

# CADENAS PRODUCTIVAS FRUTÍCOLAS EN EL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR: CARACTERIZACIÓN Y SIMULACIÓN MEDIANTE UN MODELO DE REDES

*JULIO AMÉZQUITA LÓPEZ*

Ingeniero Industrial de La Pontificia Universidad Javeriana.  
Especialista en Gestión Tecnológica, Magister<sup>®</sup> en Administración de empresas Universidad Nacional.  
Docente de tiempo Completo programa de Administración Industrial, Facultad de Ciencias Económicas,  
Universidad de Cartagena.

*JUAN CARLOS VERCARA SCHMALBACH*

Ingeniero Industrial Universidad Tecnológica de Bolívar.  
Especialista en Finanzas de la Universidad de Cartagena, Magister<sup>®</sup> en Administración de Empresas de la Universidad Nacional.  
Docente de tiempo Completo programa de Administración Industrial Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Cartagena.

*FRANCISCO JAVIER MAZA ÁVILA*

Administrador Industrial e investigador de la Universidad de Cartagena.  
Miembro del grupo CTS+I de la Universidad de Cartagena.



## RESUMEN

Este documento aborda la caracterización de la cadena productiva hortofrutícola en el departamento de Bolívar para el año 2005, en cuanto a los niveles de desempeño de cada una de los actores del encadenamiento, el empleo, la productividad y el valor agregado generado y a partir de la información recopilada, aplicar un modelo matemático de simulación de redes, tomando inicialmente como ejemplos tres productos: Aguacate, cítricos y mango.

Para ello, la secuencia a seguir para el análisis es la siguiente: se inicia con un diagnóstico preliminar de los actores que participan en cada eslabonamiento productivo y su relación productiva, para luego medir y

caracterizar bajo un modelo de redes respecto a las capacidades, el valor agregado, el empleo generado y el tiempo de ciclo y finalmente, mediante técnicas de simulación soportadas en software (I Think o Stella), simular el modelo de red con los actores y las relaciones que participan en la cadena agroindustrial, para obtener como resultado un modelo de enlace productivo que sirva como base para el desarrollo de estrategias encaminadas al aumento de la competitividad de los productos hortofrutícolas en el departamento.

**Palabras claves:** Cadenas productivas, valor agregado, redes, nodos, simulación, agroindustria, hortofrutícola, niveles de desempeño, productividad.



## 1. METODOLOGÍA DE SIMULACIÓN Y PROSPECTIVA

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 Tello en su libro planeación prospectiva aclaran que la "prospectiva no busca adivinar el futuro sino que pretende construirlo".

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

Se habla entonces de estudios que incluyen una gran 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 grande de expertos y actores que manejen diferentes puntos de vistas, además de recoger la información histórica suficiente que permita aplicar modelos de proyección confiables. A pesar de esto, no existirá certeza absoluta de que las decisiones allí tomadas, sean las correctas.

Es en este punto en que la simulación entra a jugar un papel importante, mostrando a los participantes del estudio las posibles consecuencias de cada 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 pronóstico<sup>2</sup>, 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 1. Método de escenarios<sup>3</sup> y simulación

PROSPECTIVA	SIMULACIÓN
Estudio de la problemática.	Definición del sistema.
Búsqueda de variables claves (aplicando matriz de impactos cruzadas).	Se definen las variables que componen el modelo de simulación. Construcción del modelo. Se establecen la relación entre variables.
Delimitar el campo de los posibles y reducir la incertidumbre.	Validar el modelo con ayuda de expertos.
Establecer listado de hipótesis.	Comparar con el modelo simulado.
Elaborar escenarios.	Se describen los pasos para alcanzar el estado futuro, considerando y realizando 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.



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

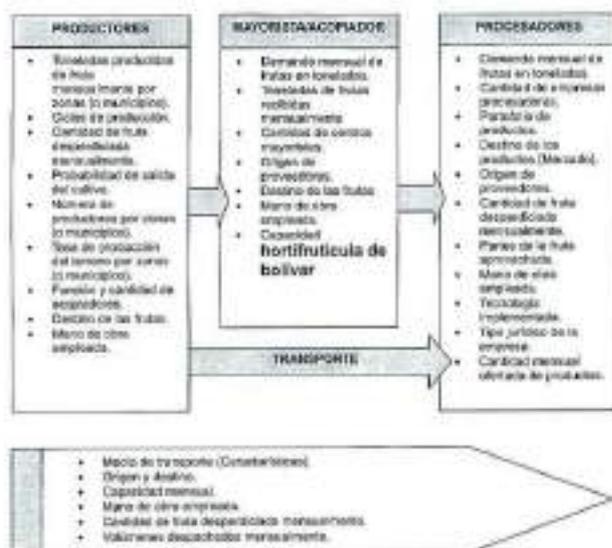
2. PINILLA, Vicente. Simulación: Introducción teórica y aplicaciones en administración. Ediciones Uniandes. Colombia, año 2004.

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

En la investigación "prospectiva de la cadena hortifrutícola de bolívar" que lleva cabo el programa de Administración Industrial de la Universidad de Cartagena, se estableció cuatro actores principales cada uno entendido como un conjunto de variables.

Para establecer el modelo matemático, es necesario conectar las variables (y constantes) mediante fórmulas, por ejemplo, la variable toneladas producidas de fruta mensualmente por el productor afectará 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 2. Resumen de variables de entrada al sistema para la simulación de la cadena hortifrutícola de bolívar**



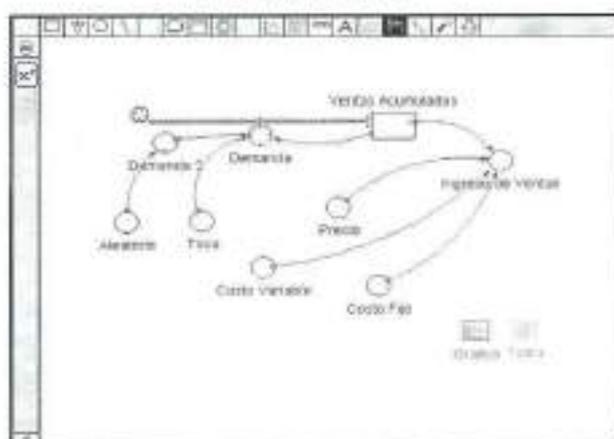
La definición de cada actor conlleva la definición de restricciones. El sistema de transporte tendrá limitantes de acuerdo a la capacidad, tiempo de entrega, calidad y costos. Estas restricciones impiden que las variables puedan tomar valores irreales. En la tabla 3 se muestran algunas de las variables de relación y salida consideradas en el modelo.

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

**Tabla 3. Variables de proceso y salida del sistema**



**Figura 1. Ejemplo de un modelo sencillo en I Think**



## 2. SIMULACIÓN DE ESCENARIOS EN LA CADENA PRODUCTIVA DEL MANGO

### 2.1. GENERALIDADES

En este capítulo se dedica a presentar la metodología utilizada para el análisis de sensibilidad para las variables más importantes que intervienen de la cadena productiva hortofrutícola en el departamento de Bolívar, específicamente en la cadena productiva del mango. Para ello primero se define la metodología de determinación del valor agregado generado de forma general y por cada actor de la cadena productiva, luego, se define las variables sujetas a análisis, se muestra la situación actual de la cadena productiva del mango y como último paso, y con ayuda del software de simulación estocástico y determinístico I THINK se realizaran varias simulaciones, modificando los valores de varias variables, complementándose con un pequeño análisis de variaciones en los resultados obtenidos.

### 2.2 VALOR AGREGADO

Para el análisis del valor agregado por cada uno de los integrantes de la cadena productiva, se maneja la metodología de Margen Bruto de Comercialización (MBC), puesto que permite 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 del mango y el precio que percibe el productor.

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

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

Para hallar este margen, se toma el precio pagado por tonelada al productor, que para este caso es de \$100.000/Ton. Para el precio pagado por el

consumidor, se presenta una disyuntiva, puesto que el consumidor adquiere varios subproductos derivados del mango, y una diminuta proporción para el consumo en fresco. Para facilitar su cálculo, se toma entonces como precio pagado por el consumidor, el precio ponderado de cada uno de los subproductos del mango, como se muestra a continuación:

**Tabla 4. Precio ponderado consumidor**

Pulpa	80%	4.403.000	2.541.800,00
Jugo	3%	910.000	227.500,00
Holote	10%	2.419.200	241.920,00
Compost	0%	7.988.000	394.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>3.465.220,00</b>

Fuente: Cálculo de autores

Según los cálculos, el precio pagado por el consumidor asciende a \$ 3.465.220/Ton. Entonces, el margen Bruto de Comercialización será:

$$MBC = \frac{\$3.465.220 / \text{ton} - \$100.000 / \text{ton}}{\$3.465.220 / \text{ton}} \times 100$$

$$MBC = 97,11$$

Este indicador muestra que, por cada peso que paga el consumidor, 97 centavos son ingresos del proceso de intermediación, las cuales se distribuyen entre la cadena productiva. Este margen resulta sorprendentemente alto, e indica que la cadena productiva del mango es lo suficientemente competitiva como para insistir en su consolidación.

También podríamos realizar este análisis sólo con el producto en fresco, para ello tomaremos el precio por tonelada pagada por el consumidor, que asciende a \$480.000/Ton. Calculando de nuevo, tenemos que:

$$MBC = \frac{\$480.000 / \text{ton} - \$100.000 / \text{ton}}{\$480.000 / \text{ton}} \times 100$$

$$MBC = 79,16$$

## Ingenierías

En este resultado tenemos que por cada peso que paga el consumidor, 79 centavos son ingresos del proceso de intermediación, las cuales se distribuyen entre la cadena productiva. Ambos valores son altos, sin embargo genera mayor valor agregado el mango procesado que el mango en fresco.

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:

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

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los MBA hallados por cada actor de la cadena productiva del mango:

**Tabla 5: Márgenes Bruto de Comercialización por Actores de la cadena productiva del mango**

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	400.000	33.33

Fuente: Cálculo de autores

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.

### 2.3. ANÁLISIS DE ESCENARIOS

En este punto comenzamos con el proceso de simulación, en donde se analizarán varios escenarios,

en los cuales, una o mas variables presentarán aumentos y/o disminuciones, mientras que las otras variables del modelo se comportarán como constantes. Aunque son muchos los escenarios que pueden resultar de la combinación de variables, en esta investigación se proponen cinco escenarios, tres referidos al productor, dos a la agroindustria y uno a los intermediarios (mayorista y asociación), acompañados cada uno de sus respectivos análisis.

#### 2.3.1. Aumento y disminución de las hectáreas cosechadas

En este escenario, se considerará el aumento y la disminución de las hectáreas de mango 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; luego se medirá su influencia en las variables de producción y del nivel de utilidad del productor, las asociación, el mayorista y el procesador industrial.

Se tomará como valor inicial de las hectáreas cosechadas, el valor de 1.022 Ha que representa el valor real para el año 2004 y a partir de este valor, se realizan aumentos y disminuciones constantes de 30 hectáreas.

**Tabla 6: Valores parámetros para la simulación**

	1.022
	30
	17.000

Fuente: Cálculo de autores

El resumen de la simulación se presenta en las siguientes tablas:

**Tabla 7: Incrementos y disminuciones de las hectáreas cosechadas**

1.052	992
1.082	962
1.112	932

Fuente: Cálculo de autores



**Tabla 8: Resumen de la variación de las hectáreas cosechadas**

Categoría	Incremento (hectáreas)	Porcentaje de variación	Producción (toneladas)				
			Productor	Mayorista	Asociación	Agroindustria	
-	802	-6,01%	-9,21%	-12,41%	-13,08%	-9,22%	-9,46%
	802	-6,01%	-9,41%	-9,20%	-6,72%	-6,10%	-6,28%
	802	-6,01%	-8,81%	-4,14%	-4,28%	-3,00%	-3,12%
Real	1.022	-	12.274	871.306.240	8.245.888	64.020.170	4.432.288.018
+	1.022	2,34%	2,34%	4,14%	6,38%	3,08%	2,12%
	1.022	8,81%	5,07%	5,28%	8,72%	6,10%	6,28%
	1.112	8,81%	3,01%	12,41%	13,08%	9,22%	9,46%

Fuente: Cálculo de autores

Como podemos observar en la tabla anterior, se ha prescindido de los valores absolutos y se optado por el empleo de porcentajes de variación, que se calculan a partir del valor real obtenido por las encuestas y de las cifras de entidades oficiales, de la siguiente forma:

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

Donde i está definida como un valor de una columna cualquiera de la tabla de resumen de variaciones.

Por ejemplo, para hallar el valor de 8.81% (última casilla de la columna de hectáreas cosechadas), se ha tomado el tercer valor de los incrementos que corresponde a 1.112 ha y se ha calculado de la siguiente forma:

$$\text{Porcentaje de variación}_i = \frac{1.112 - 1.102}{1.022}$$

Porcentaje de variación<sub>3</sub> = 8.81%

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 fórmula:

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

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.

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  $|Elasticidad| < 1$ , 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.

Por ejemplo, para hallar la elasticidad de la utilidad del productor, basta con tomar de la tabla de porcentajes los valores correspondientes a la variación de la utilidad del productor y la variación de las hectáreas cosechadas (ambas de -2.94%).

Aplicando la fórmula:

$$Elasticidad = \frac{\% \text{ variación utilidad del productor}}{\% \text{ variación hectáreas cosechadas}} = \frac{-2.94\%}{-2.94\%} = 1$$

En donde el valor de elasticidad de 1 indica que 1) cada vez que incrementen las hectáreas de mango cosechadas, la utilidad del productor también lo hace (puesto que el signo es positivo) y 2) En términos absolutos, ante un aumento y/o disminución de las hectáreas de mango cosechadas en el departamento de Bolívar, se obtiene como resultado un incremento y/o disminución, en la misma proporción, de la utilidad del productor (elasticidad unitaria).

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados de la elasticidad para cada una de las variables consideradas.

**Tabla 9: Elasticidades de las variables dependientes con respecto a las hectáreas cosechadas**

Disminución	1	1,41	1,49	1,05	1,07
	1	1,41	1,49	1,05	1,07
Incremento	1	1,41	1,49	1,05	1,07
	1	1,41	1,49	1,05	1,07

Fuente: Cálculo de autores

Como podemos observar, cada una de las elasticidades (producción del productor, utilidad del productor, del mayorista, de la agroindustria y de la asociación) se comportan 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.

### 2.3.2. Aumento y disminución del rendimiento por hectárea

En este escenario se considera el aumento y la disminución del rendimiento en toneladas del mango por hectárea cosechada. Estos incrementos pueden deberse a mejoras en las técnicas de cultivo del mango (tecnificación del cultivo) gracias a capacitaciones a los agricultores en:

- Siembra tecnificada
- Selección de terrenos
- Utilización de fertilizantes
- Mantenimiento (poda y recorte)

Las disminuciones pueden presentarse por no aplicar tratamiento del cultivo y además por descuido en el control de plagas que afecten la producción.

Se tomará como valor inicial de las rendimientos por cultivo, el valor de 17Ton/ha, valor real para el año 2004 y a partir de este, se realizan aumentos y disminuciones constantes del rendimiento en un porcentaje del 10%.

**Tabla 10: Valores parámetros para la simulación**

Rendimiento (Ton/ha)	17
Variedad (%)	10%

Fuente: Cálculo de autores

En las siguientes tablas, se muestra el resumen de la simulación.

**Tabla 11. Incrementos y disminuciones de los rendimientos (Ton/ha)**

Incrementos	Disminuciones
18.7	15.3
20.4	13.6
22.1	11.9

Fuente: Cálculo de autores

Al igual que en el escenario anterior, se halla la tabla de porcentaje de variación, quedando de la siguiente manera:

**Tabla 12. Resumen de la variación de los rendimientos (Ton/ha)**

	11.8	-32%	-33.2%	-42.2%	-42%	-37%	-33%
-	13.6	-32%	-33.2%	-42.2%	-42%	-37%	-33%
	15.3	-32%	-33.2%	-42.2%	-42%	-37%	-33%
Real	17	-	17.374	201706.808	8.405.848	36.087.130	4.861.816.648
	18.7	10%	13.2%	13.1%	34%	10%	11%
+	20.4	20%	25.2%	23.7%	29%	21%	23%
	22.1	30%	36.2%	45.2%	41%	27%	32%

Fuente: Cálculo de autores

Calculando la tabla de elasticidades, teniendo en cuenta que la variable independiente en este caso

corresponde al rendimiento por hectárea y las dependientes son la producción del productor, y las utilidades del productor, el mayorista, la asociación y la agroindustria, el resultado es el siguiente:

**Tabla 13. Elasticidades de las variables dependientes con respecto a los rendimientos (Ton/ha)**

		Producción	Utilidad	Asociación	Agroindustria
Disminución	1	1,01	1,42	1,05	1,08
	1	1,01	1,42	1,04	1,08
	1	1,01	1,42	1,04	1,08
Incremento	1	1,01	1,42	1,04	1,08
	1	1,01	1,42	1,04	1,08
	1	1,01	1,42	1,04	1,08

Fuente: Cálculo de autores

Como se puede observar en la tabla, la variable que mayor elasticidad presenta es la utilidad del productor, ya que cuando aumenta o disminuye el rendimiento por hectárea en 1%, la utilidad del productor aumenta o disminuye en una proporción mayor (1.51%). Las variables de producción del productor reporta una elasticidad unitaria, es decir, cuando se incrementa el rendimiento en 1%, su valor también lo hacen en el mismo porcentaje.

### 3.3.3. Aumento y disminución del desperdicio

En este escenario, ahora se considera el aumento y la disminución del porcentaje de desperdicio en toneladas del mango por hectárea cosechada. Las disminuciones en el porcentaje de desperdicio, al igual que en el caso anterior, pueden obedecer a incrementos en la tecnificación del mango, 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.

Se tomará como valor inicial de porcentaje de desperdicio el valor de 40%, resultado de las encuestas realizadas a productores, y a partir de este porcentaje, se realizan aumentos y disminuciones constantes 10% en el desperdicio.

**Tabla 14. Valores parámetros para la simulación: Incrementos y disminuciones del desperdicio del productor**

	40%
	10%

Fuente: Cálculo de autores

En las siguientes tablas, se muestra el resumen de la simulación.

**Tabla 15. Incrementos y disminuciones del desperdicio del productor**

50%	30%
60%	20%
70%	10%

Fuente: Cálculo de autores

**Tabla 16. Resumen de la variación del desperdicio del productor**

	10%	-10%	55,0%	73,2%	71,3%	30,2%
	20%	-20%	33,2%	33,0%	47,2%	35,0%
	30%	-30%	13,7%	23,1%	23,8%	17,4%
total	40%	-	10,424	605,305,288	3,245,268	04,028,175
	50%	20%	-16,7%	-25,1%	-23,8%	-17,4%
	60%	30%	-30,3%	-50,2%	-47,0%	-35,4%
	70%	40%	-50,0%	-75,3%	-71,7%	-55,6%

Fuente: Cálculo de autores

Ahora se calcula la tabla de elasticidades teniendo en cuenta que para este escenario, la variable independiente es el porcentaje de desperdicio del productor, y las dependientes son la producción vendida por del productor, y las utilidades del productor, el mayorista, la asociación y la agroindustria:

**Tabla 17. Elasticidades de las variables dependientes con respecto al porcentaje de desperdicios del productor**

Disminución	-0,7	-1	-0,95	-0,70	-0,71
	-0,7	-1	-0,95	-0,70	-0,71
	-0,7	-1	-0,95	-0,70	-0,71
Incremento	-0,7	-1	-0,95	-0,70	-0,71
	-0,7	-1	-0,95	-0,70	-0,71
	-0,7	-1	-0,95	-0,70	-0,71

Fuente: Cálculo de autores

La tabla anterior muestra un comportamiento diferente que los anteriores, ya que los valores de las elasticidades son negativos, esto indica una relación inversamente proporcional entre las variables dependientes y la independiente. Según estos datos, la variable dependiente que más se afecta con las variaciones en los porcentajes de desperdicio del productor es la utilidad del productor, ya que, cuando disminuye el porcentaje de desperdicio en un 1%, la utilidad del productor se incrementa en 1%, y viceversa. Las restantes variables presentan un comportamiento inelástico, pero por debajo de la antes analizada.

Hasta ahora se han analizado tres escenarios, en los que se ha variado las hectáreas cosechadas, el rendimiento por hectárea y el desperdicio, y en cada uno de ellos se han analizado los impactos que éstos han causado en la utilidad de cada actor

de la cadena productiva. En la siguiente tabla se aprecia las elasticidades por cada escenario simulado, destacándose que la variación de las hectáreas cosechadas como del rendimiento tienen un impacto muy similar sobre las utilidades de productor, asociación, mayorista y agroindustria, sin embargo, dicho impacto es superior al causado por la variación de los desperdicios.

**Tabla 18. Elasticidades vs. Escenarios simulados productor**

Hectáreas cosechadas	1,41	1,48	1,25	1,67
Rendimiento (ton/ha)	1,27	1,40	1,84	1,08
Desperdicio	-1	-0,95	-0,70	-0,71

Fuente: Cálculo de autores

### 3.3.4. Aumento en el porcentaje de compra del mayorista

Hasta ahora no se ha tenido en cuenta el efecto que en el empleo puede presentarse el variar alguna de las variables de las que éste depende. 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 adquiere la asociación (que según las encuestas realizadas a productores, es quien compra mayor cantidad de producto a los productores). El porcentaje de compra de los minoristas no se varía. La razón del incremento en el porcentaje de compra, es la mayor presencia de los mayoristas, que disminuya el poder de compra de las asociaciones. Las demás variables permanecerán constantes.

**Tabla 19. Valores parámetros para la simulación: Incrementos de los porcentajes de compra del mayorista**

	80%
	35%
	5%

Fuente: Cálculo de autores

En la siguiente tabla, se muestra un resumen de los incrementos efectuados al porcentaje de compra del mayorista, acompañado de la disminución en el porcentaje de compra de la asociación:

**Tabla 20. Incrementos de los porcentajes de compra del mayorista**

55%	40%
50%	45%
45%	50%

Fuente: Cálculo de autores

Cabe anotar que en este caso sólo se simulara las variaciones en los porcentajes de compra de los mayoristas y de la asociación, por lo tanto, el porcentaje de compra del minorista permanece constante e igual a 5% del total de la producción vendida por el productor. Las tablas de resumen de los aumentos en el porcentaje de compra del mayorista y la elasticidad se muestran a continuación:

**Tabla 18. Elasticidades vs. Escenarios simulados productor**

Real	20%	-	11.423,40	6.460,83	12.356.897,89	165.269.060
+	40%	14,2%	-6,2%	14,2%	-12,4%	16,2%
	45%	16,6%	-9,7%	16,6%	-18,6%	19,2%
	50%	19,0%	-13,2%	19,0%	-24,4%	22,2%
	55%	21,4%	-16,7%	21,4%	-30,6%	25,2%

Fuente: Cálculo de autores

**Tabla 22. Elasticidades de las variables dependientes con respecto al porcentaje de compra del mayorista**

Incremento	-0,866	1	-0,866	1,049	0,677
	-0,583	1	-0,583	1,049	0,677
	-0,583	1	-0,583	1,049	0,677

Fuente: Cálculo de autores

Como puede comprobarse en la tabla anterior, las variables de empleo y utilidad de la asociación, presentan dos cualidades importantes: primero que responden en un proporción inversa a los incrementos de la compra de producción del mayorista, y segundo, su elasticidad es inelástica: al aumentar el porcentaje de compra del mayorista en un 1%, estas variables disminuyen en un porcentaje inferior a dicho incremento (-0,583% y -0,866%, respectivamente). Cabe resaltar que, aunque la suma de las utilidades del mayorista y del asociado aumenta, la proporción de incremento es inferior al incremento en el porcentaje de compra del mayorista.

### 3.3.5. Variaciones en el porcentaje de destinación del mango en fresco a la transformación en pulpa, jugo y compota

En este escenario se mostrarán incrementos en la destinación del mango en fresco en la industria a la

obtención de pulpa de mango. Se utilizará un incremento del 5%. Para ello es necesario disminuir el mismo nivel a uno o varios de los subproductos contemplados en el modelo, los cuales son el jugo, el néctar y la compota de mango. Se iniciará mostrando la distribución actual del mango en fresco para la obtención de estos subproductos:

**Tabla 23. Valores parámetros para la simulación: Incrementos de los porcentajes de pulpa de mango**

	60%
	25%
	10%
	5%

Fuente: Cálculo de autores

En este escenario, se incrementará el porcentaje de destinación de mango en fresco para obtención de pulpa en un 5% y se disminuirá el porcentaje destinado a jugo en 5%, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 24. Incrementos de los porcentajes de destinación de mango en fresco para obtención de pulpa**

60%	25%
65%	20%
70%	15%
75%	10%

Fuente: Cálculo de autores

Analizando este escenario en el simulador, se obtienen los siguientes resultados:



**Tabla 25. Resumen del incremento de los porcentajes de mango en fresco para obtención de pulpa**

Incremento	Porcentaje	Utilidad Pulpa	Utilidad Jugo	Utilidad Total	
Real	50%	-	3.427.342.593	236.247.353	4.432.355.016
+	65%	8,3%	8,3%	-20,0%	5,4%
	70%	16,7%	16,7%	-40,0%	10,8%
	75%	25,0%	25,0%	-60,0%	16,1%

Fuente: Cálculo de autores

**Tabla 26. Elasticidades de las variables dependientes con respecto al incremento de los porcentajes de mango en la obtención de pulpa**

Variable	Incremento Pulpa	Incremento Jugo	Incremento Total
Incremento	1	-2,40	0,65
	1	-2,40	0,65
	1	-2,40	0,65

Fuente: Cálculo de autores

Como se observa, al incrementar el porcentaje de toneladas de mango para la obtención de pulpa, se presenta una disminución en el nivel de utilidad recibida por parte del jugo (con valor de elasticidad de -2.4), sin embargo la utilidad total de la industria (que es igual la sumatoria de las utilidades por cada subproducto) reporta un conducta directamente proporcional al incremento de pulpa obtenida, aunque su elasticidad es de comportamiento inelástico.

Otro escenario que se someterá al análisis es aquel en el que se incrementa el porcentaje de mango en fresco para obtener compota, disminuyendo en la misma proporción el destinado a la obtención de pulpa. Resulta importante analizar este escenario, ya que la pulpa y la compota son los subproductos con el mayor valor por tonelada. La disminución se mantendrá en el 5%. En la siguiente tabla se resumen los resultados:

**Tabla 27. Incrementos de los porcentajes de destinación de mango en fresco para obtención de compota**

Porcentaje de Destinación Pulpa	Incremento de Destinación Compota
60%	5%
55%	10%
50%	15%
45%	20%

Fuente: Cálculo de autores

Siguiendo los mismos pasos en las simulaciones anteriores, a continuación presentamos las tablas de porcentajes de variación y de elasticidades.

**Tabla 28. Resumen del incremento de los porcentajes de mango en fresco para obtención de compota**

Incremento	Porcentaje	Utilidad Pulpa	Utilidad Jugo	Utilidad Total	
Real	5%	-	3.427.342.593	468.290.433	4.432.355.016
+	10%	100%	-8,3%	100,0%	4,1%
	15%	200%	-16,7%	200,0%	8,2%
	20%	300%	-25,0%	300,0%	12,4%

Fuente: Cálculo de autores

**Tabla 29. Elasticidades de las variables dependientes con respecto al incremento de los porcentajes de mango en la obtención de compota**

Variable	Incremento Pulpa	Incremento Jugo	Incremento Total
Disminución	-0,083	1	0,041
	-0,083	1	0,041
	-0,083	1	0,041

Fuente: Cálculo de autores

Se puede observar que al incrementar el porcentaje de mango para la obtención de compota en 1%, la utilidad de la pulpa se reduce 0.083%; sin

## Ingenierías

embargo, la utilidad se incrementa en 0.041%. Esto se debe a que la elasticidad de la utilidad de la compota es unitaria e incrementa en la misma proporción en que aumenta el porcentaje de destino de mango a la producción de compota.

En la tabla siguiente se resume los resultados obtenidos con respecto a la variable utilidad de la industria, ante el incremento del porcentaje de mango fresco en la obtención de pulpa y compota.

**Tabla 30. Elasticidades vs. Escenarios simulados agroindustria**

Porcentaje pulpa de mango	1.00	-2.40	0	0	0.00
Porcentaje compota de mango	-4.00	0	0	1.8	0.041

Fuente: Cálculo de autores

Según los resultados, obtiene un mayor peso sobre la utilidad de la agroindustria la variación en el porcentaje de mango en fresco para la obtención de pulpa que el destino de la misma proporción en obtención de compota. Sin embargo, ambos valores afectan positivamente la utilidad.

En este capítulo se han realizado las distintas simulaciones con los escenarios más dicentes y reales, con los resultados totalmente claros acerca de las repercusiones presentadas en otras variables, principalmente en las utilidades de cada actor y de la cadena en general. Cabe anotar que dichos análisis no son los únicos que pueden realizarse en este encadenamiento productivo, sin embargo estos se consideran los más apropiados a la información suministrada por cada actor. Se abre la posibilidad para otros estudios similares la indagación de otras formas de modelamiento, de modo que sirvan como complemento a la información aquí planteada.

### 3. CONCLUSIONES DE SIMULACIONES A LAS CADENAS PRODUCTIVAS HORTOFRUTÍCOLAS EN EL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR: CASO AGUACATE, CÍTRICOS Y MANGO

#### 3.1 Generalidades:

En este documento se compilan las conclusiones más sobresalientes acerca de las cadenas productivas del mango, cítricos, fíame y aguacate, a partir de las investigaciones llevadas a cabo en el proyecto titulado, "Caracterización de la cadena productiva hortofrutícola en el departamento de bolívar-2005, mediante un modelo de simulación de redes". Es importante señalar que estos son los resultados parciales de la investigación, puesto que la investigación continúa en curso y se espera culminarla a finales del año 2006.

#### 3.2 Cadena productiva de los cítricos en el departamento de Bolívar

La citricultura en Colombia presenta una gran dinámica especialmente en lo que a naranjas, mandarinas y lima-limón se refiere, integralmente considerada, ésta producción refleja gran dispersión en la medida en que veintidós departamentos los producen. Este género participa con aproximadamente el 31% del área sembrada en frutales, 1.8% del área sembrada en cultivos permanentes, y con 1.1% del área total sembrada en el país.

De acuerdo al Ministerio de agricultura, la citricultura representa la alternativa más viable frente a otras del sector agropecuario en regiones como la Zona Cafetera, la Costa Atlántica, Valles interandinos y Orinoquía. También, es una excelente opción por sus condiciones agroecológicas y para empresarios con iniciativa y dinámica por su cercanía a mercados especializados y a procesadores de frutas.



En comparación con los demás frutales, ocupan el primer lugar en consumo fresco (35%), Las naranjas dulces constituyen el 75% de la producción de cítricos en el país, seguida por las mandarinas, 10%, y el resto en las demás especies.

En nuestro país, durante los últimos 30 años, el área establecida se incremento en un 921.5%, pasando de 5.600 has. en 1.965 a 46.000,8 en 1.996. Realmente el crecimiento del área es poco comparado con el incremento de la población y el consumo nacional.

En la costa atlántica los departamentos de: Magdalena, Bolívar, Atlántico, Cesar, Sucre, Guajira y Córdoba poseen un área cítrica sembrada de 8.915 Has, en las que el departamento de Bolívar participa actualmente con 2080 Has sembradas de las cuales 1833 Has. se encuentran en producción, generando un rendimiento de 17 Ton / Ha ocupando el tercer lugar entre los departamentos antes mencionados siendo superado por el Atlántico y el Magdalena respectivamente.

En la Depresión Momposina se concentra el mayor numero de has plantadas del total establecida en el departamento participando con un 73.06%.

Entre las principales características de este cultivo se resalta que en su mayoría están en manos de pequeños y medianos productores con cultivos que no sobrepasan las cuatro hectáreas plantadas, predominando los huertos caseros, son cultivos de atención familiar, su manejo incluye muy pocas practicas agrícolas optimas para el sostenimiento, Su baja tecnificación hace que se consideren éstos cultivos como tradicionales, siendo esto causa de su mediano rendimiento.

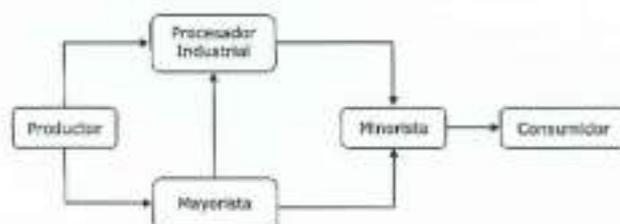
Sin embargo y contando con estas dificultades, el suelo bolivarense presenta cualidades

físicoquímicas excelentes para el desarrollo de este tipo de cultivos haciendo mínimas inversiones.

Hasta el año 2004 los cultivos estuvieron enmalezados, con plagas y enfermedades porque era creencia de los cultivadores que de esa forma producían mejor. De común acuerdo entre la Secretaría de Agricultura de Bolívar y el Sena se inició un trabajo de organización de los productores. El SENA inició una capacitación en buenas prácticas agrícolas, logrando el desmonte de los terrenos y el inicio del control de plagas.

Se identificaron 5 actores fundamentales en la cadena productiva de cítricos en el departamento de Bolívar.

**Figura 2. Red de la Cadena Productiva de Cítricos**



Algo importante a resaltar de la interacción entre los actores de la cadena, es el bajo margen de utilidad que tiene el productor con respecto al mayorista, un ejemplo claro de esto es que en promedio durante un año el mil esta siendo pagado al productor a \$20.000 mientras que en el proceso de intermediación resulta vendiéndose hasta en \$18.000 el ciento en promedio durante el año.

En cuanto a la participación de la agroindustria en el procesamiento de cítricos en el departamento de Bolívar actualmente es muy bajo, esto debido a que los frutos producidos en nuestra región y en general en Colombia no cumplen con algunos de los estándares internacionales, Es por ello que el

## Ingenierías

concentrado producido en Colombia, se enmarca dentro de los denominados concentrados de bajo ratio (ratios entre 9 y 12), ya que no está acorde con los requerimientos del mercado nacional e internacional que demandan ratios entre 14 a 15, además de el color verde de nuestras naranjas en su estado de maduración es poco atractivo en el exterior. Para contrarrestar esta situación se adelanta un proyecto denominado Visión Agropecuaria de Bolívar 2019 en la cual se planea la sustitución de los cultivos actuales por variedades más competitivas y que cumplan con los estándares internacionales, además de la instauración de nuevos cultivos de limón Tahiti y mandarina clementina que cuentan con una mayor aceptación en estos mercados.

**Tabla 31. Márgenes brutos de comercialización por actor de la cadena productiva de cítricos.**

ACTOR	PRECIO DE COMPRA	PRECIO DE VENTA	MBA
MAYORISTA	\$ 108.000	\$ 170.000	41,17
PROCESADOR INDUSTRIAL	\$ 208.000	\$ 2.800.000	92,87
MINORISTA A (Pegajosa congelada)	\$ 150.000	\$ 508.000	30
MINORISTA B (Supermercado)	\$ 150.000	\$ 1.000.000	65

El actor que más aporta valor agregado a la cadena es la agroindustria, y el minorista "B" que se encuentra en el segundo lugar que es quien agrega valor con su presentación en fresco.

Realizando el análisis de la red de nodos y así mismo de los diferentes escenarios simulados en este estudio como fueron las variaciones en la Has cosechadas, en el rendimiento por hectárea, en los porcentajes de pérdida del productor y en los porcentajes de compra de la agroindustria se obtuvieron los siguientes resultados:

Realizando variaciones tanto en las Has cosechadas como en el rendimiento sería más conveniente el aumento de estas lo que traería mayores utilidades a cada uno de los actores.

Logrando una disminución en los porcentajes de pérdida del productor (40%) se lograría incrementar su utilidad hasta en un 50%.

Con relación a la agroindustria si esta aumentase sus porcentajes de compra al productor por ser esta quien más valor agregado genera a la cadena sería más provechoso para los demás actores de la cadena.

### 3.3 Cadena productiva del aguacate en el departamento de Bolívar

La producción de aguacate ha sido durante años un cultivo tradicional en los municipios del Carmen de Bolívar y San Jacinto. Estos municipios cuentan con 4.650 de las 16.000 hectáreas cultivadas de este fruto en el país, las cuales producen cerca de 70.000 toneladas al año con ingresos de 28.000 millones de pesos. Lo cual consolida al departamento de Bolívar como uno de los mayores productores de aguacate en el país.

Debido a las condiciones geográficas que posee el departamento de Bolívar, más específicamente la zona de los Montes de María, se produce la raza Antillana, caracterizada por tener frutos grandes, cuello largo y bajo nivel de aceite (entre 6 y 12%), este es conocido también en la región por sus variedades populares "manteca", "leche" y "sebo", así mismo se considera que no se presta para la agroindustrialización, dado que su contenido de pulpa y aceite es menor que el de otras variedades que se producen en el país, aunque rico en vitaminas E y D, sin embargo se encuentran en estudio las características reales del aguacate en el departamento. Los cultivos de aguacate son cultivos con edades desde los 25 a 100 años, que han sido heredados con los terrenos de las fincas, en los cuales no se realizan actividades de

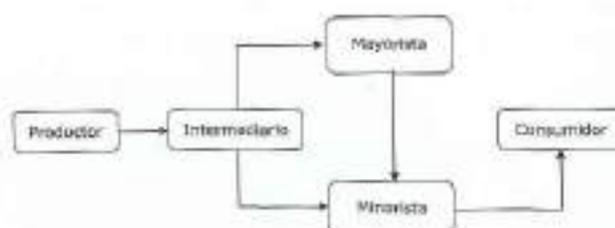


mejoramiento, ni se emplean maquinarias o insumos, lo cual afecta la calidad del producto, a esto se le suma el estado de las vías y adicionalmente la acción de los grupos armados, es así que por mucho tiempo, este cultivo fue utilizado por dichos grupos para sus fines económicos ocasionando grandes pérdidas a los productores, el abandono del campo y el rezago del sector agrícola de la zona.

En el departamento de Bolívar existen 1.068 productores, de los 700 productores del municipio del Carmen 160 se encuentran asociados, así mismo de los 300 productores de San Jacinto 130 se encuentran asociados, con dichas asociaciones pretenden lograr una mayor capacidad de negociación, puesto que en las negociaciones con los intermediarios tienen que aceptar los precios que estos le ofrecen, así mismo buscan un mayor acceso a asistencias técnicas y financieras. Este cultivo generó 2.064 empleos directos en el 2004, de acuerdo a los requerimientos de mano de obra del cultivo.

Entre los actores que participan en la cadena de producción de aguacate en el departamento de Bolívar se encuentran los productores, los cuales asumen el traslado de su producción de las fincas a la cabecera municipal, donde es esperada por los llamados intermediarios o Acopiadores Rurales, quienes se encargan de la comercialización de esta producción, vendiendo a los Mayoristas y/o Asociaciones (y en pequeña proporción a algunos minoristas), que realizan la venta en los mercados a nivel nacional especialmente en Barranquilla, Medellín y Bogotá, para luego ser distribuidos entre los minoristas que los dirigen al consumidor final, puesto que esta producción es destinada al consumo en fresco.

**Figura 3: Modelo de cadena productiva del aguacate en el departamento de Bolívar**



Fuente: autores

En el mercado internacional, la demanda de aguacate ha experimentado un crecimiento constante durante los últimos años, debido a sus propiedades principalmente en la industria cosmética, farmacéutica y alimenticia.

**Tabla 32: Márgenes brutos de comercialización por actores de la cadena productiva del aguacate**

Actor	Precio de compra	Precio de venta	MBA
Intermediario	825.000	1.336.000	38,25
Mayorista	1.336.000	2.640.000	49,39
Minorista	2.640.000	4.290.000	38,46

Fuente: Cálculo de autores

El mayor valor agregado dentro de la red del aguacate es generado por el mayorista y demás intermediarios, siendo el productor quien percibe menores beneficios.

Al realizar la simulación de los escenarios planteados, estableciendo cambios en variables como las hectáreas cosechadas, rendimientos por área, desperdicios para el productor, compra del mayorista y de la agroindustria y materia prima destinada a la producción de aceite, es posible concluir lo siguiente:

**Ingeniería**

Resulta provechoso para la cadena aumentar el número de hectáreas destinadas para el cultivo, pues esto implica un aumento en mayor proporción al cambio para todos los actores.

Destinar una parte de la producción a la agroindustria, generaría beneficios para la misma, puesto que sólo con un aumento del 15% en la cantidad de materia prima comprada al intermediario, obtendría utilidades, lo cual si bien afecta a la utilidad del mayorista, no lo hace en proporción demasiado alta. Además de un beneficio económico implica un beneficio social para la región en cuanto a creación de empleo y mejor calidad de vida, teniendo en cuenta que es posible emplear para estos fines el producto perdido en la poscosecha.

**3.4 Cadena productiva del aguacate en el departamento de Bolívar**

En el mundo existen aproximadamente 3.600.000 hectáreas cultivadas, dentro de las cuales se destaca la India con la mayor cantidad de hectáreas, la mayoría de ellas tecnificadas, así como China y Tailandia. Sin embargo, por la cercanía al mercado más grande del mundo, EE.UU., se puede presentar la oportunidad de exportarse pulpa, siempre y cuando se impulse la siembra tecnificada.

El mango fresco tiene pocas oportunidades de venta en el exterior, ya que no cumplen con los requisitos fitosanitarios exigidos internacionalmente, condición que se busca solventar ahora que Colombia está consolidando la constitución del Tratado de Libre Comercio con los EE.UU. (TLC).

En el departamento de Bolívar, la clase de mango que se cultiva para efectos de industrialización es el mango Magdalena River, más conocido como mango de hilaza o de puerco, el cual se paga al productor a un precio de \$2500 la canastilla de 25 Kg., (es decir, \$100 el kilogramo).

El mango es el tercer producto en el orden de los frutales con mayor cantidad de Hectáreas cultivadas en el departamento de Bolívar (superando al coco, la piña y la maracuyá, y a la vez superado por el aguacate y los cítricos) y también ocupa el tercer puesto en la generación de empleos en la región. Para el año 2004 se cultivaron 1022 hectáreas, mientras que se generaron 433 empleos a lo largo de todo el año.

El cultivo de mango es totalmente tradicional, los árboles tienen un promedio de vida de 30 años. Este cultivo ha sido tradicionalmente relegado a un segundo lugar en el orden de prioridad por parte de los cultivadores. Sólo a partir del año 2000 y en apenas 5 municipios del departamento, se ha reportado información acerca del trato tecnificado del mango, cuyos resultados sólo se verán a partir el año 2009, aproximadamente

Bolívar posee suelos que, dadas sus características físico-químicas y climáticas, son muy aptos para el cultivo del mango, con una mínima inversión de tratamiento de tierras. Eso explica que el departamento en estos momentos presente uno de los rendimientos por hectárea más altos del país, sobrepasando incluso el promedio nacional.

La cadena productiva del mango está conformada por productores, asociaciones, mayoristas, agroindustria, minoristas, hasta llegar al consumidor.



Figura 4. Diagrama de Flujo del mango

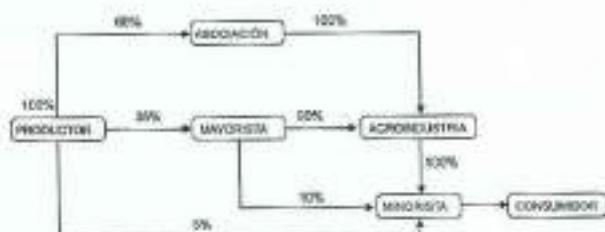
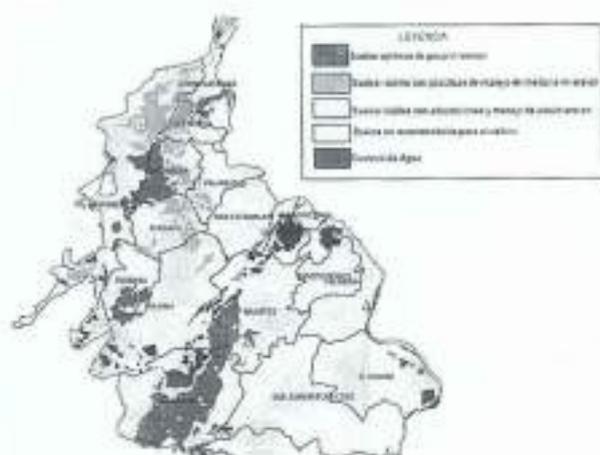


Figura 5. Suelos óptimos para cultivo de mango



Según el estudio, se pudo identificar que el sector de la agroindustria en el departamento de Bolívar aún se encuentra rezagado, ya que del total de la producción de mango casi el 85% tiene como destino la industria del departamento del Atlántico y Antioquia, mientras que sólo un 15% aproximadamente se destina a la industria bolivareña. Sin embargo, la agroindustria genera el mayor valor agregado de toda la red productiva.

Tabla 33. Márgenes Bruto de Comercialización por Actores de la cadena productiva del mango

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	3.485.220	96.53
Minorista	320.000	480.000	33.33

Fuente: Cálculo de autores  
\*MBA: Margen bruto por actor

Luego de identificar la cadena productiva, por medio de la simulación, se construyeron las redes, y se diseñaron escenarios, en los cuales se modificaron ciertas variables críticas, como las hectáreas cosechadas, rendimientos por área, desperdicios para el productor, compras del mayorista y destino industrial (pulpa, jugo, néctar y compota). A partir de la simulación se pudo obtener los siguientes resultados:

- Resulta más importante centrar los esfuerzos en lograr un aumento de los rendimientos y/o de las hectáreas cosechadas, puesto que permitiría incrementar las utilidades en cada uno de los actores en una proporción mayor al incremento de las mismas.
- Por parte del mayorista, es importante señalar que centrar sus esfuerzos en incrementar la cuota de producción comprada les genera un incremento en una proporción mayor de sus utilidades, lo mismo sucede para la asociación, por lo tanto se espera que ellos mantengan una guerra por alcanzar una cuota de mercado más alta.
- Por parte de la agroindustria, cabe resaltar que destinar mayor cantidad de mango en fresco para la obtención de pulpa de mango les resulta más rentable que destinarla a la producción de una mayor cantidad de compota, es por ello que se recomienda a la agroindustria que siga en su

**Ingeniería**

proceso de incremento de la producción de pulpa de mango.

La agroindustria debe ser más equitativa en los precios pagados a los productores, porque en estos momentos está limitando el crecimiento de éstos. Se plantea como solución el establecimiento de pequeñas plantas despulpadoras, para la producción de jugos y pulpas por parte de los productores.

**4. CONCLUSIÓN**

El empleo de herramientas de simulación para caracterizar la cadena hortofrutícola permitió conocer en detalle las relaciones entre cada uno de los actores, permitiendo la modificación de variables de entradas para recrear posibles escenarios futuros y mirar cuales de los elementos de las cadenas serían los más beneficiados o perjudicados si dichos cambios llegasen a ocurrir.

La cuantificación del modelo facilitó la caracterización de las cadenas basados en indicadores de productividad, valor agregado y empleo, obteniendo una panorámica completa de la situación del sector agrícola en el sur de Bolívar.

Las ventajas del empleo de la simulación en la prospectiva como resultado de esta investigación son:

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 infinitudes de experimentos.

Es lo más cercano al modelo real.

**BIBLIOGRAFÍA**

Observatorio del Caribe Colombiano. Estructura industrial del Caribe Colombiano (1974-1996). Editorial Gente Nueva Ltda. Santa Fe de Bogotá. 2000.

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.

Alvarado, Alejandro. Documento Mindesarrollo. Dinámica de la estrategia de innovación: el caso colombiano. 1999.

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.

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

Morales, María; Caldas, Marisol. Estudio de la cadena productiva del fique. Revista Innovar N° 20. 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.

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

Malaver 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.

Ministerio del Comercio Exterior – DNP. Impacto socioeconómico del sistema de preferencias SPG Andino de la Unión Europea. Editora Géminis Ltda. 1997.

Ministerio de comercio, industria y turismo. Documento del equipo negociador TLC Andino – EUA “Matriz de intereses de la negociación”. Cartagena de Indias, 18 y 19 de Mayo de 2004.

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

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

Zerda Sarmiento, Álvaro. Derechos de Propiedad Intelectual sobre el conocimiento vernáculo. Universidad Nacional de Colombia. Primera Edición. Ediciones Artrópodos Ltda. Bogotá D.C. 2003.