

Construcción de cadenas productivas del sector agrícola mediante modelos de redes: Caracterización, simulación de escenarios y prospectiva

Tomás José Fontalvo Herrera¹
Juan Carlos Vergara Schmalbach²
Julio Amézquita López³

RESUMEN

La simulación de escenarios sumado a los trabajos de tipo prospectivo, se convierten en una herramienta valiosa para la construcción de futuros deseados. Los escenarios permiten identificar las alternativas más probables, así como aquellas que presentan un mejor valor agregado para los actores; mientras que la simulación, incluye una visión realista de las relaciones que puedan darse entre los actores, a partir de su caracterización simplificada, haciendo fácil el proceso de obtención de los posibles escenarios futuros. Este estudio resume un arduo trabajo de modelado de las cadenas productivas hortofrutícolas más importantes del departamento de Bolívar mediante la simulación de redes llevado a cabo por la Universidad de Cartagena, Amezco S.A., la Secretaría de Agricultura Departamental, gremios y asociaciones.

Palabras Clave: escenarios, prospectivo, futuros, alternativas, simulación, cadenas productivas

ABSTRACT:

Simulating situations and the market studies are valuable tools for the construction of desired future scenarios. The situations allow identify more probable alternatives and those have a good added value to the actors. While the simulation include a realist vision of the relations that could be given between the actors, starting from its simple descriptions, that making easy the confirmation process of the possible futures situations. This study summarizes a hard modeling work about the fruit and vegetable productive chains in the Department of Bolivar. Through the simulation nets carried out by the University of Cartagena, the Secretary of Agriculture of Bolivar, unions and associations.

Key Words: scenarios, prospective, futures, options, simulation, supply chains

INTRODUCCIÓN

La prospectiva ha demostrado ser un enfoque novedoso para la construcción de futuros deseables a distintos niveles, que involucran el estudio de casos o problemas

complejos, donde grupos de personas proponen una serie de ideas y estrategias, basados en un completo entendimiento de la problemática presentada. Miklos y Tellos en su libro planeación prospectiva aclaran que la "prospectiva no busca adivinar el futuro sino que preten-

¹ Docente e Investigador de tiempo completo del Programa de Administración Industrial, Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Cartagena, Magíster en Administración de Empresas de la Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Finanzas y Gerencia de la Calidad (Universidad del Norte). Ingeniero Industrial e Ingeniero Químico. Correo Electrónico: tomasjosefontalvo@gmail.com

² Ingeniero Industrial Universidad Tecnológica de Bolívar. Especialista en Finanzas de la Universidad de Cartagena. Magíster en Administración de Empresas de la Universidad Nacional. Docente de tiempo completo del Programa de Administración Industrial Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Cartagena. Consultor de Amezco S.A. E-mail: juancarlosvergaras@yahoo.com.mx

³ Ingeniero Industrial de La Pontificia Universidad Javeriana. Especialista en Gestión Tecnológica. Magíster en Administración de Empresas Universidad Nacional. Docente de tiempo completo y Director del Instituto de Políticas Públicas IPREG de la Universidad de Cartagena. Consultor de Amezco S.A. E-mail: amezco@gmail.com

de construirlo⁴. Existen seis formas de hablar sobre el futuro⁵:

Tabla 1. Discurso teórico práctico de Decouflé

Discurso Teórico - Práctico	Designación Aceptada
Adivinar	Adivinación
Predecir	Profecía
Anticipar	Futurología
Explorar con memoria	Prospectiva
Imaginar	Ciencia-ficción
Soñar	Utopía

A la prospectiva se atañen una serie de herramientas y métodos prácticos, cuyo fin consiste en clasificar las variables consideradas en el estudio, agrupar estrategias y posibilitar consensos entre diferentes actores y grupos de expertos.

Se habla entonces de estudios que incluyen una gran cantidad de elementos participantes: problemas, ideas, estrategias, variables, actores, relaciones, haciendo de esta, un trabajo cuidadoso, exigente en tiempo y bastante costoso.

Las conclusiones acordadas por las personas consultadas vislumbran un futuro idealizado, muchas veces, sustentadas en información histórica. Dada la complejidad de un estudio prospectivo cabe hacernos esta pregunta: ¿serán las decisiones concluyentes del estudio las más acertadas y convenientes?

Para reducir esta incertidumbre, los estudios prospectivos serios deben reunir a grupos grandes de expertos y actores que manejen diferentes puntos de vistas, además de recoger la información histórica suficiente que permita aplicar modelos de proyección confiables. A pesar de esto, no existirá certeza absoluta de que las decisiones allí tomadas, sean las correctas. Es en este punto en que la simulación entra a jugar un papel importante, mostrando a los participantes del estudio las posibles consecuencias de cada decisión tomada.

La simulación permite experimentar con un modelo que es una versión simplificada de un sistema real. Hay que aclarar que la simulación no es una herramienta de pro-

nóstico⁶, sino más bien, una herramienta para la creación y validación de escenarios.

Los pasos llevados a cabo en un estudio prospectivo son congruentes con los pasos para llevar un estudio de simulación.

Tabla 2. Método de escenarios⁷ 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.
Balazar 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: Autores

Para llevar la simulación a un programa de computador, es necesario transformar el modelo a una serie de expresiones aritmético, lógicas y de relación. Es entender al sistema como una serie de constantes y variables catalogadas como independientes o dependientes, de entrada, proceso o salida, discretas o continuas, cuasi-cualitativas o cuantitativas.

Ilustración 1. Pasos generales para la creación del modelo matemático



Un componente base de la prospectiva estratégica son los futuribles o escenarios⁸. La construcción del modelo matemático permite la simulación de posibles escenarios. Un escenario describe una situación futura y el encade-

⁴ MIKLOS, Tomas; TELLO, Ma. Elena. Planeación prospectiva: Una estrategia para el diseño del futuro. Limusa Noriega editores. México, año 2004.

⁵ RAÚL BALDI, Eduardo. ¿Por qué investigar el futuro? Estudios Prospectivos. Revista Prospectiva Ya No. 1. Nodo Futuro México. México, Año 2006. <http://www.nodofuturomexico.org/revista/numero%201/construyendofuturos/deconspeindis/porquein.html>

⁶ PINILLA, Vicente. Simulación: Introducción teórica y aplicaciones en administración. Ediciones Uniandes. Colombia, año 2004.

⁷ GODET, Michael. La caja de herramientas de la prospectiva estratégica. Cuadernos Lips. Cuaderno No. 5, Cuarta edición actualizada. Francia, año 2000.

⁸ GUZMAN GAMEROS, Marco Vinicio. La Planeación Prospectiva Estratégica: Antecedentes y Situación actual. Ciclo de Conferencias: "Prospectiva: Construyendo Futuros". Universidad Nacional Autónoma de México. México, Año 2006.

namiento de eventos que llevan a ella sobre un sistema, tema o asunto de estudio⁹. Sus características son:

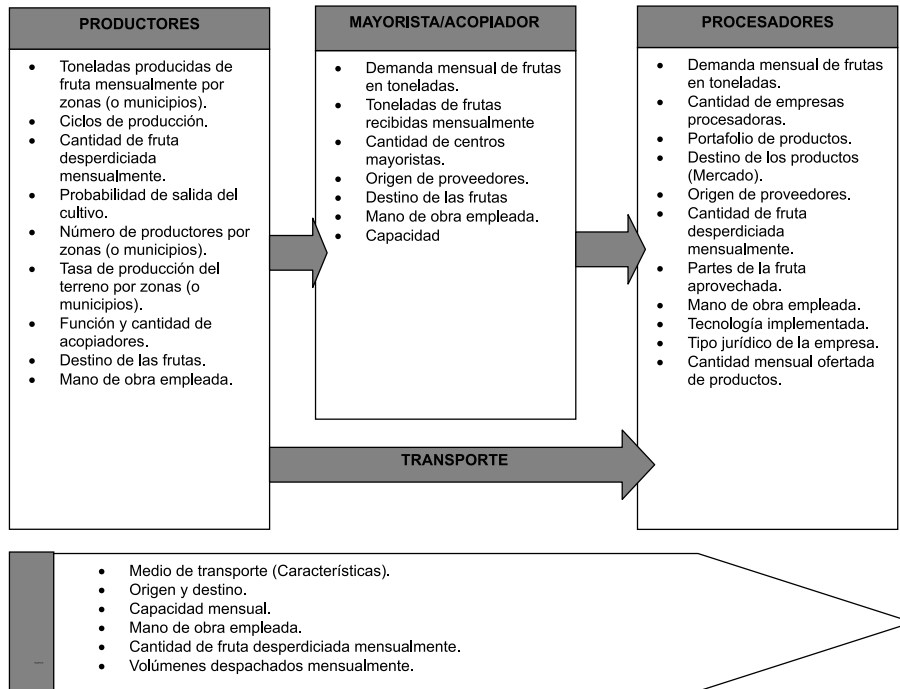
- Parten de un diagnóstico del presente con elementos del pasado que han influido en él.
- El diagnóstico se elabora con indicadores que enfatizan los principales problemas, logros u oportunidades.
 - Son relatos breves que pretenden expresar de manera clara y comprensible alternativas de futura evolución. Es conveniente que su extensión no sea mayor de 4 a 5 cuartillas.
- Se construyen a partir de un conjunto de hipótesis referidas a los grandes rasgos de evolución que pueden incluir cambios en las estructuras vigentes.
- Incluyen explícitamente el tiempo de ocurrencia y el impacto que los hechos tendrán en el futuro.
- Son cualitativos y rara vez cuantitativos.
- Su análisis se desglosa en diferentes variables estructuradoras del pensamiento, por ejemplo: demográficas, medioambientales, económicas, políticas, sociales, culturales, científico-tecnológicas.

Existen dos tipos de escenarios¹⁰: los normativos (sus restricciones se derivan de las leyes naturales) y los exploratorios (con las imágenes del presente se generan imágenes del futuro altamente probables de suceder). En el caso de este proyecto prospectivo, se empleará el tipo de escenario exploratorio.

En la investigación “prospectiva de la cadena hortofrutícola de bolívar” que llevó cabo el programa de administración industrial de la Universidad de Cartagena, se establecieron cuatro actores principales cada uno entendido como un conjunto de variables.

Para crear el modelo matemático, es necesario conectar las variables (y constantes) mediante formulas¹¹, por ejemplo, la variable toneladas producidas de fruta mensualmente por el productor afectara de forma directa a la variable toneladas de fruta recibida mensualmente del centro mayorista. Si se aumenta la producción se supone un incremento también en la cantidad de fruta en las centrales mayoristas.

Tabla 3. Resumen de variables de entrada al sistema para la simulación de la cadena hortofrutícola de Bolívar



Fuente: Autores

⁹ I. MARTÍNEZ, et.al., Algunas técnicas útiles en la prospectiva, Elaborado para la SEP, México, Centro de Estudios Prospectivos A.C. y Fundación Barros Sierra, 1987

¹⁰ BAENA PAZ, Guillermo. ¿Qué es el método de escenarios?. Estudios Prospectivos. Revista Prospectiva Ya No. 1. Nodo Futuro México. México, Año 2006. Accedido En: <http://www.nodofuturomexico.org/revista/numero%201/construyendofuturos/metodologias/metodoes.html>

¹¹ COSS BU, Raul. Simulación: Un enfoque practico. Limusa Noriega editores. México, año 2002.

La definición de cada actor conlleva la definición de restricciones. El sistema de transporte tendrá limitantes de acuerdo a la capacidad, tiempo de entrega, calidad y costos. Estas restricciones impiden que las variables puedan tomar valores irreales.

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

A continuación concluimos este punto con las ventajas que resultan del empleo de la simulación en la prospectiva:

- Recrea las condiciones reales del problema.
- Aumenta la comprensión del problema.
- Permite agilizar la construcción y validación de escenarios.
- Una vez creado el modelo, se podrán realizar infinitas de experimentos.
- Es lo más cercano al modelo real.

2. CARACTERIZACIÓN DE LOS ACTORES Y SUS RELACIONES

Para crear un modelo matemático que pueda ser simulado por un software de modelado y simulación de redes (por ejemplo, I THINK o Vensim), se debe definir como primera medida, las variables de entrada y constantes presentes en el sistema¹². Como ejemplo para una construcción paso a paso del sistema se considerará un pequeño modelo limitado a tres actores:

- Productores
- 2 Transportadores

El proceso de modelado comienza con la definición de las variables que caracterizan al único productor considerado en el estudio del sistema (estas variables están resumidas). Se toma como ejemplo las siguientes consideraciones:

¹² AMÉZQUITA, Julio, VERGARA, Juan Carlos, MAZA, Francisco. Modelamiento de Cadenas Industriales Mediante Simulación de Redes. EUMED. Cartagena, Colombia. Año 2009.

Tabla 4. Variables que caracterizan al Productor

PRODUCTOR		
Variables / constantes	Definición	Nombre de la variable
Promedio de toneladas producidas mensualmente	El productor 1 produce 75 toneladas mensualmente. Por datos históricos se comprueba este valor y se determina que la producción tiene comportamiento normal con desviación de 5 toneladas mes	Producción y promedio producción
Porcentaje de toneladas desechadas mensualmente	10% de la producción se desperdicia	Porcentaje desechos
Mano de obra empleada por tonelada producida	El productor emplea 2 personas por tonelada producida	MO x tonelada
Costo mano de obra directa	\$ 420.000 mensual / trabajador	Costo x MO
Gastos operacionales totales por tonelada producida	\$ 1'000.000 mensual / tonelada	Gastos Op x tonelada
Capacidad máxima	Por el terreno se pueden producir 200 toneladas máximas mensuales	Capacidad
Valor de la tonelada	\$8'000.000 / tonelada	Precio x tonelada

De igual manera que con el productor, se realizará el mismo paso para los demás actores. Continuando con el ejemplo, las variables consideradas para el transportador serán:

Tabla 5. Variables que caracterizan al Transportador 1

TRANSPORTADOR 1		
Variables / constantes	Definición	Nombre de la variable
Capacidad máxima	El transportador puede movilizar máximo 40 toneladas mes	Capacidad T 1
Porcentaje de toneladas transportada mes	Transporta el 40% de las toneladas del productor	Porcentaje toneladas
Porcentaje de toneladas desechadas mensualmente	5% de la producción se desperdicia	Porcentaje desechos T 1
Mano de obra empleada por tonelada producida	El productor emplea 2 personas por cada 2 toneladas producida	MO x tonelada T 1
Costo mano de obra directa	\$ 420.000 mensual / trabajador	Costo x MO T 1
Precio por transportar una tonelada	\$ 4'000.000 / tonelada	Precio x tonelada T 1
Gastos operacionales totales por tonelada producida	\$ 2'000.000 mensual / tonelada	Gastos Op x tonelada T 1

Tabla 6. Variables que caracterizan al Productor 2

TRANSPORTADOR 2		
Variables / constantes	Definición	Nombre de la variable
Capacidad máxima	El transportador puede movilizar máximo 120 toneladas mes	Capacidad T 2
Porcentaje de toneladas transportada mes	Transporta el 60% de las toneladas del productor	Porcentaje toneladas 2
Porcentaje de toneladas desechadas mensualmente	2% de la producción se desperdicia	Porcentaje desechos T 2
Mano de obra empleada por tonelada producida	El productor emplea 2 personas por cada 2 toneladas producida	MO x tonelada T 2
Costo mano de obra directa	\$ 420.000 mensual / trabajador	Costo x MO T 2
Precio por transportar una tonelada	\$ 4'000.000 / tonelada	Precio x tonelada T 2
Gastos operacionales totales por tonelada producida	\$ 1'500.000 mensual / tonelada	Gastos Op x tonelada T 2

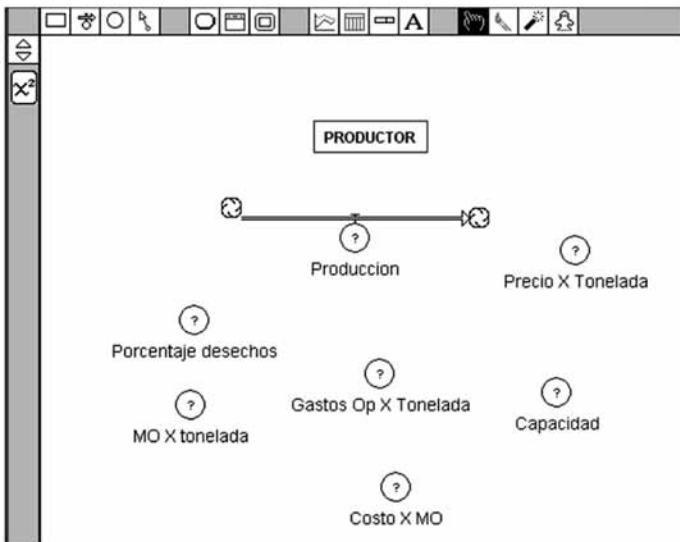
De igual forma, habrá que definir cada una de las variables de resultado (salida) y de relación que permitan conectar los actores.

CONSTRUCCIÓN DE LA CADENA UTILIZANDO EL SOFTWARE I THINK O VENSIM

Cada uno de los actores es representado mediante las variables que los caracterizan (cada variable o constante equivale a un nodo). En el ejemplo anterior, los nodos establecidos para el productor se pueden observar en el gráfico en la ilustración 2¹³.

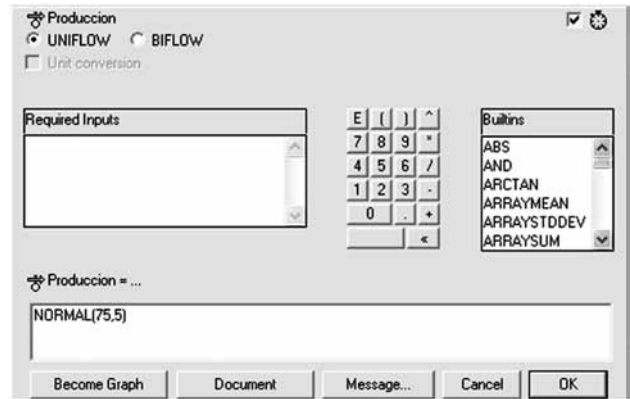
El siguiente paso equivale a la definición de cada variable o constante. En el caso de los nodos basados en distribuciones de probabilidad, será necesario hacer un llamado a la función que mejor refleje dicha distribución. Para una distribución normal se emplea la función llamada del mismo nombre NORMAL, con los parámetros que permitan general valores aleatorios. En la ilustración siguiente se muestra la función completa para el caso de ejemplo analizado en este artículo (NORMAL[media,desviación]).

Ilustración 2. Representación de los Nodos para el Productor



¹³ Este ejemplo se recreó empleando I Think.

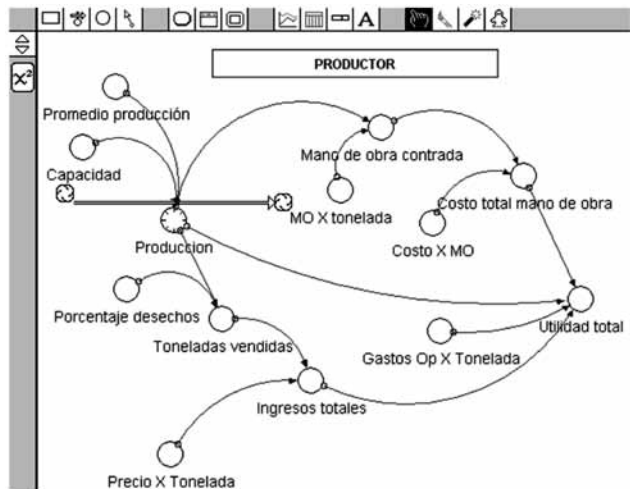
Ilustración 3. Ventana de edición del nodo Producción



Una vez terminada la identificación de los valores constantes y aleatorios, se establecen las relaciones entre nodos mediante el empleo de conectores. Siguiendo con la misma secuencia del ejemplo, las variables completas relacionadas quedarían:

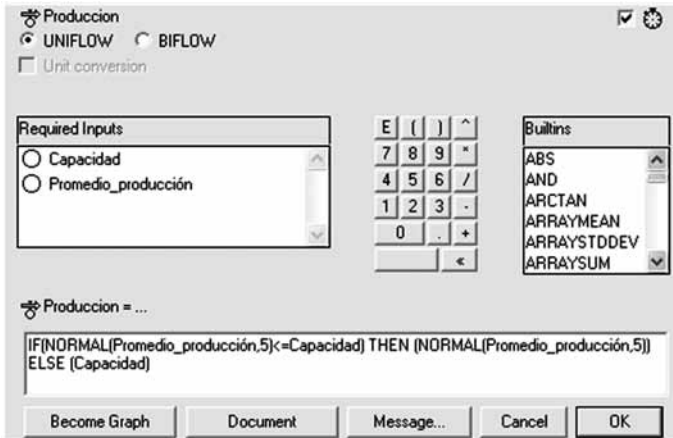
Nótese que existe una restricción dada por la constante capacidad, el productor no puede pasar de las 200 toneladas máximas¹⁴. Para activar la capacidad se modifica el nodo **Producción** conectando el nodo **Capacidad** y agregando las funciones **IF, THEN, ELSE** (SI – Condicional) y un nuevo nodo que contendrá la tasa **Promedio de Producción** (que es igual a 75).

Ilustración 4. Modelo de redes para el Productor incluyendo Capacidad



¹⁴ Esta condición puede darse debido a las limitantes en terreno, insumos, materia prima o transporte

Ilustración 5. Condicional de Capacidad para el nodo Producción

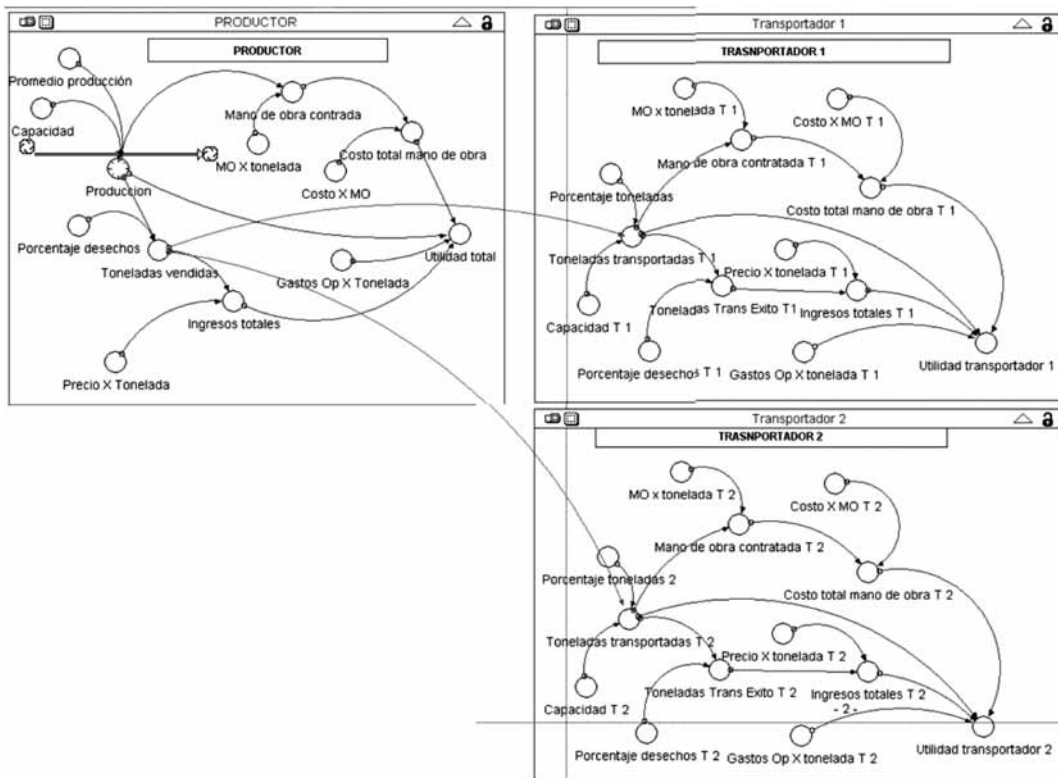


Preste atención en detalle la sentencia anterior: Si la producción es menor a 200, se mantendrá la producción dada por la función normal:

IF(NORMAL(Promedio_producción,5)<=Capacidad)
THEN (NORMAL(Promedio_producción,5))

En el caso de que se pase la condición (se produce más de la capacidad), la producción estará limitada a 200 toneladas:

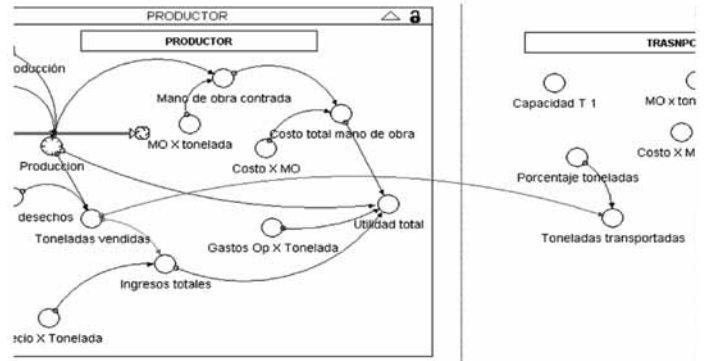
Ilustración 7. Modelo de redes completo para la cadena productiva del ejemplo



ELSE(Capacidad)

Una vez caracterizados los demás actores, se establecen las relaciones entre aquellas variables que permitan armar el bosquejo completo de la cadena productiva. Por ejemplo, las toneladas vendidas deberán ser entregadas a los transportadores para su posterior comercialización en los centros de abastos (ver ilustración 6).

Ilustración 6. Conexión entre Productor y Transportador 1



El ejemplo completo de la cadena con los tres actores definidos quedaría como se muestra en la siguiente ilustración:

4. VALIDACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN

Terminada la cadena, se procede entonces a correr el modelo de simulación, con la salvedad de programar con anterioridad el periodo de tiempo recreado. Los datos resultantes servirán para validar los resultados obtenidos por datos estadísticos recolectados por investigaciones y estudios anteriores vigentes, comprobando que el modelo es estable y recrea las condiciones reales del comportamiento de la cadena analizada.

Ilustración 8. Especificaciones del tiempo para la simulación de la cadena productiva

Los resultados se podrán generar para las variables críticas del modelo, como la generación de empleo, producción mensual o anual, costos, utilidad por actor e indicadores de productividad.

Ilustración 9. Resultados de la simulación: variables de utilidad

Months	Utilidad total	Utilidad transportador 1	Utilidad transportador 2
Initial	386.142.126,99	24.897.522,22	61.465.757,97
1	407.013.401,85	26.243.252,18	64.788.028,82
2	403.433.349,31	26.012.418,94	64.218.159,26
3	415.615.884,08	26.797.919,69	66.157.364,24
4	392.030.963,26	25.277.220,32	62.403.137,66
5	414.185.485,00	26.705.690,97	65.929.674,59
6	402.323.889,85	25.940.883,64	64.041.556,50
7	402.437.812,83	25.948.229,13	64.059.690,65
8	350.354.361,69	22.590.012,57	55.769.093,54
9	391.975.735,95	25.273.659,39	62.394.346,63
10	416.855.459,63	26.877.844,56	66.354.678,76
11	393.816.422,52	25.392.342,47	62.687.345,47
12	389.129.673,11	25.090.152,06	61.941.312,89

5. CREACIÓN DE LOS ESCENARIOS FUTUROS

A partir de un trabajo prospectivo, se pueden determinar los posibles escenarios futuros que aplicados al modelo

de simulación, esto implica la modificación de ciertas variables de entrada y de proceso, que en el momento de ejecutar la simulación, presentarán un conjunto de nuevos resultados en las variables de salida del sistema. Dentro del análisis del macro proyecto llevado a cabo por la Universidad de Cartagena, donde se estudiaron las cadenas agrícolas de aguacate, cítricos, guanábana, mango, maracuyá, piña, maíz, ñame, plátano, yuca y la inclusión de madera, mediante modelo de redes, se presentaron una combinación de los siguientes escenarios:

- Aumento y disminución de las hectáreas cosechadas:** En este escenario, se considerará el aumento y la disminución de las hectáreas cosechadas en el departamento, lo cual puede resultar, en el caso de un incremento, a un incentivo por parte del gobierno local o de alguna ONG al cultivo del mango, mientras que la disminución puede obedecer a un incremento en las enfermedades que afectan el cultivo.
- Aumento y disminución del rendimiento por hectárea:** En este escenario se considera el aumento y la disminución del rendimiento en toneladas por hectárea cosechada. Estos incrementos pueden deberse a mejoras en las técnicas de cultivo gracias a capacitaciones a los agricultores en: Siembra tecnificada, selección óptima de terrenos para el cultivo, utilización adecuada de fertilizantes y mantenimiento constante (poda y corte). Las disminuciones pueden presentarse por no aplicar tratamiento del cultivo y además por descuido en el control de plagas que afecten la producción.
- Aumento y disminución del desperdicio:** Este escenario considera el aumento y la disminución del porcentaje de desperdicio en toneladas por hectárea cosechada. Las disminuciones en el porcentaje de desperdicio, al igual que en el caso anterior, pueden obedecer a incrementos en la tecnificación, así como a la mejora de las vías de acceso a las zonas de producción. El aumento puede presentarse en el caso de descuido de los cultivos y/o empeoramiento de las vías de acceso a causa de lluvias, por ejemplo.
- Aumento en el porcentaje de compra del mayorista:** Para este caso, se ha diseñado un escenario en el que se aumenta el porcentaje de compra por parte del mayorista, disminuyendo el porcentaje que adquieren las asociaciones o cooperativas. La razón del incremento en el porcentaje de compra, puede obedecer a una mayor presencia de los mayoristas, que disminuya el poder de compra de las asociaciones constituidas u otro grupo de compra.
- Variaciones en el porcentaje de destinación del mango en fresco a la transformación en pulpa, ju-**

gos, compota u otros productos procesados: En este escenario se muestran los incrementos en la destinación de la fruta u hortaliza en productor procesados.

En cada escenario elaborado, se identificaron las variables a alterar (en este caso, nodos), manteniendo las demás variables que intervienen sin modificación alguna. Estos resultados se analizaron bajo indicadores de valor agregado como el Margen Bruto de Comercialización (MBC), buscando con ello determinar el poder económico presentado en cada una 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 productor¹⁵. La forma de hallar este valor es a partir de la siguiente fórmula:

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

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

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

Tabla 9. Ejemplo del cálculo del MBA para la cadena del Mango en el Sur de Bolívar (año 2006)

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: Francisco Javier Maza Ávila. Caracterización de la Cadena Productiva del Mango mediante Modelos de Redes (Trabajo de Grado). Año 2005

Como se puede observar en la tabla anterior, de los actores participantes en la cadena productiva del mango, la asociación es la que genera el más bajo valor agregado, 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 la cadena productiva es la agroindustria, puesto que por cada peso recibido, 96.5 centavos son ingresos captados del proceso.

Otra fuente de información se obtiene del cálculo simple de las variaciones de las variables de salida, cálculo que se realiza a partir del valor actual (obtenido por encuestas y de cifras de entidades oficiales).

$$\text{Porcentaje de variación}_i = \frac{\text{variación}_i - \text{dato real}}{\text{dato real}}$$

Donde i está definida como un valor de una columna cualquiera de la tabla de resumen de variaciones. En la tabla No. 10 se muestra el resultado de la simulación para el primer escenario definido (aumento y disminución de las hectáreas cosechadas) para la cadena productiva del mango.

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 (aquellas que se presentarán variaciones en el modelo, tales como la producción del productor, la utilidad del productor, del mayorista, de la asociación y de la agroindustria en este escenario), ante una variación de variables independientes (hectáreas cosechadas), se calculará la razón de elasticidad a través de la siguiente fórmula¹⁶:

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

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 **Elasticidad = Positiva**, entonces 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 **Elasticidad = Negativa**, entonces 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.

¹⁵ IZQUIERDO, Eduardo. Mercadeo Agroindustrial. INFOP, IFAIN. Primera edición. Tegucigalpa. Año 2002.

¹⁶ Para mayor ilustración, consultar Frank, Robert. Microeconomía y conducta. Mc Graw Hill. Cuarta edición. Bogotá. 2001.

Tabla 10. Resultados de la simulación del primer escenario para la cadena productiva del Mango en el sur de Bolívar

Variación del número de hectáreas	% aumento / disminución de las Hectáreas cosechadas	% aumento / disminución Producción productor	VARIACIÓN PORCENTUAL DE LA UTILIDAD				
			Productor	Asociación	Mayorista	Agroindustria	
-	932	-8,81%	-8,81%	-12,41%	-13,08%	-9,23%	-9,40%
	962	-5,87%	-5,87%	-8,28%	-8,72%	-6,15%	-6,26%
	992	-2,94%	-2,94%	-4,14%	-4,36%	-3,08%	-3,13%
Real	1.022	-	17.374	601.306.240	8.245.888	84.020.175	4.432.355.016
+	1.052	2,94%	2,94%	4,14%	4,36%	3,08%	3,13%
	1.082	5,87%	5,87%	8,28%	8,72%	6,15%	6,26%
	1.112	8,81%	8,81%	12,41%	13,08%	9,23%	9,40%

Fuente: Cálculo de autores

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

- Si $|\text{Elasticidad}| > 1$, 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 $|\text{Elasticidad}| = 1$, 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 $|\text{Elasticidad}| < 1$, 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.

Mediante el completo análisis de los escenarios, se podrá determinar aquellas variaciones que mayor valor agregado generen y cuál es su impacto en los actores. La conveniencia de aplicar el escenario al mundo real, también conlleva la idea de mejorar en el futuro la calidad de vida del mayor número de personas, a partir de la generación de empleo y el aumento de la riqueza de los sectores más necesitados. Este modelo cuenta con la novedad de ser una herramienta involucrada en la previsión de la creación de empresas agroindustriales, análisis que puede ser realizado con anterioridad a los estudios de factibilidad del montaje de plantas productoras.

BIBLIOGRAFÍA

AMÉZQUITA, Julio, VERGARA, Juan Carlos, MAZA, Francisco. Modelamiento de Cadenas Industriales Me-

dante Simulación de Redes. EUMED. Cartagena, Colombia. Año 2009.

BAENA PAZ, Guillermo. ¿Qué es el método de escenarios?. Estudios Prospectivos. Revista Prospectiva Ya No. 1. Nodo Futuro México. México, Año 2006. Accedido en: <http://www.nodofuturomexico.org/revista/numero%201/construyendofuturos/metodologias/metodoes.html>

BU, Raul. Simulación: Un enfoque practico. Limusa Noriega editores. México, año 2002.

GODET, Michael. La caja de herramientas de la prospectiva estratégica. Cuadernos Lips. Cuaderno No. 5, Cuarta edición actualizada. Francia, año 2000.

GUZMAN GAMEROS, Marco Vinicio. La Planeación Prospectiva Estratégica: Antecedentes y Situación actual. Ciclo de Conferencias: "Prospectiva: Construyendo Futuros". Universidad Nacional Autónoma de México. México, Año 2006.

IZQUIERDO, Eduardo. Mercadeo Agroindustrial. INFOP, IFAIN. Primera edición. Tegucigalpa. Año 2002.

MARTÍNEZ, et.al., Algunas técnicas útiles en la prospectiva, Elaborado para la SEP, México, Centro de Estudios Prospectivos A.C. y Fundación Barros Sierra, 1987

MIKLOS, Tomas; TELLO, Ma. Elena. Planeación prospectiva: Una estrategia para el diseño del futuro. Limusa Noriega editores. México, año 2004.

PINILLA, Vicente. Simulación: Introducción teórica y aplicaciones en administración. Ediciones Uniandes. Colombia, año 2004.

RAÚL BALDI, Eduardo. ¿Por qué investigar el futuro? Estudios Prospectivos. Revista Prospectiva Ya No. 1. Nodo Futuro México. México, Año 2006.

OTRAS FUENTES DE CONSULTA

ABELLO, Raimundo; AMAR, Paola y RAMOS, José. Innovación tecnológica en el contexto del desarrollo económico y social de las regiones. El caso del caribe colombiano. Ediciones Uninorte. Barranquilla. 2002.

Corporación Colombiana Internacional. Oportunidades de exportación para frutas y hortalizas. Estudio de mercado – Región Caribe Colombiana. 2001.

COTEC, Creación de empresas innovadoras de base tecnológica. Serie Encuentros empresariales de COTEC. Madrid. 2000.

MALAVAR R. Florentino. Un perfil de las capacidades tecnológicas en la industria de artes gráficas, imprentas

y editoriales. Revista Innovar N° 2. Universidad Nacional. Diciembre 2002.

MARTÍN PINEDA, J.A. Prospectiva tecnológica: Una introducción a su metodología y a su aplicación en distintos países. Serie de estudios de COTEC. Madrid 1998.

MORALES, Maria; Caldas, Marisol. Estudio de la cadena productiva del fique. Revista Innovar N° 20. Universidad Nacional. Diciembre 2002.

RAMOS, José Luís. El comercio internacional del caribe colombiano: Balance histórico y orientaciones políticas. Ediciones Uninorte. Barranquilla. 2001.

TEITEL, Simón. Industrial and Technological Development. Inter – American Development Bank. Washington, DC. 1993.

Universidad del Atlántico-Fundesarrollo. Propuesta de una política industrial para la región del caribe colombiano. Barranquilla. 2003.

Universidad Externado de Colombia – ONUDI – Ministerio de Desarrollo. Memorias del Seminario de Prospectiva Industrial. Enero de 2002.