

DISEÑO DE UN MODELO PARA LA EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO DE CARNE BOVINA USANDO DINÁMICA DE SISTEMAS

DESIGN OF A MODEL FOR THE EVALUATION OF BOVINE MEAT CONSUMPTION BEHAVIOR USING SYSTEMS DYNAMICS TOOLS.

JHON WILDER ZARTHA S.¹, GLORIA LILIANA VÉLEZ S.², JUAN FELIPE HERRERA V.³

PALABRAS CLAVE:

Dinámica de sistemas, agroindustria, consumo, carne bovina

KEYWORDS:

Systems dynamics; agroindustria; consumption; bovine meat

RESUMEN

Este proyecto tiene la intención de desarrollar un modelo, y simular a través de instrumentos de dinámica de sistemas, el comportamiento de consumo de carne de bovino en Antioquia-Colombia. Comenzando con la caracterización de las variables que afectan el consumo para analizarlo por medio de situaciones que se consideran, así como las estrategias que permiten que el sector cárnico afronte desafíos de la globalización de los mercados. Para el desarrollo de este proyecto, los modelos de simulación fueron usados como instrumentos para la evaluación del comportamiento de los sistemas, su funcionamiento, características y respuesta a ciertas condiciones debido al entorno. El uso de dinámica de sistemas como una metodología de trabajo fue escogido para alcanzar los objetivos propuestos; esto comprende una etapa de articulación de problema inicial, seguida de la formulación de una hipótesis, la formulación de una simulación, el diseño del modelo, la evaluación y el análisis de resultados

ABSTRACT

This project intends to develop a model, and to simulate through systems dynamics tools, the behavior of bovine meat consumption in Antioquia - Colombia. Starting out from the characterization of variables that affect consumption, scenarios to analyze consumption in front of different situations were considered, and strategies that allow the meat sector to face

Recibido para evaluación: Abril 18 de 2007. Aprobado para publicación: Junio 20 de 2007

1 Ingeniero Agroindustrial Magister en gestión tecnológica, Universidad Pontificia Bolivariana

2 Ingeniera de Sistemas, Candidata a Magister en Gestión Tecnológica, Universidad Pontificia Bolivariana

3 Estudiante de Ingeniería Informática, Universidad Pontificia Bolivariana

the challenges of market globalization will be proposed. For the development of this project, simulation models were used as tools that allow for the explanation of the behavior of the systems, their functioning, characteristics and response to certain conditions due to the environment. The application of systems dynamics as a work methodology was chosen to reach the proposed objectives; it comprises an initial problem articulation stage, followed by the formulation of a dynamic hypothesis, the formulation of a simulation model, model test and at last, the design and evaluation for improvement.

INTRODUCCIÓN

La ganadería vacuna colombiana es una actividad de gran importancia para la economía nacional; de los 51 millones de hectáreas ocupadas por el sector agropecuario, 29 millones en pastos corresponden a la utilización en ganadería, siendo 27 veces más que el área cultivada en café, 19.2 veces más que el área en cultivos permanentes y 13.5 veces el área en cultivos semestrales; genera un millón cuatrocientos mil empleos directos distribuidos en ochocientos cuarenta y nueve mil explotaciones, lo que equivale decir que 5 millones de colombianos derivan su sustento de la actividad. (Documento Diagnóstico para la Firma del Acuerdo Regional de Competitividad de la Cadena Cárnica Bovina de Antioquia, Secretaria de Agricultura de Desarrollo Rural Agosto 2004)[6].

En Colombia el consumo per. cápita nacional de carne bovina en el año 1999 fue calculado en 20.6 kilos pasando a casi 16 kilos en el año 2002, Para el Observatorio de Agrocadenas, la caída en el consumo per. Cápita de carne bovina en Colombia, puede estar asociada con crisis económicas de años anteriores y en parte, por una mejora en el posicionamiento de las carnes competidoras [7].

El consumo per. cápita de carne de res de Colombia, según cálculos propios sobre los datos de la FAO, si bien se encuentra por encima del promedio mundial, 15,5 Kg. /Hab. contra 9,4 kg. /Hab, es muy bajo con respecto al hemisferio americano de 33 kg. /Hab. y a la UE-15, 18,9 kg. /Hab. La tasa de crecimiento del consumo per. cápita del país es negativa, indicando una caída al -1% promedio anual para el período 1990-2003. [8, 13].

Según los expertos, se puede pensar que esta disminución se debe al cambio en la cultura de consumo, por ejemplo en el cambio de consumo de carne bovina por carne de cerdo, pero actualmente, el consumo de carne de cerdo en el país se ubica alrededor de los 3 Kg. por

persona al año, en tanto que el promedio mundial es de 17 kg./habitante/año. Este resultado se debe, entre otras causas, al bajo nivel de ingresos de la población y a que usualmente el consumo está asociado con las festividades y no es constante a lo largo del año [1].

Como se puede observar en la tabla, el consumo de sustitutos como el pollo, el huevo y la leche han presentado un incremento considerable en los últimos años, a su vez el consumo de la carne de cerdo, se mantiene en un promedio de 2.5 a 3.5 Kg./habitante/año [9].

Para tener una idea clara del consumo de carne bovina en Colombia y en el mundo, se observa en la tabla 2 algunos datos de países significativos [3]:

De acuerdo con estudios anteriores la disminución del consumo de carne bovina, se da entre otras razones por la imagen negativa proveniente de ser un producto rico en grasas saturadas y colesterol, además porque sus productos sustitutos han obtenido una mejora genética gracias a su ciclo de producción mas corto [5].

De acuerdo con la problemática anterior, cada vez se hace más difícil y compleja la toma de decisiones que

Tabla1. Consumo per cápita de carne de res, pollo y cerdo en Colombia

Consumo Per capita de Cames, huevos y leche en Colombia					
Año	Vacuna - Kg	Pollo - Kg	Cerdo - Kg	Huevos / Unidad	Leche/litros
1990	21,1	8,4	3,2	116	110
1991	19,9	8,4	3,2	118	112
1992	16,2	9,4	3,3	127	107
1993	16,1	10,6	3,4	136	108
1994	17,3	11,4	3,7	140	113
1995	18,5	12,5	3,4	145	118
1996	19,5	13	3,2	151	122
1997	18,9	12,1	3,3	158	123
1998	18,4	12,8	2,7	161	122
1999	17,3	12,3	2,6	164	128
2000	17	13	2,6	152	128
2001	15	13,4	2,5	152	128
2002	15,3	14	2,5	167,4	133
2003	14,8	15,2	2,6	167,8	138

Fuente: Datos citados por Jorge León Perez en "Competitividad de la ganadería Bovina de Carne en Colombia." Medellín. 2002. DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) 2003. Fenavi. Fedegan (Federación de Ganaderos) [4,9].

Tabla 2. Consumo de carne Bovina en el mundo

CONSUMO DE CARNE BOVINA EN EL MUNDO						
Pais	1990	1995	1999	2000	2001	2002
Argentina	87,6	71,2	60,1	58,8	56,4	62,3
Estados unidos	42,5	43,0	43,8	43,4	42,2	43,2
Uruguay	65,2	78,3	54,7	52,5	54,4	41,0
Colombia	21,1	18,5	17,3	17,0	15,0	15,3

Fuente: USDA [14]

afectan a éste sector productivo, por lo que se vuelve importante el uso de metodologías híbridas que permitan establecer y analizar y comprender la gran cantidad de variables relacionadas con el problema, las relaciones entre las mismas y la generación de estrategias y políticas clave. [2]

En este proyecto se plantearon los siguientes objetivos:

- Identificar y caracterizar las variables que afectan el consumo de carne bovina en Antioquia.
- Identificar los componentes e interacciones que afectan la decisión de los consumidores.
- Mostrar resultados de simulaciones que permitan analizar el comportamiento de consumo de carne bovina en Antioquia.
- Plantear escenarios que permitan analizar el consumo de carne bovina, ante diferentes situaciones

Para el desarrollo del presente proyecto se utilizaron modelos de simulación, técnicas de prospectiva y análisis de impactos cruzados, estas herramientas permitieron explicar el comportamiento del sistema, su funcionamiento, sus características y sus respuestas a diversas condiciones

METODO

Cuando se realizó el levantamiento del modelo, se recurrió a diferentes técnicas tales como, matrices de impacto cruzado y la metodología sistémica. [2]

En la realización del modelo de consumo de carne bovina en Antioquia - Colombia -, se realizó una fusión entre la metodología DELPHI y la metodología de dinámica de sistemas. [2]

La aplicación de ésta metodología tuvo dos fases; la primera comprendió el desarrollo y la elaboración de la

matriz de impactos cruzados, MIC, donde se tuvo en cuenta toda la información obtenida de las encuestas, documentación y las entrevistas con los expertos, la fase siguiente en analizar la información obtenida y desarrollar un modelo de dinámica de sistemas, lo que tuvo como resultado la elaboración de simulaciones del consumo de carne bovina[10].

Las entrevistas y reuniones con los expertos, así como el análisis de la información existente dieron como resultado la obtención de 57 variables, cada una de estas variables se ponderó en la matriz de impactos cruzados, y luego fue revisada por expertos en las áreas de manejo, producción, transformación y comercialización de carne bovina, lo que generó una matriz con 57 variables y 9 grupos, el resumen de la motricidad y la dependencia se muestra a continuación en la tabla 3, que es el producto de un proceso de depuración donde se concentran las variables más significativas para el proceso cárnico en la región de Antioquia-Colombia [10].

El sistema se trabajó con 57 variables de las cuales 18 fueron las escogidas en el plano Motricidad - Dependencia, éstas se constituyen en los elementos más significativos del sistema tanto por su motricidad como por su dependencia.

Algunas de éstas 18 variables tales como la inversión en Investigación, precio al consumidor final, estrategias de mercadeo y la innovación y desarrollo de nuevos productos, son variables que tradicionalmente se han caracterizado por afectar significativamente el consumo de carne bovina, sin embargo aparecen otras variables que ameritan mayor análisis[11].

Después de tener una idea más clara sobre el sistema del consumo de carne bovina, fueron desarrolladas las siguientes fases de acuerdo con la metodología sistémica [12]: Definición del sistema, conceptualización del mismo, la formalización, el comportamiento del modelo, la evaluación del modelo y la explotación de éste. Cada una de estas fases suministró información para el paso siguiente, además de un producto para su debida documentación y seguimiento del proceso[12].

En la figura 1 se observa el producto del análisis de los puntos críticos del consumo de carne en la región de Antioquia, es un diagrama causal o de influencias, donde se muestran algunas variables y el tipo de influencia que entre las mismas, además de los dos grandes ci-

Tabla 3. Clasificación de las variables que influyen en el consumo de carne bovina con motricidad y dependencia

Grupo de Variables	Variables		Motricidad Y	Dependencia X
Manejo y adecuación	T opografía	V1	25,19	2,07
	T ipo de explotación ganadera	V2	18,56	18,65
	S elección de tipo razas	V3	32,26	33,16
	S is tema de producción extensivo	V4	18,12	17,10
	S is tema de producción intensivo	V5	25,19	22,80
	Infraestructura	V6	0,00	22,28
	Nivel tecnológico del hato (producción de carne)	V7	25,63	27,46
Producción primaria	C idos productivos	V8	20,77	17,10
	E ficiencia en la conversión de alimento más culo magro	V9	8,40	27,46
	T ipo de alimentación	V10	23,42	29,02
	Cantidad de alimento (consumido)	V11	18,12	17,62
	S anidad (cuidados)	V12	37,56	31,61
	Costos de Vacunación	V13	3,09	19,17
	Costos de insumos	V14	17,67	24,87
Transformación	T ipo de maquinaria	V15	23,86	17,62
	Nivel tecnológico en procesamiento	V16	24,30	24,87
	T ipo de subproductos	V17	27,84	31,09
	Innovación y desarrollo de nuevos productos	V18	32,70	42,49
	Normatividad del sector	V19	5,74	31,09
	Innovación en procesamiento	V20	46,84	39,38
	Capacidad de producción en la transformación	V21	29,60	26,95
Comercialización	Consumo de pollo	V22	25,63	39,38
	Consumo de cerdo	V23	26,07	40,94
	Consumo de productos sustitutos	V24	25,19	43,01
	Estrategias de mercadeo del sector cárnico	V25	44,19	55,96
	Crecimiento de exportaciones	V26	0,00	40,94
	Consumo de vegetales	V27	18,12	32,13
	Consumo de huevo	V28	25,63	33,68
	Consumo de proteínas vegetal	V29	15,91	31,09
	Temporada de bonanza del café (algunos productos)	V30	0,00	0,52
	Precio al matadero	V31	24,74	15,03
	Precio al frigorífico	V32	15,02	13,47
	Precio al consumidor final	V33	31,81	34,20
	Sistemas de conservación (presentación del producto)	V34	38,44	33,68
	Estacionalidad de los precios	V35	43,30	19,17
Características del producto	Genética (genotípicas)	V36	38,00	1,55
	Nivel de grasa	V37	38,00	20,73
	Propiedades Físicas y químicas	V38	24,30	24,35
	Propiedades nutricionales	V39	29,16	24,87
	Potencial de subproductos	V40	49,05	28,50
	Características fenotípicas	V41	11,93	9,33
	Logística y distribución	V42	11,05	33,16
Culturales	Tradición - Cambios Culturales	V43	25,63	31,61
	Consumo de productos naturales	V44	15,02	36,27
	Consumo Comidas preparadas	V45	24,74	50,26
Políticas sectoriales	Inversión en investigación	V46	45,07	51,30
	Normas de calidad	V47	22,98	44,05
	Seguridad Alimentaria	V48	26,51	57,00
otros DEMANDA	Ingresos per capita	V49	11,49	6,74
	Tecnología sectorial	V50	57,00	39,38
	Trazabilidad	V51	28,28	39,38
	Producción limpia	V52	20,33	33,68
	Nivel de producción	V53	23,42	50,26
	Aspectos fitosanitarios de los sustitutos	V54	24,74	2,07
	Ciclo de producción más corto en otras especies	V55	15,47	9,85
	Tecnologías de producción en otras especies	V56	17,23	18,65
Política externa	Importación de productos sustitutos	V57	16,35	49,75

culos, uno positivo y uno negativo, que contiene el sistema de consumo.

Para la investigación se contó con datos estadísticos que suministraron las reuniones con los expertos, especialmente los niveles en que se encuentran las variables cualitativas; otros datos como el historial del consumo y los ingresos per. Cápita fueron suministrados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y la Federación de Ganaderos (FEDEGAN).

En esta iteración se ejecutó un ajuste sobre las variables, y se definió cuales de estas interactuaban como un inventario, como niveles, o como variables auxiliares, Además, se realizó el levantamiento de las ecuaciones en la herramienta de modelamiento seleccionada, VENSIM.

RESULTADOS

Luego de realizar las iteraciones, se evaluó el sistema, para observar el comportamiento del sistema real y el simulado, (ver figura 2).

En esta gráfica se puede observar el consumo creciente de sustitutos, gracias a que productos como el pollo, la leche, los huevos y las verduras, son de precios relativamente asequibles para la sociedad, y sus propiedades nutricionales no son perjudiciales como aparentemente si lo puede ser para muchos expertos el consumo de carne bovina, esto se ve reflejado en un incremento en la aceptación de consumo de sustitutos en la sociedad, además, estos sustitutos generalmente cuentan con ciclos de producción más cortos, que favorecen enormemente la demanda de estos productos.

De acuerdo con el análisis anterior, la carne bovina, disminuye su aceptación en la sociedad, gracias a que es considerado un producto poco beneficioso para la salud, especialmente por sus altos contenidos en grasas y colesterol.

Para corroborar aún mas el modelo de simulación, se tomaron algunas hipótesis realizadas por expertos en producción de carne bovina, o por los documentos que suministraron la información secundaria para el levantamiento del modelo, algunos de estos, por ejemplo, establecen que la producción de reses en la región no

Figura 1. Modelo de consumo de carne bovina en Antioquia

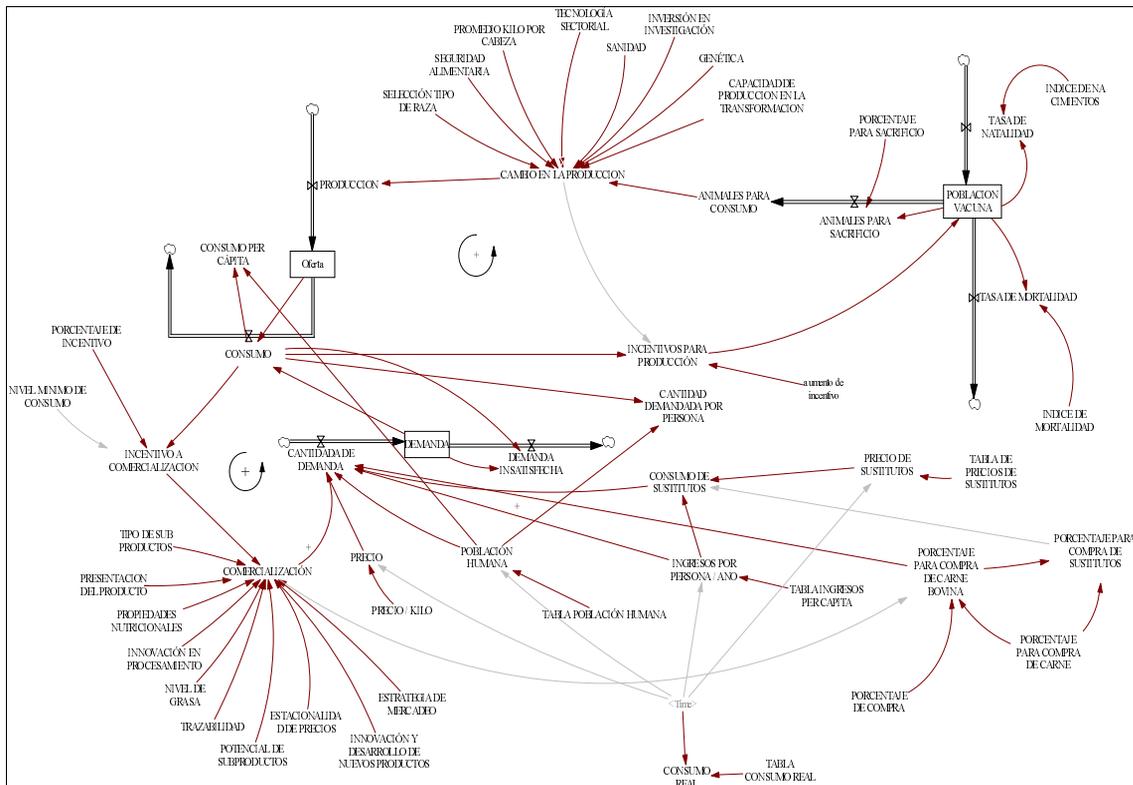
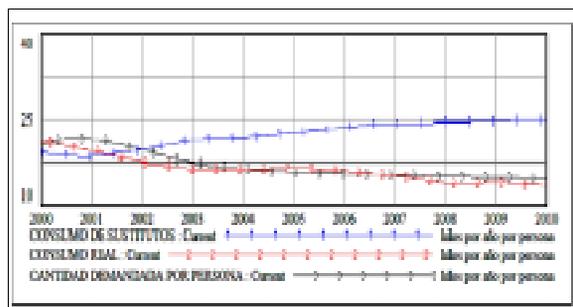


Figura 2. Consumo de sustitutos y consumo real de carne bovina



llega a satisfacer la demanda interna y por ello disminuye la cantidad de consumo, pero que si la producción fuese suficiente para satisfacer esta demanda insatisfecha, el consumo per. cápita aumentaría sustancialmente.

La figura 3 muestra el resultado que se obtuvo modificando la cantidad de reses producidas.

Se demostró que si se aumenta el número de reses producidas por el hato ganadero, la demanda insatisfecha es menor, pudiendo aumentar así el consumo per. capita de carne bovina en la región de Antioquia.

Otro de los escenarios realizados sobre el modelo, tuvo en cuenta el incremento de algunas variables de producción, tales como la selección del tipo de razas, la genética, la investigación y desarrollo, entre otras, brindando así un pequeño incremento casi lineal sobre el consumo per. cápita de carne bovina, y disminuyendo el consumo de sustitutos, esto gracias a la mejora de la calidad del producto y disminución de las características que empobrecen su aceptación en la sociedad, tales como el alto índice de grasas y de colesterol (ver figura 4).

CONCLUSIONES

Se identificaron las variables que mayor relación e importancia tienen con el consumo de carne en Antioquia y se agruparon en 9 tipos, además, éstas 57 variables se definieron y contextualizaron teniendo en cuenta las características de la región.

Se logró la participación de expertos de la cadena cárnica los cuales ayudaron en la identificación y caracterización de cada una de las 57 variables, y aportaron información que con la cual se pudo construir el diagrama

causal y las ecuaciones del modelo, para poder realizar las simulaciones.

Se logró desarrollar una Matriz MICMAC con las 57 variables, en la cual participaron 6 expertos del Grupo de Política y Gestión Tecnológica, esta matriz fue revisada por expertos académicos y del sector productivo, lo cual permitió establecer las relaciones de motricidad y dependencia de cada variable.

Con base en los resultados de la Matriz MICMAC se generaron los impactos positivos y negativos que cada variable tenía sobre las demás, y todas las demás sobre ella, de tal forma que se pudo establecer que las influencias de las variables no siempre son directamente proporcionales, esto fue de vital importancia para seleccionar las variables que más influyen el consumo de carne y si dicha influencia es positiva o negativa sobre las demás.

Figura 3. Consumo real de carne bovina y cantidad demandada por persona con modificaciones en la oferta de reses

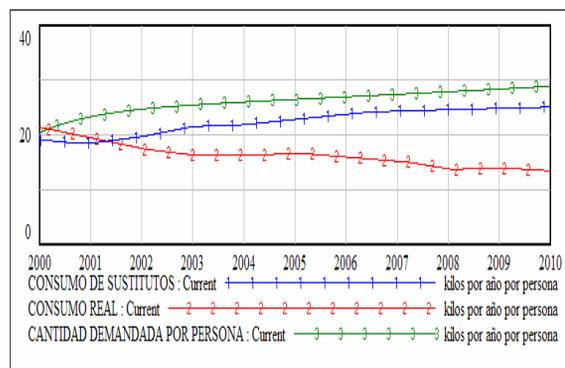
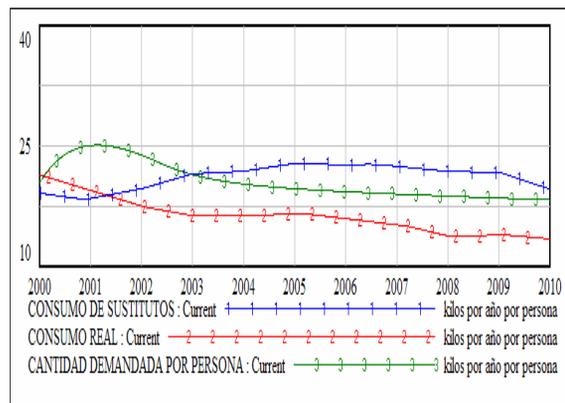


Figura 4. Consumo de carne bovina y de sustitutos modificando la selección del tipo de razas, aspectos genéticos y la investigación



El plano motricidad dependencia estableció la importancia de trabajar con 23 variables, las cuales son las variables de conflicto y las de mayor motricidad y dependencia del sistema, de acuerdo con estos resultados, se procedió a elaborar las simulaciones con éstas 23 variables

El modelo muestra la influencia directa e indirecta que presentan algunos factores sobre el consumo de carne bovina en Antioquia, es decir, se estableció que no sólo el precio afecta el consumo, sino otras variables como la comercialización del producto, el consumo de los sustitutos, la oferta, el ingreso per cápita, entre otros. También se observan algunos factores que afectan la oferta de producto, como la innovación, la selección del tipo de raza, la tecnología del sector, entre otros.

En la primera simulación, en la cual se tuvo en cuenta que la situación siguiera presentando una tendencia como la actual, se observa que la oferta es igual al consumo de carne bovina, lo cual sugiere que todo el producto que se oferta se consume, y se puede interpretar que no existe la posibilidad, bajo estas circunstancias, de volver a Antioquia en una región exportadora de carne bovina, ó de sus productos y subproductos. En estas circunstancias, Antioquia deberá pensar en aumentar su hato, e invertir para mejorar la producción tanto de carne bovina como de los subproductos derivados de ella.

En la segunda simulación, donde se tiene en cuenta un incremento en la población vacuna, aumentando la oferta del producto, se observa que la demanda por persona aumenta como respuesta al incremento en la población humana, pero el consumo real disminuye, como respuesta al incremento en los precios del producto y de los subproductos.

En la tercera simulación, donde el precio del producto presenta un comportamiento lineal, se confirma que la demanda es muy sensible a los cambios en el precio. En este caso, se puede afirmar que uno de los factores que más afecta la demanda del producto es el precio al consumidor final, por lo cual se debe pensar en mejorar los costos de producción para poder ofrecer una disminución en la tendencia del crecimiento del precio de la carne bovina. Esta disminución en el precio, se puede lograr con una mejor selección en la raza, ó a través de mejoras tecnológicas en el sector, también se puede pensar en una disminución en el precio de los insumos para el sector, además mejorar la producción con es-

tudios que aporten en el mejoramiento de la producción de carne.

En la última, donde se proyecta un incremento en el ingreso per cápita del 6%, se observa que la demanda aunque responde a los ingresos per cápita, es más susceptible a una variación de los precios al consumidor. Bajo estas condiciones, se puede afirmar que se debe trabajar en forma conjunta, en el control del precio al consumidor final y en el incremento del ingreso per cápita.

En el primer escenario, la proyección de la situación actual, el consumo de carne bovina es afectado por el precio al consumidor y por la oferta de, lo cual sugiere que se debe trabajar en varios frentes como son: el precio al consumidor final, el control de los costos, la calidad y la rentabilidad del producto, una mejor producción de las tierras y una mayor inversión en tecnología que permita la producción de subproductos con lo cual se aprovecha al máximo el material de desecho actual.

En el segundo escenario, un incremento en la población bovina, se debe trabajar en varios aspectos como son: mejorar la calidad del hato, disminuir el índice de mortalidad, disminuir el tiempo entre partos para lograr un hato más productivo, seleccionar adecuadamente las razas para lograr un hato más productivo por cabeza, definir incentivos para los productores, de tal manera que los impulse a mejorar el índice de ocupación por hectárea.

En el tercer escenario, donde el precio del producto tiene un incremento lineal del 11.8%, se deberán plantear políticas, para disminuir los costos de producción, pero también se deberá verificar que dicha disminución se refleje en el precio al consumidor y no en mayores ganancias para el productor ó para los intermediarios.

En el escenario final, se logra un incremento en el ingreso per cápita del 6% anual, se observa de forma contraintuitiva dicha variable que en principio se creía de mucha influencia, finalmente su participación en el consumo no es la de mayor participación, por eso aunque es importante lograr un incremento en el ingreso per cápita, también se deberá invertir en tecnología que permita generar más subproductos ó que mejoren la presentación y la conservación de los mismos, así como se deberá invertir en comercialización, mostrando los beneficios de consumir carne bovina e impulsando Cam-

pañas que le informen al consumidor final cuales son las ventajas y/o las desventajas de consumir estos productos. También se deberá trabajar en la regulación de los precios al consumidor y en un mayor control a la calidad de los productos, implementando políticas de trazabilidad y de sanidad para garantizar un producto de buena calidad.

REFERENCIAS

- [1] ARACIT, Javier. Dinámica de sistemas. [En línea] Madrid: Isdefe, 1995. [http://www.isdefe.es/webisdefe.nsf/web/dinámica+de+sistemas/\\$file/dinamica.pdf](http://www.isdefe.es/webisdefe.nsf/web/dinámica+de+sistemas/$file/dinamica.pdf) [Consulta: 20 de Agosto de 2006]
- [2] AUBAD, Gabriel Awad. Diseño de un modelo de incubación de negocios utilizando herramientas de dinámica de sistemas. Medellín, 2004. 118 h. Tesis. (Magíster en Ingeniería Química). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas.
- [3] CONGRESO INTERNACIONAL DE GANADERIA Y CARNES "COLOMBIAN BEEF" (3.: 2004: Bogotá). Una mirada profunda al TLC. Medellín. Eafit, 2004
- [4] DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA. DANE [En línea] Bogotá: DANE, 2007. <http://www.dane.gov.co/> [Consulta: 18 de abril de 2007]
- [5] GENERAL CONFERENCE NUTRITION COUNCIL. Substitutos de carne, come parte del estilo de vida vegetariano. [En línea] s.l.: Andrews, 2006. <http://www.andrews.edu/NUFS/carne.html> [Consulta: 25 de agosto de 2006]
- [6] LORENTE, Luis. Modelos de economía ganadera. Santafé de Bogota: s.n., 1996. p. 173-207
- [7] MAHECHA, Liliana; GALLEGU, Luis A. y PELÁEZ, Francisco J. Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. En : Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. s.l. Vol.15, No.2 (2002) ; p.1-13
- [8] MESSINA, Ernesto J. Producción de carne vacuna. [En línea] Bogotá: Angus brangus,
- [9] PÉREZ, Gerson. Los Ciclos Ganaderos en Colombia, 1950-2001. En: Documentos de Trabajo sobre Economía Regional del Banco de la República. Bogotá No. 46. (Jun. 2004)
- [10] PÉREZ, Jorge León. Competitividad de la ganadería Bovina de Carne en Colombia. Medellín: DANE, 2002.
- [11] ROA, Carlos. Estimación de una función consumo para Colombia. Cali: s.n., 1998. p. 79-85
- [12] STERMAN, J. D. (2000). Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world. New York: McGraw-Hill.
- [13] UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUÑA. Curso Dinámica de Sistemas On line. [En línea] Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. <http://www.upcnet.es/~jmg2/ara.htm> [Consulta: 17 de octubre de 2005]
- [14] USDA. Información sobre políticas y comercio mundial de carne. S.l.: USDA, 2004.