorista | Minorista |
| Disminución (simulado) | -60% | -60% | -60,00% | -72,81% | -66,14% |
| | -40% | -40% | -40,00% | -48,54% | -44,09% |
| | -20% | -20% | -20,00% | -24,27% | -22,05% |
| REAL | 10 | 150 | 105.328.400⁶ | 8.195.000⁷ | 73.297.500⁸ |
| Incremento (simulado) | 20% | 20% | 20,00% | 24,27% | 22,05% |
| | 40% | 40% | 40,00% | 48,54% | 44,09% |
| | 60% | 60% | 60,00% | 72,81% | 66,14% |

Fuente: Elles, Luís Alfredo y Jaimes Castaño, Yolanda. Caracterización de la cadena productiva de la guanábana en el departamento de Bolívar-2005, mediante un modelo de simulación de redes

⁶ Valor que corresponde a la venta de las toneladas cosechadas de Guanábana en el Departamento de Bolívar (90 Tn)

⁷ Valor que corresponde a la venta de las toneladas de Guanábana compradas por el Mayorista al productor. Este valor corresponde a un 10 % del neto que vende el productor.

⁸ Valor que corresponde a la venta de las toneladas de Guanábana adquiridas por el minorista. Este valor corresponde a un 85 % del neto que le vende el productor y el mayorista.

Se ha prescindido de los valores absolutos y se ha optado por el empleo de porcentajes de variación, que se calculan a partir de la diferencia entre el valor resultante de la simulación y el valor real obtenido por datos de constatación de campo o datos históricos, de la siguiente forma:

$$\text{Porcentaje de Variación}_i = \frac{\text{Dato Simulado}_i - \text{dato real}}{\text{dato real}}$$

Donde i está definida como un valor de una columna cualquiera de la tabla de resumen de variaciones. A partir de este momento, se podrá emplear los datos arrojados por la simulación de los escenarios para elaborar un análisis del valor agregado.

Para éste análisis se manejará la metodología de Margen Bruto de Comercialización (MBC), puesto que permite determinar el poder económico presentado en cada uno de los actores del encadenamiento. El margen Bruto de Comercialización se define como la diferencia entre el precio pagado por el consumidor por el subproducto terminado y el precio que percibe el productor (8).

La forma de hallar este valor es a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{MBC} = \frac{\text{Precio al consumidor} - \text{Precio al productor}}{\text{Precio al consumidor}} * 100$$

Lo anterior significa que por cada peso que paga el consumidor, el porcentaje resultante equivale en centavos, a los ingresos percibidos por el productor.

Se puede llegar a un análisis mucho más discriminado del valor agregado, a través del valor generado por cada actor de la cadena llamado Margen Bruto de comercialización por Actor (MBA), que se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{MBA} = \frac{\text{Precio Venta} - \text{Precio de compra}}{\text{Precio de venta}} * 100$$

En la tabla siguiente se observa un resumen de los MBA hallados por cada actor de la cadena productiva del mango para el departamento de Bolívar.

TABLA No. 4. MARGEN BRUTO DE COMERCIALIZACIÓN POR ACTOR (MBA) PARA LA CADENA PRODUCTIVA DEL MANGO EN EL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR

| Actor | Precio de compra | Precio de Venta | MBA |
|---------------|------------------|-----------------|-------|
| Asociación | 100.000 | 120.000 | 16.66 |
| Mayorista | 100.000 | 150.000 | 33.33 |
| Agroindustria | 120.000 | 3.465.220 | 96.53 |
| Minorista | 320.000 | 480.000 | 33.33 |

Fuente: Cálculo de autores

De los actores participantes en la cadena productiva del mango, la asociación presenta la menor proporción, ya que por cada peso que recibe en su proceso de venta, sólo 0.1666 centavos son entradas de dinero generadas por el proceso de intermediación. Por otro lado, quien más recibe ganancias en esta cadena productiva es la agroindustria, puesto que por cada peso recibido, 96.5 centavos son ingresos captados del proceso.

A partir de los valores de la tabla de variaciones, y con el ánimo de contar con un indicador que informe acerca de cómo se ven afectadas las variables (dependientes) por la variación de otras variables (independientes o de entrada), se calculará la razón de elasticidad a través de la siguiente fórmula (9):

$$Elasticidad_n = \frac{\Delta\% \text{ variable dependiente}_n}{\Delta\% \text{ variable independiente}}$$

Donde n representa la variable dependiente tomada en consideración.

El valor de la elasticidad suele estar acompañado de dos interpretaciones totalmente complementarias: la primera está relacionada con el signo que acompaña al resultado de la elasticidad y la segunda se centra en la explicación que tiene el hecho que dicho resultado, en términos absolutos, sea mayor, igual o menor a la unidad.

Con respecto a la primera interpretación, la elasticidad puede ser positiva o negativa:

- Si la **elasticidad es positiva**, existe una relación directamente proporcional entre a variable dependiente y la variable

independiente. Dicho de otra forma, cada vez que se incremente la variable independiente, la variable dependiente también lo hará y viceversa.

- Si la **elasticidad es Negativa**, existe una relación inversamente proporcional entre a variable dependiente y la variable independiente, es decir, cada vez que incremente la variable independiente, la variable dependiente disminuirá y viceversa.

De acuerdo a la segunda interpretación, la elasticidad, en términos absolutos, puede ser mayor, menor o igual a la unidad:

- Si **|Elasticidad| > 1**, entonces la elasticidad es elástica, lo que quiere decir que cuando la variable independiente incrementa en 1%, la variable dependiente lo hace en una proporción mayor.
- Si **|Elasticidad| = 1**, entonces la elasticidad es unitaria, lo que quiere decir que cuando la variable independiente incrementa en 1%, la variable dependiente lo hace en la misma proporción.
- Si **|Elasticidad| < 1**, entonces la elasticidad es inelástica, lo que quiere decir que cuando la variable independiente incrementa en 1%, la variable dependiente lo hace en una proporción menor.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados de la elasticidad realizada para el escenario en el que se aumenta y disminuyen las hectáreas cosechadas, y las consecuencias en términos de elasticidad en los actores de la cadena productiva del mango en el departamento de Bolívar.

TABLA No. 5. CUADRO DE ELASTICIDADES A PARTIR DE LA VARIACIÓN DE LAS HECTÁREAS COSECHADAS PARA LA CADENA PRODUCTIVA DEL MANGO EN EL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR PARA CADA ACTOR

| Variación | Producción productor | UTILIDAD | | | |
|---|----------------------|-----------|------------|-----------|---------------|
| | | Productor | Asociación | Mayorista | Agroindustria |
| Disminución / Aumento de las hectáreas cosechadas | 1 | 1,41 | 1,49 | 1,05 | 1,07 |

Fuente: Cálculo de autores

En este ejemplo, cada una de las elasticidades (producción del productor, utilidad del productor, del mayorista, de la agroindustria y de la asociación) se comporta de forma directamente proporcional con la

variación de las hectáreas cosechadas. Por otro lado, todas las elasticidades tienen comportamiento elástico, presentando un mayor nivel de elasticidad la variable utilidad del productor.

CONCLUSIONES

La simulación por medio de modelos de redes permite no solo la recreación de escenarios, sino que además, involucra una caracterización más detallada de los actores que participan en una cadena productiva, una ventaja inherente a los estudios de la prospectiva estratégica (10). Hay que aclarar que la simulación no es una herramienta de pronóstico (11), sino más bien, una herramienta para la creación y validación de escenarios (ver tabla No. 6).

TABLA No. 3. COMPARATIVO ENTRE EL MÉTODO DE ESCENARIOS Y SIMULACIÓN

| 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. |
| Orientar 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: Los autores

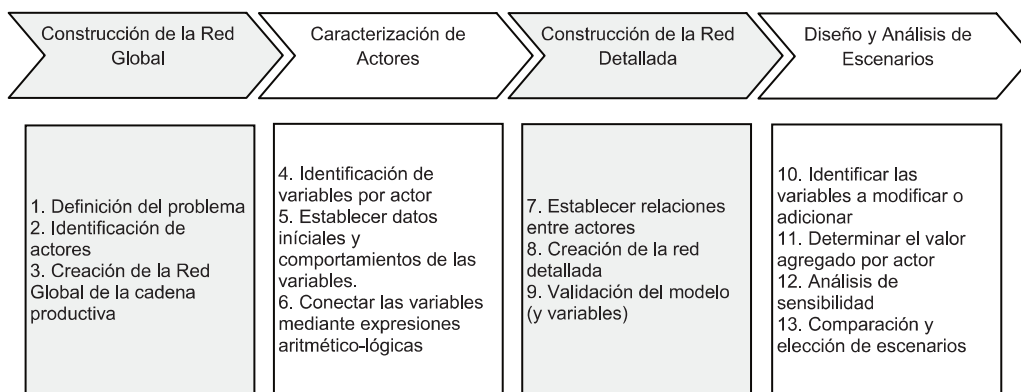
La metodología propuesta en el proyecto “Caracterización de las cadenas hortofrutícolas en el departamento de Bolívar mediante un modelo de simulación de redes” puede ser ampliada y generalizada para su posterior aplicación en cualquier tipo de cadena productiva. Los pasos a seguir para realizar el modelo de una cadena productiva involucran:

- Creación de la red global de la cadena, donde se identifican los actores y sus posibles relaciones.
- Caracterización de los actores, modelados a través de variables interconectadas.
- Creación de red detallada, donde se especifican las relaciones entre actores.

- Diseño y análisis de escenarios, incurriendo en la simulación del modelo a partir de la modificación de valores y/o adicción de variables.

La siguiente gráfica resume las etapas descritas anteriormente para la construcción de una red.

GRÁFICA No. 6. ETAPAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE RED



Fuente: Diseño de los autores

El examen de los escenarios a través del análisis del valor agregado e indicadores de elasticidad por actor, ayudará en la identificación de aquellas alternativas de desarrollo que mayor propendan al beneficio común de los participantes de la cadena, justificando las estrategias y actividades que conlleven a convertirlas en una realidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Shannon R. Introduction to the Art and Science of Simulation. Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference. 2001: 8. Texas: Texas A&M University.
2. Guzman M. La planeación prospectiva estratégica: Antecedentes y situación actual. México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2005.
3. Mancilla A. Simulación: Herramienta para el estudio de sistemas reales. Ingeniería y Desarrollo. 1999; 6: 105.
4. Gordon G. Simulación de Sistemas. México: Diana. 1980.

5. Carson J. Introduction to modeling and simulation. Proceedings of the 2004 Winter Simulation Conference. 2004: 9. Estados Unidos: Brooks Automation.
6. Ross S. Simulación (Segunda Edición ed.). México: Prentice Hall; 1999.
7. Vergara J. Aplicación de la Simulación de Montecarlo en la Planeación Financiera. Panorama Económico. 2003; 13: 37-52.
8. Izquierdo E. Mercadeo Agroindustrial. Tegucigalpa: INFOP. 2002.
9. Frank R. Microeconomía y Conducta (Cuarta Edición ed.). Bogotá: Mc Graw Hill. 2001.
10. Amezcua J, Vergara J, Maza F. Cadenas productivas frutícolas en el departamento de Bolívar. Tecnos Ingenierías. 2006; 2 (2): 20-22.
11. Pinilla V. Simulación: Introducción teórica y aplicaciones en administración. Bogotá: Ediciones Uniandes. 2005.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Sargent R. G. Verification and validation of simulation models. Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference. 1998: 125-126. New York: Syracuse University.