

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA Y ECOLOGÍA**

**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

---



**ANÁLISIS Y ESCENARIOS PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS  
DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN BOVINOS CARNE  
ESTABULADO**

POR:

**M.A. JOSÉ EDUARDO ACOSTA HERRERA**

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE**

**MAESTRO EN CIENCIAS CON ÁREA MAYOR EN NUTRICIÓN ANIMAL**



Análisis y escenarios productivos y económicos del sistema de producción bovinos carne estabulado. Tesis presentada por José Eduardo Acosta Herrera como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias, ha sido aprobada y aceptada por:

Ph. D. Carlos Ortega Ochoa  
Director de la Facultad de Zootecnia y Ecología

Ph. D. Alma Delia Alarcón Rojo  
Secretario de Investigación y Posgrado

D. Ph. Agustín Corral Luna  
Coordinador Académico

D. Ph. Carlos Rodríguez Muela  
Presidente

10 de octubre 2017

Fecha

Comité:

D. Ph. Carlos Rodríguez Muela  
Ph. D. Claudio Arzola Álvarez  
Dr. Nicolás Callejas Juárez  
Ph. D. Felipe Alonso Rodríguez Almeida

© Derechos Reservados  
JOSÉ EDUARDO ACOSTA HERRERA  
DIRECCIÓN: PERIFÉRICO FRANCISCO  
R. ALMADA KM. 1, CHIHUAHUA,  
CHIH., MÉXICO C.P. 31453  
OCTUBRE DE 2017

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por acompañarme en cada paso, por permitirme desarrollar los talentos que ha puesto en mí y por llenarme de bendiciones a lo largo de mi vida.

Agradezco infinitamente a mis padres José Eduardo Acosta Cano de los Ríos y Martha Antonieta Herrera Estavillo, por su incondicional apoyo y motivación en cada etapa, proyectos e ideas que he emprendido. Por dar todo de si siempre, para mí y para mis hermanos, por mostrarnos el ejemplo de una persona recta, perseverante, amorosa y cristiana.

Por las experiencias únicas e inigualables de vida agradezco a mis hermanos Martha Alejandra, María Teresa, Cesar Salvador y Miriam Celeste. Ya que el apoyo que me brindaron, fue un impulso muy grande y necesario para ir en busca de este sueño y alcanzarlo.

A Adriana Cano por su motivación y apoyo constante en cada uno de mis proyectos, por ayudarme a seguir buscando mis sueños, y a ser una mejor persona.

Al D. Ph. Carlos Rodríguez Muela por sus enseñanzas y guía durante mi estudio en la Facultad.

Al Ph. D. Felipe Alonso Rodríguez Almeida, Ph. D. Claudio Arzola Álvarez y Dr. Nicolás Callejas Juárez, por sus conocimientos y apoyo durante este proceso.

A CONACYT por su apoyo para lograr el estudio de esta maestría, teniendo el número de registro 275678.

## **DEDICATORIA**

Por apoyar y creer en mis sueños, dedico estos frutos a mi familia, especialmente a mis padres. A ellos que me han apoyado incondicionalmente en todo momento.

## CURRICULUM VITAE

El autor nació el 10 de octubre del 1985 en la ciudad de Chihuahua, Chihuahua, México.

2003-2008	Ingeniera Mecánica y Administración, ITESM Campus Chihuahua
2008-2009	Gerente general, Cámara Nacional de la Industria de la Transformación, Cd. Delicias.
2009-2011	Maestría en Administración Empresarial, ITESM Campus Chihuahua
2010	Maestro de Cátedra, Materia Sistemas Integrados de Manufactura, ITESM Campus Chihuahua
2009-2011	Coordinador de Proyectos de Biomedicina, ITESM Campus Chihuahua
2011-2012	Clúster Manager – Sector Metalmecánico – Cámara Nacional de la Industria de la transformación Chihuahua
2012-2014	Estudiante Graduado de la Maestría en Nutrición Animal, UACH FZyE
2014-2017	Nutriólogo y Desarrollador de Software de Control de Producción, El Triunfo FeedYard

## RESUMEN

### ANÁLISIS Y ESCENARIOS PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN BOVINOS CARNE ESTABULADO

POR:

M. A. JOSÉ EDUARDO ACOSTA HERRERA

Maestría en Ciencias

Secretaría de Investigación y Posgrado

Facultad de Zootecnia y Ecología

Universidad Autónoma de Chihuahua

Presidente: D.Ph. Carlos Rodríguez Muela

El primer objetivo fue analizar los indicadores financieros y de producción en la engorda de novillos; el segundo desarrollar e implementar un modelo informático para simular escenarios. Se utilizaron novillos Angus de dos tipos biológicos: americano (NA) (n = 39) y europeo (NE) (n = 38). En cada caso se dividieron en dos repeticiones, con pesos promedio de 401 y 368 kg para los NE y 218 y 267 kg para los NA. Los indicadores evaluados fueron ganancia diaria de peso (GDP), alimento consumido (AC), conversión alimenticia (CA), rendimiento en canal (RC), días en engorda (DE), utilidad por ciclo (UC), utilidad anualizada (UA) y beneficio/costo (B/C). Para el segundo objetivo se desarrolló un sistema en Visual Basic.NET. Se analizaron como escenarios, la venta para consumo nacional (VCN), exportación y pre acondicionamiento para subasta a 25 y 75 d. Para los NE los indicadores B/C, UC y UA fueron 0.23, \$ 4,396 y 53.3 % y para los NA fueron 0.38, \$ 6,177 y 69.7 %, respectivamente. Los indicadores DE, GDP, AC, CA, RC, para las dos repeticiones de los NE fueron

155 y 155 d, 1.13 y 1.45 kg/d, 11.7 y 11.1 kg/d, 10.4 y 7.6 kg/kg, 56.4 y 56.3 %, respectivamente, para los NA fueron 200 y 200 d, 1.4 y 1.5 kg/d, 10.6 y 10.3kg/d, 57.9 y 58.4%. Los datos del estudio de caso generaron adecuadamente la base para el estudio de escenarios. Trabajar con animales de menor peso inicial permite analizar un mayor número de alternativas.

## **ABSTRACT**

### **PRODUCTION AND ECONOMIC ANALYSIS AND SCENARIOS OF THE CATTLE PRODUCTION SYSTEM.**

**BY:**

**JOSE EDUARDO ACOSTA HERRERA**

The first objective was to analyze financial and production indicators in cattle fattening; the second was to develop and to implement a computer model to simulate scenarios. Two biological types of Angus steers were used, American (AS) (n = 39) and European (ES) (n = 38). In each case, they were divided into two replicates, with average weights of 401 and 368 kg for ES and 218 and 267 kg for AS. The indicators evaluated were daily gain weight (DGW), feed intake (FI), feed conversion (FC), carcass production (CP), days in fattening (DF), utility per cycle (UC), annualized utility (AU) and benefit/cost (B/C). For the second objective, a system was developed in Visual Basic.NET. Scenarios were analyzed as national sales (NS), export and pre conditioning for auction at 25 and 75 d. For ES, the indicators of B/C, UC and AU were 0.23, \$ 4,366 and 53.3 %, and for AS were 0.38, \$ 6.177 and 69.7 %. The indicators DF, DGW, FI, FC, CP for the two replicates for ES were 155 and 155 d, 1.13 and 1.45 kg/d, 11.7 and 11.1 kg/d, 10.4 and 7.6 kg/kg, 56.4 and 56.3 %. For AS were 200 and 200 d, 1.4 and 1.5 kg / d, 10.6 and 10.3 kg / d, 57.9 and 58.4%. Data generated with the case of study allowed an adequate analysis of different alternative scenarios. Working with animals of low initial weight allows the analysis of more alternatives in order the select the most profitable one.

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	viii
LISTA DE CUADROS.....	x
LISTA DE GRÁFICAS.....	xii
LISTA DE ABREVIACIONES.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Producción de Ganado Bovino.....	4
Aspectos Administrativos.....	5
Costos y Mercado para Ganado Bovino.....	6
Sistemas Informáticos de Modelación Enfocados a la Industria Ganadera.....	8
MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
Descripción del Área de Estudio.....	10
Variables Medidas.....	11
Tratamientos y Dietas .....	11
Estructura del Sistema Informático.....	19
Información Base para Realización de Escenarios.....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
Indicadores de Producción.....	35
Indicadores Económicos.....	42
Aplicación del Sistema Informático Desarrollado para Modelación de Escenarios.....	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
LITERATURA CITADA.....	58

## LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Peso promedio inicial y desviación estándar (D.E.) para los lotes de diferentes tipos biológicos de novillos Angus.....	12
2	Dietas utilizadas en la evaluación del comportamiento de novillos Angus en engorda para dos tipos biológicos.....	13
3	Análisis de las dietas utilizadas en la evaluación del comportamiento de novillos Angus en engorda.....	14
4	Comportamiento del peso promedio, incremento, consumo de alimento de los animales tipo europeo en cada una de las dietas utilizadas durante la prueba.....	16
5	Comportamiento del peso promedio, incremento, consumo de alimento de los animales tipo americano en cada una de las dietas utilizadas en la prueba.....	17
6	Medias del incremento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de los lotes de ganado utilizados durante la prueba de comportamiento.....	18
7	Módulos y variables de entrada del sistema informático desarrollado en un estudio llevado a cabo con la engorda de novillos Angus de dos tipos biológicos diferentes.....	20
8	Porcentaje de rendimientos en canal para cada uno de los lotes de los diferentes tipos biológicos.....	41
9	Costos totales por ciclo del comportamiento en engorda de alimento, medicamento, piso y transporte para el lote de los novillos Europeos y Americanos.....	44
10	Análisis económico 1: Producción para cada tipo biólogo analizado .....	45
11	Análisis económico 2: Compra venta para cada tipo biólogo analizado .....	46
12	Análisis económico 3: Utilidad compuesta (compra, venta y producción) para cada tipo biológico analizado.....	47
13	Resumen de análisis económicos para cada tipo biólogo analizado .....	48

Cuadro		Página
14	Indicadores de producción para escenarios alternos de animales tipo americano .....	50
15	Indicadores económicos para escenarios alternos de animales tipo americano .....	51
16	Indicadores de producción para escenarios alternos de animales tipo europeo.....	52
17	Indicadores económicos para escenarios alternos de animales tipo europeo.....	53

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica		Página
1	Precio por kilogramo pagado en la subasta de la Unión Ganadera Regional de Chihuahua para becerros de exportación de 200 a 250 kg.....	23
2	Precio por kilogramo pagado en la subasta de la Unión Ganadera Regional de Chihuahua para becerros de consumo nacional de 200 a 250 kg.....	24
3	Precio por kilogramo pagado en la subasta de la Unión Ganadera Regional de Chihuahua para becerros de consumo nacional de 250 a 300 kg.....	25
4	Precio por kilogramo pagado en la subasta de la Unión Ganadera Regional de Chihuahua para Novillos de 200 a 250 kg.....	27
5	Precio por kilogramo pagado en la subasta de la Unión Ganadera Regional de Chihuahua para Novillos de 250 a 350 kg.....	28
6	Precio por kilogramo pagado en la Subasta de la Unión Ganadera Regional de Chihuahua para Novillos de 350 a 450 kg.....	29
7	Dólares pagados por kilogramo en la frontera de Las Cruces, Nuevo México, para novillos de 136 a 181 kg.....	30
8	Dólares por kilogramo pagados en la frontera de Las Cruces, Nuevo México, para novillos de 182 a 226 kg.....	31
9	Dólares por kilogramo pagados en la frontera de Las Cruces, Nuevo México, para novillos de 227 a 272 kg.....	32
10	Dólares por kilogramo pagados en la frontera de Las Cruces, Nuevo México, para novillos de 273 a 317 kg.....	33
11	Fluctuación del tipo de cambio económico (peso/dólar) durante el segundo semestre del 2013 y el primer semestre del 2014.....	34

Gráfica	Página	
12	Consumo diario de alimento (tal como ofrecido) para novillos: A) Lote Europeo (1); B) Lote Europeo (2); C) Lote Americano (1); D) Lote Americano (2).....	36
13	Incremento diario de peso promedio obtenido para los novillos: A) Lote Europeo (1); B) Lote Europeo (2); C) Lote Americano (1); D) Lote Americano (2).....	37
14	Conversión alimenticia obtenida con los Novillos: A) Lote Europeo (1); B) Lote Europeo (2); C) Lote Americano (1); D) Lote Americano (2).....	39
15	Comportamiento del peso promedio para los Novillos: A) Lote Europeo (1); B) Lote Europeo (2); C) Lote Americano (1); D) Lote Americano (2).....	40

## LISTA DE ABREVIACIONES

---

Abreviación	Termino
A	Americano
B C	Relación Beneficio Costo
CPDA	Consumo Promedio Diario por Animal
CA	Costo Alimento
CM	Costo de Medicinas
CP	Costo de Piso
CT	Costo Transporte
D.Pes.	Días entre Pesajes
D P	Días en Prueba
E	Europeo
E M	Energía Mantenimiento
FC	Factor de Conversión
Hari.	Harinolina
I	Incremento
IT	Importe total
IPDA	Incremento Promedio Diario por Animal
Lvm.	Leva Miel
M S	Materia Seca
Min.	Minerales
PC	Precio de Compra
PF	Peso Final
PI	Peso Inicial
P Prom. A	Promedio
PVC	Precio de Venta en Canal
PVD	Precio de venta en Dólares
RC	Rendimiento en Canal
S A	Semilla de Algodón
TCF	Tipo de Cambio Final
TCI	Tipo de Cambio Inicial
UCV	Utilidad por Compra venta
UP	Utilidad por Producción
UT	Utilidad Total
UTC	Utilidad por Tipo de Cambio

---

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción animal han ayudado al hombre a solventar sus necesidades a través del tiempo. Al mejorar estos, se mejora la eficiencia y calidad de los productos de origen animal.

Existe información relevante respecto a la estructura del sistema de producción bovinos carne a nivel Nacional. El Comité Nacional del Sistema Producto Bovinos Carne presenta el desarrollo de la cadena productiva de este sistema. De igual forma, la SAGARPA (2006) es un actor principal en la recopilación y desarrollo de información económica del sector agropecuario, situando a Chihuahua en el quinto lugar en producción de carne nacional (Luna y Albarrán, 2006).

La información a nivel macro es eficiente para realizar planeaciones estratégicas y definir el rumbo de la empresa. Sin embargo, los márgenes de utilidad pueden llegar a ser muy reducidos dependiendo del comportamiento del mercado y, a su vez, las restricciones del entorno son cada vez mayores. Por lo que la planeación estratégica de los sistemas de producción pecuarios son cada vez más importantes y complejos de desarrollar (Rotz *et al.*, 2005).

La administración se basa en el establecimiento de un sistema que permita, de manera continua, íntegra y secuencial, la planeación, el seguimiento y la evaluación de las actividades de la empresa (SAGARPA *et al.*, 2009). Es así que los sistemas administrativos son de alta importancia para las empresas en el sector ganadero. En un sistema de producción, el cambio en uno de los factores afecta a otros componentes del sistema y esta interacción puede tener repercusiones en el comportamiento de la empresa.

Es por ello que existen sistemas de modelado, los cuales permiten explorar los impactos en la alimentación animal y en la toma de decisiones de la empresa, permitiendo integrar los conceptos fundamentales de la nutrición (Johnson *et al.*, 2007).

Las mejoras en la eficiencia de los sistemas de producción de ganado serán generadas por modelos de simulación para predecir los requerimientos nutricionales (Fox *et al.*, 2003). Los principales objetivos de un sistema de modelación animal son predecir la producción y comprender los componentes del sistema (Gill *et al.*, 1989). Siendo Chihuahua, Sonora y Coahuila los estados que participan con más del 60 % en las ventas a nivel local, nacional y de exportación (INEG y UG, 2007), es una zona ideal para obtener información para modelar estos sistemas y crear diferentes escenarios económicos y de producción.

La organización Sydney Futures Exchange and Meat & Livestock Australia menciona que la administración del riesgo del precio en el mercado, no se basa solamente en las altas y bajas de este, sino en obtener un grado de certeza del precio a futuro. Esto induce a la necesidad de planear los requerimientos y posibles expansiones de la empresa.

No obstante, la mayoría de estos sistemas han sido desarrollados bajo condiciones diferentes a las de nuestra región, tanto geográficas, económicas, culturales, de producción y de mercado. Por lo que, al utilizarlos en las empresas pecuarias del sector, el nivel de aplicación, utilidad y confiabilidad se reduce.

## **Objetivos**

El primer objetivo fue determinar indicadores económicos y de producción a través de estudios de caso para el pre acondicionamiento y engorda de novillo.

El segundo objetivo fue desarrollar e implementar un modelo en un sistema informático que permita simular escenarios indicadores de producción, oportunidades de mercado e indicadores financieros.

De esta manera los productores y acopiadores de ganado podrán tener una herramienta útil y sencilla de utilizar. Con la cual podrán generar distintos escenarios, que permita contar con datos precisos y hacer más eficiente la toma de decisiones de sus empresas.

## REVISIÓN DE LITERATURA

La ganadería y agricultura son sectores claves para la economía mexicana. Debido a que esta es muy dinámica y, en combinación con el crecimiento en los mercados globales, el mercado de alimentos, como el de la carne seguirán evolucionando (Peel, 2008). Es por ello que se vuelve fundamental apoyar estos sectores a través de herramientas tecnológicas y administrativas, las cuales beneficiarán en gran medida a las empresas que están dentro de estos rubros.

México ha tenido industria de corrales de engorda durante muchos años, la mayoría localizada en el norte de país, como Monterrey, Nuevo León y Sonora (Peel, 2008). Por lo cual se cuenta con información relevante, confiable y pertinente, con la que se puede desarrollar esquemas y escenarios económicos, de mercado y de producción.

La producción animal es complicada, incluye cierto número de procesos que interactúan entre sí (Rotz *et al.*, 2005), lo que hace que los escenarios al finalizar cada ciclo operativo, ya sea de producción (vaca-becerro), acopio, engorda o finalización, se vuelven complicados de prever.

### **Producción de Ganado Bovino**

Existen diferentes factores y procesos en las industrias agropecuarias, el principal de ellos es incremento en peso y condición corporal de los animales. Los modelos clásicos de crecimiento asumen que la tasa de crecimiento posnatal incrementa hasta cierta edad, cuando alcanza su máximo y posteriormente decrece hasta alcanzar una tasa cero (Nesterilova, 2005). Esto se vuelve de suma importancia para la toma de decisiones al momento de la

compra de ganado, saber qué incremento esperado tiene cada animal y el tiempo de ciclo requerido, según el peso final que se desee alcanzar.

El estudio del modelado del crecimiento animal tiene gran importancia, debido tanto a su interés en el fenómeno biológico del animal, como las implicaciones económicas de crecimiento (Nesterilova, 2005).

Mientras que mejorar la calidad del ganado y las especulaciones del mercado eran las principales tendencias para generar mayor utilidad, el incremento de valor, ha sido uno de los principales pilares económicos de los acopiadores (Wayne, 2005). Este incremento de valor se da en toda una cadena productiva, en donde existen diferentes intermediarios, en este caso, productores, acopiadores, engordadores y consumidores. El incremento de valor se lo da cada uno de ellos, y puede ser mayor si se aprovechan todos los recursos de una manera eficiente. La compleja producción en la cadena industrial del proceso de la carne justifica el uso de mayor tecnología en las empresas del sector (Peel, 2008).

### **Aspectos Administrativos**

Los acopiadores tienen que ser administradores eficientes y estar al tanto de las condiciones del mercado para maximizar las utilidades o disminuir las pérdidas (Wayne, 2005).

Día con día generar valor es más complicado, ya que los márgenes de utilidad son cada vez más reducidos y existe un incremento en las restricciones del sector. Por lo cual la planeación estratégica para los sistemas de producción es cada vez más importante y más difícil (Rotz *et al.*, 2005).

Es por eso que una tarea esencial para los productores y vendedores de ganado es identificar los cambios en el mercado (Dhuyvetter *et al.*, 2001). El identificar estos cambios de manera rápida y confiable, podrá aumentar los márgenes de utilidad de la empresa.

Existen tres factores que impactan directamente sobre la rentabilidad del acopiador, el incremento del valor, mejorar la calidad del ganado y las especulaciones del mercado (Wayne, 2005). Al controlar y mejorar cada uno de ellos, la utilidad de la empresa se incrementará.

### **Costos y Mercado para Ganado Bovino**

Para generar un mayor valor al producto, se requiere que el ganado reciba buena calidad en los insumos, es por ello que formular una ración o dieta adecuada, es crítico para aumentar eficientemente el valor del animal. Existe una gran cantidad de subproductos en la alimentación de los corrales intensivos a tomar en cuenta, incluyendo la utilización de granos nacionales o la importación de los mismos (Peel, 2008). Por lo tanto, el valor del ganado está ligado en gran medida a los insumos necesarios para producirlo.

Otro factor importante que modifica el precio del animal, es la tabla de precios (conocida por el término en inglés "Price Slide"), la cual presenta que el valor por kilogramo de cada animal, disminuye conforme al incremento de peso. Por lo cual, la eficiencia económico-alimenticia decrece conforme el peso vivo del animal aumenta. A medida que el ganado alcance mayor peso, la eficiencia alimenticia disminuye ya que hay una menor producción para llegar al sacrificio (Wayne, 2005).

Los precios del ganado están en función de las fuerzas de oferta y demanda, las cuales trabajan en conjunto para alcanzar un punto de equilibrio en el mercado. Cuando la oferta incrementa, el mercado disminuye sus precios para conservar el equilibrio. Cuando la demanda del ganado incrementa en relación a la oferta, los precios se incrementan para generar un nuevo punto de equilibrio (Wayne, 2005).

Es fundamental tener conocimiento de cómo afectaría el precio del ganado si se modificaran algunas variables involucradas en esta industria, para ello es necesario considerar los siguientes aspectos: demanda de animales en pie, demanda de animales para sacrificio, inventario actual de ganado a nivel nacional, edad y condición del inventario actual y salud del ganado (McLemore *et al.*, 1986). Así como sexo, peso, tipo biológico y estacionalidad de los precios (Schroeder *et al.*, 1988).

La estacionalidad de los precios se define como un patrón del precio promedio a lo largo de un año. Generalmente se definen como el valor de un factor que indica el precio promedio en un punto específico del año (Peel, 2002). Esto es de vital importancia para cualquier productor o acopiador, no quiere decir que se comporte exactamente igual cada año, pero sí que existe una tendencia al alza o baja en algunos meses específicos.

Debido a que los cambios estructurales y de comportamiento, en la variación del precio, han sido aspectos significativos para la industria de la carne durante las últimas dos décadas (Hogan *et al.*, 2003), el análisis de la oferta en el ganado en pie es fundamental para la previsión de precios futuros y las decisiones para los proveedores de ganado (Zhang *et al.*, 2006).

## **Sistemas Informáticos de Modelación Enfocados a la Industria Ganadera**

Los cambios en la oferta y demanda de productos agropecuarios pueden llegar a ser repentinos y de alta complejidad. La simulación por computadora provee una herramienta útil para la integración de estos procesos, para predecir el comportamiento a largo plazo, tales como el impacto ambiental y las estrategias económicas (Rotz *et al.*, 2005). Existen sistemas informáticos que ayudan a estimar los valores a futuro, como el “Packer-Feeder Market Simulator”, el cual considera precios futuros del mercado (Ward *et al.*, 2008).

La Oficina General de Contabilidad de los Estados Unidos menciona que el programa de Agricultura y la Comisión de Comercio Internacional determinan el precio del ganado y la carne, los cuales incluyen las importaciones a Estados Unidos, pero no incorporan la concentración de mercado, tratados de comercio y contratos futuros (USGAO, 2002). El ITC tiene otros modelos diseñados para evaluar los efectos en las fronteras debido a los tratados internacionales en el sector de economía (USGAO, 2002).

El “Comercial Policy Analysis System” (COMPAS) ha sido utilizado para calcular los efectos del “dumping” en las importaciones de ganado a Estados Unidos (USGAO, 2002).

Así mismo submodelos del comportamiento del ganado se han desarrollado para determinar según el tipo de animal, sexo, edad, condición corporal, los cuales son los requerimientos nutricionales, como energía proteína y minerales. Estos modelos predicen la ingesta diaria, los nutrientes requeridos, las dietas y la excreción (Rotz *et al.*, 2005).

Como se puede observar, existen programas especializados para diferentes sectores en cada etapa de esta industria, debido a que las variables a contemplar dentro de ella son diversas. Los principales aspectos macro a considerar son tres, la producción, la nutrición y el mercado. Uno de los objetivos de esta tesis es implementar un modelo en sistema informático que considere los puntos de relevancia dentro de estos tres aspectos. Utilizando el apoyo de información que pueda ser recolectada de otros sistemas que estén disponibles, como por ejemplo aquellos cuya función es predecir futuros precios del ganado.

Un modelo adecuado, permite la oportunidad de resumir importantes características de crecimiento, como tasa de aumento, incremento diario, factor de conversión, condición corporal, peso y tiempo entre nacimiento y madurez (Nesetrilova, 2005). Esto aunado a un análisis económico considerando las condiciones actuales del mercado, las estructuras de venta y los canales de mercado. Tal modelo aporta un sistema robusto para la planeación de ciclos de corta duración.

Los modelos pueden consistir de una simple ecuación que representa el vínculo de una variable entre valores pasados y futuros a un corto plazo (USGAO, 2002). Un punto crítico para determinar el tipo de modelo, tiene que ser la efectividad en responder las preguntas para lo cual fue diseñado. Considerando el costo de esta efectividad para generar información confiable (USGAO, 2002).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El desarrollo de esta investigación se dividió en dos partes, la primera de ellas fue un experimento de campo, en el cual se evaluaron indicadores técnicos, económicos y financieros para una engorda de novillos. La segunda parte consistió en desarrollar un programa para crear escenarios de la producción, compra y venta, de corrales de acopio y acondicionamiento.

Posteriormente se compararon los indicadores obtenidos por el experimento de la engorda con los indicadores que arrojó el programa de simulación de escenarios de exportación. Y así poder tomar decisiones de inversiones futuras con base en los escenarios simulados en el sistema informático, considerando diferentes condiciones de producción, alimentación y mercado.

### **Descripción del Área de Estudio**

Para el experimento de la engorda de bovinos se utilizaron dos tipos de animales Angus, uno de tipos biológicos americano y otro europeo.

El experimento se realizó en los corrales de engorda y pre acondicionamiento de la Unión Ganadera Regional de Chihuahua, ubicados en el kilómetro 35 de la carretera Chihuahua – Cuauhtémoc. En corrales por lote con una capacidad máxima de 35 animales.

Así mismo, se utilizaron únicamente dos proveedores de novillos uno para los de tipo americano y otro para el tipo europeo.

## **Variables Medidas**

Las variables controladas del estudio fueron la composición de la ración, la cantidad de consumo de alimento diario promedio por lote y conformación de lotes con pesos similares. El consumo promedio diario por animal se obtuvo de dividir el consumo diario total entre el número de animales por cada lote.

Los lotes estuvieron compuestos por 38 novillos Angus tipo europeos y 39 novillos Angus tipo americanos; con pesos y desviaciones estándar como se muestran en el Cuadro 1.

Las variables que fueron medidas durante los días totales en cada etapa de las diferentes dietas para cada tipo biológico, son incremento promedio diario, rendimiento en canal, costos variables (renta, dieta, vacunas y medicamentos).

## **Tratamientos y Dietas**

Se formularon tres dietas evaluando dos tipos de ganado, utilizando dos repeticiones para cada tipo biológico.

Al inicio se proporcionó una dieta de adaptación para cada lote según su peso inicial. Para el lote de animales europeos, con mayor peso promedio inicial, se utilizó solo la dieta de finalización, mientras que para los animales americanos se utilizaron las tres dietas durante todo el ciclo. La composición de cada una de las dietas y su análisis se muestran en el Cuadro 2 y Cuadro 3. Para realizar el cambio de dieta, se consideró como variable de decisión el peso vivo promedio, el cual se obtuvo individualmente en báscula.

Cuadro 1. Peso promedio inicial y desviación estándar (D.E.) para los lotes de diferentes tipos biológicos de novillos Angus

Lote	N <sup>1</sup>	Promedio (kg)	D.E. <sup>2</sup>
Europeo (1)	19	401.37	22.81
Europeo (2)	19	367.63	15.35
Americano (1)	19	218.00	19.67
Americano (2)	20	267.00	25.59

<sup>1</sup>N = Número de cabezas de ganado por lote  
<sup>2</sup>D.E. = Desviación estándar

Cuadro 2. Dietas utilizadas en la evaluación del comportamiento de novillos Angus en engorda para dos tipos biológicos

Ingrediente	Iniciación (%)	Desarrollo (%)	Finalización (%)
Alfalfa	8	7	3
Maíz rolado	52	54	51
Avena	-	-	35
Semilla de algodón	-	-	6
Sal	-	-	0.50
Rastrojo	26	28	-
Levamiel <sup>1</sup>	6	6	4
Harinolina	7	4	-
Minerales	1	1.00	0.50

<sup>1</sup>Levamiel: Suplemento líquido a base de melaza con levaduras vivas activas adicionado con elementos como minerales, nitrógeno y azufre, que favorece la fermentación ruminal a través de una mayor actividad de las bacterias celulíticas.

Cuadro 3. Análisis de las dietas utilizadas en la evaluación del comportamiento de novillos Angus en engorda

Indicador	Iniciación	Desarrollo	Finalización
Materia Seca (%)	85.46	85.23	87.3
Energía Digestible (Mcal/kg)	3.414	3.413	3.792
Energía Metabolizable (Mcal/kg)	2.8	2.799	3.109
Energía Neta para Mantenimiento (Mcal/kg)	1.843	1.841	2.12
Energía Neta para Ganancia (Mcal/kg)	1.207	1.205	1.446
Proteína Cruda (%)	12.7	11.4	11.6
Relación Calcio Fosforo	1.2	1.3	1.1

La duración de la prueba para los novillos Angus del tipo europeo fue menor debido a que comenzaron con un peso promedio de 385 kg. Mientras que el peso promedio de los novillos Angus tipo americano al inicio de la prueba fue de 243 kg, por lo que requirieron mayor tiempo de engorda para alcanzar el peso esperado. El comportamiento de cada tipo de novillos se muestra en el Cuadro 4 y Cuadro 5. El comparativo de incremento promedio diario, consumo promedio diario y conversión alimenticia entre lotes se muestra en el Cuadro 6.

El costo por alimento ponderado se calculó sumando los kilogramos consumidos de cada dieta y se dividió cada uno de ellos entre el consumo total de kilogramos durante todo el ciclo. De esta manera se obtuvo el porcentaje de kilogramos consumidos por dieta durante el ciclo. Posteriormente se multiplicó cada uno de estos porcentajes por el precio correspondiente de cada dieta y se realizó la sumatoria de cada uno de ellos para obtener el costo ponderado de la pastura por kilogramo.

Se realizaron dos tipos de análisis para el estudio de campo. En el primero de ellos los indicadores económicos son solamente de la producción, mientras que en el segundo los indicadores económicos consideran la producción, la compra y la venta del ganado.

La segunda parte de la investigación consistió en desarrollar un programa para simulación de escenarios, de la producción, compra y venta de ganado en pie. El objetivo de este programa es que genere escenarios de ciclos a corto plazo, en los que muestre indicadores económicos y de producción. Con la finalidad de ayudar en la toma de decisiones del acopiador o productor.

Cuadro 4. Comportamiento del peso promedio, incremento, consumo de alimento de los animales tipo europeo en cada una de las dietas utilizadas durante la prueba.

Lote	Indicador	Fecha								
		29/11	14/12	28/12	11/01	25/01	7/02	7/03	4/04	2/05
E <sup>1</sup> 1	Días en Prueba	1	16	30	44	58	71	99	127	155
	Días entre Pesajes	0	15	14	14	14	13	28	28	28
	Peso Promedio (kg)	401	413	429	456	466	482	529	544	575
	Incremento (kg/d)	-	0.78	1.15	1.93	0.7	1.22	1.68	0.54	1.11
	Consumo (kg/d)	--	10.66	11.36	11.32	12.67	10.35	11.06	13.24	14.52
	Dieta <sup>2</sup>	F	F	F	F	F	F	F	F	F
E <sup>1</sup> 2	Peso Promedio (kg)	368	368	399	410	429	440	487	559	592
	Incremento (kg/d)	-	0	2.23	0.82	1.35	0.86	1.67	2.6	1.17
	Consumo (kg/d)	-	9.01	10.91	11.32	12.37	10.15	11.30	12.27	13.06
	Dieta <sup>2</sup>	F	F	F	F	F	F	F	F	F

<sup>1</sup> E = Europeos

<sup>2</sup> F = Dieta de Finalización

Cuadro 5. Comportamiento del peso promedio, incremento, consumo de alimento de los animales tipo americano en cada una de las dietas utilizadas en la prueba.

Lote	Indicador	Fecha										
		13/11	29/11	14/12	28/12	11/01	25/01	7/02	7/03	4/04	2/05	31/05
A <sup>1</sup> 1	Días en prueba	1	17	31	45	59	73	86	114	142	170	200
	Días entre pesajes		16	14	14	14	14	13	28	28	28	30
	Peso Prom. <sup>2</sup> (kg)	218	247	269	288	311	316	343	377	418	449	498
	Incremento (kg /d)	-	1.82	1.53	1.35	1.69	0.33	2.04	1.21	1.49	1.10	1.64
	Consumo (kg/d)	-	8.25	8.25	9.40	10.00	11.11	9.79	11.05	11.75	12.15	13.01
	Dieta	-	I <sup>3</sup>	I <sup>3</sup>	I <sup>3</sup>	I <sup>3</sup>	D <sup>4</sup>	D <sup>4</sup>	D <sup>4</sup>	F <sup>5</sup>	F <sup>5</sup>	F <sup>5</sup>
A <sup>1</sup> 2	Peso Prom. <sup>2</sup> (kg)	267	292	311	331	351	358	387	417	460	492	563
	Incremento (kg)	-	1.55	1.35	1.46	1.43	0.48	2.25	1.07	1.52	1.16	2.37
	Consumo (kg)	-	8.93	9.32	9.93	10.00	10.86	9.73	10.73	9.45	12.12	13.06
	Dieta	-	I <sup>3</sup>	I <sup>3</sup>	I <sup>3</sup>	D <sup>4</sup>	D <sup>4</sup>	D <sup>4</sup>	D <sup>4</sup>	F <sup>5</sup>	F <sup>5</sup>	F <sup>5</sup>

<sup>1</sup> A = Americanos

<sup>2</sup> Peso Prom. = Peso Promedio

<sup>3</sup> I = Iniciación

<sup>4</sup> D = Desarrollo

<sup>5</sup> F = Finalización

Cuadro 6. Medias del incremento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de los lotes de ganado utilizados durante la prueba de comportamiento.

Lote	Incremento Promedio (kg)	Consumo Promedio de Alimento (kg)	Conversión Alimenticia
Europeos (1)	1.13	11.71	10.3
Europeos (2)	1.45	11.07	7.6
Americanos (1)	1.41	10.60	7.5
Americanos (2)	1.49	10.30	6.9

## **Estructura del Sistema Informático**

El sistema consta de tres componentes principales, los ingredientes, el tipo de animal y los escenarios; como se muestra en el Cuadro 7. De esta forma se están abordando las áreas de producción, nutrición y mercado, dentro de un mismo sistema.

En el área de ingredientes del sistema se dan de alta los insumos que posteriormente se podrán utilizar a la hora de formular una ración de acuerdo a los requerimientos particulares de cada tipo de animal. Los datos asociados a cada ingrediente son: nombre, precio por kilo, contenido de materia seca y el aporte nutrimental en cuanto a energía metabolizable, proteína cruda, calcio y fósforo.

El tipo de animal es tomado en cuenta en las opciones del sistema junto con los requerimientos y mercado asociados a cada tipo. El menú de tipo de animal contiene submenús anidados, es decir dentro de cada tipo de animal, contiene un sub menú de requerimientos y uno de mercado.

El submenú de requerimientos se refiere a los requerimientos que puede tener ese animal según su peso, condición corporal o estado de preñez. Para cada uno de estos requerimientos existe un incremento y consumo esperado diario, una demanda nutrimental, de energía neta, proteína cruda, calcio y fósforo. Por lo cual para cada requerimiento se diseñará una dieta que cumpla con los requerimientos nutricionales demandados por cada animal, según su estado corporal e incremento esperado.

Cuadro 7. Módulos y variables de entrada del sistema informático desarrollado en un estudio llevado a cabo con la engorda de novillos Angus de dos tipos biológicos diferentes

Tipo Animal			
Ingredientes	Rangos	Mercado	Escenarios
Nombre	CA <sup>3</sup>	Categorías Venta	Precio de Compra
Costo(\$/kg)	IDPA <sup>4</sup>	Precios Venta	Peso Inicial
EM <sup>1</sup> (Mcal/Kg)	CDPA <sup>5</sup>	Tabla Castigo	Días del Ciclo
MS <sup>2</sup> (%)	Proteína Cruda		Mortandad
Proteína Cruda	EM <sup>1</sup>		Peso Final
Fosforo	Fosforo		Costo Pastura
Calcio	Calcio		Costo Mortandad
	Dietas		Otros Costos
			Utilidad Ciclo
			Utilidad Anualizada
			Beneficio Costo
			Dieta a Utilizar

<sup>1</sup> EM = Energía Metabolizable

<sup>2</sup> MS = Materia Seca

<sup>3</sup> CA = Conversión Alimenticia

<sup>4</sup> IDPA = Incremento Diario Promedio

<sup>5</sup> CDPA = Consumo Diario Promedio

El submenú de mercado indica las posibles categorías de peso en las que se pudiera vender el animal, así como los precios de venta para cada una de ellas. De igual forma, existe un esquema de castigo de precio, como el manejado en la exportación.

Con esta información se podrán modelar escenarios, es decir, definir los días del ciclo, peso inicial, precio por kilogramo, tipo de dieta y costo, mortandad esperada y otros costos (como transporte, medicamentos, pruebas). El menú de escenarios será el que realice los cálculos con la información proporcionada en las secciones anteriores.

Así en el sistema informático, a través del menú escenarios, se podrán hacer simulaciones de modelos y compararlos entre ellos. Se podrán mantener algunas variables fijas si así se desea. Por ejemplo, mantener constante el tipo de animal y cambiar la dieta, los días, el precio inicial, porcentaje de mortandad, entre otros cambios.

De esta manera un productor podrá analizar la rentabilidad de un sistema de producción estabulado. También, el acopiador estimará el precio de compra, duración del ciclo productivo, el tipo de animal y el peso vivo óptimo de compra y venta, que le permitan maximizar su utilidad, o mantener una utilidad rentable a un precio de compra competitivo. No está dentro del objetivo del sistema informático, el predecir comportamientos de mercado, ni precios futuros de venta, sin embargo, se puede utilizar información adicional, para determinar estos precios futuros e ingresarlos en el sistema.

Para el desarrollo del sistema informático, se utilizó el lenguaje Visual Basic .NET, 2010, sobre el sistema operativo Windows 10.

## **Información Base para Realización de Escenarios.**

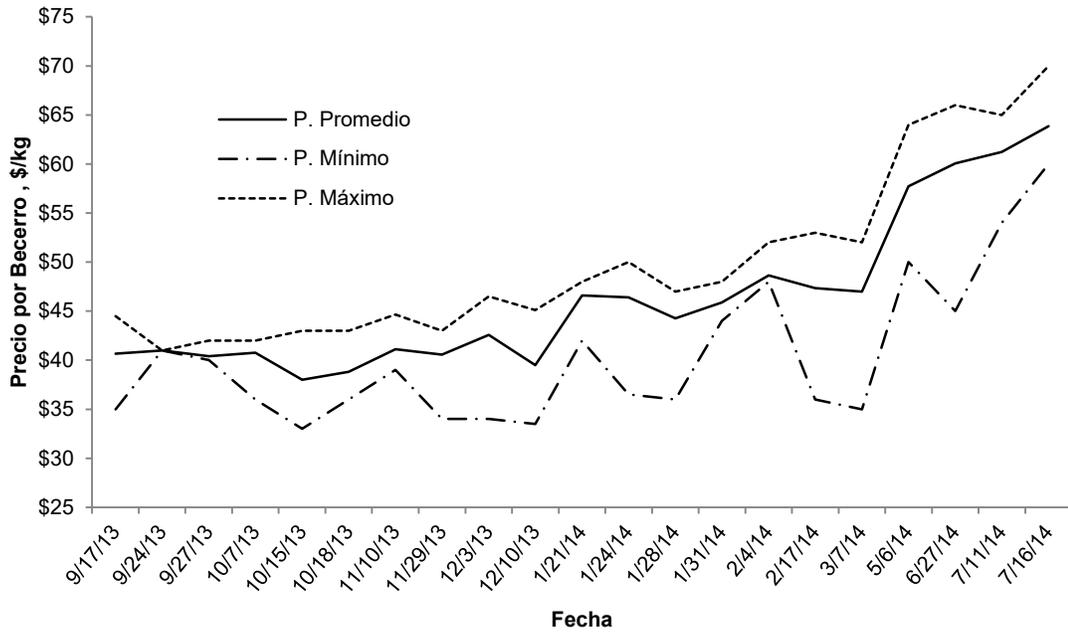
El siguiente paso fue obtener la información para desarrollar los escenarios económicos alternos, los cuales son la venta nacional y la exportación de los animales en pie.

Los costos del rastro y la empacadora fueron absorbidos por el intercambio de viseras y cuero de los animales. Considerando un precio de venta en canal para todos los lotes de \$72.5.

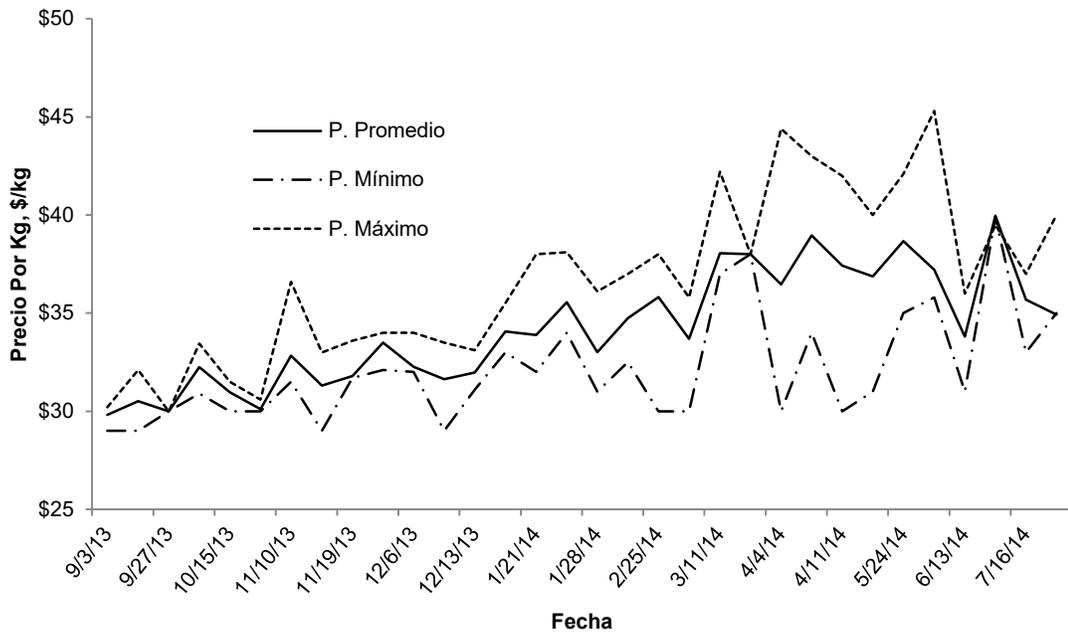
Para el primer escenario, la venta nacional en pie, se utilizaron los precios de venta, publicados por la subasta de la Unión Ganadera de Chihuahua. Obteniendo el precio máximo, mínimo y promedio de las subastas realizadas, en un periodo de 10 meses. Los tipos de animales analizados fueron, novillos, becerros para consumo nacional y becerros pesados exportables. Para cada una de estas categorías se agrupó el peso en los siguientes rangos, de 200 a 250 kg, de 251 a 350 kg y de 351 a 450 kg.

En la Gráfica 1 se muestra el comportamiento para animales exportables pesados, vendidos en subasta con un rango de peso de 200 a 250 kg. No se contempla la venta en animales exportables mayores de 250 kg. Esto debido a la baja frecuencia de venta en la subasta de la UGRCH.

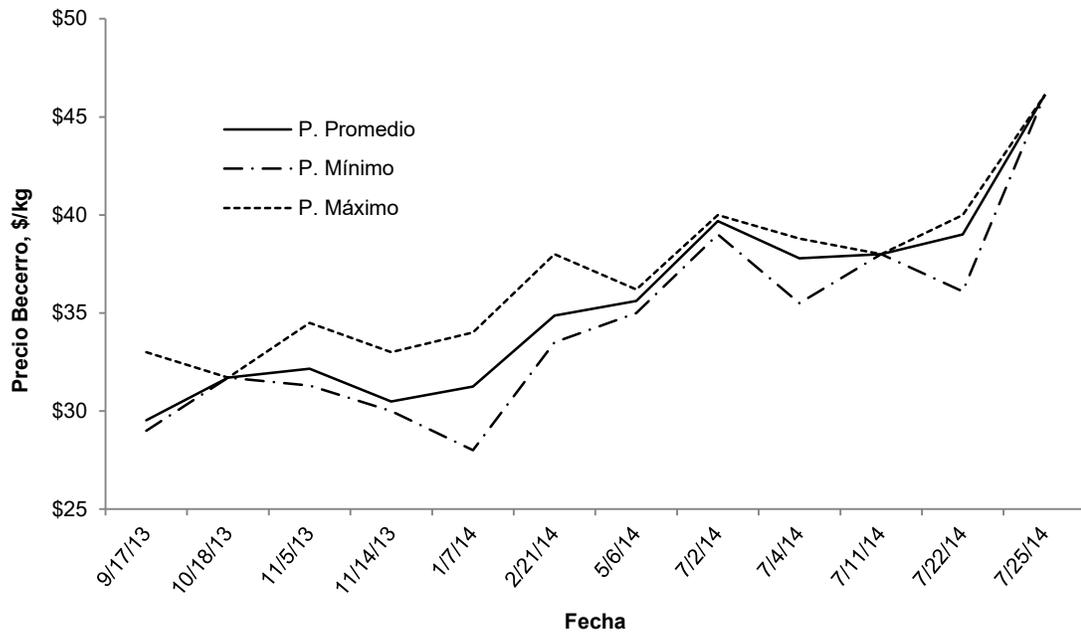
En la Gráfica 2 y Gráfica 3 se muestra el comportamiento de animales para consumo nacional, en los rangos de 200 a 250 kg y de 250 a 350 kg, respectivamente. De igual manera la venta de animales para consumo mayor a 350 kg no es frecuente en las subastas de la UGRCH.



Gráfica 1. Precio por kilogramo pagado en la subasta de la Unión Ganadera Regional de Chihuahua para becerros de exportación de 200 a 250 kg.



Gráfica 2. Precio por kilogramo pagado en la subasta de la Unión Ganadera Regional de Chihuahua para becerros de consumo nacional de 200 a 250 kg.



Gráfica 3. Precio por kilogramo pagado en la subasta de la Unión Ganadera Regional de Chihuahua para becerros de consumo nacional de 250 a 300 kg.

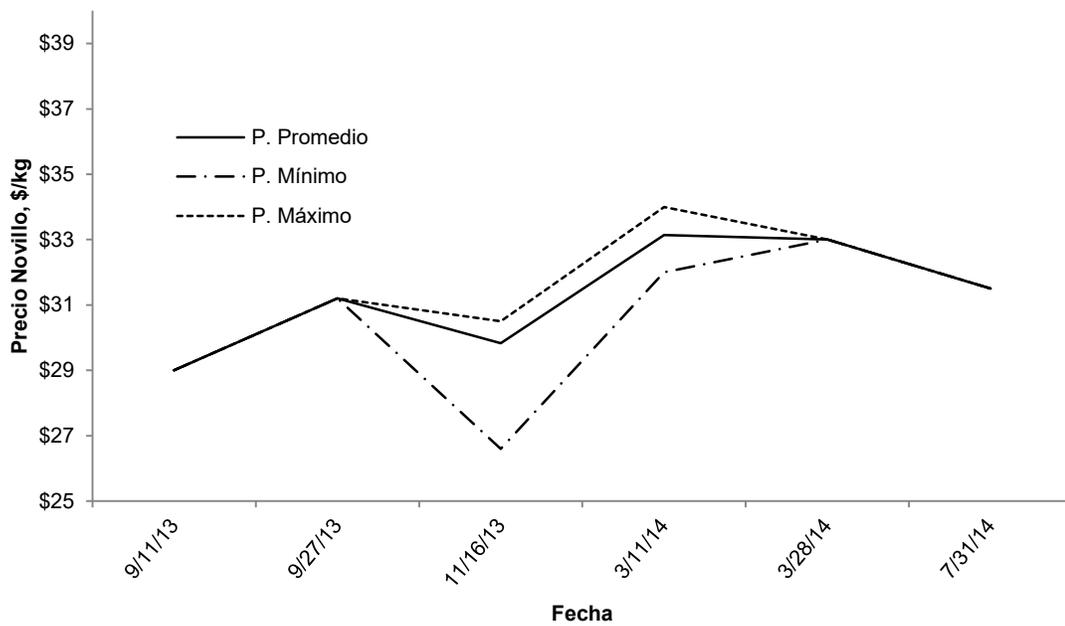
Las Gráficas 4, 5 y 6 muestran el comportamiento del precio de venta en la Unión Ganadera Regional de Chihuahua para Novillos, de 200 a 250 kg, de 250 a 350 kg y de 350 a 450 kg, respectivamente. La comisión por venta en la subasta es un 2 % del monto total.

Para el escenario de exportación se obtuvo la información del United States Department of Agriculture (USDA), para exportaciones, de México a Estados Unidos, en el puerto internacional de las Cruces Nuevo México, en un periodo de 1 año para cada una de las categorías de venta.

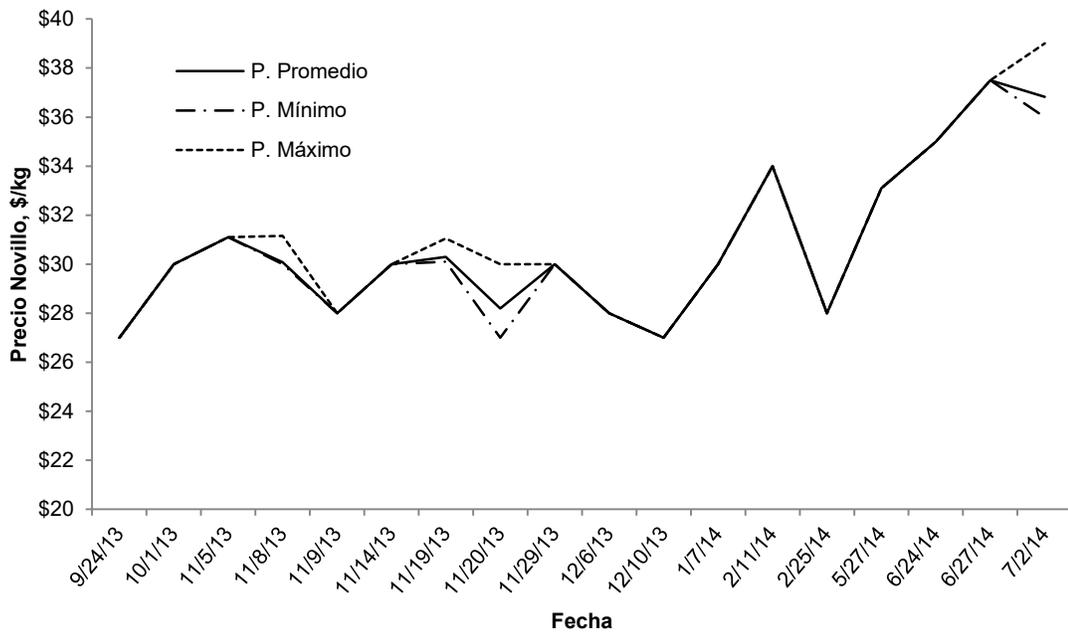
Se obtuvo el precio mínimo, el precio máximo y el promedio para cada una de las categorías. Los rangos de peso (kg) de venta son de 136 a 181, de 182 a 226, de 227 a 272, de 273 a 317. En las Gráficas 7, 8, 9 y 10 se muestran, respectivamente, el comportamiento del precio de venta para cada categoría.

El precio de venta mostrado, es el precio base. Para obtener el precio pagado real por kilogramo, se hace la conversión de dólares a pesos y de libras a kilogramo. A partir de 300 lb de peso vivo del animal, se resta al precio base un factor de 0.001 dólares por cada libra excedida a partir de 300 lb.

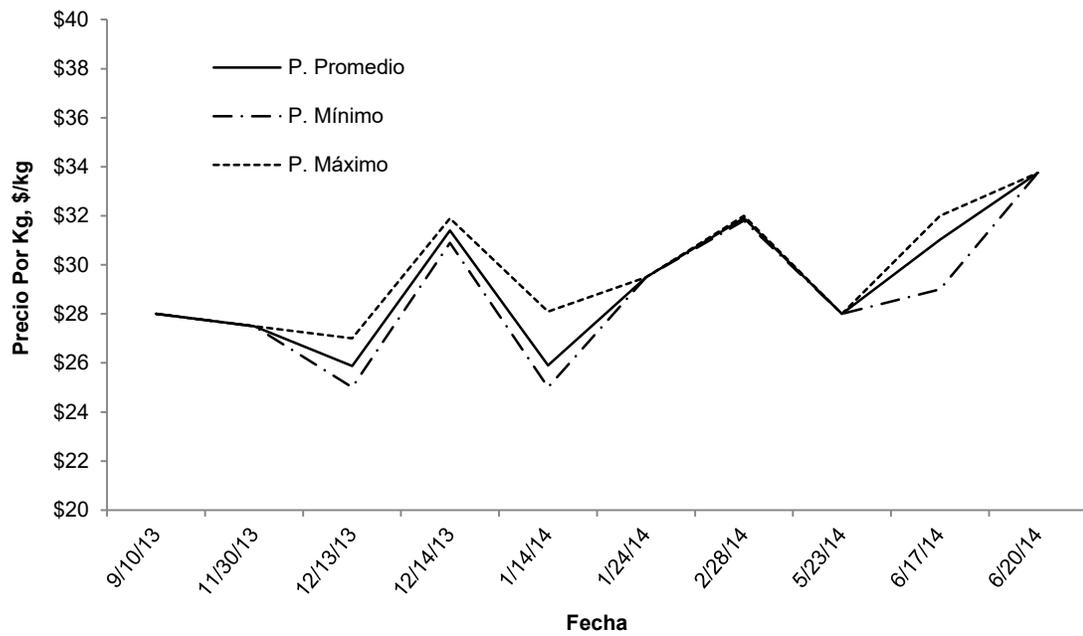
Para poder hacer la conversión de dólares a pesos, se obtuvo el tipo de cambio para el periodo de un año, el cual se muestra en la Gráfica 11.



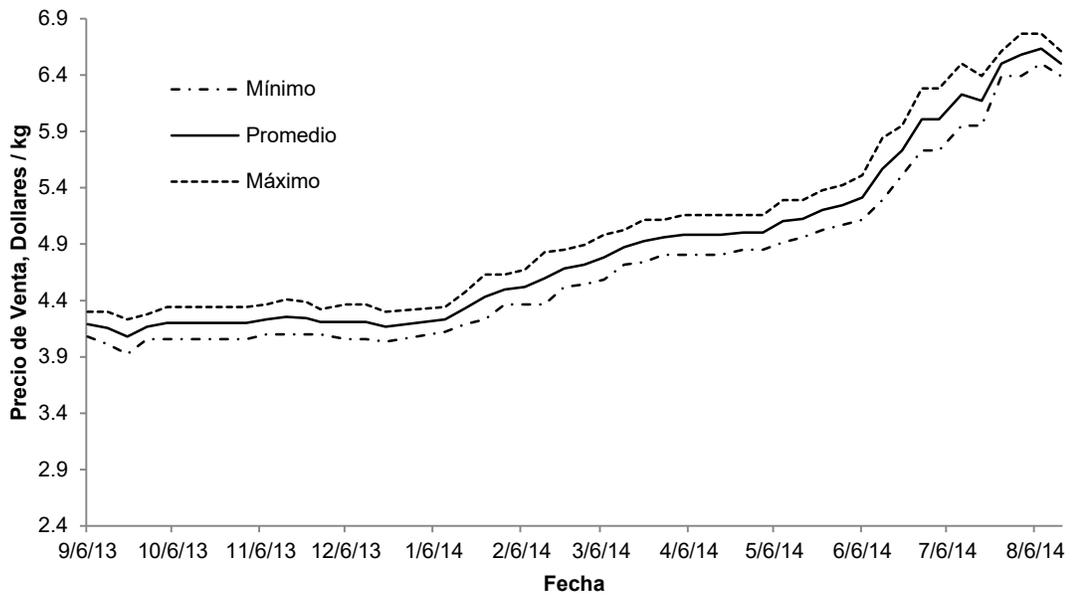
Gráfica 4. Precio por kilogramo pagado en la subasta de la Unión Ganadera Regional de Chihuahua para Novillos de 200a 250 kg.



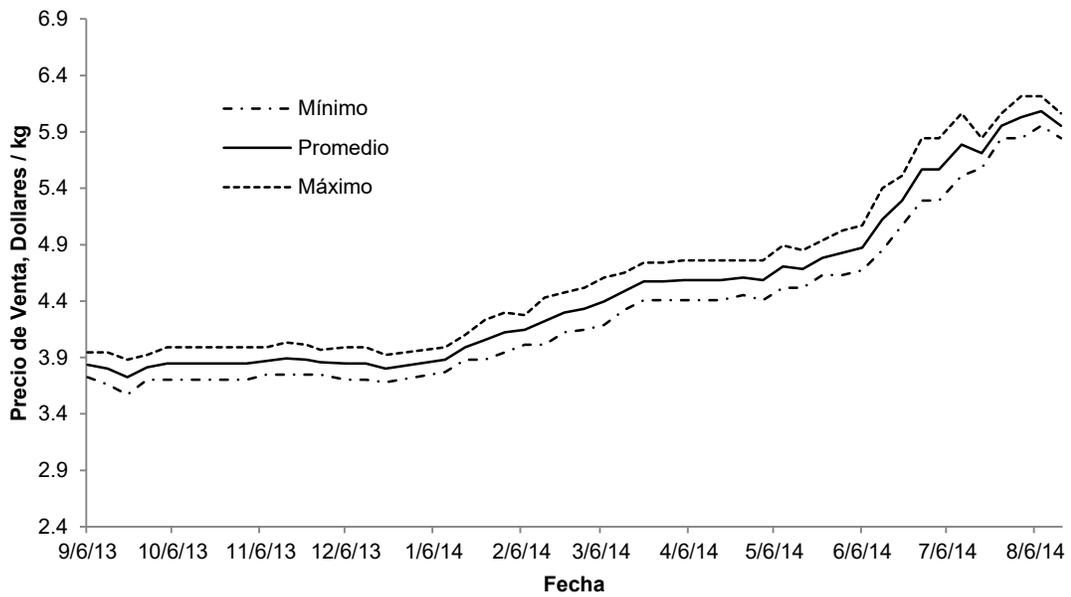
Gráfica 5. Precio por kilogramo pagado en la subasta de la Unión Ganadera Regional de Chihuahua para Novillos de 250 a 350 kg.



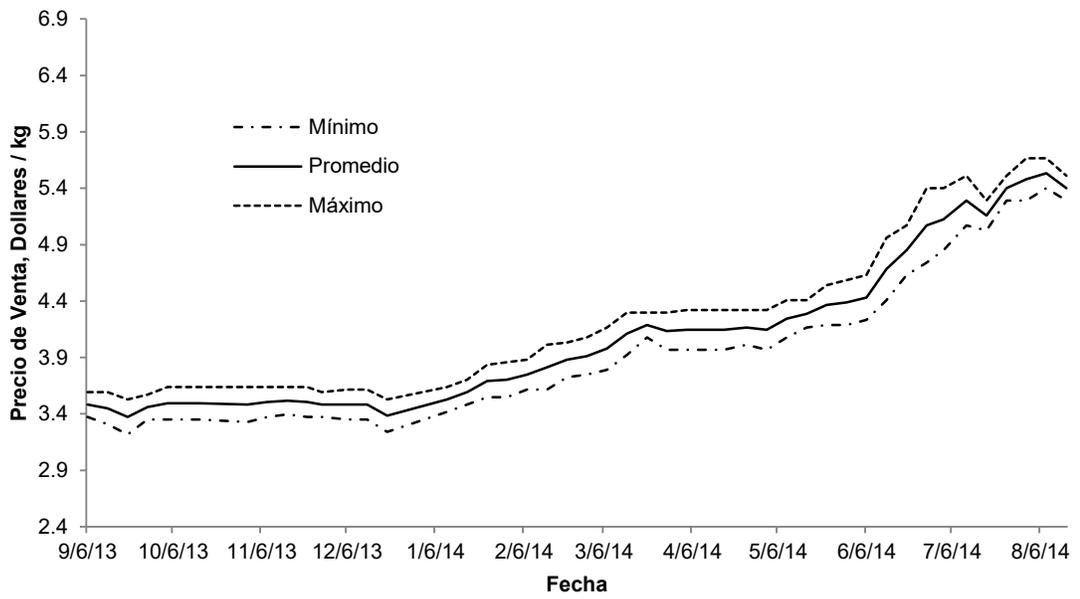
Gráfica 6. Precio por kilogramo pagado en la Subasta de la Unión Ganadera Regional de Chihuahua para Novillos de 350 a 450 kg.



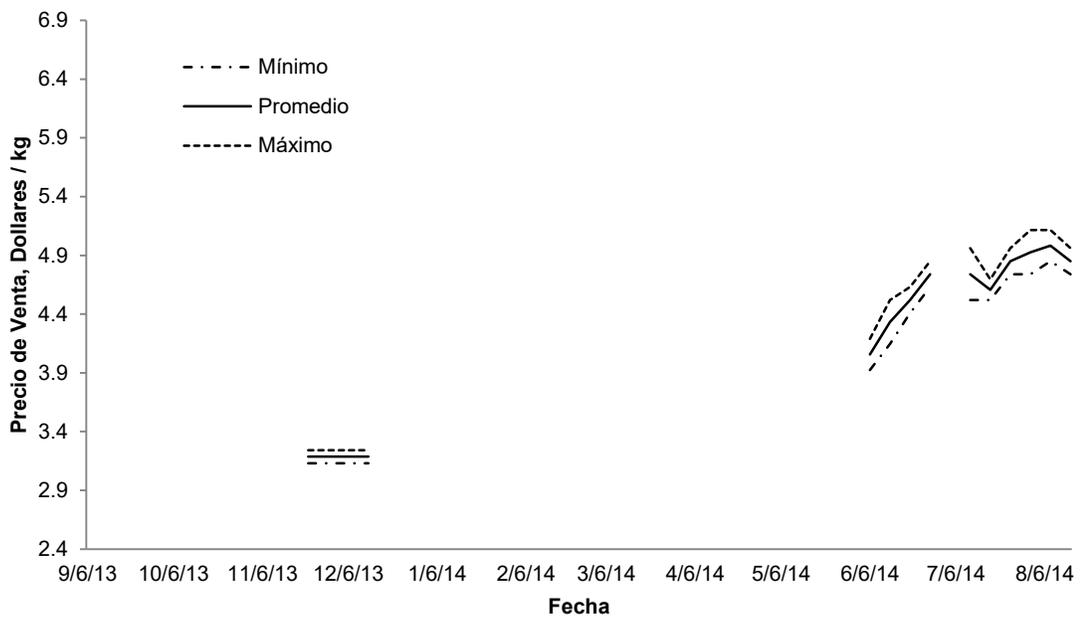
Gráfica 7. Dólares pagados por kilogramo en la frontera de Las Cruces, Nuevo México, para novillos de 136 a 181 kg.



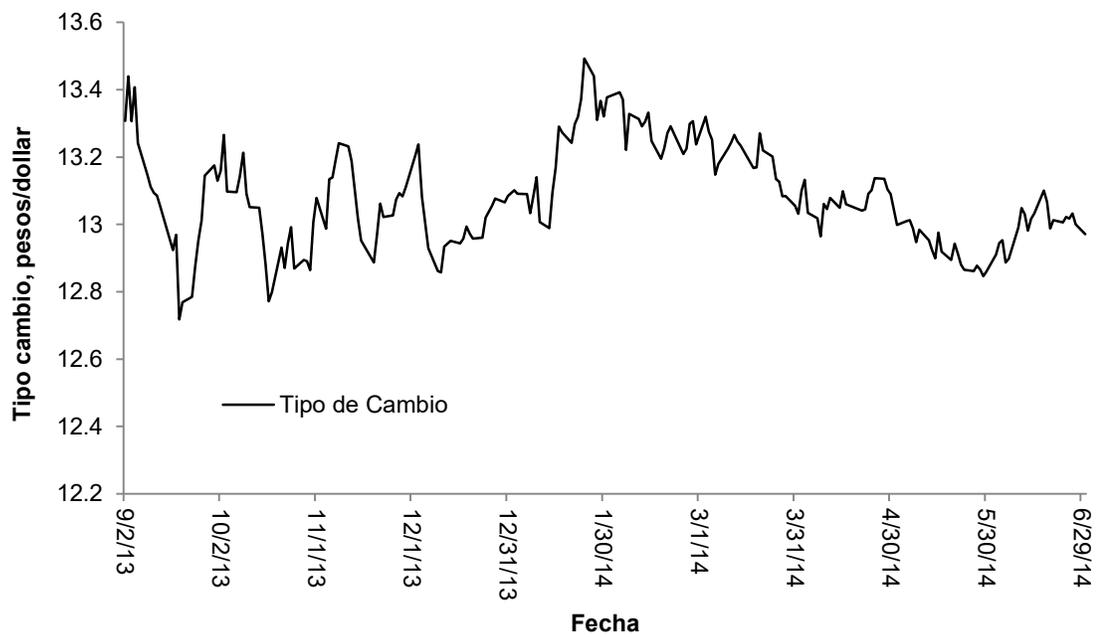
Gráfica 8. Dólares por kilogramo pagados en la frontera de Las Cruces, Nuevo México, para novillos de 182 a 226 kg.



Gráfica 9. Dólares por kilogramo pagados en la frontera de Las Cruces, Nuevo México, para novillos de 227 a 272 kg.



Gráfica 10. Dólares por kilogramo pagados en la frontera de Las Cruces, Nuevo México, para becerros de 273 a 317 kg.



Gráfica 11. Fluctuación del tipo de cambio económico (peso/dólar) durante el segundo semestre del 2013 y el primer semestre del 2014.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

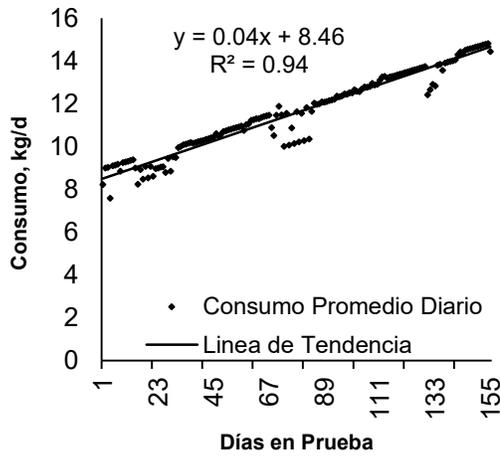
Los resultados obtenidos se dividen en dos partes. En la primera se presentan los resultados de producción y económicos del experimento en campo; en la segunda se presentan los resultados de la aplicación del sistema informático en el análisis de los escenarios generados en el sistema informático.

### Indicadores de Producción

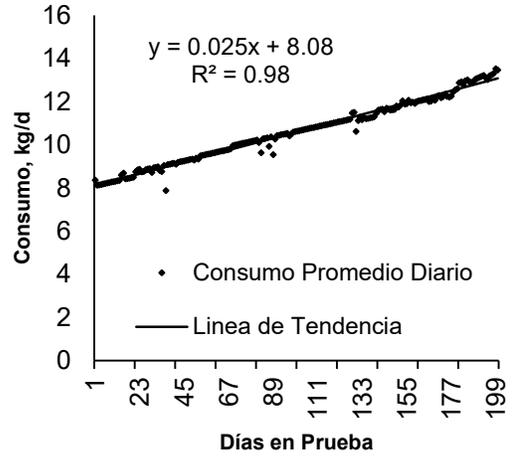
El resultado del experimento de campo arroja suficiente información para generar distintas funciones de los indicadores de producción. El primer indicador de producción que se puede observar es el consumo de alimento diario, el cual se muestra en la Gráfica 12, para las dos repeticiones de los animales de tipo europeo (A y B), con promedios y desviaciones estándar de  $11.71 \pm 1.92$  y  $11.07 \pm 1.82$  kg/d, para los animales de tipo americano (C y D) fue de  $10.6 \pm 1.46$  y  $10.3 \pm 0.87$  kg/d, respectivamente.

Uno de los principales indicadores de producción obtenidos, es el incremento diario, el cual se muestra en la Gráfica 13, para las dos repeticiones de los animales de tipo europeo (A y B), obteniendo un promedio y desviación estándar de  $1.13 \pm 0.47$  y  $1.45 \pm 0.82$  kg/d, para los animales de tipo americano (C y D) fue  $1.41 \pm 0.47$  y  $1.49 \pm 0.54$  kg/d, respectivamente.

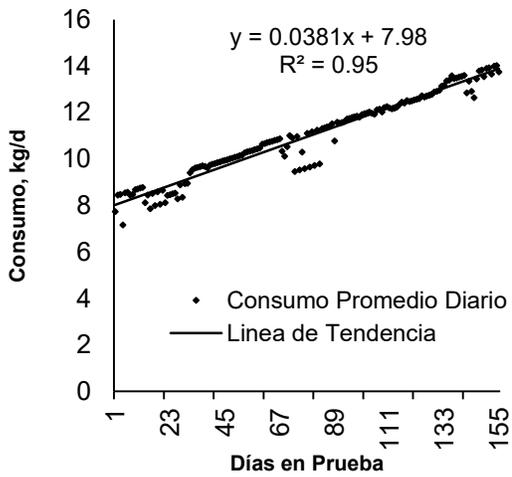
La función de producción de manera general tiene 3 etapas, en la primera los incrementos son crecientes, en la segunda decrecientes y en la tercera negativos (Doll y Orazem, 1978), lo cual nos indica que estos animales al tener el mayor peso inicial (401 kg), estuvieron la mayor parte del ciclo en la etapa número dos.



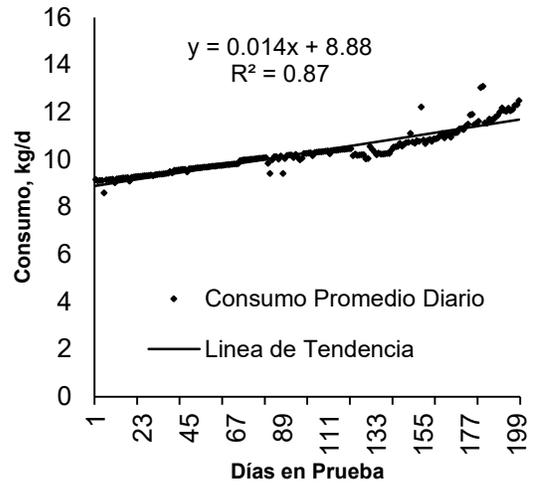
A) Lote Europeo (1)



C) Lote Americano (1)

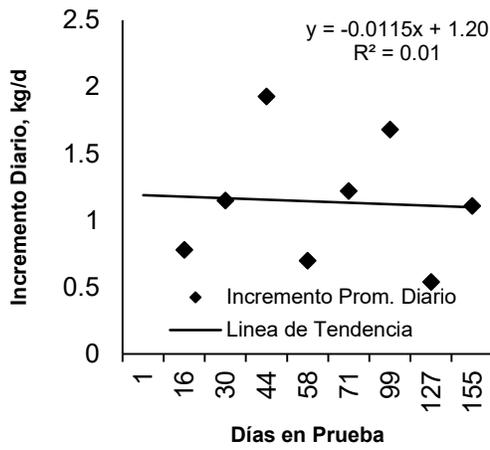


B) Lote Europeo (2)

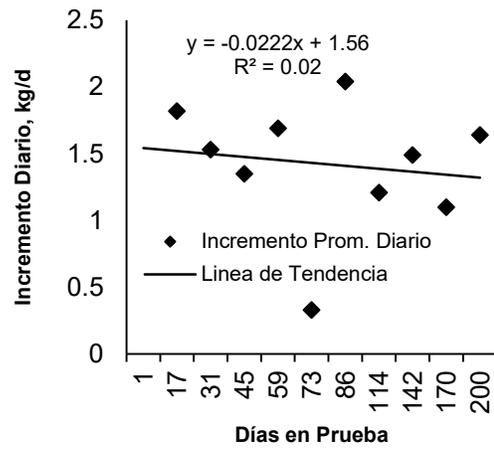


D) Lote Americano (2)

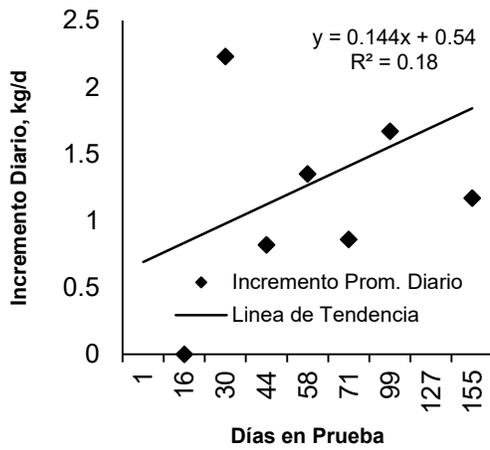
Gráfica 12. Consumo diario de alimento (tal como ofrecido) para novillos:  
A) Lote Europeo (1); B) Lote Europeo (2); C) Lote Americano (1);  
D) Lote Americano (2).



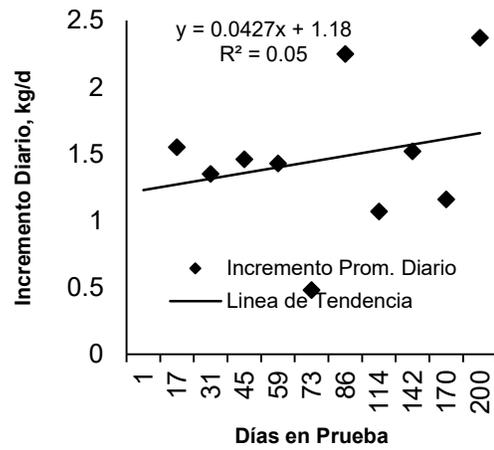
A) Lote Europeo (1)



C) Lote Americano (1)



B) Lote Europeo (2)



D) Lote Americano (2)

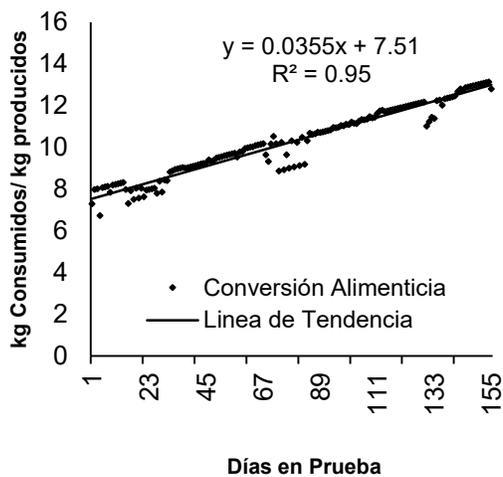
Gráfica 13. Incremento diario de peso promedio obtenido para los novillos:  
A) Lote Europeo (1); B) Lote Europeo (2); C) Lote Americano (1);  
D) Lote Americano (2).

Una vez que se contó con el consumo y el incremento, se obtuvo la función de la conversión alimenticia, la cual se muestra en la Gráfica 14, para las dos repeticiones de los animales europeos (A y B), con promedios y desviaciones estándar de  $10.38 \pm 1.7$  y  $7.63 \pm 1.18$  para los animales del tipo americano (C y D) fueron  $7.51 \pm 1.04$  y  $6.91 \pm 0.59$ , respectivamente. La principal diferencia de la conversión alimenticia de los lotes europeos, se debe a que el lote número 1 tuvo menor incremento diario, ya que el consumo fue similar para ambos lotes. De igual forma en los lotes americanos el lote número 2 tuvo un mayor incremento.

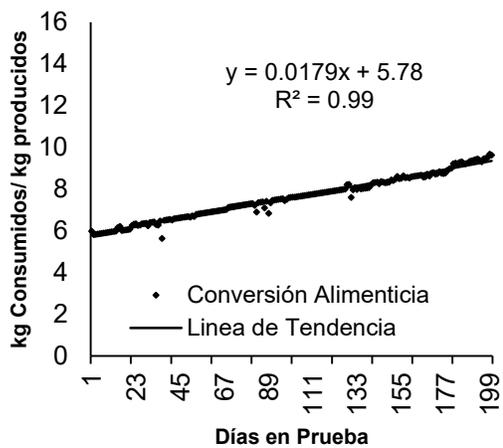
El comportamiento del peso se muestra en la Gráfica 15. Para las dos repeticiones de los animales de tipo europeo (A y B) se tuvieron promedios y desviaciones estándar de  $477.22 \pm 60.78$  y  $449.77 \pm 80.59$  kg, mientras que para los animales del tipo americano (C y D) fueron  $339.45 \pm 87.74$  y  $384.45 \pm 90.90$  kg, respectivamente.

Es importante mencionar que los animales del experimento se vendieron en canal. En el Cuadro 8 se muestran los rendimientos promedios en canal y la desviación estándar, para cada uno de los lotes. Los lotes americanos tuvieron un mayor rendimiento en canal. Esto se debe a que estuvieron más días en engorda, lo que genera un mayor peso en canal (Maxwell *et al.*, 2014).

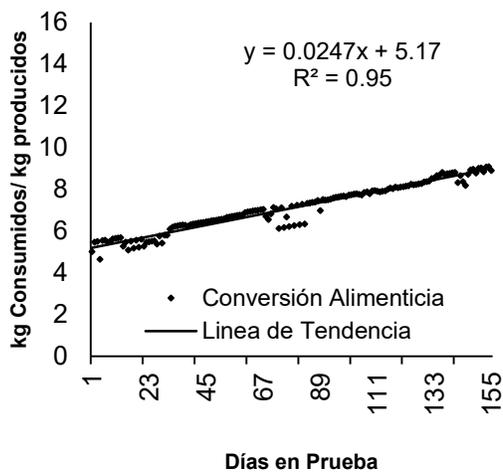
Existen indicadores productivos y económicos que están estrechamente ligados, tales como el costo de incremento y costo diario, los cuales se verán en la sección de resultados económicos. En las Gráficas de consumo, los animales del tipo biológico europeo tuvieron un incremento mayor en el consumo de alimento a través del tiempo.



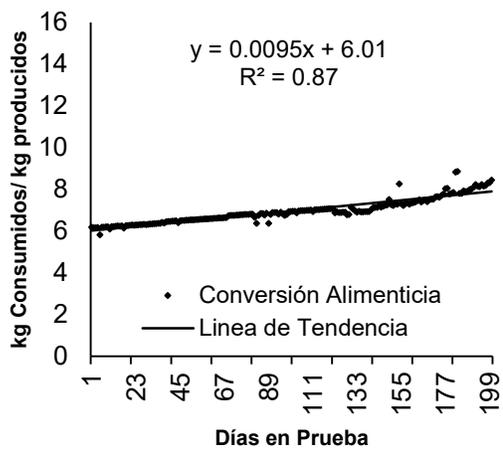
A) Lote Europeo (1)



C) Lote Americano (1)

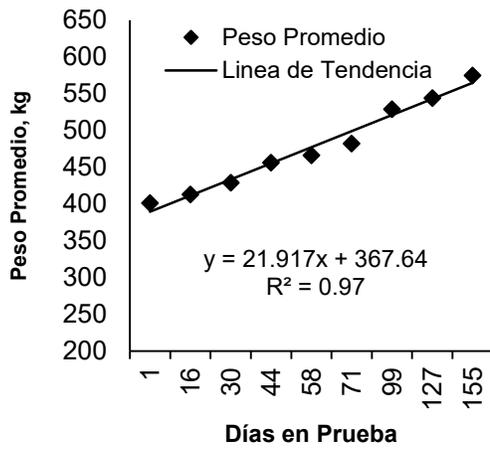


B) Lote Europeo (2)

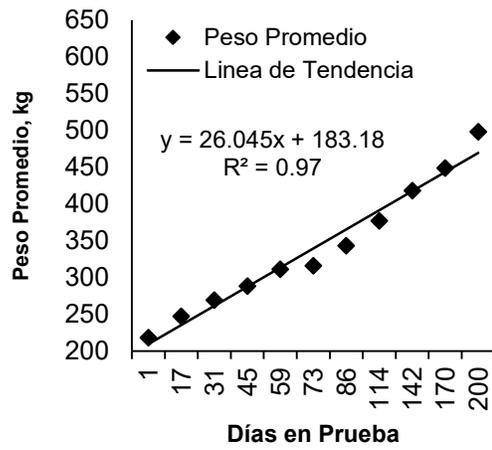


D) Lote Americano (2)

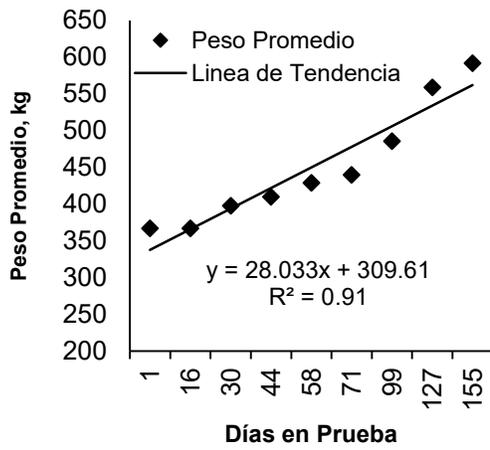
Gráfica 14. Conversión alimenticia obtenida con los Novillos: A) Lote Europeo (1); B) Lote Europeo (2); C) Lote Americano (1); D) Lote Americano (2).



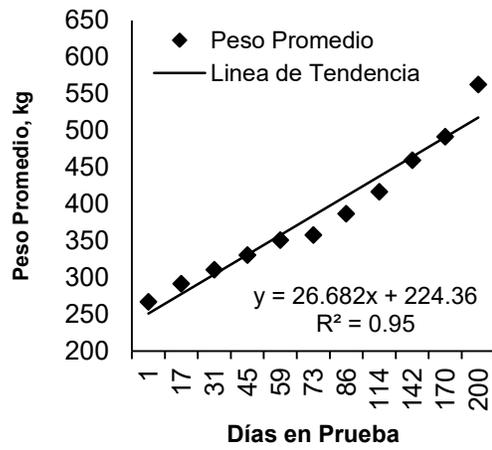
A) Lote Europeo (1)



C) Lote Americano (1)



B) Lote Europeo (2)



D) Lote Americano (2)

Gráfica 15. Comportamiento del peso promedio para los Novillos: A) Lote Europeo (1); B) Lote Europeo (2); C) Lote Americano (1); D) Lote Americano (2).

Cuadro 8. Porcentaje de rendimientos en canal para cada uno de los lotes de los diferentes tipos biológicos

Concepto	Europeos		Americanos	
	1E (n = 19)	2E (n = 19)	1A (n = 19)	2A (n = 20)
Rendimiento en Canal (%)	56.38	56.30	57.99	58.44
Desviación Estándar (%)	3.41	2.27	4.57	1.36

En las Gráficas de incremento promedio diario, se observa como los animales de los lotes 1A y 1E fueron decreciendo a través del tiempo, mientras que los lotes 2A y 2E fueron incrementando.

El indicador de conversión alimenticia arroja valores menores para los animales Americanos que para los animales Europeos. Lo cual indica que los animales Americanos fueron más eficientes para convertir el alimento en peso vivo.

Esto no es una aseveración generalizada para el comportamiento entre los dos tipos biológicos, ya que las variables iniciales para cada uno de los lotes, si bien fueron similares, no fueron exactamente iguales. Por lo que no se puede definir que el tipo americano tenga mejor comportamiento productivo que el tipo europeo, ya que este no era el objetivo del experimento.

### **Indicadores Económicos**

Otro objetivo del presente proyecto de tesis es obtener los resultados económicos del experimento y determinar cuál de los dos tipos biológicos tuvo mejor comportamiento económico. Para ello es necesario hacer una evaluación financiera, de los costos contra las utilidades para cada uno de los lotes.

Dentro de los costos fijos se encuentra únicamente la renta de los corrales. Los costos variables fueron consumo de alimento, medicamento y rastro.

Se pueden hacer dos tipos de análisis económicos, como si se estuviera únicamente prestando el servicio de corral, es decir, medir la utilidad con base en los kilogramos incrementados. O bien hacer un análisis de compraventa y

producción, en donde se considere el precio de compra y los kilogramos incrementados. Así como el precio de venta, en pie o canal.

La idea que se tiene es que, entre mayor incremento diario por animal, será mayor la utilidad obtenida. Pero la utilidad no solo está en base al incremento, sino al esquema de ventas, a los costos, y las condiciones del mercado (Hogan *et al.*, 2003).

Es por ello que los indicadores económicos obtenidos fueron el costo de incremento, precio de venta, utilidad anualizada, utilidad por ciclo y la relación beneficio costo. Con estos indicadores, se puede definir cuál de los dos ciclos fue más rentable en cada uno de los segmentos analizados, incremento de peso diario (producción de kilogramos) o compra venta. Para esto se muestran los costos para cada uno de ellos en el Cuadro 9.

Con esta información se obtiene la evaluación financiera marginal, y por lote, las cuales arrojaran el costo total por ciclo y el costo de incremento por cada tipo biológico. De esta manera se puede determinar cuál de los dos tipos, fue en esta operación, el más eficiente económicamente.

Una vez obtenida la utilidad total por ciclo, obtuvieron las utilidades secundarias. La utilidad por producción se muestra en el Cuadro 10 y la utilidad por compraventa en el Cuadro 11. La utilidad compuesta entre estos dos sectores que se muestra en el Cuadro 12. Teniendo un resumen general del análisis económico en el Cuadro 13.

Cuadro 9. Costos totales por ciclo del comportamiento en engorda de alimento, medicamento, piso y transporte para el lote de los novillos Europeos y Americanos

Concepto	Tipo Europeo (n = 38)	Tipo Americano (n = 39)	Total
Costo Alimento (\$)	236,751	297,879	534,631
Medicamento (\$)	5,472	5,616	11,088
Piso (\$)	5,890	7,800	13,690
Trasporte (\$)	7,600	7,800	15,400
Total (\$)	255,713	319,095	574,809

Cuadro 10. Análisis económico 1: Producción para cada tipo biológico analizado

Concepto	Por Lote		Por Cabeza	
	E <sup>1</sup> (n = 38)	A <sup>2</sup> (n = 39)	E <sup>1</sup>	A <sup>2</sup>
Días de Ciclo	155	200	155	200
No animales	38	39	1	1
<b>Indicadores Económicos (\$)</b>				
Costo de alimento	236,752	297,879	6,230	7,638
Costo de Medicinas	5,472	5,616	144	144
Costo de Piso	5,890	7,800	155	200
Costo de Alimento/kg	3.57	3.66	3.57	3.66
Costo de Incremento	32.89	27.73	32.89	27.73
Ingreso (kg Producidos)	248,919	370,491	6,551	9,500
Utilidad por Producción	805	59,196	21	1,518
<b>Indicadores de Producción</b>				
Peso Vivo de Entrada (kg)	14,611	9,482	385	243
Peso de Salida(kg)	22,154	20,709	583	531
Alimento Consumido (kg)	66,348	81,471	1,746	2,089
Peso Vivo Incrementado (kg)	7,543	11,227	198.50	287.87
Incremento de peso vivo (kg/día)	48.66	56.14	1.28	1.44
Alimento Consumido (kg/día)	428.1	407.4	11.26	10.45
Conversión Alimenticia	8.80	7.26	8.80	7.26

<sup>1</sup> E = Europeos

<sup>2</sup> A = Americanos

Cuadro 11. Análisis económico 2: Compra venta para cada tipo biólogo analizado

Concepto	Por Lote		Por Cabeza	
	Europeos (n = 38)	Americanos (n = 39)	Europeos	Americanos
Costo compra animales (\$)	482,163	312,906	12,689	8,023
Rendimiento en canal (%)	56.34	58.14	56.34	58.14
Precio Venta Canal (\$/kg)	72.5	72.5	72.5	72.5
Importe venta en canal (\$)	596,808	399,681	15,303	10,248
Costo de Transporte (\$)	7,600	7,800	200	200
Utilidad (\$)	107,045	78,975	2,817	2,025

Cuadro 12. Análisis económico 3: Utilidad compuesta (compra, venta y producción) para cada tipo biológico analizado

Concepto	Por Lote		Por Cabeza	
	Europeos (n = 38)	Americanos (n = 39)	Europeos	Americanos
Incremento (kg)	7,543	11,227	198.50	287.87
Precio de venta (\$)	72.5	72.5	72.5	72.5
Utilidad (\$)	59,186	102,744	1,558	2,634

Cuadro 13. Resumen de análisis económicos para cada tipo biólogo analizado

Concepto	Por Lote		Por Cabeza	
	Europeos (n = 38)	Americanos (n = 39)	Europeos	Americanos
Utilidad Producción (\$)	805	59,196	21	1,518
Utilidad Compra venta (\$)	107,045	78,975	2,817	2,025
Utilidad Compuesta (\$)	59,186	102,744	1,558	2,634
Utilidad total por ciclo (\$)	167,037	240,914	4,396	6,177
Utilidad anualizada (%)	53.31	69.57	53.31	69.57
Beneficio / Costo	0.23	0.38	0.23	0.38
Ciclos al año	2.35	1.83	2.35	1.83

## **Aplicación del Sistema Informático Desarrollado para Modelación de Escenarios**

Con base en la información presentada anteriormente se crearon los escenarios productivos y económicos. En el desarrollo del sistema informático se identificaron como variables de entrada los ingredientes, sus precios y sus aportes nutricionales, el tipo de animal sus requerimientos, y un esquema de dietas para cada requerimiento, siendo los principales elementos de un sistema de simulación nutricional (Johnson *et al.*, 2007). De igual forma contiene una estructura de venta, con categorías y precios para cada una de ellas, especificando si es venta nacional o venta para exportación. Modificando las unidades de peso (kilogramos o libras) y solicitando el tipo de cambio.

En el apartado de escenario, las variables a modificar son el precio y peso de compra, porcentaje de mortandad, días y costos fijos. Así como las dietas para cada una de las etapas, las cuales se formulan previas a la modelación del escenario.

En los Cuadros 14 y 15 se muestra la información generada desde el sistema informático para los escenarios alternos de los animales del tipo americano. En los Cuadros 16 y 17 se presenta la información para los animales del tipo europeo.

Debido a que los animales europeos entraron con un peso de 385 kg, el único escenario alterno modelado fue la venta como novillos en subasta de la UGRCH. Haciendo una simulación para 50 d y una para 25 d.

Cuadro 14. Indicadores de producción para escenarios alternos de animales tipo americano (n = 39)

Escenario	Peso Inicial (kg)	Días	Consumo Total (kg)	Incremento Total (kg)	Conversión Alimenticia	Peso Final (kg)
Subasta Novillos	243	75	950.73	93.46	10.17	336.46
Subasta Novillos	243	150	1921.59	181.96	10.56	424.96
Subasta CN <sup>1</sup>	243	35	441.71	44.1	10.01	287.1
Subasta CN <sup>1</sup>	243	75	950.73	96.46	10.17	336.46
Subasta Export <sup>2</sup>	243	35	441.71	44.1	10.01	287.1
Subasta Export <sup>2</sup>	243	75	950.73	93.46	10.17	336.46
Exportación	243	35	441.71	44.1	10.01	287.1
Exportación	243	75	950.73	93.46	10.17	336.46

<sup>1</sup> CN = Consumo Nacional

<sup>2</sup> Export = Exportación

Cuadro 15. Indicadores económicos para escenarios alternos de animales tipo americano ( n = 39)

Escenario	Costo Pastura (\$)	Otros Costos (\$)	Costo de Incremento Pastura (\$)	Costo Incremento Total (\$)	Precio Venta (\$/kg)	Importe de Venta (\$)	Utilidad por Ciclo (\$)	Utilidad Anualizada (%)	B/C <sup>3</sup> (%)
Subasta Novillos	2,995	200	32.04	34.18	30.78	10,356	-858	-37.22	-7.65
Subasta Novillos	6,053	200	33.27	34.36	29.41	12,498	-1,774	-30.24	-12.43
Subasta CN <sup>1</sup>	1,391	200	31.55	36.09	35.51	10,195	585	63.43	6.08
Subasta CN <sup>1</sup>	2,995	200	32.04	34.18	35.51	11,948	734	31.85	6.54
Subasta Export <sup>2</sup>	1,391	200	31.55	36.09	46.30	13,293	3,682	399.59	38.32
Subasta Export <sup>2</sup>	2,995	200	32.04	34.18	46.30	15,578	4,364	189.41	38.92
Exportación	1,391	400	31.55	40.62	42.88	12,311	2,501	265.84	25.49
Exportación	2,995	400	32.04	36.32	39.74	13,372	1,958	83.49	17.16

<sup>1</sup> CN = Consumo Nacional

<sup>2</sup> Export = Exportación

<sup>3</sup> B/C = Factor económico beneficio costo

Cuadro 16. Indicadores de producción para escenarios alternos de animales tipo europeo (n = 38)

Escenario	Peso Inicial (kg)	Días	Consumo Total (kg)	Incremento Total (kg)	Conversión Alimenticia	Peso Final (kg)
Subasta Novillos	385	25	312.4	26	12.01	411
Subasta Novillos	385	50	624.79	52	12.01	437

Cuadro 17. Indicadores económicos para escenarios alternos de animales tipo europeo (n = 38)

Escenario	Costo Pastura (\$)	Otros Costos (\$)	Costo de Incremento Pastura (\$)	Costo Incremento Total (\$)	Precio Venta (\$/kg)	Importe de Venta (\$)	Utilidad por Ciclo (\$)	Utilidad Anualizada (%)	B/C <sup>1</sup> (%)
Subasta Novillos	1,187	200	45.66	53.35	29.41	12,088	-2,005	-207.68	-14.22
Subasta Novillos	2,374	200	45.66	49.50	29.41	12,852	-2,427	-115.96	-15.88

<sup>1</sup> B/C = Factor económico beneficio costo

A continuación, se mencionan las utilidades por ciclo más altas para cada tipo de animal. Para los animales americanos la utilidad por ciclo más alta de los escenarios modelados corresponde a la venta en subasta como animales exportables, con una duración de 75 d, siendo de \$4,364. La segunda utilidad más alta fue la de venta en subasta como animales exportables, con una duración de ciclo de 35 d, siendo de \$3,682. Por último, la tercera utilidad por ciclo más alta fue la de venta en exportación en Las Cruces, Nuevo México, con una duración de preacondicionamiento de 35 d, siendo de \$2,500.79. La utilidad por ciclo de engorda de los animales americanos en la UGRCH, sacrificados y vendidos en canal, fue de \$6,177.

Para los animales Americanos se puede observar en los escenarios alternos que el incremento de peso contra los costos de producción genera utilidad.

Para los animales europeos las utilidades por ciclo para los dos escenarios alternos fueron de \$-2,427 y \$-2,004 para venta de novillos en subasta con una duración de ciclo de 50 y 25 d respectivamente. La utilidad por ciclo para el ejercicio de los animales europeos en la UGRCH, sacrificados y vendidos en canal, fue de \$4,396.

En los escenarios de los animales Europeos el caso es contrario al de los animales Americanos, el costo de incremento es mayor al valor del mercado de venta en Subasta, por lo que estos escenarios generan pérdida.

Cuando el valor de venta del mercado supere el costo de producción será conveniente alargar el periodo de engorda o preacondicionamiento, para alcanzar mayor utilidad por ciclo.

A continuación, se mencionan las tres utilidades anuales más altas para cada tipo de animal. En el resumen de los escenarios de Angus tipo americano, se puede observar que la utilidad máxima por ciclo es de 399 %, correspondiente al escenario de venta en subasta como becerros exportables a los 35 d. El segundo escenario con la utilidad más alta de 265 %, correspondió al escenario de venta de exportación en Las Cruces, Nuevo México, con un preacondicionamiento de 35 d. La utilidad del tercer escenario más alto para animales americanos fue de 189 %, correspondiente al escenario venta en subasta como becerros exportables a los 75 d de preacondicionamiento. La utilidad anualizada para el ciclo de engorda de los animales americanos en la UGRCH sacrificados y vendidos en canal, fue 69 %.

Cuando la utilidad por ciclo sea anualizada, el siguiente paso es buscar reducir el tiempo de ciclo sin afectar la utilidad anualizada. De esta manera se podrán realizar mayores repeticiones en un año, generando mayor utilidad neta al final de este.

En el resumen de los dos escenarios alternativos para los animales europeos, fue venta como novillos en subasta, para lo cual las utilidades anualizadas fueron de -115 y -207 % para ciclos de 50 y 25 d, respectivamente. La utilidad anualizada para el ejercicio de los animales europeos en la UGRCH, sacrificados y vendidos en canal fue 53 %.

Cuando la actividad principal se acopiar periódicamente, se deberá de buscar maximizar la utilidad por anualizada, cuando la actividad principal sea la producción de ganado se deberá de maximizar la utilidad por ciclo.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para obtener mayores rendimientos económicos (relación beneficio/costo, utilidad anual y utilidad por ciclo), el indicador de productividad decisivo fue el incremento de peso diario, por lo que se recomienda incorporar animales jóvenes y con buen potencial para obtener buenos incrementos de peso.

En situaciones en las que por falta de oferta de ganado o falta de capital sea difícil conseguir animales durante cierto periodo del año, se recomienda extender los tiempos de ciclo para maximizar la utilidad por ciclo. Si la oferta de animales es grande, se pueden realizar ciclos más cortos, para maximizar la utilidad anualizada y poder repetir la mayor cantidad de ciclos durante el año.

Es una buena práctica analizar periódicamente los escenarios alternos que se pueden tomar, para obtener mayor utilidad o disminuir el riesgo en la operación.

El sistema informático desarrollado permitió modelar escenarios para medir y evaluar la productividad de sistemas de producción de carne de bovino de sistemas de producción de carne, con la finalidad de buscar óptimos económicos y óptimos de producción. Trabajar con animales de menor peso inicial permite la selección de la mejor alternativa mediante el análisis de un mayor número de posibles escenarios de venta. Para afrontar los cambios dinámicos y los retos constantes del mercado así como cambios de la producción agropecuaria se recomienda el uso de herramientas tecnológicas que faciliten y esclarezcan la toma de decisiones.

Así mismo se plantea como trabajo futuro validar el sistema informático con datos primarios de otro tipo de sistemas de producción como cerdos, pollos y ovinos.

## LITERATURA CITADA

- Dhuyvetter, K.C., T.Schroeder y W. Prevatt. 2001. The Impact of Corn and Fed Cattle Prices on Feeder Cattle Prices Slides. Kansas State University. Kansas, E.U.A.
- Doll, J.P., Orazem, F. 1978. Production economics theory with applications. Grid Inc. Columbus, E.U.A.
- Fox, D. G., T. P. Tylutki, L. O. Tedeschi, M. E. Van amburgh, L. E. Chase, A. N. Pell, T. R. Overton y J. B. Rusell. 2003. The net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. The cornell University Nutrient Management Planning System. New York, E.U.A.
- Gill, M., D. E. Beever y J. France. 1989. Biochemical bases needed for the mathematical representation of whole animal metabolism. Nutr. Res. Rev. 2:181-200.
- Hogan, R. J., E. Ward Clemet, N. Trapp James, S. Peel Derrell y R. Koontz Stephen. 2003. Economic Components of the Fed Cattle Market Simulator. Oklahoma State University. Oklahoma, E.U.A.
- Instituto Nacional de estadística y Geografía y Universidad de Guadalajara. 2007. La Ganadería Bovina en los Estados Unidos Mexicanos – Censo agropecuario 2007.Mexico.
- Johnson, H. A., J. A. Maas, C. C. Calvert y R. L. Baldwin. 2007. Use of computer simulation to teach a systems approach to metabolism. J. Anim. Sci. 86:483-499
- Maxwell, C. L., C. R. Krehibel, B. K. Wilson, B. T. Johnson, B. C. Bernhard, D. L. VanOverbeke, G. G. Mafi, D. L. Step y C. J. Richards. 2014. Effects of beef production system on animal performance and carcass characteristics. J. Anim. Sic. 92:5727-5738
- McLemore, D. L. y J. M. Gross. 1986. Econometric and Futures Market Models For Forecasting Tennessee Feeder Cattle Prices. University of Tennessee. Tennessee, E.U.A.
- Nesterilova, H. 2005. Multiphasic growth models for cattle. Czech. J. Anim. Sci. 8:347–354
- Peel, D. y S. Meyer. 2002. Cattle Price Seasonality. Oklahoma State University. Oklahoma, E.U.A.

- Peel, D. 2008. Comparative Advantage and Labor Issues in the Livestock and Meat Industry in Mexico and the U.S. Oklahoma State University. Oklahoma, E.U.A.
- Rotz, C. A., D. R Bluckmaster y J. W. Comerford. 2005. A Beef herd mode I for simulating feed intake, animal performance, and manure excretion in farm systems. *J. Anim. Sci.* 83:231-242
- Schroeder, T., J. Mintert, F. Brazle y O. Grunewald. 1988. Factors Affecting Feeder Cattle Price Differentials. *Western J. Agr. Econ.*13:71–81.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. 2006. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de bovino en México 2006.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación y El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 2009. Manual de administración de ranchos pecuarios con base a uso de registros técnicos y económicos.
- United States General Accounting Office. 2002. Economic Models of Cattle Prices. E.U.A.
- Ward, C. E., S. Peel Derrell y C. Raper Kellie. 2008. Upgraded Packer-Feeder Market Simulator. Oklahoma State University. Oklahoma, E.U.A.
- Wayne, R. 2005. Kentucky Feeder Cattle Price Analysis: Models for price predictions and grazing management. University of Kentucky. Kentucky, E.U.A.
- Zhang, F., J.E. Epperson y J.E. Huston. 2006. Modeling live cattle supply with different price expectations. Southern Agricultural Economics Association. Orlando, E.U.A.