



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRICOLAS

CAMPUS MONTECILLO
POSTGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ECONOMIA

DETERMINACIÓN DE LA RENTABILIDAD Y COMPETITIVIDAD DE LA GANADERIA BOVINOS PARA CARNE EN EL MUNICIPIO DE TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO.

PRESENTA:

SERGIO IVAN OCAMPO CABRERA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

2016



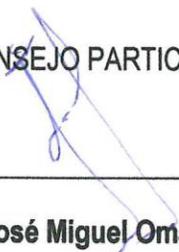
La presente tesis titulada: **Determinación de la Rentabilidad y Competitividad de la Ganadería Bovinos para Carne en el Municipio de Texcoco, Estado de México** realizada por el alumno: **Sergio Ivan Ocampo Cabrera** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
SOCIOECONOMÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA**

ECONOMIA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



Dr. José Miguel Omaña Silvestre

ASESOR



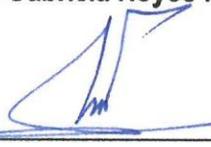
M Sc. Bartolomé Cruz Galindo

ASESOR



Dra. Lourdes Gabriela Hoyos Fernández

ASESOR



Dr. Marcos Portillo Vázquez

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Noviembre de 2016.

DETERMINACIÓN DE LA RENTABILIDAD Y COMPETITIVIDAD DE LA GANADERÍA BOVINOS PARA CARNE EN EL MUNICIPIO DE TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

Sergio Ivan Ocampo Cabrera, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2016

RESUMEN

Un análisis técnico - económico a profundidad de los sistemas de producción de bovinos para carne es necesario para generar alternativas de mejora y de impacto en el nivel de bienestar de sus propietarios, que en conjunto con otras actividades pecuarias requieren hacer frente a la actual coyuntura que enfrenta la ganadería en el país o bien desaparecer del sector. La problemática que se identifica en la presente investigación relacionada con la ganadería desarrollada en el municipio de Texcoco, se caracteriza esencialmente por la desvinculación de sus cadenas de valor, el incremento de los precios nominales de sus principales insumos (alimentación y ganado en pie), el poco poder de negociación con los eslabones, los estragos de la apertura comercial, el bajo nivel tecnológico y sus deficiencias productivas dada la falta de planeación y seguimiento de resultados en la finalización de bovinos.

Se consideró un análisis cualitativo de brechas tecnológicas en seis unidades de producción bajo condiciones de estabulación con 3 niveles de tecnificación y profesionalización; aplicando la metodología de la Matriz de Análisis de Política (MAP), donde se determinó que bajo las condiciones de producción existentes, el 100% de las unidades de producción estudiadas son rentables y competitivas a precios de mercado, de igual forma todas las unidades de producción generan un valor agregado que va de 65 mil 184 pesos hasta 2 millones 149 mil pesos con capacidad para cubrir los costos de sus factores internos y generar así una ganancia neta. De manera complementaria, el análisis de sensibilidad de los modelos de programación lineal "simplex" a través de sus precios sombra, fue desarrollado para determinar las pérdidas una inadecuada formulación de raciones para novillos de una unidad de producción, ya que los insumos comerciales requeridos para este rubro van del 62% al 83% de costos de producción, en base a esto, se indica que el impacto en la rentabilidad por concepto de alimentación de una unidad grande con alto nivel tecnológico representa pérdidas promedio de 712 pesos por cabeza o bien 211 mil 733 pesos en un periodo de tres ciclos escalonados de finalización.

Palabras Clave: Matriz de Análisis de Política, Programación lineal, Brechas tecnológicas, Rentabilidad, Competitividad.

DETERMINATION OF PROFITABILITY AND COMPETITIVENESS OF BEEF CATTLE LIVESTOCK IN THE MUNICIPALITY OF TEXCOCO, STATE OF MÉXICO

Sergio Ivan Ocampo Cabrera, M.Sc.
Colegio de Postgraduados, 2016

ABSTRACT

The technical-economic depth analysis of the beef cattle production systems is necessary to develop alternatives of progress and impact on quality of life of their owners, which together with other livestock activities required facing the current situation of the animal industry in the country or disappear of this sector. The problematic that has been identified in this research related to beef livestock developed in the municipality of Texcoco, it is essentially characterized by the untying of their value chain, the increasing of nominal prices on the main inputs (feeding and cattle), the limited bargaining power with the links, the ravages of trade liberalization, low technological level and productive deficiencies due to lack of planning and monitoring of results in the cattle finishing.

It was considered a qualitative analysis of technology gaps in six production units under stabling conditions with 3 levels of modernization and professionalization; applying the methodology of the Policy Analysis Matrix approach (PAM), it was determined that production conditions founded, the 100% of the production units studied are profitable and competitive at market prices, all production units have advantage and could generate added value between \$51,200 to \$1,066,583 enough to cover the cost of internal factors and generate an extraordinary profits. In order to complement this, the sensibility analysis of lineal programming models "simplex" through their shadow prices, were developed to determine the losses by inaccuracies in formulating rations of steers in one production unit, because the commercial inputs required for this category represent on 66% to 87% percent of production cost; based on this, it is indicated that the impact on profitability on account of feeding a large unit with high technological level represents average losses of \$712.91 MX by head so it losses \$211,733.00 MX by a period of tree fattening cycles.

Keywords: Policy Analysis Matrix, Linear Programming, Technological Gaps, Profitability, Competitiveness.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico brindado para poder realizar mis estudios a través del Programa de Fomento, Formación Desarrollo y Vinculación de Recursos Humanos de Alto Nivel.

Al Colegio de Postgraduados, por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios de posgrado, así como, proporcionarme la capacitación necesaria para la realización de la presente investigación.

A mi Consejero, Dr. José Miguel Omaña Silvestre, por su valioso apoyo desde mi ingreso al programa, sus enseñanzas en aula durante mi formación académica; por sus acertados consejos y asesoría en la realización de este trabajo.

A mis asesores de tesis, M.Sc. Bartolomé Cruz Galindo, Dra. Lourdes Gabriela Hoyos Fernández y Dr. Marcos Portillo Vázquez por su apoyo y asesoría para la realización de la investigación y mi formación académica.



DEDICATORIA

Con amor a mi familia por su apoyo incondicional y cariño.



CONTENIDO

LISTA DE GRÁFICAS.....	x
LISTA DE CUADROS	xii
LISTA DE FIGURAS	xiii
SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	xv

■ **CAPITULO I. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 PROBLEMA ECONÓMICO OBJETO DE ESTUDIO	3
1.3 OBJETIVO GENERAL	5
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.3.3 HIPÓTESIS GENERAL	6
1.3.4 HIPÓTESIS PARTICULARES	6

■ **CAPITULO II. MARCO REFERENCIAL**

2.1.1 Situación mundial de la ganadería bovina para carne	8
2.1.2 Importancia y situación de la ganadería bovina nacional.....	9
2.1.3 Distribución y características de la ganadería de carne en México	13
2.1.4 La Ganadería bovina de carne en el Estado de México	13
2.1.5 Situación de la ganadería bovina en la zona de estudio.....	15
2.1.6 Dinámica y fluctuaciones en los precios de los principales insumos y productos	16
2.2.1 Brechas tecnológicas en la producción pecuaria.....	20
2.2.2 Fases del proceso de producción de bovinos en confinamiento.....	20
2.2.3 Alimentación del ganado	24
2.2.4 Manejo sanitario	26
2.2.5 Red de valor y canales de comercialización	26



■ **CAPITULO III. MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA**

3.1 Marco teórico de la matriz de análisis de política (MAP)	30
3.1.2 Insumos comerciables y factores internos	32
3.1.3 Rentabilidad.....	32
3.1.4 Los Efectos de política.....	34
3.1.5 Competitividad.....	34
3.1.6 Las Ventajas comparativas.....	35
3.2 Desarrollo de Encuestas.....	36
3.2.1 Variables Cualitativas de Respuesta	37
3.2.2 Elaboración de las matrices de coeficientes técnicos.....	38
3.2.3 Clasificación de los insumos y productos	39
3.2.4 Determinación de indicadores para competitividad	39
3.2.5 Coeficiente de rentabilidad privada (RRP).....	40
3.2.6 Relación del costo privado (RCP).....	40
3.2.7 Valor agregado a precios privados (VAP).....	41
3.2.8 Consumo intermedio en el ingreso total (PCIP).....	41
3.2.9 Valor agregado en el ingreso total (VPAP)	42
3.2.10 Maquinaria, Implementos y Equipos.....	42
3.3.1 Métodos matemáticos para la evaluación técnico-económica de raciones alimenticias.....	43
3.3.2 Programación lineal simplex y el análisis de sensibilidad	44
3.3.3 Principales supuestos de la programación lineal	44
3.3.4 Desarrollo de restricciones del modelo y cálculo de precios sombra de los insumos.....	49
3.4 Análisis de precios al productor y sus principales fluctuaciones características.....	57
3.4.1 Deflación.....	58
3.4.2 Cálculo de los precios reales (Pt)	58
3.4.3 Estimación de la tendencia de los precios.....	58
3.4.4 Cálculo de la variación estacional.....	59
3.4.5 Cálculo del índice estacional	59



3.4.6 Cálculo de las variaciones cíclicas	59
3.4.7 Duración y tamaño de ciclo	60
3.4.8 Calculo de las estimaciones irregulares o aleatorias	60
3.4.9 Predicción	60

■ **CAPITULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1 Fluctuaciones de los precios del ganado en el área de estudio.....	62
4.2 Características generales de las unidades de producción analizadas.....	71
4.3 Precios de los insumos alimenticios y novillos adquiridos	71
4.4 Caracterización tecnológica de las unidades de producción (UP).....	73
4.4.1 Prácticas de manejo y sus insumos.....	74
4.4.2 Prácticas de alimentación y sus variables de medición	75
4.4.3 Desarrollo empresarial.....	77
4.4.4 Manejo ambiental	79
4.5 Resultados de los presupuestos privados de las unidades de producción analizadas.....	80
4.7 Valor agregado a precios privados en el ingreso total	85
4.8 Resultados del consumo intermedio en el ingreso total (PCIP).....	87
4.9 Coeficiente de rentabilidad privada y relación de costo privado	87
4.10 Eficiencia económica de la alimentación	88

■ **CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 CONCLUSIONES.....	97
5.2. RECOMENDACIONES	100
5.3. LITERATURA CITADA	102
5.4 LITERATURA CONSULTADA.....	107

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Inventario de ganado bovino en principales países productores (millones de cabezas)	8
Gráfica 2. Principales países productores de carne bovina, 2014 (miles de ton).....	8
Gráfica 3. Participación y TMCA en la producción mundial de carne bovina en %.....	9
Gráfica 4. Balanza comercial del ganado bovino en pie (Serie 1993 - 2015), valores en miles de dólar. .	11
Gráfica 5. Balanza comercial de la carne de bovino (Serie 1993 - 2015), valores en miles de dólares. .	11
Gráfica 6. Producción ganadera a nivel nacional en millones de toneladas, (Serie 1994 – 2015).....	12
Gráfica 7. Principales entidades federativas productoras de ganado bovino.....	13
Gráfica 8. Población de bovinos para carne en el Estado de México.	15
Gráfica 9. Evolución de los precios del novillo en pie (USD/Ton) en México y Estados Unidos	17
Gráficas10. Comportamiento dinámico de los precios de maíz en México y E. U. (Serie 1990 – 2014).	18
Gráficas11. Comportamiento dinámico de los precios de sorgo en México y E. U.(Serie 1990 – 2014).	18
Gráfica 12. Evolución de los índices de precio al productor de ganado en pie, carne en canal y alimento para ganado bovino, (Serie 2006-2016), Índice por mes, base Junio 2012=100.....	19
Gráfica 13. Evolución de los precios nominales de ganado bovino en pie y de carne en canal en el oriente del estado de México, (Serie 2000 – 2016).	62
Gráfica 14. Precios reales del novillo en pie y carne en canal en el oriente del estado de México; deflactados INPC, base segunda quincena Octubre de 2015.	63
Gráfica 15. Precios reales desestacionalizados del novillo en pie y carne en canal en el oriente del estado de México. Tendencias estimadas. R ² ajustado 0.91 y 0.89 respectivamente.	64
Gráfica 16. Variación estacional en % de los precios de novillo en pie al productor y carne en canal en el oriente del estado de México. (Serie 2000 – 2016)	64
Gráfica 17. Variación estacional en \$ de los precios de novillo en pie al productor y carne de bovino en el oriente del estado de México. (Serie 2000 – 2016)	65
Gráfica 18. Índice estacional en % de los precios de novillo en pie al productor y carne en canal en el oriente del estado de México.....	65
Gráfica 19. Índice estacional en \$ de los precios de novillo en pie al productor y de la carne en canal en el oriente del estado de México.	66
Gráfica 20. Variación aleatoria en % de los precios de novillo en pie al productor y de la carne en canal en el oriente del estado de México (Serie 2000 – 2016).....	66
Gráfica 21. Variación aleatoria en \$ de los precios de novillo en pie al productor y de la carne en canal en el oriente del estado de México (Serie 2000 – 2016).....	67



Gráfica 22. Índice aleatorio en % de los precios de novillo en pie al productor y de la carne en canal en el oriente del estado de México (Serie 2000 – 2016)	67
Gráfica 23. Índice aleatorio en \$ de los precios de novillo en pie al productor y de la carne en canal en el oriente del estado de México (Serie 2000 – 2016)	68
Gráfica 24. Índice cíclico sin aleatoriedad en % de los precios de novillo en pie al productor y carne en canal en el oriente del estado de México.....	68
Gráfica 25. Índice cíclico sin aleatoriedad en \$ de los precios de novillo en pie al productor y carne en canal en el oriente del estado de México.....	69
Gráfica 26. Variación cíclica en \$ de los precios de novillo en pie al productor y carne en canal en el oriente del estado de México. (Serie 2000 – 2016)	69
Gráfica 27. Variación cíclica en % de los precios de novillo en pie al productor y carne en canal en el oriente del estado de México. (Serie 2000 – 2016)	70

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Tasas de crecimiento real del precio de ganado en pie, maíz, sorgo y pan (periodo de enero 2000 a marzo de 2014).....	16
Cuadro 2. Estructura de la matriz de análisis de política.	30
Cuadro 3. Variables y coeficientes de desagregados de la MAP para análisis de ventaja competitiva y ventaja comparativa.....	30
Cuadro 4. Caracterización tecnológica de las unidades de producción.....	37
Cuadro 5. Principales indicadores para el análisis de competitividad.....	40
Cuadro 6. Conceptos en las funciones primal y dual.....	46
Cuadro 7. Aporte nutricional de las principales materias primas usadas en las raciones de finalización de ganado para carne.....	48
Cuadro 9. Cantidades requeridas para proporcionar EN_m y EN_g y el inverso de la $EN_m + EN_g$ total con requerimientos energéticos para dietas en novillos de 350, 420 y 480 kg PV.....	51
Cuadro 10. Variables y constantes usadas en los modelos primal y dual	56
Cuadro 11. Duración del ciclo de los precios del Ganado Bovino en Pie.	70
Cuadro 12. Precios Nominales de los Ingredientes Alim. usados en las explotaciones analizadas.	72
Cuadro 13. Brechas tecnológicas en el manejo de hato de las seis unidades de producción.	74
Cuadro 14. Porcentaje de apropiación de las prácticas de manejo realizadas en las unidades de p.	75
Cuadro 15. Brechas tecnológicas en la alimentación de las unidades de producción	75
Cuadro 16. Porcentaje de apropiación de prácticas alimenticias realizadas.	76
Cuadro 17. Brechas tecnológicas en el desarrollo empresarial de las unidades de producción.....	77
Cuadro 18. Porcentaje de apropiación de prácticas de desarrollo empresarial	78
Cuadro 19. Brechas tecnológicas en el manejo ambiental de las unidades de producción.....	79
Cuadro 20. Porcentaje de adopción de prácticas de manejo ambiental.	80
Cuadro 21. Resumen del presupuesto privado por unidad de producción	81
Cuadro 22. Estructura de los costos de producción en las UP sin considerar el costo de novillos.....	82
Cuadro 23. Costo del capital (K), trabajo (B) y tierra (T) por unidad de producto (\$/100 kg) de los sistemas de producción de ganado para carne en Texcoco.....	84
Cuadro 24. Ingresos, costos y ganancias por unidad de producción.....	86
Cuadro 25. Resultados para valor agregado y desagregados de cada unidad de producción	86
Cuadro 26. Resultados para consumo intermedio y desagregados de cada unidad de producción.....	87



Cuadro 27. Coeficientes de rentabilidad y relaciones de costo privado	87
Cuadro 28. Definición de variables y coeficientes técnicos del concepto costo	89
Cuadro 29. Comparativo entre las dietas usadas en campo respecto a las soluciones óptimas obtenidas en los modelos primales	90
Cuadro 30. Análisis de sensibilidad de las restricciones del modelo primal - iniciación	91
Cuadro 31. Análisis de sensibilidad de los ingredientes del modelo dual - iniciación	92
Cuadro 32. Costos privados y óptimos de las dietas utilizadas en la unidad de producción grande de mediano-alto nivel tecnológico (UP.gm-a)	92
Cuadro 33. Resumen comparativo de costos e ingresos con alimentación a mínimo costo (PL)	93
Cuadro 34. Costos de oportunidad por alimentación a mínimo costo (óptima)	94
Cuadro 35. Indicadores de Competitividad y Rentabilidad de la Matriz de Análisis de Política (MAP) ...	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cadena de valor del sistema de producción de bovinos para carne	10
Figura 2. Producción pecuaria y alimento balanceado en México en 2015 (miles de toneladas)	10
Figura 3. Principales municipios productores de bovinos para carne en el Edo. de México	14
Figura 4. Fases del proceso de producción de bovinos en confinamiento	23
Figura 5. Red de Valor de Bovinos para Carne en el área de estudio	28
Figura 6. Etapas de desarrollo empresarial en unidades ganaderas	78
Figura 7. Estructura de costos considerando la compra de novillos	83

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. ESTADISTICOS DE REGRESIÓN PARA TENDENCIA ESTIMADA DE LOS PRECIOS REALES DEL NOVILLO EN PIE Y CARNE EN CANAL.....	111
ANEXO 2. CUESTIONARIO-ENTREVISTA PARA OBTENER DATOS TECNICO-ECONOMICOS DE EMPRESAS DEDICADAS A LA GANADERIA DE BOVINOS PARA CARNE EN TEXCOCO.	112
ANEXO 3. VARIABLES DE EVALUACIÓN SOBRE ADOPCIÓN DE TECNOLOGIA EN LAS U. P.....	118
ANEXO 4.1 MATRICES DE COEFICIENTES TÉCNICOS DE INSUMOS USADOS EN U. DE PROD. 120	
ANEXO 4.2 PRECIOS PRIVADOS DE INSUMOS USADOS EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN.	122
ANEXO 4.3 PRESUPUESTO PRIVADO DE INSUMOS USADOS EN UNIDADES DE PROD.....	124
ANEXO 5. MATRIZ AUXILIAR	126
MATRIZ 5.1 ALIMENTO CONSUMIDO POR DÍA (KG DE MS)	127
MATRIZ 5.2 COMPOSICIÓN DE LA DIETA DIARIA POR ETAPA	129
MATRIZ 5.3 CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO POR ETAPA.	131
MATRIZ 5.4 PRECIOS PONDERADOS DE LOS INGREDIENTES EN RACIÓN (PRECIO NOMINAL * % DE INGREDIENTE EN DIETA).....	133
MATRIZ 5.5 AUXILIAR DE FÁRMACOS Y BIOLÓGICOS (DOSIS)	136
MATRIZ AUXILIAR 5.6 PRECIO DE LOS FARMACÉUTICOS Y BIOLÓGICOS	137
MATRIZ AUXILIAR 5.7 TOTAL DE APLICACIONES	138
MATRIZ AUXILIAR 5.8 TOTAL DE DOSIS/ PRESENTACIÓN.....	139
MATRIZ 5.9 COSTOS DE RECUPERACIÓN DE CAPITAL PARA MAQUINARIA	140
MATRIZ 5.11 CÁLCULO PARA EL CONSUMO DE ELECTRICIDAD (KWH) DE LOS EQUIPOS DE MOLIENDA DE FORRAJE PARA LA ELABORACIÓN DE PIENSOS PARA GANADO BOVINO.....	141
MATRIZ 5.12 COSTOS DE RECUPERACIÓN DE CAPITAL A PRECIOS PRIVADOS PARA CONSTRUCCIONES.....	141
MATRIZ 5.13 DE RECUPERACIÓN DE CAPITAL A PRECIOS PRIVADOS PARA MAQUINARIA	142
MATRIZ 5.14 CÁLCULO DE LOS COSTOS DE RECUPERACIÓN DE CAPITAL A PRECIOS PRIVADOS PARA INSTALACIONES	142
MATRIZ-RESUMEN DE LOS COSTOS DE RECUPERACIÓN DE CAPITAL A PRECIOS PRIVADOS PARA EL TOTAL DE CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES.	143
MATRIZ - RESUMEN DEL PRESUPUESTO PRIVADO POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN	143
ANEXO 6. MINIMIZACIÓN DE COSTOS CON MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL Y ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS INSUMOS ALIMENTICIOS	144

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AMEG	Asociación Mexicana de Engordadores de Ganado Bovino A.C.
BANXICO	Banco de México
CNOG	Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas
CONAFAB	Consejo Nacional de Fabricantes de Alimento Balanceado A.C.
DDR	Distrito de Desarrollo Rural
FAO	Food and Agriculture Organization of United Nations
FAOSTAT	Food and Agriculture Organization Statistics
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INPC	Índice Nacional de Precios al Consumidor
INPP	Índice Nacional de Precios al Productor
MAP	Matriz de Análisis de Política
MPL	Modelos de Programación Lineal
PIB	Producto Interno Bruto
SENASICA	Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria
SIACON	Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
SNIIM	Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados
TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
USDA	United States Department of Agriculture



CAPÍTULO I: Definición y Delimitación del problema

“No basta tener ingenio; lo principal es aplicarlo bien”

- Descartes

1.1 INTRODUCCIÓN

Actualmente las condiciones socioeconómicas en México han traído cambios sustanciales en las relaciones comerciales y de mercado de las diversas cadenas de valor en las que se ve inmersa la ganadería; en el segundo trimestre del 2015 se tuvo un crecimiento sostenido de poco más del 2.2% del Producto Interno Bruto que dista en el mediano y largo plazo de ser una herramienta que permita cerrar parcialmente las diferencias de distribución del ingreso; en cuanto al PIB agropecuario, este cerró el tercer trimestre del 2015, con un crecimiento calculado del 2.8% a partir de cifras desestacionalizadas (INEGI, 2016).

Particularmente la ganadería bovina conserva una gran relevancia en el contexto socioeconómico del país, ya que en conjunto, con el resto del sector ganadero, ha sido sustento para el desarrollo nacional, al proporcionar alimentos y materias primas, divisas y empleo, además de que distribuye ingresos en el sector rural (Rebollar et al, 2011). Es posible que podamos explicar el comportamiento errático de los precios al productor de bovinos para carne en parte por la debilidad de la demanda interna, sumado al fenómeno incremental de las importaciones de carne, pero esta situación obliga a esta industria a mejorar su eficiencia, ya que buena parte de la competitividad en la producción de proteína animal descansa en la eficiencia de la nutrición animal y suministro de novillos en pie, como los insumos más importantes en términos de costos.

Desde el punto de vista de cadena de suministro, esta actividad comprende varios eslabones, iniciando en la producción de novillos para abasto, y la cría de becerros para generar reemplazos y para exportación; posteriormente fluye a los sistemas básicos de finalización, tanto intensivo o engorda en corral como el extensivo o engorda en praderas. Cuando el ganado está finalizado, se envía a las plantas de sacrificio, donde se obtiene carne en canal, despojos comestibles (cabeza y vísceras) y pieles. En seguida, estos productos se incorporan al canal de distribución correspondiente, hasta alcanzar a los consumidores finales.

La industria de la carne en México no es homogénea, la diferencia más marcada se da entre los sistemas de producción del norte con el centro y sur del país. Mientras que en el norte se caracterizan por ser sistemas más tecnificados, con volúmenes de producción altos y un gusto por la carne propiamente procesada, refrigerada o congelada por parte del consumidor, en el sur del país se caracteriza por ser sistemas de producción menos intensivos, a menor escala y un gusto por la carne “caliente” por parte de los consumidores (Suarez, 2011).

Aunado a esta situación, el panorama cambiante que rodea a la producción de bovinos para carne, está marcado por una tendencia creciente en la producción nacional como respuesta al aumento de la demanda de productos cárnicos por la sociedad, sobre todo por la estacionalidad marcada en los meses de octubre y noviembre cuando la producción de becerros destetados y la apertura de ganado finalizado al mercado es mayor, influenciado por factores climáticos, disponibilidad de forraje en los sistemas de rejenería, cría-recría y por condiciones culturales de consumo por parte de la demanda.

Por su parte los precios nominales del novillo en pie y de la carne de bovino en la cadena están fuertemente influenciados por los movimientos cíclicos de la oferta y demanda que existen en el esquema de comercio abierto con Estados Unidos. Estos movimientos en el precio son fuertemente dependientes de los inventarios ganaderos en ambos países. Por tanto Sherwell (2015) con datos de USDA (2015), menciona que a partir de 2014 se observó un punto de inflexión en el inventario ganadero de EUA con la disminución del sacrificio de vientres (14%) e incremento en la retención de hembras que permite la expansión del hato (2.1%), como tercer incremento desde 1996, aunque el nivel esperado en el hato americano para 2020 se prevé que esté por debajo del inventario en 2010. Este escenario lacera la interdependencia comercial entre el eslabón criador y finalizador de novillo en los sistemas de engorda en corral a nivel nacional, ya que buena parte del becerro entre 180 y 220 kg.PV producido mayoritariamente en el norte y sureste del país es exportado a EU. Este esquema genera un déficit comercial de novillos en el país como principal insumo en la finalización en corral; y este entra en un mercado alterno que como menciona Zorrilla (2010) se presenta una cotización nacional al alza prácticamente independiente del precio del becerro de exportación, según la zona geográfica del país.

El aumento desmesurado de los precios nominales del ganado en pie y carne en canal a partir del segundo trimestre de 2011 hasta el cuarto trimestre de 2015, se caracteriza por ser el más destacado en los últimos 15 años, con incrementos que han oscilado entre el 38 y 45%. Por tal razón se planteó como uno de los objetivos el identificar y desagregar los principales componentes del modelo de iteración multiplicativo en las series de precios analizadas, que permitieron observar la tendencia (T_t), variaciones cíclicas (C_t), estacionalidad (E_t) y variaciones irregulares (I_t). Para esto se utilizaron herramientas econométricas y estadísticas en un enfoque invariado de series históricas con el uso de índices, tasas de crecimiento medias mensuales, modelos de regresión por mínimos cuadrados ordinarios y promedios medios móviles.

También se buscó identificar los principales factores de producción, tecnologías y factores de mercado como precios y políticas que intervienen en la rentabilidad y competitividad que existe en las unidades de producción; de tal manera que se puedan generar recomendaciones económicas y técnicas para tomadores de decisiones en política pública, productores y asesores técnicos involucrados en este sector de la ganadería. Si bien se tienen estudios de producción, importación y exportación de ganado a nivel nacional, no es así para análisis de la ganadería en la región, por tal razón el esquema de la Matriz de Análisis de Política, busca determinar la situación actual de esta actividad a través de sus indicadores que definen la rentabilidad y ventaja competitiva, así como los instrumentos de política que la afectan; aportando así elementos para el diseño de estrategias diferenciadas, y para identificar que unidades de producción son más rentables desde el punto de vista privado y económico. Para este fin son considerados diferentes niveles tecnológicos, a fin de que se puedan tomar decisiones y estrategias que permitan al productor mejorar su eficiencia y productividad.

Asimismo este análisis se complementa con la aplicación del paquete Solver de Excel, con modelos de programación lineal simplex para formular raciones de mínimo costo con los requerimientos nutricionales del ganado de carne descritos por el *National Research Council* (NRC,2000); el fin es determinar los precios sombra arrojados por el análisis de sensibilidad, y determinar así los costos inducidos al productor por una inadecuada formulación de raciones, que impactan directamente a la rentabilidad. Datos de Prieto (2011) nos muestra que la alimentación representa más del 60% de los costos de producción por insumos comerciables, por lo tanto la utilización de las matrices auxiliares de la alimentación de la MAP son necesarias, puesto que incluyen ingredientes, composición, niveles de consumo y etapas productivas de acuerdo al nivel tecnológico de cada unidad productiva analizada.

No se consideró el análisis de ventaja comparativa de comercio exterior respecto a importación o exportación de ganado bovino con el principal socio comercial (Estados Unidos), debido a que el estatus zoonosanitario del estado de México reportado por SENASICA para 2015, muestra al estado en control de enfermedades como tuberculosis y brucelosis a partir de los lineamientos dispuestos por las NOM-031-ZOO-1995 y NOM-041-ZOO-1995 respectivamente, por lo tanto no se permite la exportación de ganado en pie hacia EUA, la reglamentación vigente permite solo la comercialización de canales y cortes. Sin embargo, el uso intensivo de clenbuterol y otras sustancias prohibidas en el proceso de finalización por la mayoría de engordadores, no hace posible este escenario comercial por las repercusiones que se tiene a la salud pública.

1.2 PROBLEMA ECONÓMICO OBJETO DE ESTUDIO

Pese a que la oferta de productos cárnicos ha incrementado en los últimos años, el impacto sufrido por el progresivo retiro de los apoyos gubernamentales se manifiesta en un continuo desplazamiento de la producción nacional por productos y subproductos ganaderos importados, con los consecuentes efectos económicos y sociales a lo largo de la cadena productiva, como son: pérdida de la soberanía alimentaria, una acelerada concentración del capital en algunas esferas de la producción y transformación, creciente participación de la inversión extranjera, exclusión de amplios sectores sociales que participan en los diferentes eslabones de las cadenas de valor, propiciando el empobrecimiento de la sociedad rural y contribuyendo a la emigración de la población del campo (Prieto, 2011).

Actualmente el problema que enfrentan los sistemas de engorda de ganado es la pérdida de entre 1.5 a 1.8 millones de cabezas en el periodo de 2009 al 2013, que afectó a los proveedores de novillo como los sistemas de rejeguería o doble propósito, y los sistemas de recría; las causas son problemas climatológicos y sequías prolongadas que afectaron la producción de forraje en los agostaderos y la merma de cuerpos de agua; todo esto aunado al incremento de precios de los granos y pastas de oleaginosas en el mismo periodo, causó una contracción de la oferta de novillos, trayendo con ello el incremento de precios del ganado en pie, situación que afecta a los sistemas de engorda en confinamiento, por ser el novillo el principal insumo de la actividad (Asociación Mexicana de Engordadores de Ganado Bovino A.C, 2015).

Esta situación está impactando de manera directa la rentabilidad de las unidades de producción, generando así la salida de ganaderos de esta actividad en varias regiones del país de manera definitiva y temporal en otros casos. De manera paralela a este escenario los criadores que enviaron vacas en etapa reproductiva a rastro, están generando vaquillas de reemplazos en un proceso gradual que puede tomar de tres a cuatro años, antes de volver a normalizar la oferta de ganado en el mercado (Congreso Internacional de la Carne AMEG, 2015). Este mismo fenómeno ocurrió en los sistemas de cría en Estados Unidos, por lo que la demanda e importaciones de novillo en pie incrementó en este país, llevando con ello un incremento sin precedentes de la exportación de cabezas de ganado y carne en canal.

Por otro lado, el ganadero se enfrenta también a la presente estructura de producción y comercialización, donde más de la mitad del valor de la carne bovina es agregado después de que el ganado salió del rancho o granja y los ingresos netos para el criador tienden a ser bajos. A la venta, la utilidad del ganadero es reducida por fluctuaciones en los precios al mayoreo pagados por el intermediario, en los precios de las materias primas y por el proceso de clasificación subjetiva del ganado de cada cliente. Los productores que venden en este mercado altamente competitivo pueden ser descritos como “tomadores de precios” compitiendo con muchos otros que envían al mercado el ganado sin procesar (Benítez, 2010).

El ganadero podrá aumentar significativamente la utilidad por cada bovino, reteniendo la propiedad más allá de la etapa de destete, produciendo una calidad más alta y homogénea y animales más pesados, manejando cuidadosamente el sistema de producción elegido y minimizando los costos. Los pequeños productores pueden apoderarse de mayor valor, formando cooperativas de comercialización u otro tipo de alianzas que le permita vender mayor cantidad de animales a mejor precio. También, elegir mercados desarrollados fuera del sistema convencional agrega valor a la carne por diferenciación del producto final en lugar de seguir comercializando en el mercado un producto sin procesar (*Ibid*).

De acuerdo con un estudio realizado por el Grupo de Economistas Asociados (GEA), la baja consistente en los precios reales de venta en cada eslabón en la cadena productiva de la ganadería engordadora de bovinos se ha sustentado en una mayor competencia del exterior, lo cual afecta la rentabilidad de prácticamente toda la industria (producción, engorda, sacrificio, procesamiento, empaque y distribución). Esta situación es aprovechada por empresas grandes que han ganado una mayor participación relativa en sus respectivos mercados, incluso productores de los EE. UU. se han insertado en los eslabones clave de esta cadena (sobre todo lo empaquetado y congelado de carne fresca), alcanzando una mayor participación en el mercado nacional (Benítez, 2010). En contraparte, existe el riesgo de que empresas pequeñas y medianas no puedan sostenerse en el mercado, debido a las reducciones en los márgenes de rentabilidad. En este mercado hay intereses encontrados, ya que mientras los engordadores de ganado pugnan, no por una reversión de la apertura comercial de la carne, sino por competir en igualdad de condiciones, los procesadores mantienen la defensa del comercio exterior como uno de los elementos clave de su competitividad. Una integración y coordinación vertical y horizontal juega un papel fundamental para lograr la competitividad de toda la red de valor de la carne bovina (Grupo GEA, 2003).

Centrando el análisis en el municipio de Texcoco, se identifica que la finalización de bovinos en corral ha mostrado ser la de mayor importancia sobre otras actividades ganaderas, tanto por la cantidad de unidades de producción que aún existen, como por el número de empleos que genera. Actualmente se tiene la presencia de la Asociación Ganadera Local Especializada en Engorda del Distrito de Texcoco, A.C. y la Unión General Obrero Campesina y Popular A.C. en donde están afiliados buena parte de los Engordadores del Municipio, los cuales son partícipes y promotores de importantes foros sobre ganadería de carne en el oriente del valle de México, se caracteriza por ser una industria en donde se tiene presencia municipal de diversos eslabones como introductores, tablajeros, asesores técnicos, acopiadores de ganado, rastros, proveedores de bienes y servicios e instituciones de educación agrícola superior.

Partiendo de este panorama, el propósito de este estudio fue identificar como los productores de la región noreste del estado de México, particularmente en el municipio de Texcoco están solventando esta problemática considerando todo el intermediarismo que existe en la cadena y fluctuación de precios hasta que llega el ganado a sus unidades de producción, junto con ello se buscó identificar a través de entrevistas a profundidad que prácticas de manejo, tecnologías y decisiones económicas los mantienen en el negocio, su rentabilidad y por otro lado que estrategias se pueden abordar para desarrollar propuestas de política pública y también para optimización de procesos de producción en el caso de los productores, una vez analizados cada estudio de caso que tomo la presente investigación aprovechando la cercanía respecto al Colegio de Postgraduados que permitió la verificación, adición y confirmación de información.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Quantificar y evaluar las principales variables que definen la rentabilidad y competitividad ganadera, así como las fluctuaciones características de los precios del novillo en pie y carne en canal, que impactan en el valor agregado de los sistemas de producción de bovinos para carne, con diferentes niveles tecnológicos, a fin de analizar las políticas en términos de su impacto en el grado de eficiencia y ganancias a nivel de productor en el municipio de Texcoco, Estado de México.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y analizar variables como tendencia y estacionalidad de los precios del novillo en pie y carne en canal que impactan en el precio de venta e ingresos de las unidades de producción.
- Medir que impacto tiene el precio del ganado en pie traído a diferentes pesos al inicio de cada ciclo productivo, sobre la rentabilidad para cada nivel tecnológico y tamaño de hato.
- Analizar las ventajas competitivas y medir la magnitud de impacto de políticas en la ganancia a nivel de productor que presentan las unidades de producción estudiadas.
- Cuantificar las pérdidas por una inadecuada formulación alimenticia en el caso de la unidad de producción con nivel tecnológico alto, a partir de precios sombra estimados por programación lineal de mínimo costo.

1.3.3 HIPÓTESIS GENERAL

La rentabilidad, competitividad y valor agregado en la ganadería de bovinos para carne en Texcoco, está determinada por la magnitud de cambio en variables como: niveles tecnológicos de las unidades de producción (UP), la eficiencia en el uso de recursos y la fluctuación de precios nominales en los principales insumos comerciales (alimentación y novillos en pie).

1.3.4 HIPÓTESIS PARTICULARES

- El nivel tecnológico de las unidades de producción tiene mayor impacto en la rentabilidad, respecto a otros factores como capacidad instalada o número de cabezas finalizadas por ciclo.
- La estacionalidad marcada en los precios de venta del ganado en pie y carne en canal tiene un impacto directo en el nivel de ganancias y rentabilidad de los engordadores, como consecuencia de los cambios en la oferta de novillo e insumos alimenticios.
- Las Unidades de finalización de bovinos en el municipio de Texcoco presentan ventajas competitivas favorables y niveles de rentabilidad comparables con grandes productores de ganado.
- La pérdida de rentabilidad en una unidad de producción dada por la inadecuada formulación de piensos y con elevados costos de alimentación puede representar pérdidas superiores al 20% de las ganancias generadas por animal finalizado.

En los siguientes apartados se presenta el panorama en el que se desarrolla la ganadería de bovinos para carne, importancia en la actividad, y su participación en la economía nacional, así como los cambios dinámicos y fluctuaciones características que sufren los precios de los principales insumos - productos y que tienen impacto directo en la rentabilidad de las empresas ganaderas (alimento y novillos finalizados), todo esto delimitado en el apartado 3.1, posteriormente se demuestran los fundamentos teóricos de las brechas tecnológicas, medios de producción y uso de tecnologías que realizan los ganaderos como base del análisis cualitativo que permite diferenciar el nivel tecnológico de los estudios de caso mostrados en esta investigación; todo esto como parte del apartado 3.3 y finalmente el apartado 3.4 incluye todos los compendios teóricos para la formulación de la matriz de análisis de política, así como los coeficientes técnicos, variables y recursos requeridos en los modelos de programación lineal para dietas al mínimo costo y estudio de los precios sombra.

Respecto a lo anterior, cada capítulo es tratado con revisión de trabajos realizados en relación al mercado de los bovinos para engorda en el país, estado, región y municipio de Texcoco respectivamente. En consecuencia, los datos obtenidos permiten entender la situación en la que están inmersas las unidades de producción analizadas, incluyendo todas las fases, desde el acopio de ganado, producción-engorda y venta al mayorista.



CAPÍTULO II: Marco Referencial

“The greatest enemy of knowledge is not ignorance, it is the illusion of knowledge”

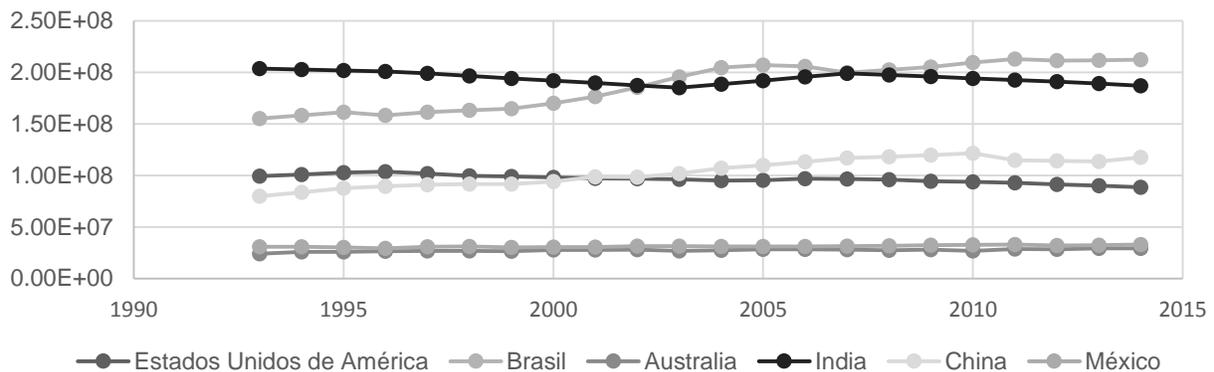
- Stephen Hawking

2.1.1 Situación mundial de la ganadería bovina para carne

La ganadería a nivel global representa cerca del 40% del valor mundial de la producción agrícola y es la base de los medios de subsistencia y la seguridad alimentaria de casi mil millones de personas. El sector pecuario es considerado entre uno de los segmentos de crecimiento más rápido de la economía agrícola. A partir de datos reportados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2015), se estima que el pastoreo del ganado ocupa el 26% de la superficie terrestre y la producción de forraje para este ganado emplea cerca del 33% de las tierras de cultivo agrícola, de lo anterior se aprecia un inventario mundial de bovinos en 2014 de 1 mil 482 millones de cabezas ocupando el 24% de la tierra en el planeta. El crecimiento de este segmento se estima en un promedio anual de 0.10%.

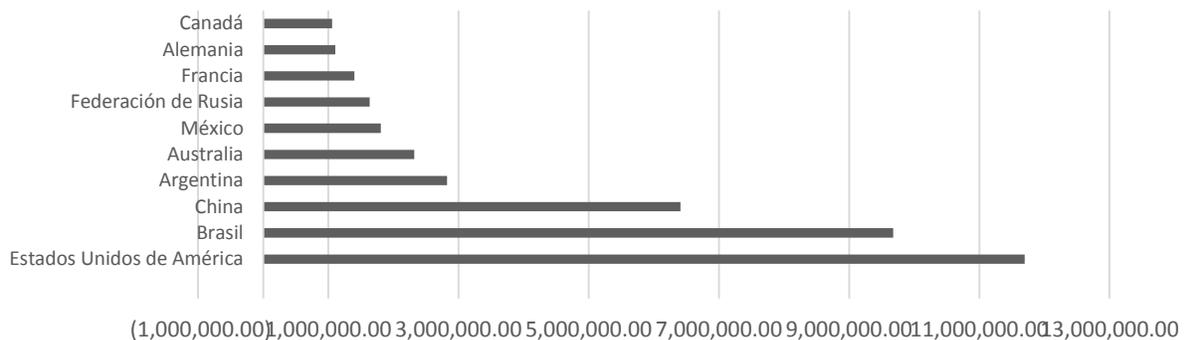
A partir de los datos estadísticos que aporta FAO, se observa un mayor inventario de bovinos en países como: Brasil, India, China, Australia y EE.UU. (Gráfica 1) La producción mundial de carne bovina en 2014 ubica 63 millones 983 mil Ton. (Gráfica 2) Donde américa ocupa el primer lugar; de estos México ocupó el octavo lugar con una contribución de 8 millones 769 mil cabezas sacrificadas ó 3% de la producción mundial. (FAOSTAT, 2016).

Gráfica 1. Inventario de ganado bovino en principales países productores (millones de cabezas)



Fuente: FAOSTAT, 2016.

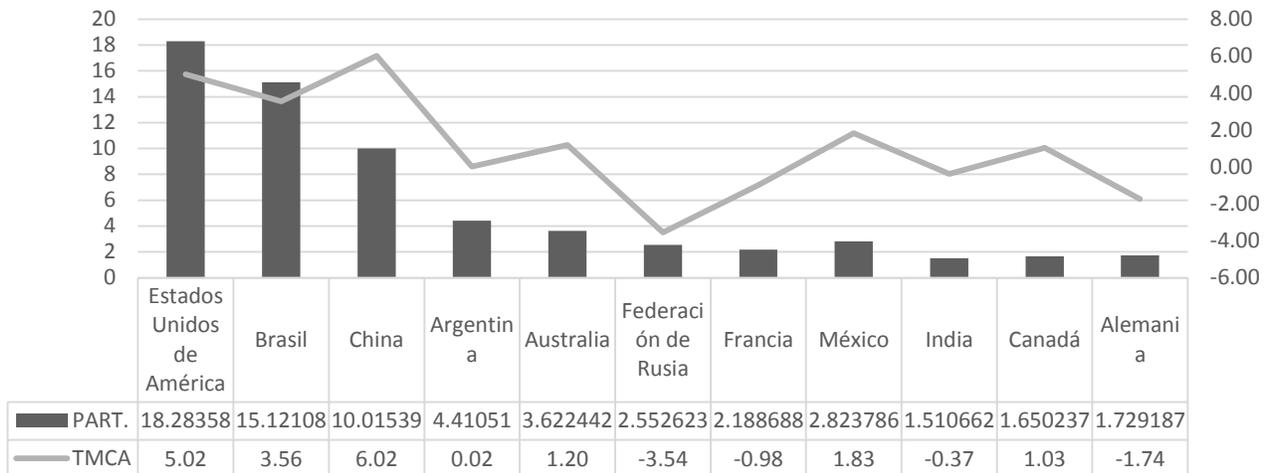
Gráfica 2. Principales países productores de carne bovina, 2014 (miles de ton).



Fuente: FAOSTAT, 2016.

A nivel global, el 63% de la carne bovina se produce principalmente en 10 países, con 1.09% de tasa media de crecimiento anual (TMCA) y con un crecimiento de la producción de carne bovina de sólo 1.03% (Gráfica 3). La mayor TMCA ocurrió en China, Brasil, Canadá, Nueva Zelanda y México; en otras naciones hubo un decremento de 1.65% en el periodo 1993-2014.

Gráfica 3. Participación y TMCA en la producción mundial de carne bovina en %

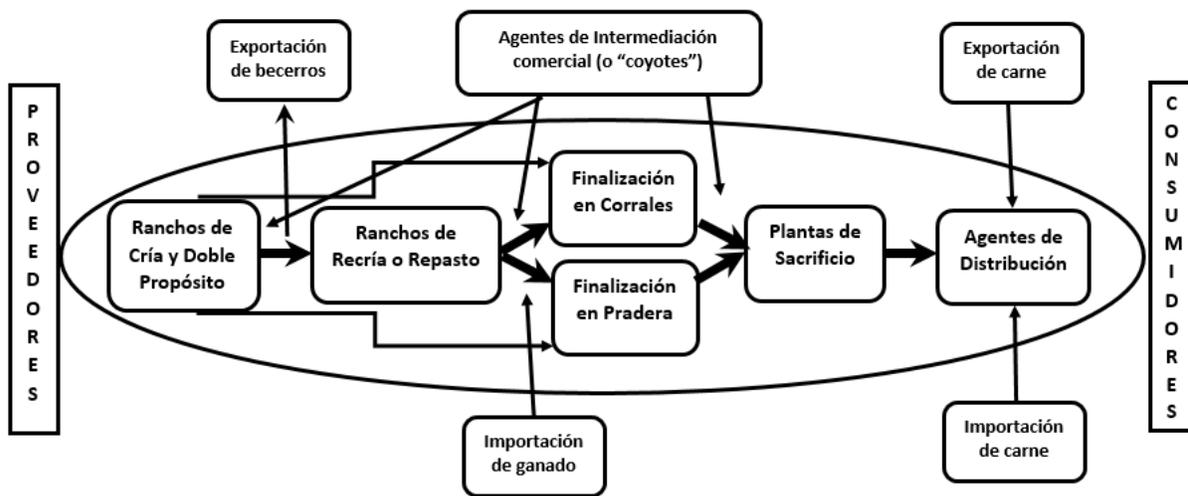


Fuente: FAOSTAT, 2016.

2.1.2 Importancia y situación de la ganadería bovina nacional

Para entender el principal problema y reto al que se enfrenta la producción de bovinos para carne, se debe ubicar la finalización en corral como un eslabón de la cadena de valor entre los sistemas de cría y de repasto de becerros para la engorda y el sacrificio de ganado para la obtención de carne propiamente dicha (Figura 1). Se realiza en todas las regiones agroecológicas del país, desde el valle de Mexicali (en el norte de Baja California) hasta la Península de Yucatán, y desde Monterrey (en Nuevo León) hasta Guadalajara (Jalisco). Se practica a pequeña escala, a nivel familiar, en la que finalizan de cinco a cincuenta bovinos, así como en unidades empresariales tan grandes que algunas finalizan más de quince mil animales por ciclo. El conjunto comprende una cantidad indeterminada de productores. (Suárez, 2011).

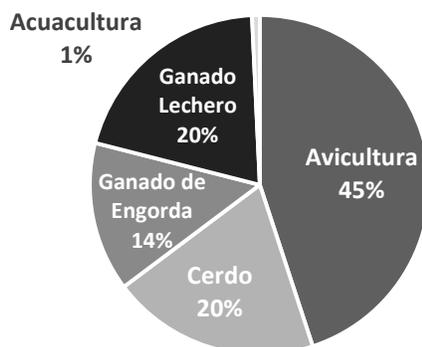
Figura 1. Cadena de valor del sistema de producción de bovinos para carne.



Fuente: Elaboración propia con datos de esta investigación.

La engorda de ganado bovino es tan importante debido a que procesa uno de cada dos bovinos que se sacrifican en el país y para producir esta cantidad de ganado se consumen millones de toneladas de granos y pastas de oleaginosas, así como millones de toneladas de forraje y esquilmos de cosecha. Particularmente la industria de alimentos balanceados registra una producción de más de 8 millones 600 mil ton para la engorda de bovinos lo cual representa una participación del 14.22% respecto al total (Figura 2), y buena parte de ese alimento son materias primas que se adquieren en el mercado internacional, pues en el país no se producen en la cantidad suficiente para atender la demanda interna, por lo que cualquier incremento en los precios de paridad y tasas de cambio tienen un efecto directo en la rentabilidad de la ganadería (CONAFAB, 2015).

Figura 2. Producción pecuaria y alimento balanceado en México en 2015 (miles de toneladas).

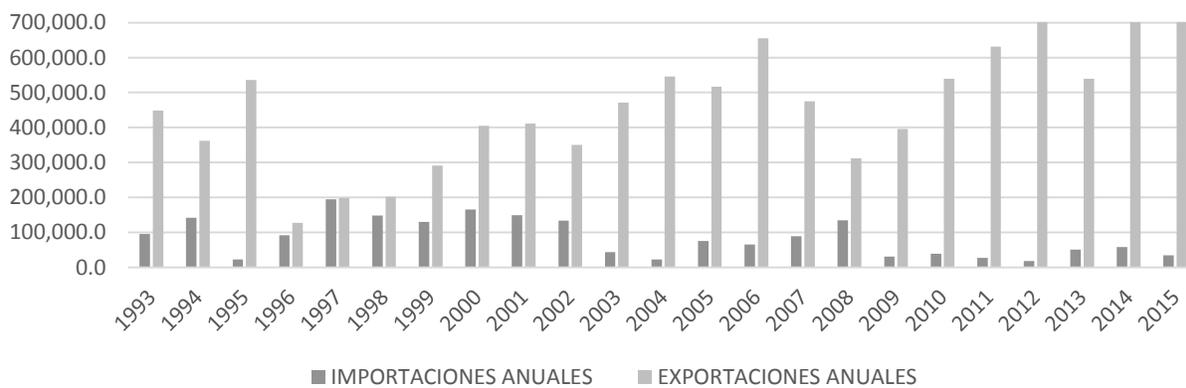


Cuadro 2. Producción en miles de Ton.		
Producción Pecuaria (miles de ton)	Especie	Alimento balanceado
5,618	Avicultura	10,815
1,841	Cerdo	4,761
1,339	Ganado de Engorda	3,421
11,141	Ganado Lechero	4,879
109	Acuicultura	178

Fuente: Elaboración propia con datos del anuario estadístico CONAFAB, 2015.

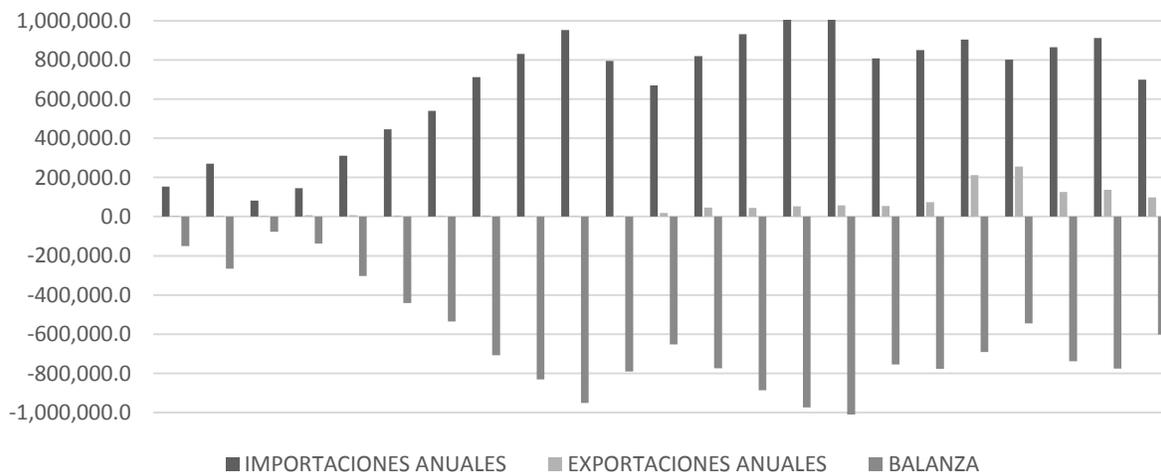
En el marco de los acuerdos suscritos en el TLCAN que permitió la apertura comercial en México en el transcurso de los años desde su entrada en vigor el 1 de enero de 1994, entre México, Canadá y Estados Unidos ha traído un profundo impacto en la estructura productiva y comercio doméstico del país. En el marco del comercio internacional, México pasó a ser exportador neto de animales en pie para engorda (Gráfica 4) y un importador de carne de bovino (Gráfica 5) con un déficit comercial cercano a los 601 millones de dólares en 2015.

Gráfica 4. Balanza comercial del ganado bovino en pie (Serie 1993 - 2015), valores en miles de dólares.



Fuente: Elaboración propia con datos de BANXICO, 2016.

Gráfica 5. Balanza comercial de la carne de bovino (Serie 1993 - 2015), valores en miles de dólares.



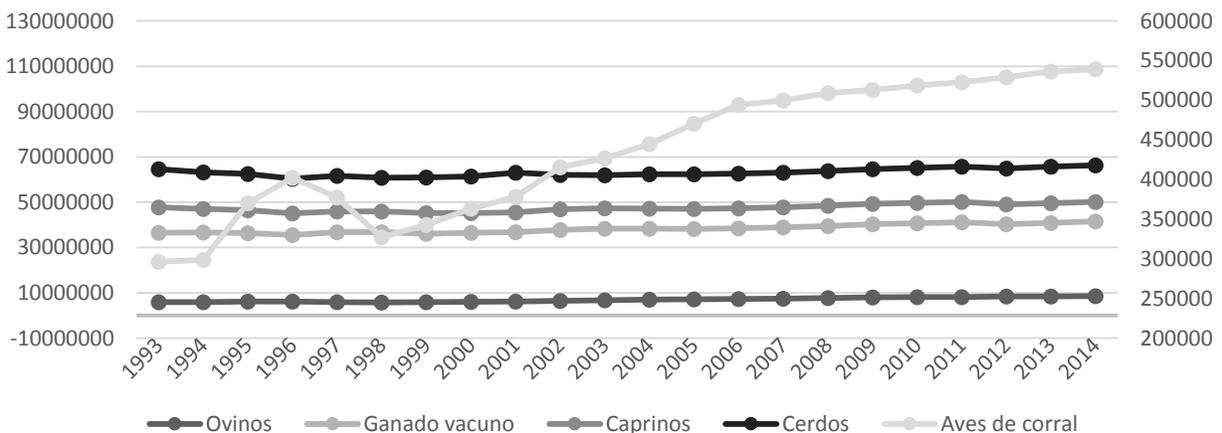
Fuente: Elaboración propia con datos de BANXICO, 2016.

Todos estos cambios se resumen en varios cambios para el país: a) variaciones en la exportación de becerros en pie a EE. UU. b) aumento de las exportaciones de carne, c) aumento de las importaciones de carne, principalmente deshuesada; y d) aumento de las importaciones de ganado para matanza. En esta situación han influido las devaluaciones del peso frente al dólar, los precios del ganado de exportación y las sequías en el norte del país que obligan a los ganaderos a vender su ganado por falta de pasturas (FAO, 2011; BANXICO, 2015).

La ganadería bovina de carne en México ha representado una de las principales actividades del sector agropecuario del país, por la contribución que realiza a la oferta de productos cárnicos, así como su participación en la balanza comercial del país, donde las exportaciones de ganado en pie son su principal rubro. Por otro lado, el patrón cultural de consumo de los diferentes productos cárnicos se basa en la carne bovina como eje ordenador de la demanda y de los precios de las demás carnes.

La producción de ganado bovino del país ha evolucionado tecnológicamente a un menor ritmo que la avicultura y la porcicultura (Gráfica 6) pero la multiplicación del sistema intensivo de engorda en corrales en el centro-norte del país con ganadería especializada, muestra niveles tecnológicos similares a los que actualmente se utilizan en los estados del medio oeste de EE. UU. donde la alimentación se basa principalmente en granos. Las zonas tropicales con sistemas extensivos y con ganadería de doble propósito, adoptan estrategias para una mejor producción y conservación de forrajes; haciendo cada vez más uso de granos y suplementos alimenticios en la producción de carne (Benítez, 2010).

Gráfica 6. Producción ganadera a nivel nacional en millones de toneladas, (Serie 1994 – 2015).



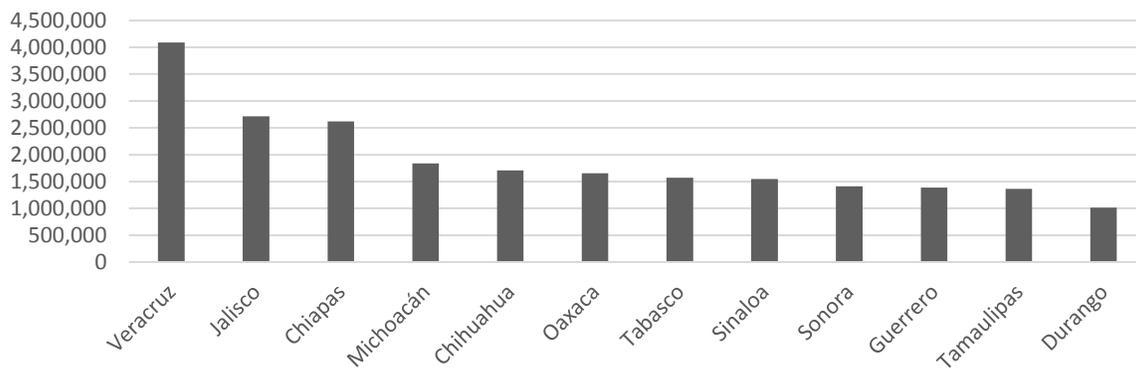
Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP, 2015.

Actualmente estos sistemas de producción de bovinos estabulados, tienen una importante contribución económica, se estima tiene un valor de la producción de carne en canal a nivel nacional, calculado en más de mil 710 millones de dólares en 2014; esto contribuye con 35 de cada 100 pesos generados por esta rama ganadera respecto al sector pecuario (SAGARPA, 2015), siendo así el tercer lugar dentro del Producto Interno Bruto Agroalimentario sólo por detrás de la Cerveza y el Tomate.

2.1.3 Distribución y características de la ganadería de carne en México

De los 30 millones 508 cabezas de bovinos para carne, se destacan las principales entidades federativas productoras, ordenadas por importancia: Veracruz (13.41%), Jalisco (8.90%), Chiapas (8.59%), Michoacán (6.01), Chihuahua (5.60%), Oaxaca (5.41), Sinaloa (5.06%), Tabasco (5.14), Sonora (4.62), Guerrero (4.54) Tamaulipas (4.48) y Durango (3.32) (Gráfica 7) que en conjunto aportaron 75.09% del total nacional (SIAP, 2015).

Gráfica 7. Principales entidades federativas productoras de ganado bovino



Fuente: Elaboración propia, SAGARPA, 2016.

Por otra parte este sector también se enfrenta a un elevado suministro de carne del exterior, principalmente por las importaciones de carne, sin embargo la balanza comercial en carne bovina en el cierre de 2014 presenta un nivel superavitario por primera ocasión en veinte años, registrando importaciones por un valor de mil 172 millones de dólares, contra un valor de exportación de mil 710 millones de dólares (917 millones de dólares y exportación de ganado en pie por 793 millones de dólares). (FAOSTAT, 2015).

Por tanto la producción de carne de bovino se incrementó de 2.5 millones de toneladas en 1994 a 3.5 millones de toneladas equivalentes en 2015, un aumento del 36% (SAGARPA, 2015). Así mismo el crecimiento de toda la cadena de valor, pasó de 11 mil millones de dólares en 1995 a 30 mil millones hasta 2015. De acuerdo a estas estadísticas en 20 años la oferta de carne de bovino triplicó el valor de toda la cadena.

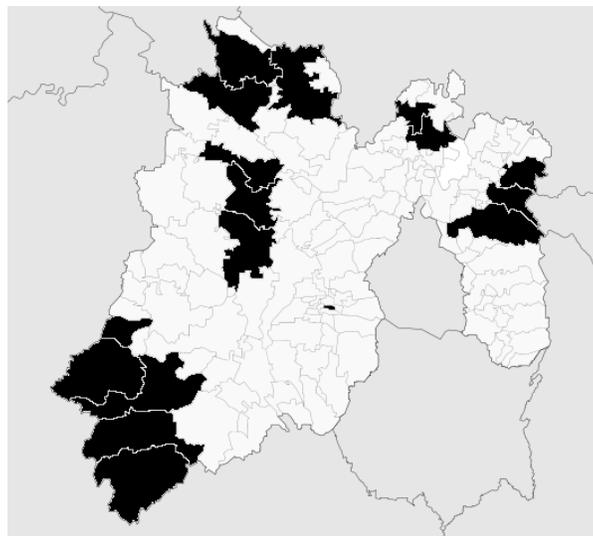
2.1.4 La Ganadería bovina de carne en el Estado de México

En el Estado de México, la situación de la ganadería bovina es prácticamente similar a lo que ocurre en el resto del país, se observó una limitada vinculación entre los diferentes eslabones de la cadena. En el año 2014, de acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de México, se produjeron poco más de 200 mil toneladas de cárnicos, con lo que sólo se puede satisfacer 12% de la demanda estatal. De este volumen, el sector de bovinos de carne que cuenta con un inventario de 516 mil 935 cabezas, participó con un volumen de 85 mil 865 ton, equivalente a 1.69 % de la producción nacional en 2014 (SIAP, 2015).

La ganadería bovina en el estado de México tiene una marcada y delimitada localización geográfica, pues alrededor del 70% del inventario se encuentra en los distritos de Tejupilco, Zumpango, Atlacomulco y Jilotepec, los cuales se ubican en el centro y sur de la entidad, cuyos sistemas de producción son de carácter extensivo destinados principalmente para producir crías; mientras que en el norte y centro del Estado las explotaciones de ganado bovino son de carácter intensivo, principalmente de finalización en corrales (Animas, et al., 2013).

Entre los municipios que concentran la mayor cantidad de unidades de producción dedicados a la engorda de bovinos por orden de importancia están: Tlataya (8.20%), Amatepec (7.05%), Tejupilco (5.83), Luvianos (5.75%), Texcoco (3.37%), Jilotepec (2.75), Almoloya de Juárez (2.67%), Tequixquiac (2.61%), Aculco (2.18%), Ixtlahuaca (1.92%), Jocotitlan (1.91%), Zumpango (1.85%), Oztoloapan (1.71%), Tepetlaoxtoc (1.69%), Otumba (1.61%) y Acamabay (1.59), juntos concentran el 52.68% del ganado engordado en el estado. (Figura 3).

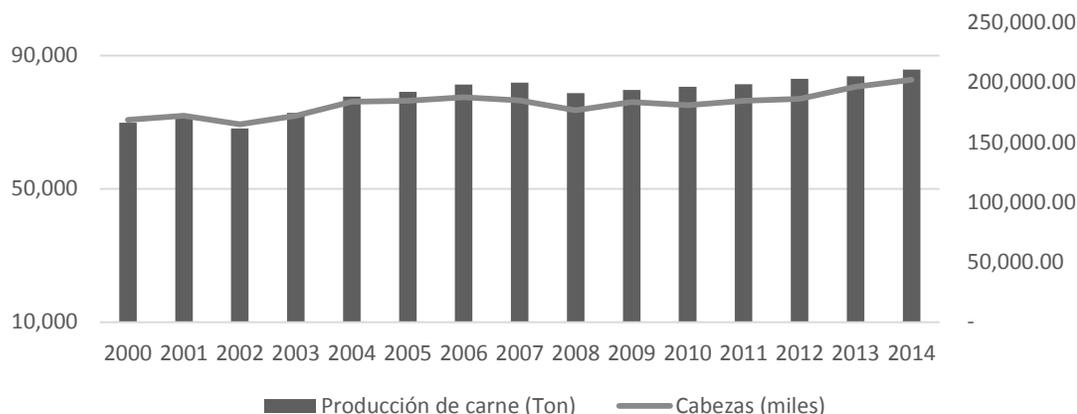
Figura 3. Principales municipios productores de bovinos para carne en el Edo. de México.



Fuente: INEGI, 2015.

La variación de la población del ganado productor de carne en los últimos años (Gráfica 8), está marcada una disminución de la población, lo cual se atribuye a que muchas explotaciones han dejado de operar debido a la volatilidad de precios en los insumos, la baja rentabilidad e inseguridad del estado. (AMEG, 2015).

Gráfica 8. Población de bovinos para carne en el Estado de México.



Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA, SIAP, 2015.

2.1.5 Situación de la ganadería bovina en la zona de estudio

Los registros de esta actividad en el DDR de Texcoco muestran que tan solo en 2013 se produjeron 9 mil 365 ton, generados en los municipios de Tepetlaoxtoc (23.58%), Texcoco (18.59%) Chalco (11.53%) y Amecameca (7.52%) donde se concentraron 1 mil 740 ton de ganado en pie con un valor de 39 millones 675 mil pesos y un valor como carne en canal de 41 millones 81 mil pesos lo cual es a su vez el 12.6% del valor total generado por la rama ganadera en el municipio (SIAP, 2015).

La ganadería desarrollada en Texcoco se clasifica a partir de la evidencia mostrada en este estudio en tamaños pequeños (1-20 cabezas), medianos (21-60) y grandes (61-100), y se caracterizan por desarrollarse con niveles de tecnificación muy diferenciados (baja, mediana y alta tecnificación), la alimentación se ha observado de baja calidad en casos muy específicos y de alta calidad en otras explotaciones sobre todo por tratarse de ingredientes provenientes de desechos de la industria a precios asequibles, con ganancias diarias de peso que pueden ir de 1.6 kg.día⁻¹ hasta superiores a los 2 kg.día⁻¹.

En Texcoco existen 540 unidades de producción de ganado bovino de los cuales 242 unidades tienen bovinos en desarrollo-engorda. Por lo tanto de un inventario de 12 mil 170 cabezas, se destinan para la engorda unas 5,960 cabezas por ciclo productivo. (INEGI, 2015). Estos productores se dedican a la engorda en condiciones de confinamiento y se estima que el sistema se practica por el 97% de ellos. Las engordas en corral en Texcoco se caracterizan por ser sistemas intensivos tradicionales, donde se finalizan bovinos con 500 – 550 kg de peso vivo concentrados en una región estratégica del Valle de México descrita como la principal zona de consumo y comercialización de carne (Télez et al, 2012). Dado que en la región se padece el mismo comportamiento respecto al precio nominal del ganado en pie, que ha tenido crecimientos menores en relación a los precios de los insumos necesarios para su producción, generando una mayor presión en los niveles de ganancias; y como menciona (Martínez, et al, 2015) este entorno tiene un efecto impositivo en las tasas de crecimiento de la oferta del ganado en pie.

2.1.6 Dinámica y fluctuaciones en los precios de los principales insumos y productos

De acuerdo a la teoría económica, el precio en general refleja cambios en la oferta y/o la demanda. Existen varios escenarios posibles de combinación entre estos dos conceptos. Así, una caída de la producción, por ejemplo por sequía y/o la falta de agua, pueden reducir la disponibilidad de la oferta lo que lleva a un aumento de los precios. En otros casos, la estagnación de la producción frente a un aumento de la población pueda tener el mismo resultado, si no se complementa el faltante con importaciones libre de aranceles, eso es el caso generalizado para México. No obstante, si la producción responde rápidamente ante los altos precios y se aumenta la oferta, los precios vuelven a bajar. La política agrícola hacia la producción y el comercio juega un papel fundamental para dirigir la oferta y el consumo de alimentos, y para corregir desbalances. El patrón dominante en México es utilizar el comercio como ancla de conducir los precios y la oferta. (Schwentenius, et al. 2013).

A este panorama en la ganadería se le añade también la volatilidad de precios en los insumos más importantes para esta actividad, como son el precio del ganado en pie e insumos usados en la alimentación de este ganado, basados principalmente en granos como maíz y sorgo; por tal razón la rentabilidad de estos sistemas de producción se ven severamente afectados, considerando que representan del 65 al 70% de sus costos de producción concernientes para producir 1 kg de carne. (Prieto, 2011).

De acuerdo a este efecto en la rentabilidad (Martínez y Mora, 2015) encontraron que la producción de carne de res se ve afectada negativamente con una tasa de decrecimiento en el precio de aproximadamente 6.4% debido al crecimiento desproporcionado del precio en los principales insumos -Maíz, Sorgo y Residuos de Pan- en un mismo periodo, con una media de 6%. El doble si se considera que la tasa de crecimiento de la carne de res es de solo 3%, de acuerdo a las tasas de crecimiento que se obtienen por diferencia entre el crecimiento nominal de precios menos la tasa de crecimiento del índice de precios (Brambila, 2011). Y que arrojan sus respectivas elasticidades que de acuerdo con Benítez *et al.* (2010) la oferta de carne de bovino se explica directa e inelásticamente por el precio de la carne de bovino en canal (0.311), por el precio real de exportación en canal (0.168), y de forma inelástica por el precio de importación (0.021); además se afecta inversa e inelásticamente por el precio real del sorgo (-0.032) y por el precio en pie de entrada a rastro con dos meses de rezago (-0.500).

Cuadro 1. Tasas de crecimiento real del precio de ganado en pie, maíz, sorgo y pan (periodo de enero 2000 a marzo de 2014).

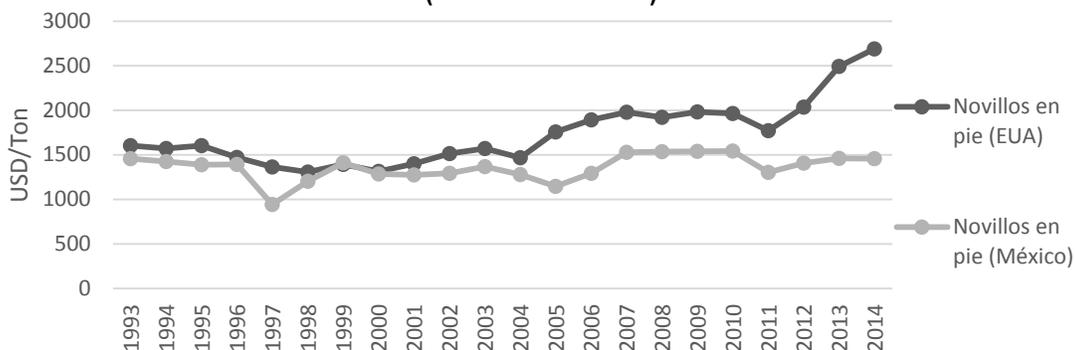
Precios	Tasa de crecimiento mensual	Tasa de crecimiento anual	Tasa de inflación anualizada	Tasa de crecimiento real
Precio Bovino (P_y)	0.00606	0.07272	0.042552	0.030168
Precio Pan (P_p)	0.004949	0.059376	0.0378	0.021576
Precio Sorgo (P_s)	0.009091	0.109092	0.042552	0.06654
Precio Maíz (P_m)	0.008654	0.103848	0.042564	0.061284

Fuente: Martínez y Mora, 2015 con datos de SIAP, SAGARPA y ASERCA.

a) Precios en el largo plazo

En el país, los precios nominales del novillo en pie en el largo plazo tienen una correlación directa con el precio en los Estados Unidos (Gráfica 9), sobre todo después de 1994 que empieza a existir una correlación de 0.81 (Gómez, 2012).

Gráfica 9. Evolución de los precios del novillo en pie (USD/Ton) en México y Estados Unidos (Serie 1993 – 2014).



Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT, 2015.

El incremento de precios en ambos países tiene un efecto preponderante en la coyuntura 2011 – 2014. Es importante mencionar que este sector no tuvo participación en la coyuntura de altos precios de 2008 que se concentró principalmente en granos y oleaginosas. En la actual fase en contraste, los precios del ganado empezaron a crecer un año antes de los granos. La explicación de este fenómeno está en el largo ciclo de producción del ganado que necesita de 2 a 4 años desde su inicio hasta la entrada en la comercialización. Esto significa que las decisiones de producción para el 2008 se habían tomado mucho antes, de tal manera que para ese año, además caracterizado por una crisis económica, el sector ganadero sufrió una sobreoferta cíclica frente a una demanda contraída sobre todo en Estados Unidos.

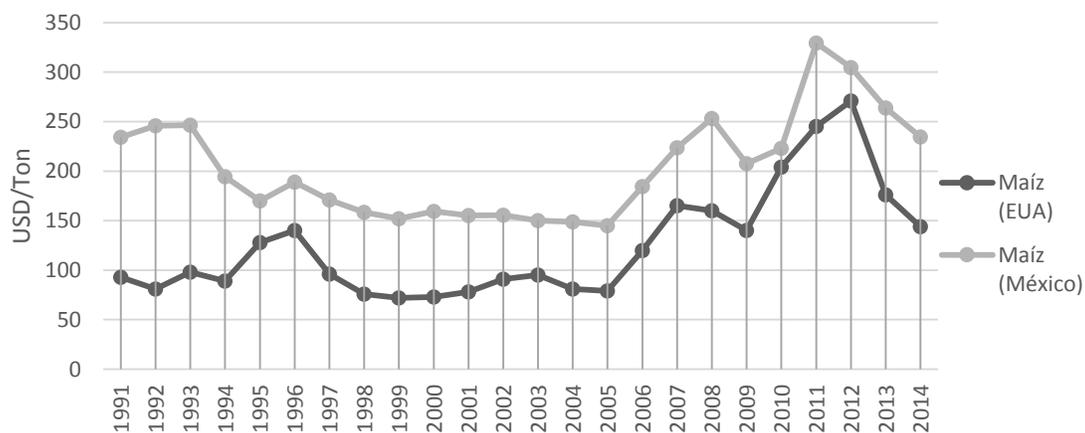
La coyuntura de 2011-2014 presenta condiciones cambiadas, en gran parte factores de largo plazo y anomalías coyunturales que llevan a una oferta con tendencia a estancar e incluso a la baja frente a una demanda creciente, que empujan a un aumento significativo de los precios. También resulta indicativo que los precios en Estado Unidos son mayores que los de México, eso explica las importantes exportaciones de ganado en pie, que se realiza año con año.

b) Factores de largo plazo

Entre los factores que explican en el largo plazo el aumento de los precios de los alimentos por lo general y los del ganado bovino en lo particular se encuentran; el crecimiento de la población, el aumento de los ingresos gracias a la recuperación de las economías después de la crisis y su impacto sobre la demanda y el consumo de productos de origen animal. Otros factores son los altos precios de los energéticos y la expansión de la producción de bioenergéticos, así como un bajo incremento en los rendimientos agrícolas (Carrera, 2012).

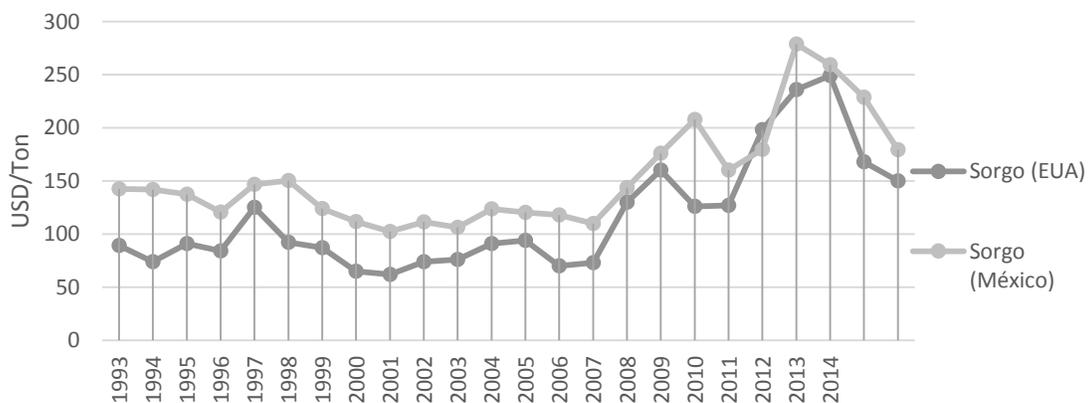
Estas tendencias impactan tanto en los granos como en el sector ganadero. Entre ambos existe una estrecha interrelación: el ganado bovino es demandante de granos, sobre todo en Estados Unidos se realiza la engorda y finalización en corrales (*feedlots*) sobre la base de maíz y soya, y en México este sistema está creciendo con una capacidad instalada para aproximadamente 780,000 animales en corrales (Peel, et al., 2011). Por otro lado, insumos como granos de maíz (Gráfica 10), de sorgo (Gráfica 11) y oleaginosas se convierten en costos de producción para los ganaderos, ambos forman un binomio inseparable. A nivel mundial y en México predomina todavía el pastoreo intensivo, no obstante, existe una tendencia generalizada a una alimentación más intensiva sobre la base de granos, de tal suerte que el crecimiento de la producción de ganado bovino se explica por esa tendencia.

Gráficas 10. Comportamiento dinámico de los precios de maíz en México y Estados Unidos (Serie 1990 – 2014).



Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT, 2015.

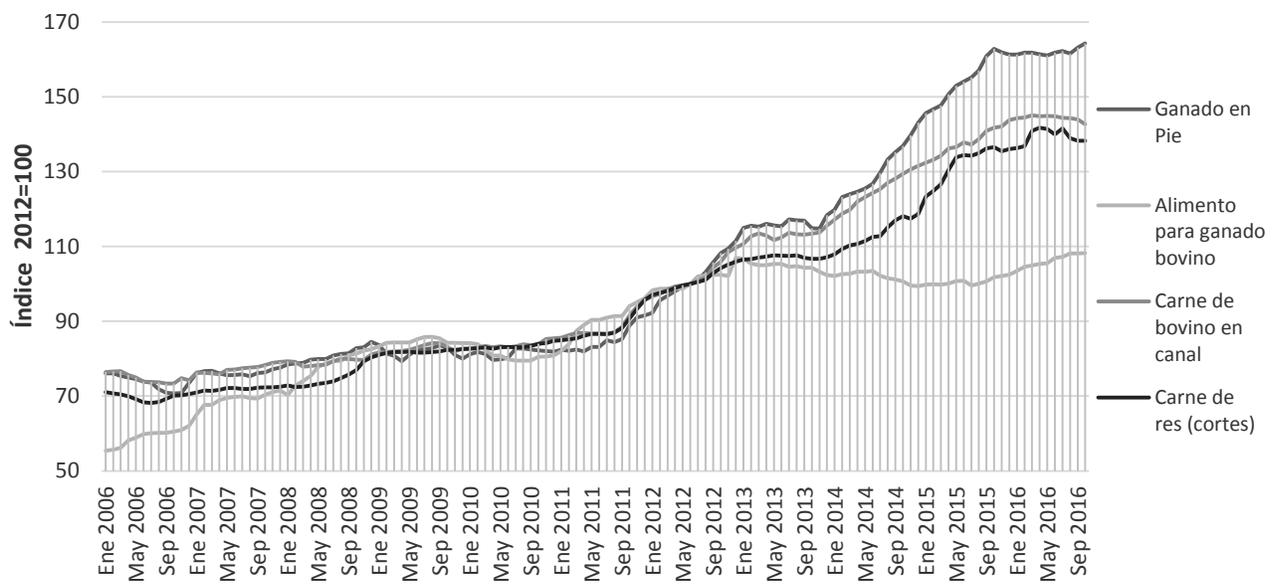
Gráficas 11. Comportamiento dinámico de los precios de sorgo en México y Estados Unidos (Serie 1990 – 2014).



Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT, 2015.

Los precios de granos sustitutos (maíz-sorgo) mayormente usados, se han aumentado de tal grado entre 2011 y 2013, que la actividad ganadera en Estados Unidos no es redituable, eso significa que los ganaderos de ese país tuvieron que reducir el inventario de ganado de mayor peso y buscar sustituirlo por animales más baratos de México (USDA-ERS, 2013). En el país los granos y el novillo son las principales causas para el aumento de los precios en el ganado bovino en pie finalizado (Gráfica 12). El Índice de precios al productor de los alimentos se ha desarrollado por abajo de los precios del ganado y su carne por un periodo reducido en 2008 y 2012, y es a partir de este año que se abre la brecha.

Gráfica 12. Evolución de los índices de precio al productor de ganado en pie, carne en canal y alimento para ganado bovino, (Serie 2006-2016), Índice por mes, base Junio 2012=100.



Fuente: Elaboración propia, INEGI, 2015.

Si bien el precio del bovino finalizado en pie sigue el patrón de los granos y alimentos balanceados, la brecha abre en 2013 o sea que los costos de producción se han aumentado drásticamente por el aumento en el precio del novillo flaco por arriba del 140% a partir de junio de 2013 en el lapso considerado hasta octubre de 2016, mientras que el precio de los alimentos balanceados solo tuvo un impacto del 97% en el mismo periodo.

A pesar de que el comportamiento de la Gráfica 12 sugiere que el precio del ganado tiene una correlación directa con el precio de los granos, este se mueve en un esquema desfasado y de atraso en el tiempo, sacrificando a la ganancia de los engordadores, en otras palabras, los ganaderos no pueden aprovechar realmente y capitalizarse del aumento de los precios y tampoco pueden recuperarse como una vista aislada a los precios de los últimos meses.

2.2.1 Brechas tecnológicas en la producción pecuaria

Brecha tecnológica se refiere al vacío tecnológico que existe entre la situación actual de cierto campo o sistema productivo con respecto al óptimo que debe tener el sistema, lo que hace referencia en la adquisición de nuevas formas, técnicas y tecnologías, para mejorar la productividad (Juárez, 2009).

Una brecha tecnológica que se presenta en algún sistema productivo no se va a solucionar de manera inmediata mediante la aplicación de una tecnología, ya que se forma una cadena compleja de interrelación de una brecha con otra (Animas, et al., 2013). El efecto de las brechas se refleja en la producción y competitividad debido a que los sectores que cuenten y puedan adaptar de manera adecuada una nueva tecnología van a generar un mayor impacto en sus volúmenes productivos, en tanto que quienes no lo hacen quedarán marginados debido a su menor competitividad en el mercado (Ricciardi, 2006).

Los resultados generados por la caracterización de brechas orientan respecto a las acciones inmediatas. Si los productores descubren lo que requieren no deberán dudar en contratar el servicio de asesoría necesaria para mejorar la eficiencia actual de producción, emprender un plan para el desarrollo de la empresa y seguir contribuyendo en la solución de las demandas de los consumidores de carne, aún en tiempos de crisis; incluso, el uso que se dé a esa información puede significar la diferencia entre quienes sigan en la producción y quiénes deban transferir sus capitales hacia otra actividad (Suárez, 2011).

2.2.2 Fases del proceso de producción de bovinos en confinamiento

El entendimiento de todas las fases de producción y tecnologías usadas en la engorda de ganado, es de suma importancia, en México existe una gran variedad de sistemas productivos, que se diferencian de acuerdo al tipo de tecnología que emplean, el nivel de integración vertical y horizontal y por los mercados a los cuales dirigen la producción (Arroniz y Valladares, 2009). Sin embargo, a lo largo del proceso de producción de bovinos para carne existen cuatro etapas que definirán el rumbo de la explotación (Figura 4).

a) Fase preliminar

El manejo de los bovinos de carne tiene como objetivo principal lograr la mejor producción de carne, por lo tanto el manejo es una de las principales actividades dirigidas hacia la producción de carne de buena calidad, ya que en la empresa productora, el animal representa el medio de producción y a la vez el producto (Romero, 1996).

Esta fase del proceso de producción tiene como propósito realizar actividades de manejo para prevenir mermas y pérdidas por enfermedades que se desencadenan debido a la concentración del ganado en la zona de producción, el embarque, traslado y el desembarque en el corral de recepción (Suárez, 2011).

Es importante considerar que hacer el manejo más fácil no implica que este sea más costoso o complicado, sino que tendrá que ser funcional, económico y seguro (SAGARPA, 2009). Animas (2013) sugiere que el productor encuentre la manera de que el ganado que adquirirá sea vacunado para prevenir pasteurelisis,

dos o tres semanas antes de arribar al corral de engorda. Asimismo, se recomienda la implantación de los animales con sustancias anabolizantes al tiempo que se realiza la vacunación, por el efecto que estas desencadenan en el metabolismo de la proteína, como un mayor incremento en la tasa de ganancia de peso y consumo de alimento, una mejora en la eficiencia alimenticia y la obtención de canales más pesadas, con mayor cantidad de músculo y menos grasa.

b) Fase de recepción

Un aspecto fundamental para el éxito de cualquier empresa de producción intensiva de ganado de carne en confinamiento, es el manejo de recepción del ganado, ya que de este dependerá la respuesta productiva del ganado en el futuro (Flores, 2009). El estrés que produce el embarque y el arreo causa pérdida de peso y de condición física del ganado. Mientras más agitado sea el manejo al embarque y más prolongada sea la transportación, el estrés será más agudo y el tiempo de recuperación del animal será mayor (Salinas, 2007).

El objetivo principal de esta actividad es permitir la recuperación del estrés al que fueron sometidos los animales durante el transporte hacia el corral de engorda; los animales llegan cansados, deshidratados, expuestos a diferentes microbios y, por lo tanto, susceptibles a enfermedades. Las recomendaciones más importantes son suministrar agua abundante, limpia, fresca y alimento a libre acceso, principalmente forraje (Espejel y Gamero, 2007).

De acuerdo a lo anterior, la fase dura entre dos y cuatro días, según el origen del ganado, las condiciones, el tiempo de transporte y el estado de salud de los animales. Quizá por el desconocimiento, en ella los productores realizan las siguientes prácticas de manejo: vacunación, desparasitación, vitaminación, implantación, despunte de cuernos y aplicación de antibióticos.

Las prácticas de manejo que realizan los productores durante la recepción del ganado son las siguientes:

- Permitir que el ganado descanse del viaje, durante uno o dos días.
- Suministrar agua limpia y fresca, en sitios accesibles para el ganado.
- Rehidratar al ganado con los minerales que perdió durante el viaje (electrolitos disueltos en agua de bebida).
- Proporcionar alimentación especial para esta fase (forrajes henificados o en greña).

- Separar a los animales enfermos para remitirlos a un corral de enfermería donde recibirán tratamiento especializado.
- Integrar los lotes de ganado que se mantendrán hasta el final del proceso productivo.
- Realizar la identificación individual del ganado, así como del lote al que formará parte.

Es importante mencionar que se debe de evitar el uso de chicharras o amontonar animales en las mangas de manejo para evitar sobre estresarlos (SAGARPA, 2009).

c) Fase de adaptación

Los animales rumiantes son vulnerables a diferentes disturbios metabólicos, relacionados con la nutrición, los cuales pueden causar la muerte, pero más a menudo resulta en una alta proporción de animales enfermos, así como un bajo comportamiento productivo, provocados por una multitud de factores de manejo, tales como el inicio del ganado en la alimentación, la calidad de adaptación a las dietas altamente concentradas en la finalización, los cambios climáticos así como los cambios bruscos en la composición de la ración (Almeraya, 2002). La fase de adaptación es el periodo más crítico del proceso desde la nutrición, en el cual se busca:

1. Maximizar el funcionamiento del ecosistema ruminal para que el ganado alcance el máximo consumo de alimento, lo más pronto posible. 2. Colocar pronto al ganado en la fase de desarrollo-finalización para acortar la duración del proceso.

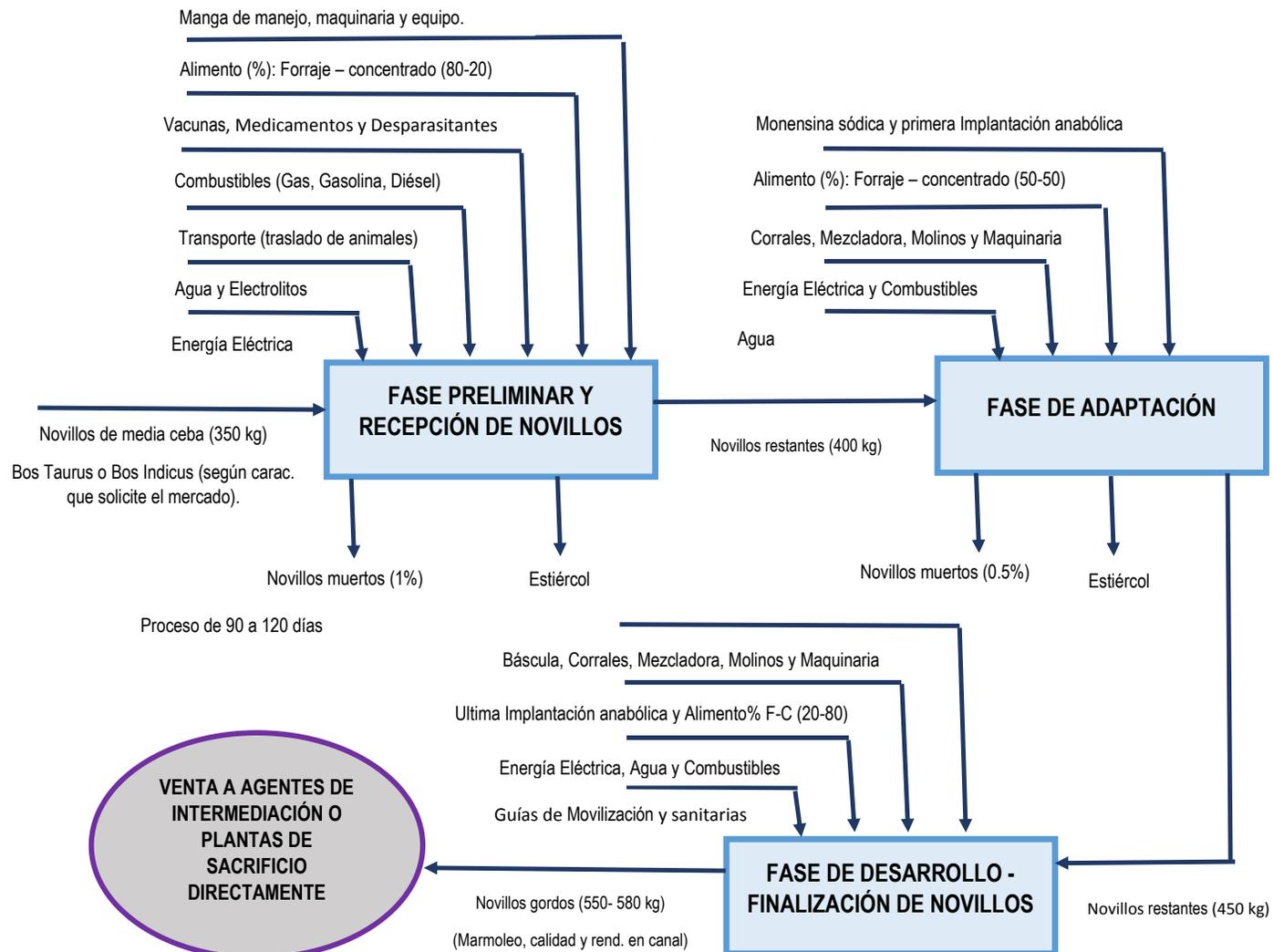
Desde el punto de vista económico, se recomienda mover al ganado a la dieta de desarrollo finalización lo más pronto como sea posible. Sin embargo, desde el punto de vista técnico, la adaptación del ganado y su ecosistema ruminal, es un proceso que requiere cerca de 14 días (Suárez, 2011).

d) Fase de finalización

En esta fase se realizan las actividades propias del proceso de producción de ganado para carne, todas ellas relacionadas con estrategias de alimentación que persiguen los siguientes propósitos: 1) Lograr la más alta ganancia diaria de peso, al menor costo posible; y 2) obtener el tipo de ganado que demanda el mercado (Suárez, 2011).

Salinas (2007) menciona que el éxito en el proceso de engorda depende en gran medida del manejo de la alimentación, permitiendo el incremento de la eficiencia biológica y la utilidad económica de la explotación, de ahí la necesidad de conocer los costos en los que incurre el productor por usar cantidades adicionales de ingredientes por encima de los requeridos en una dieta balanceada.

Figura 4. Fases del proceso de producción de bovinos en confinamiento.



Fuente: Elaboración propia con datos de esta investigación.

2.2.3 Alimentación del ganado

Las buenas prácticas nutricionales son esenciales para una buena salud y producción del ganado, en la ración diaria será necesario proveer de una cantidad adecuada de nutrientes para el crecimiento, mantenimiento corporal y producción (ganancia diaria de peso); cada uno de estos aspectos requiere energía, proteína, minerales, agua y la cantidad necesaria de alimento apropiado y balanceado para el estado productivo del animal que satisfaga sus requerimientos nutricionales (SAGARPA, 2009). Espejel y Gamero (2007) indican que la finalidad de proporcionar raciones balanceadas es obtener índices productivos que lleven al máximo la ganancia diaria de peso y que se reduzcan los periodos de engorda.

a) Calidad de los ingredientes

Los elementos esenciales que constituyen al animal, deben suministrarse a través de una ración alimenticia adecuada. Estos elementos reciben el nombre de nutrientes y se agrupan de acuerdo con su composición química o a su función que desarrollan en el cuerpo, los grupos más importantes son: carbohidratos, concentrados proteicos, forrajes, vitaminas y minerales (Espejel y Gamero, 2007).

Para seleccionar un ingrediente que va a constituir la ración se pone especial cuidado en la calidad de este, para evitar la contaminación física, química o biológica, así como los excesos de energía y proteína que pueden afectar directamente la salud del animal y ocasionar problemas metabólicos como acidosis o alcalosis cuando se consumen de manera excesiva (Flores, 2009).

b) Requerimientos nutricionales

Para lograr que los animales tengan una buena nutrición es necesario observar que la dieta suministrada proporcione los nutrimentos esenciales y en cantidades adecuadas, tales como, energía, proteínas, vitaminas y minerales para el desarrollo corporal adecuado, así como un sistema de alimentación que permita el mejor aprovechamiento del alimento, considerando también que el estado físico del animal influye sobre la mayor o menor respuesta al sistema de alimentación y al tipo de nutrimentos a utilizar (Animas, 2013).

Por tal razón es necesario conocer los requerimientos nutricionales del ganado, para ello el National Research Council (2000) elaboró tablas en las cuales especifica las necesidades para mantenimiento, desarrollo y ganancia diaria de peso que a su vez son necesarios para realizar el análisis económico de precios sombra y de esta manera determinar el costo por imprecisiones en la formulación de las raciones en el que incurren los productores.

c) Formulación de dietas

La formulación de dietas se refiere a la combinación de materias primas de una manera tal que se cubran satisfactoriamente los requerimientos nutricionales de los animales, se propicie el óptimo funcionamiento ruminal y se obtengan las más altas tasas de crecimiento al mínimo costo, para que la actividad sea rentable (Suárez, 2011). Los requerimientos principales que se deben de tomar en cuenta para

la formulación de una dieta son el contenido de energía y proteína. En los rumiantes se utiliza la Energía Neta de Mantenimiento (ENm) y la Energía Neta de ganancia (ENg), para la formulación de raciones (Torres y Verdiguél, 2007). Suárez (2011) menciona un requerimiento mínimo de 1.89 Mcal/ kg de alimento de ENm y 1.25 Mcal/kg de alimento de ENg, para animales de 425 kg en promedio, considerando GDP de 1.6 kg (NRC, 2000).

Respecto a la proteína necesaria en una ración para bovinos de engorda de 425 kg de peso promedio, ésta debe ser de 13.5-15% de Proteína Cruda, para que los animales tengan alcance a una ganancia de peso mayor de 1.5 kg (Brown, 2006).

d) Estrategias de alimentación

Además de cumplir con los requerimientos y necesidades de nutrientes que los animales tienen, el manejo de alimentación es muy importante dentro de los procesos de finalización en confinamiento un punto importante es el momento óptimo para ofrecer el alimento; cuando el animal ya está activo, por la mañana y al atardecer, después de que el animal ha descansado y tiene apetito nuevamente.

La hora exacta depende de la época del año así que mientras mayor sea la cantidad de servicios de alimentación, más fresco será el alimento que se tenga en el comedero, con lo que se incrementará el consumo voluntario, un factor importante en la ganancia diaria de peso.

Una vez establecida esta rutina no debe ser modificada, ya que el animal se acostumbra y el cambio de esta disminuye el consumo, y por tanto, el rendimiento productivo (Espejel y Gamero, 2007). En todas las circunstancias, el ganado debe consumir la ración en menos de 60 minutos. Si no lo hace así será debido a que no tiene apetito; esto quiere decir que no se debe servir alimento al ganado hasta que muestre interés por acercarse al comedero. El segundo horario de servicio se puede realizar de 2-3 horas después de concluido el anterior, de esta manera se logra que el ganado disponga de alimento durante la mayor parte del día (Suárez, 2011).

e) Problema del clenbuterol en salud pública y alteraciones en la rentabilidad

El clorhidrato de clenbuterol es considerado un β -agonista sintético altamente residual, utilizado como agente terapéutico para trastornos respiratorios, pero no está autorizado por la secretaria de salud para su uso en la engorda de ganado, prohibido por la norma oficial NOM-061-ZOO-1999 y norma emergente NOM-EM-015-ZOO-2002. A pesar de estas restricciones, se han encontrado evidencias de su uso por parte de engordadores en el país y particularmente en el oriente del estado, donde se incluye a los productores en Texcoco (Martínez, 2012).

Estudios muestrales en el municipio demuestran que alrededor del 50% de los establecimientos de venta al consumidor resultaron positivos a clenbuterol y es que las cantidades suministradas por los engordadores dejan niveles residuales de 124 hasta 4,578 ppt en la carne de consumo, muy por encima de los máximos permisibles (2000 ppt), según el Codex Alimentarius.

Es un connotado problema de salud pública por causar alteraciones respiratorias y cardíacas a dosis elevadas (superiores a $100 \mu\text{g d}^{-1}$) como: taquicardias, aumento de la presión sanguínea, aumento arterial de oxígeno y glucosa, entre otros. En la ganadería su uso continuo tiene un efecto significativo en la rentabilidad en las unidades de producción que lo suministran a los toretes a través del alimento; este actúa como promotor de crecimiento por medio de dosis óptimas aproximadas de $0.8 \mu\text{g.kg}^{-1}$ de PV.

Entre sus efectos, esta sustancia estimula el incremento de músculo esquelético y 13% de proteína en la región del costillar, por periodos más reducidos a la engorda convencional; también disminuye la grasa subcutánea en un 20 a 30% e incrementa la retención de líquidos, por lo que logra mayores rendimientos en canal, (Sumano et al., 2002); por tanto se tiene bien documentado que estas sustancias llegan a suplir las deficiencias técnicas en las unidades de producción y mantener elevadas ganancias de peso ante dietas deficientes nutricionalmente, este efecto esconde el verdadero mérito de crecimiento en el animal. Este efecto hace más compleja la precisión de estudios sobre las pérdidas en las que incurrir por mala formulación e incrementos en los costos de producción en la alimentación.

2.2.4 Manejo sanitario

El aspecto sanitario en el corral de engorda debe ser considerado como un factor importante, para la obtención de una mejor producción y una mejor rentabilidad. Los animales recién llegados a éste pueden estar expuestos a estrés por el transporte y el cambio brusco de alimentación, lo que puede provocar la presencia de procesos patológicos y la difusión de enfermedades (Espejel y Gamero, 2007). El manejo sanitario comprende un conjunto de acciones que puedan garantizar la salud del animal y la inocuidad de sus productos, lo que se puede llevar a cabo mediante medidas de prevención y control de enfermedades; la prescripción y la administración de fármacos, tratamientos terapéuticos y quirúrgicos realizados con responsabilidad (Flores, 2009).

La adecuada aplicación de medidas de prevención y el uso de nuevas tecnologías reducirán al mínimo las pérdidas de animales y dinero. Así mismo, la implementación de buenas prácticas pecuarias, como son el manejo de recepción, lotificación, identificación, uso de implantes para estimular un mejor uso de energía contenida en la ración, vacunación contra *Pasteurella* y *Clostridium* principalmente y el uso de desparasitantes de amplio espectro como la ivermectina, para controlar parásitos internos y externos; pueden permitir el buen desarrollo de la actividad (SAGARPA, 2007).

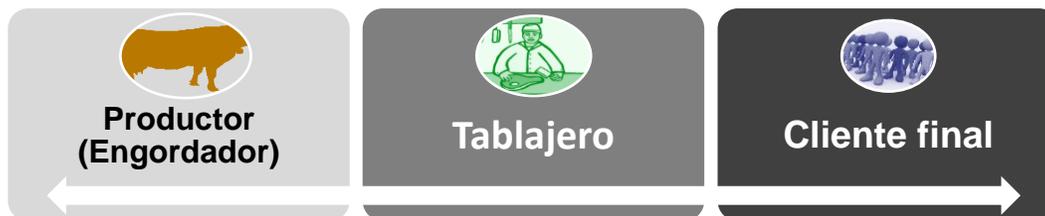
2.2.5 Red de valor y canales de comercialización

La comercialización de productos pecuarios es un proceso que comienza con la decisión de los ganaderos de producir productos para la venta y comprende todas las operaciones económicas y los agentes que la realizan. En este proceso los bienes de origen animal se adecuan a las necesidades de los consumidores y se mueven desde la explotación pecuaria hasta el consumidor final. En la comercialización se agregan utilidades de espacio (transporte), de tiempo (almacenamiento), de forma (Industrialización, envase y normalización), y de posesión, que los hacen más aptos para el consumo humano (adaptado de García et al., 1990).

Los esquemas básicos de comercialización de carne de bovino en México son esencialmente dos. En el primero, el engordador está integrado a la cadena; lo que representa un crecimiento en la participación del producto vendido al consumidor, así como una menor movilización de animales finalizados en pie y mayor de carne refrigerada. En el segundo caso, el productor no está integrado a la cadena, así que debe vender su ganado finalizado en pie (SAGARPA, 2007), si se conjuntan ambos esquemas (Figura 5), podemos observar los diversos eslabones que están involucrados así como el flujo de insumos y productos en la red de valor cárnica, así como la supra-estructura en la que mantiene su funcionamiento. Diversos autores como Contreras (2012) y Prieto (2010) han identificado diversos canales de comercialización de acuerdo a muestreos y estudios realizados en la región de Texcoco y alrededores, entre los cuales se encuentran:

a) Canal extra corto

Es el menos común, este corresponde a los productores pequeños que tiene medios de vender directamente a un tablajero (puede o no haber un intermediario en esta negociación), posteriormente se sacrifica el ganado en casa para después venderlos al consumidor final en cortes en la localidad o bien en los municipios aledaños. Es muy común que la forma de pago sea en crédito de unas semanas antes de pagar al productor por los bajos volúmenes de carne que se comercializan por este medio.

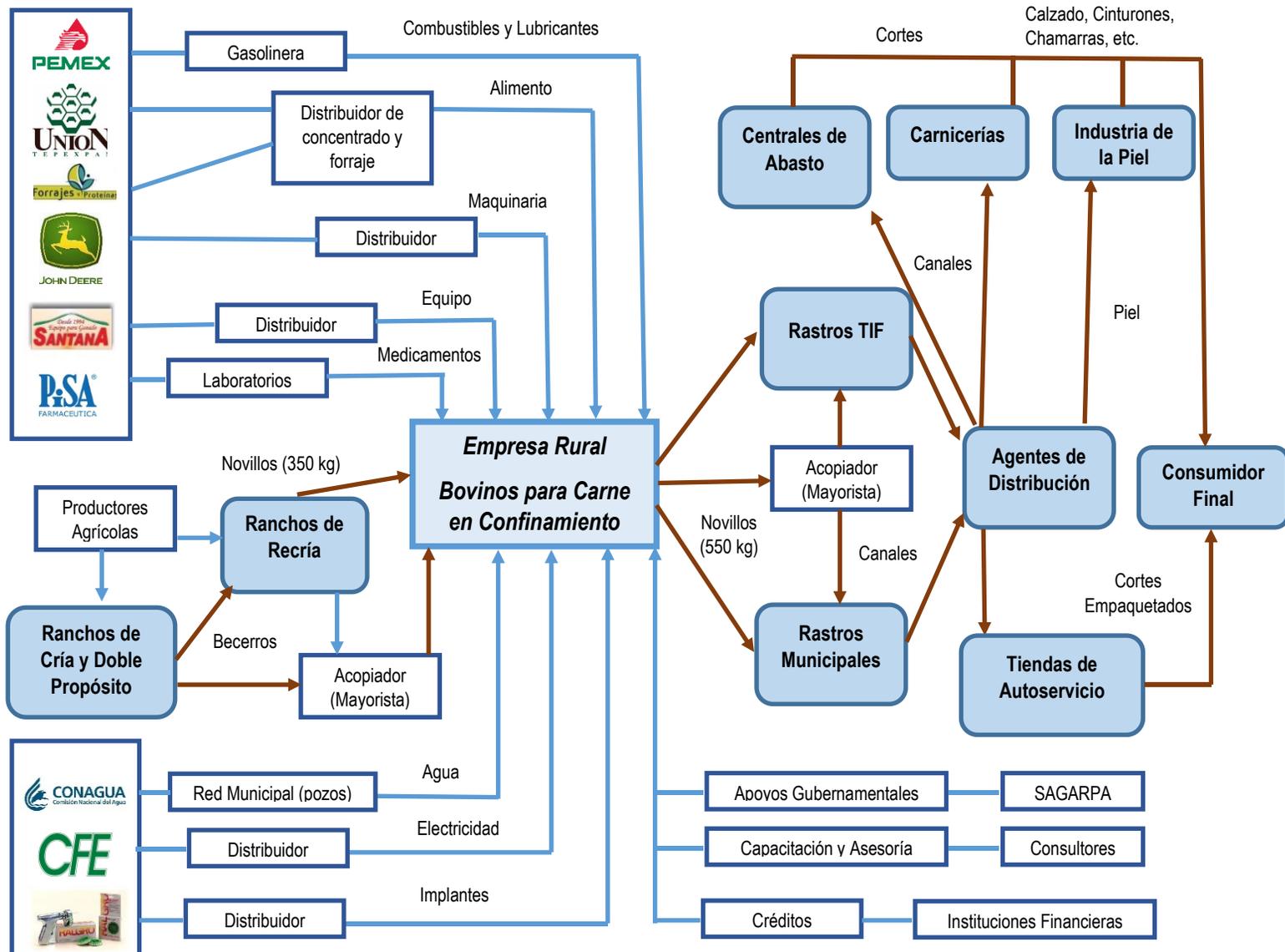


b) Canal corto

En este medio de comercialización, el productor vende a un introductor de ganado, el cual manda a sacrificio en rastros ya sea en Texcoco, en los arcos en el municipio de los Reyes o bien en el rastro de la Paz, estas canales son distribuidas por el mayorista a diversos tablajeros y carnicerías en el oriente del estado de México y DF, para así llegar al consumidor final. La forma de pago al igual que el canal anterior es a crédito de hasta por un mes para el introductor y de 15 días hasta otro mes para el engordador.



Figura 5. Red de Valor de Bovinos para Carne en el área de estudio.



Fuente: Elaboración propia con datos de esta investigación.



CAPÍTULO III:

Marco Teórico y Metodológico

“La ausencia de prueba, no es prueba de ausencia”

- *Carl Sagan*

3.1 Marco teórico de la matriz de análisis de política (MAP)

El método cuantitativo de análisis usado en el presente trabajo es la Matriz de Análisis de Política (MAP) propuesta en 1989 por Monke y Pearson, aplicada con base correspondiente a ingresos y costos privados valuados a precios de mercado (presupuesto privado) para determinar la competitividad. Por su parte un presupuesto económico, hace referencia en el uso de los recursos domésticos de producción de las unidades de producción y que es concerniente a las ventajas comparativas. La MAP es el producto de dos identidades, la primera define la rentabilidad como la diferencia entre ingresos y costos, y la segunda mide el efecto de las divergencias, debido a la intervención de políticas económicas y fallas de mercado, como la diferencia entre los parámetros observados y los que existirían si las divergencias fueran eliminadas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Estructura de la matriz de análisis de política.

CONCEPTO	INGRESOS TOTALES	COSTOS DE PRODUCCIÓN		GANANCIAS (UTILIDAD NETA)
		INSUMOS COMERCIALES	FACTORES INTERNOS	
Precios Privados	A	B	C	D
Precios Económicos	E	F	G	H
Efectos de Política	I	J	K	L

Fuente: Monke and Pearson, 1989.

La MAP reorganiza los datos de los presupuestos privados y sociales para facilitar la evaluación de efectos de política y de distorsiones de mercado, todo esto como resultado de tener una herramienta que describa la economía de un sector mediante la base de un modelo teórico de equilibrio general y una herramienta de análisis que opere dentro de las restricciones inevitables de tiempo y disponibilidad de datos obtenida directamente en las diferentes etapas de la cadena productiva; Por lo tanto antes de hacer una presentación de los coeficientes de análisis para el caso de ventaja competitiva, se definirá cada uno de los conceptos dentro del formato de la MAP:

Cuadro 3. Variables y coeficientes de desagregados de la MAP para análisis de ventaja competitiva y ventaja comparativa.

<i>Variables</i>	
Costos de Producción a Precios Privados	$CP = B + C$
Costo de Producción a Precios Económicos	$CE = F + G$
Ganancias a Precios Privados	$D = A - B - C$
Ganancias a Precios Económicos	$H = E - F - G$
Transferencia por Precio de Producto	$I = A - E$

<i>Variables</i>	
Transferencia por Precio de Insumos	$J = B - F$
Transferencia por Precio de Factores Internos	$K = C - G$
Transferencia Total	$L = I - J - K$
Efecto Total de Políticas	$L = D - H$
<i>Coefficientes de Protección</i>	
Nominal de Productos	$CPNP = A/E$
Nominal de Insumos	$CPNI = B/F$
Efectiva	$CPE = (A-B)/(E - F)$
<i>Relaciones</i>	
Eficiencia del Costo Privado	$RCP = C/(A - B)$
Eficiencia del Costo de los Recursos Internos	$RCR = G/(E - F)$
Subsidio Social al Productor	$SSP = L/E$
Equivalente de Subsidio al Productor	$ESP = L/A$
Subsidio a la Ganancia del Productor	$SGP = D/H$
Valor Agregado a Precios Privados	$VAP = (A - B)$
Valor Agregado a Precios Económicos	$VAE = (E - F)$
<i>Participación Porcentual</i>	
Consumo Intermedio en el Ingreso Total	$PCIP = B/A$
Valor Agregado en el Ingreso Total	$PVAP = (A - B)/A$

Fuente: Monke and Pearson, 1989.

3.1.1 Ganancias

Entiéndase como aquella identidad de contabilidad que mide la diferencia entre ingresos y costos de producción (Morris, 1990). Para determinar la rentabilidad se utilizaron las expresiones algebraicas siguientes, basados en la teoría económica (Krugman y Wells, 2006; Samuelson Y Nordhaus, 2009):

$$CT = P_x X$$

Donde CT= Costo total de la producción, P_x = Precio del insumo o actividad X y X= Actividad o insumo. El ingreso total por engorda se obtiene al multiplicar el rendimiento en toneladas (ton) del total de novillos finalizados en pie o de la carne en canal por su precio de mercado. La expresión algebraica es:

$$IT = P_y Y$$

Donde IT= Ingreso Total (\$/ton), P_y = Precio de mercado del novillo en pie o carne en canal Y= Rendimiento total de los novillos en (ton). En términos de los elementos de análisis de la MAP la expresión final es:

$$Ganancias Totales = \sum P_i X_i - [\sum P_j Y_j + \sum P_k Z_k] \quad \text{ó} \quad Rentabilidad = IT - CT$$

Donde:

P_i = Precio del ganado en el mercado local, regional o nacional

X_i = Cantidad de Toneladas (Cabezas) de novillo finalizado

P_j = Precio de los insumos comerciales en el mercado local, regional, nacional

Y_j = Cantidad de Insumos comerciables e Indirectamente comerciables usados

P_k = Precio de los factores internos en el mercado local, regional o nacional

Z_k = Cantidad de factores internos aplicados en la engorda

En este estudio se utilizó la información de la primera hilera de la matriz, que corresponde al presupuesto privado. En la construcción de este presupuesto privado es necesario elaborar matrices de coeficientes técnicos, de los precios de los insumos (comerciables e indirectamente comerciables), de los factores internos de la producción, de presupuesto y de coeficientes auxiliares.

3.1.2 Insumos comerciables y factores internos

Los insumos comerciables se consideran los insumos o parte de ellos, que se pueden adquirir en los mercados, tanto nacional como internacional, por ejemplo: granos, oleaginosas, novillo en pie, minerales, medicamentos, promotores de crecimiento, maquinaria etc. Los Insumos indirectamente comerciables incluyen insumos o parte de ellos que no son comercializados internacionalmente, como son partes del tractor, revolvedora, implementos, molinos y partes de la infraestructura (Pearson y Monke, 1989). Los Factores internos son los que no tienen cotización internacional como la mano de obra, tierra, agua, crédito, electricidad, seguro, así como la administración y servicios; además, no se pueden comercializar internacionalmente, porque físicamente no se puede dar la transferencia entre países de factores como la tierra, pero que, sin embargo, si hay que asignarle un valor económico.

3.1.3 Rentabilidad

La rentabilidad es la capacidad que tiene algo para generar suficiente utilidad o beneficio; por ejemplo, un negocio es rentable cuando genera más ingresos que egresos, por lo tanto en nuestro estudio una granja engordadora de ganado bovino es rentable cuando genera mayores ingresos que gastos. Pero una definición más precisa de la rentabilidad es que como índice que mide la relación entre utilidades o beneficios, y la inversión o los recursos que se utilizaron para obtenerlos, o bien es la relación que existe entre las utilidades o beneficios de una empresa, y diversos aspectos de esta, tales como las ventas, los activos, el patrimonio, el número de acciones, etc. (Prieto, 2010).

a) Rentabilidad privada

En el cuadro donde se muestra la MAP, los beneficios privados, D son la diferencia entre los ingresos (A) y gastos (B + C), y las cuatro entradas en la fila superior se miden en los precios observados. El cálculo se inicia con la construcción de un presupuesto separado para la agricultura y ganadería, la comercialización

y procesamiento. Los componentes de estos presupuestos son usualmente entradas como moneda local, aunque el análisis también puede llevarse a cabo utilizando una moneda extranjera por unidad.

Los cálculos de rentabilidad privada muestran la competitividad del sistema ganadero a analizar, teniendo en cuenta las tecnologías actuales, los precios de producto y los factores de producción que están imperando en ese momento en el mercado, así como las transferencias o impuestos generados por medidas de política económica. El costo de capital, definido como el retorno antes de impuestos de los propietarios del capital, necesarios para mantener su inversión en el sistema, se incluye en los costos internos (C), por lo tanto, los beneficios (D) son el exceso de beneficios, por encima de los rendimientos normales a los operadores de la actividad. Si los beneficios privados son negativos, los operadores están obteniendo una tasa de rentabilidad inferior a la normal y por lo tanto se puede esperar que dejen de realizar esta actividad, a menos que algo cambie para aumentar los beneficios por lo menos a un nivel normal ($D=0$). Alternativamente, los beneficios privados positivos ($D>0$) indican que los ingresos aumentan y habrá una expansión futura del sistema (Pearson y Monke, 1989).

b) Rentabilidad económica o social

La segunda hilera de la matriz de contabilidad, las ganancias económicas o sociales, son la diferencia entre los ingresos y costos, evaluados a precios económicos; esto es ($H = E - F - G$). Estas evaluaciones miden la "ventaja comparativa" o la eficiencia en el sistema de producción. La eficiencia se alcanza cuando los recursos de una economía son usados en actividades que propician los mayores niveles de producción y, por ende, de ingreso (Pearson y Monke, 1989).

Para los ingresos (E) y los costos de los insumos (F) que son comercializados internacionalmente, las evaluaciones económicas apropiadas están dadas por los precios mundiales (tanto de importación, como de exportación), ajustados por costos de cruce de frontera y transporte (tanto de productos, como para insumos). Los precios mundiales representan la opción gubernamental de permitir importar, exportar producir bienes y servicios internamente. Debido a que las fluctuaciones globales de la producción o políticas exteriores distorsionan a los precios mundiales, el cálculo apropiado no debe usar precios que prevalezcan durante un año base elegido para el estudio, sino en su lugar, utilizar los valores esperados de largo plazo.

En cuanto a los factores internos de la producción como mano de obra, capital y tierra no presentan cotización mundial, ya que se considera que los mercados para estos servicios son nacionales. La valuación económica de cada uno de estos conceptos es equivalente a su "costo de oportunidad", que también es el ingreso neto perdido debido a que el factor no está orientado a su mejor uso alternativo.

La valuación económica de los factores internos de la producción empieza con la distinción entre los factores variables y fijos, Los factores variables, generalmente capital y mano de obra, son factores que pueden desplazarse de la agricultura a otros factores, los precios son determinados por la oferta y la demanda de una economía; por lo tanto, sus valores económicos son estimados a nivel nacional y no particularmente dentro del sector agropecuario.

Los factores de la producción fijos son aquellos cuyos costos de oportunidad privados o económicos son determinados dentro de un sector particular de la economía. El valor de la tierra agrícola, por ejemplo, es generalmente determinado sólo por el valor de la tierra en el cultivo de productos alternativos. Sin embargo, el costo de oportunidad económico de la tierra agrícola es a veces difícil de estimar, en virtud de que rara vez se encuentra en una zona agroclimática una completa especialización en un cultivo o especie ganadera. Por lo tanto, el costo de oportunidad económico de la tierra es estimado por un promedio ponderado de las ganancias económicas restantes de un grupo de posibles cultivos o especies ganaderas (Pearson y Monke, 1989).

3.1.4 Los Efectos de política

La segunda identidad de la matriz de contabilidad, se refiere a las diferencias entre valuaciones privadas y económicas de ingresos, costos y ganancias (I), (J), (K), (L). Cualquier divergencia entre el precio privado y el observado (actual de mercado) y el precio económico estimado (eficiencia), debe ser explicada por los efectos de distorsiones de política o por la existencia de mercados imperfectos.

Algunas políticas afectan los precios originando un uso ineficiente de los recursos; a menudo son introducidas debido a que los responsables de la política están dispuestos a aceptar ineficiencias (y por lo tanto menor ingreso total) con el propósito de cumplir objetivos de no eficiencia, como la redistribución del ingreso o una mayor seguridad alimentaria.

Los mercados imperfectos se presentan en las circunstancias siguientes: presencia de monopolios o monopsonios (control del vendedor o comprador sobre los precios de mercado); externalidades (costos para los cuales el receptor no puede ser gravado o beneficios para los cuales el proveedor no puede recibir compensaciones); imperfecciones en el mercado de los factores (desarrollo inadecuado de las instituciones en la provisión de servicios competitivos e información incompleta), que limitan a los mercados para una distribución eficiente de productos o factores.

Las transferencias de producto, ($I = A - E$) y de insumos, ($J = B - F$), resultan de dos tipos de políticas que causan la diferencia entre los precios internos y mundiales: las políticas específicas para un producto y la política de tasa de cambio. Las primeras incluyen impuestos, subsidios y políticas comerciales (aranceles y cuotas al comercio exterior); y la segunda requiere de una tasa de cambio para convertir los precios mundiales a sus equivalentes internos; en la práctica, la tasa de cambio podría diferir de la tasa de cambio oficial (Pearson y Monke, 1989).

3.1.5 Competitividad

La competitividad está en el centro del éxito o del fracaso de las empresas. La competencia determina la propiedad de las actividades de una empresa que pueden contribuir a su desempeño, como las innovaciones, una cultura cohesiva o una buena implementación. La estrategia competitiva es la búsqueda de una posición favorable en un sector de la economía, la arena fundamental en la que incurre la

competencia. La estrategia trata de establecer una posición provechosa y sostenible contra las fuerzas que determinan la competencia en los sectores (Porter, Michael, 1995).

Este concepto puede ser abordado en diversas perspectivas, el usado en este trabajo se refiere a la ganancia privada (Ingresos-Costos), que obtienen los productores. El término privado se refiere a los ingresos y costos observados que reflejan los precios de mercados vigentes, recibidos o pagados por los ganaderos. La competitividad o ganancias privadas se cuantifican a través del indicador conocido como “Relación de Costo Privado” (RCP), que es el cociente de dividir el costo de los factores internos de la producción entre el valor agregado, ambos valorados a precios de mercado. Si la RCP es menor a uno o igual a la unidad, el productor es competitivo. Si la RCP es menor a la unidad, el productor está recibiendo ganancias extraordinarias, dado que después de remunerar a los factores de la producción, tanto propios como contratados, queda un residuo en el valor agregado que es la retribución a la gestión del productor. Si la RCP es igual a la unidad, no se generan ganancias extraordinarias, el productor solo paga los factores de la producción, incluyendo su mano de obra y capital (Omaña, apuntes de análisis económico).

3.1.6 Las Ventajas comparativas

Generalmente se le atribuye la teoría de la ventaja comparativa a Ricardo (1817) que fue el primero en introducir en el ámbito del comercio internacional el principio de optimización que utilizan las empresas para elegir en forma eficiente lo que producirán. Ricardo señaló que un país puede lograr ganancias netas en bienestar concentrando su capacidad productiva en aquellos bienes y servicios que produce con relativa eficiencia e importando el resto. Es significativo aunque en cierto modo contradice lo que se podría intuir que el país no necesita ser el que produce un determinado artículo a bajo costo (es decir el productor más eficiente en términos absolutos) para tener una ventaja comparativa en la producción de ese producto (Morris, Michael L, 1990)

La rentabilidad privada de los productores refleja en pocas ocasiones la rentabilidad económica para el país en su conjunto. Los subsidios, los impuestos y las distorsiones originadas por el tipo de cambio, comúnmente afectan en forma significativa a los precios de los productos e insumos. El análisis empírico de la ventaja comparativa requiere eliminar estos efectos de política y calcular la rentabilidad que para el país significa una actividad productiva. En esencia, la finalidad del análisis de la ventaja comparativa es dar respuesta a la interrogante de que resulta más económico para el país, importar un bien o producirlo internamente. Si el importarlo resulta más caro, el país tiene ventaja comparativa en la producción de ese bien y deberá producirlo internamente para ahorrar divisas (Porter, Michael, 1995).

La ventaja comparativa depende de tres factores:

- a) La tecnología (que determina las posibilidades de la producción e influye en las tasas de transformación de los productos).
- b) La disponibilidad de recursos internos (que determina el valor de los recursos internos, por ejemplo, la tierra, la mano de obra, el capital y el agua).
- c) Precios internacionales (que determina el valor de los demás insumos y productos).

Otros factores importantes son el medio ambiente climático y económico, las condiciones ecológicas, el tipo de suelo, los mercados, la estructura de la tenencia de la tierra, la tecnología y otros factores. El análisis empírico de la ventaja comparativa determina si competirán o no ciertas actividades productivas en diferentes regiones de un país, en el mediano plazo, con los productos equivalentes comercializados en los mercados internacionales bajo el supuesto de eliminación de apoyo gubernamentales y distorsiones del tipo de cambio. No obstante las críticas que se han dado a los estudios de ventaja comparativa, argumentando que los precios internacionales pueden estar afectados por distorsiones de políticas y por lo tanto en lugar de medir eficiencia se están midiendo ventaja comparativa. Eso no afecta la utilidad de la técnica para la toma de decisiones de política, en virtud de que los precios de eficiencia de los bienes comerciales, están estimados en base a un precio de referencia internacional a largo plazo.

Las ventajas comparativas se evalúan utilizando el indicador de la “relación de costo de los recursos internos” (RCR), que es el cociente de dividir el costo de los factores internos valuado a precios de eficiencia (sin subsidios) y el valor agregado económico (valor de la producción con precio internacional del producto menos consumo intermedio a precios internacionales de los insumos). Una RCP positiva de 0 a 1 indica que el valor de los recursos internos usados en la producción de un bien es interior al valor de las divisas ganadas o ahorradas; por lo que, el país tendrá ventajas comparativas en la producción de un bien, ya que gana o ahorra divisas con su producción interna. Una RCR superior a 1 indica que el valor de los recursos internos usados en la producción supera el valor de las divisas ganadas o ahorradas, y el país no tiene ventajas comparativas en la producción. Una RCR negativa indica que se desperdician divisas, es decir, se utilizan más divisas en la producción de un bien de lo que vale ese bien (Pearson y Monke, 1989).

3.2 Desarrollo de Encuestas

La investigación en campo se llevó a cabo en el periodo comprendido de mayo a diciembre de 2015, en el municipio de Texcoco, Estado de México. La información primaria se obtuvo a través de una encuesta (ANEXO 2) y de entrevistas a profundidad con 6 ganaderos engordadores, donde se recopilaron algunos datos de producción disponibles en los registros de las mismas explotaciones de un total de 120 que se encuentran inscritos en la Asociación Ganadera Local Especializada en Engorda del Distrito de Texcoco, A.C. La selección de productores se realizó en función a la disposición de los engordadores de proporcionar información de sus actividades productivas, de comercialización, sus instalaciones, ingresos y costos, entre otras. En la selección se procuró incluir a las explotaciones típicas y con mayor experiencia en la actividad.

Para estratificar las unidades de producción seleccionadas se realizó una clasificación con base a la escala o capacidad instalada (pequeña, mediana y grande) y de acuerdo al número de animales engordados por productor. En pequeña escala están los engordadores con al menos 20 cabezas, los medianos de 21 a 60 y los grandes de 61 a 100 o más. A su vez cada escala consta de una caracterización tecnológica denominada como tecnológico (bajo, medio y alto), el cual será diferenciado por las prácticas tecnológicas que se realizan en cada unidad de producción a partir del nivel diferenciador que se identificó en la recolección de datos y entrevista a fin de que se pueda dictaminar el nivel tecnológico:

3.2.1 Variables Cualitativas de Respuesta

Para la clasificación cualitativa que explica los estratos tecnológicos de la Matriz de Análisis de Política, se utilizaron las siguientes variables sobre brechas tecnológicas para explotaciones de ganado para carne, extraídas de diversas investigaciones sobre prácticas adecuadas para la profesionalización de la actividad, (Kawas et al., 2006; Blasi.,2008;Fimbres.,2005;Brown et al.,2010; Garza., 2009) y del manual de buenas prácticas pecuarias de SAGARPA 2011:

Cuadro 4. Caracterización tecnológica de las unidades de producción.

NIVEL	PRÁCTICAS TECNOLÓGICAS QUE SE REALIZAN EN LA U. DE P.	RESULTADO	
		SI	NO
TECNOLÓGICO BAJO	Identificación individual del ganado		
	Inventario del ganado por grupos genéticos		
	Calendarios de vacunación		
	Calendario de desparasitaciones internas		
	Calendario de desparasitaciones externas		
	Diagnóstico de tuberculosis		
	Diagnóstico de brucelosis		
	Suplementación mineral permanente		
TECNOLÓGICO MEDIO	Alimentación con concentrados		
	Elaboración de registros productivos		
	Elaboración de registros económicos		
	Pesaje del ganado a la recepción y finalización		
	Descornado del ganado		
	Conservación de Forrajes		
	Lectura de Comederos		
	Formulación y elaboración de alimentos de manera planificada (iniciación, engorda y finalización)		
	Calendarización de diagnóstico coproparasitoscópico		
	Aretado del Ganado (Rastreabilidad)		
	Vacunación antes del embarque (Menor mortalidad)		
	Aplicación de electrolitos y vitaminas posterior al embarque		
	Integrar lotes de ganado y lote de enfermería		
	Diagnóstico y control temprano de timpanismo y acidosis ruminal		
	Mecanización y Equipamiento para Alimentación y Pesaje del ganado		
Asesoría técnica permanente			
TECNOLÓGICO ALTO	Toma de decisiones basada en el análisis de información		
	Profesionalización de los puestos de trabajo		
	Desarrollo de proveedores confiables y acceso a mercados		
	Capacitación y actualización continua del personal		
	Plan de desarrollo de la empresa		
	Programa de producción		
	Programa de inversiones		
	Programas de evaluación y seguimiento de resultados		

DICTAMEN: Nivel de tecnificación al que corresponde la unidad de producción: _____

Estos tópicos forman parte de la entrevista, por tanto estos parámetros productivos y técnicos de los sistemas de producción, así como los precios, ingresos y costos, además de los coeficientes técnicos se obtuvieron directamente en campo y se validaron mediante consultas con comercializadores de alimentos balanceados, farmacéuticos e intermediarios. También se delimitaron las siguientes variables necesarias para la formulación de las matrices auxiliares de alimentación:

Periodo de engorda (PE): Cantidad de días que los animales permanecen en el corral de finalización. *Peso inicial (Pi)*: Es el peso con el que ingresan los animales a los corrales de finalización. *Peso final (Pf)*: Peso en el que los animales salen a sacrificio. Estimado a partir del peso de la carne en canal considerando un rendimiento de 61%, el cual es el promedio que se tiene en la U de P.

$$Pf = \frac{\text{Peso de la canal} \times 100}{61}$$

Periodo de Engorda: El tiempo en días que tarda el ganado en alcanzar el peso final o comercial. *Ganancia de Peso*: Eficiencia fisiológica en el animal para transformar alimento en kgs de masa corporal x día⁻¹. *Conversión alimenticia (kg/día)*: Principal variable de medición de la engorda del ganado, expresado en kg de carne producida por kg de alimento consumido x día⁻¹.

a) Evaluación grafica de las variables cualitativas

Par evaluar el porcentaje de adopción de tecnologías de acuerdo a la condición ideal planteada en las buenas prácticas pecuarias, se estableció un sistema de puntuación de tres puntos:

1. Calificación de 0 para las prácticas tecnológicas que no se realizan
2. Calificación de 1 para las prácticas que se realizan con un nivel de apropiación mínimo.
3. Calificación de 2 para las prácticas que se realizan en un nivel óptimo o ideal.

De acuerdo al puntaje obtenido en cada una de las unidades de producción estudiadas, se califica en términos porcentuales el nivel de adopción tecnológica; siendo 0% la situación con brecha tecnológica más amplia y 100% como la condición de ideal (Anexo 3). Por lo tanto, se representan como gráfica radiada en el apartado de resultados de las unidades de producción (UP) de nivel tecnológico más bajo en la posición más central de la gráfica y las UP de nivel tecnológico elevado en la posición más externa de la gráfica.

3.2.2 Elaboración de las matrices de coeficientes técnicos

El análisis de la MAP comienza con la elaboración de un concentrado de las distintas actividades que se realizan en las unidades de producción para cada alternativa de producción que se compara donde se incluye el nivel tecnológico y capacidades instaladas de la unidades de engorda. Este concentrado determina las matrices de coeficientes técnicos las cuales nos indican los distintos niveles de insumos a utilizar en cada una de las alternativas de producción mencionadas. Las matrices están representadas por las mismas unidades de producción desarrolladas en diferentes lugares, por ejemplo para formular políticas se trata de determinar cuál de dos regiones dentro de una misma zona geográfica tiene una ventaja

competitiva o comparativa de la misma actividad de engorda de bovinos. Otra posibilidad es la misma actividad productiva con diferentes niveles tecnológicos como se realizó en la presente investigación. Como el cálculo de las relaciones de los costos de los recursos depende de la definición precisa de todos los insumos y productos, las matrices de coeficientes deben ser bastante detallados.

3.2.3 Clasificación de los insumos y productos

Una vez que se han elaborado y verificado todas las actividades, se debe clasificar todos los insumos como alimentos, medicamentos, aditivos, combustibles, animales en pie, entre otros, así también como el producto final (animales finalizados) así como factores internos o bienes comerciables. Esta distinción es necesaria porque se calculan las relaciones de los costos de los recursos como la relación entre el costo total de oportunidad de los factores internos y el valor agregado de los bienes comerciables. Además, a menudo se determinan los precios sombra en forma diferente para los factores internos y para los bienes comerciables. Por estas razones, es preciso diferenciar las dos categorías de bienes.

Factores internos: Se consideraron para la actividad en estudio la mano de obra como operadores, contadores, médicos veterinarios, créditos refaccionarios y avíos, cuota por uso de agua, electricidad y energéticos.

Insumos Comerciables: Se consideraron aquellos que se comercian a nivel nacional como todos aquellos ingredientes para la alimentación por etapas como: maíz, sorgo, pasta de soya, pasta de canola, oleaginosas, desperdicios de industria, gallinaza, minerales, ionóforos, complementos como levaduras e implantas, así también medicamentos, desparasitantes y demás materiales y como insumos indirectamente comerciables, se consideran todos aquellos considerados como bienes compuestos pues unas partes son comerciables y otras se consideran como factores internos, entre estos se tiene, la compra de novillos, vehículos, instalaciones e infraestructura.

3.2.4 Determinación de indicadores para competitividad

Para la presente investigación se analizaron solamente los indicadores que hacen análisis de la rentabilidad privada y ventajas competitivas, complementando el estudio de brechas tecnológicas para las unidades estudiadas y no se consideran así los indicadores de ventaja comparativa puesto que los esquemas de comercio internacional de productos (ganado finalizado) no hacen posible un esquema comparativo en el corto plazo y de rentabilidad económica o social dado el estatus zoosanitario en el que se encuentra el estado de México a partir de informes de SENASICA en 2015 (Estatus Zoosanitario de Control para Tuberculosis Bovina y Brucelosis).

Por lo tanto para el cálculo de rentabilidad privada podemos determinar los siguientes indicadores:

Cuadro 5. Principales indicadores para el análisis de competitividad.

Indicador	Variables
Rentabilidad Privada o Ganancia (G)	$D = A - B - C$
Coficiente de Rentabilidad Privada (RRP)	$RRP = D / (B + C)$
Eficiencia del Costo Privado (RCP)	$RCP = C / (A - B)$
Valor Agregado a Precios Privados (VAP)	$VAP = (A - B)$
Consumo Intermedio en el Ingreso Total (PCIP)	$PCIP = B / A$
Valor Agregado en el Ingreso Total (VPAP)	$VPAP = (A - B) / A$

Fuente: (Pearson y Monke, 1989).

3.2.5 Coeficiente de rentabilidad privada (RRP)

Este indicador se utilizó para conocer el porcentaje de ingreso extraordinario o adicional que recibe el productor por cada peso invertido. Para su determinación se emplea la relación de ganancias privadas (D) dividida entre la suma de los costos de producción (B+C).

$$RRP = \frac{D}{(B + C)}$$

3.2.6 Relación del costo privado (RCP)

La competitividad o ganancias privadas se cuantifican a través del indicador conocido como como “Relación del Costo Privado”. Para comparar sistemas que generen productos idénticos, el análisis de las ganancias privadas es insuficiente, pues los resultados de rentabilidad son residuales y podrían provenir de sistemas que utilizan niveles diferentes de insumos para producir bienes que también pueden tener diferencias sustanciales en precios. Esta ambigüedad está inherente en las comparaciones de ganancias privadas de sistemas que producen diferentes bienes con variación en intensidad de capital, lo anterior puede evitarse con la estimación de la RCP.

$$RCP = \frac{C}{(A - B)}$$

Donde:

RCP = Relación de Costo Privado

A = Ingreso Bruto valuado a precios privados

B = Costo de producción de los insumos comerciables valuados a precios privados

C = Costos de los factores internos valuados a precios privados

(A-B)= Valor Agregado valuado a precios de mercado

La RCP permite la comparación de eficiencia privada entre diferentes escalas de productores y se obtiene por el cociente del costo de los factores internos (C) y del valor agregado se obtiene del ingreso total restando el costo de los insumos comerciables y no comerciables. La RCP indica el límite donde el sistema de producción, en términos de eficiencia, puede sostener el pago de los factores internos (incluyendo el retorno normal del capital) permaneciendo todavía competitivo, esto es, el punto de equilibrio después de obtener ganancias normales, donde $(A-B-C)=D=0$.

Cuando la RCP es menor a la unidad, señala un sistema eficiente y competitivo, toda vez que el valor agregado generado, es suficiente para cubrir el pago de los factores internos, permaneciendo un residuo en dicho valor, que es la retribución a la gestión del productor. Si la RCP es igual a la unidad, no se generan ganancias extraordinarias, entonces el valor agregado generado por la actividad, solo logra pagar los factores de la producción.

Si la RCP es mayor que la unidad o negativo implica que el sistema productivo es ineficiente no permite pagar el valor de mercado de los factores internos con el valor agregado generado; además de que la ganancia resulta negativa, por lo que la actividad no es redituable para el productor en función de los precios pagados y recibidos, resultando no competitivo. En general, la minimización de la RCP genera la máxima ganancia privada y se tiene una mayor competitividad.

3.2.7 Valor agregado a precios privados (VAP)

Este indicador se refiere al monto expresado en términos monetarios que permanece en el ingreso recibido (A), después de haber liquidado el costo de los insumos comerciables y no comerciables (B), sin tener en cuenta el costo de los factores internos. El valor agregado de valoriza con la retribución de los factores internos, incluida el pago del trabajo del productor.

$$VAP = \sum_{i=1}^n A - \sum_{i=1}^n B$$

3.2.8 Consumo intermedio en el ingreso total (PCIP)

Representa el pago de la actividad hacia el resto de la economía, esto es, son todas aquellas erogaciones que tienen su origen en los ingresos y destinadas para la adquisición de insumos indispensables para impulsar la actividad. Resultan de vital importancia para valorar las actividades agropecuarias, ya que demandan insumos y servicios, mano de obra, que son generadas por otros sectores de la economía regional, local o nacional.

$$PCIP = \frac{B}{A}$$

3.2.9 Valor agregado en el ingreso total (VPAP)

Indica el pago o la remuneración de los factores internos de la producción así como las ganancias que obtiene el productor, de tal manera que éste valor refleja el efecto del sistema de producción hacia el interior del propio sector productivo. Con la retribución de los factores internos, se genera empleos e ingreso, los cuales generan a su vez, una demanda por bienes y servicios.

$$VPAP = \frac{(A - B)}{A}$$

3.2.10 Maquinaria, Implementos y Equipos

Con el propósito de obtener los costos de recuperación del capital, de la maquinaria e implementos, así como los costos de las labores de alimentación con maquina revolvedora, se procedió de la siguiente manera:

Costos de Recuperación de capital:

- El punto de partida es el costo privado de los tractores e implementos a precios de mercado.
- Se estima la vida útil de la maquinaria y de los implementos en años y horas de trabajo.
- El valor de rescate de la maquinaria se estimó en 20% de su costo de adquisición.
- La tasa de interés se obtiene de la tasa promedio operada en el ciclo agrícola respectivo, en términos nominales.
- El valor presente de rescate se obtiene a partir de la actualización del valor de rescate que se obtendría en el último año de vida útil de la maquinaria e implemento. El valor actual de un monto, se determina multiplicando el valor futuro por el factor de actualización obtenido con la siguiente fórmula:

$$\frac{1}{(1 + i)^n}$$

Dónde: i = tasa de actualización
 n = el número de años

- Para generar el costo neto del equipo, se le resta al costo de adquisición el valor presente de rescate.
- El factor de recuperación del capital se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{i(1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

Dónde: i = tasa de interés
 n = años (periodo)

- El factor de recuperación del capital al multiplicarse por el costo neto (P) origina una anualidad constante (A), equivalente al monto de dinero a recuperar anualmente (Garrett, 2013). En este caso representa el costo actualizado de usar la maquinaria e implementos un año. La fórmula aplicada es la siguiente:

$$A = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

- Con objeto de asignar un costo por hora de uso de la maquinaria e implementos, se divide la recuperación anual entre el número de horas que trabaja al año.

3.3.1 Métodos matemáticos para la evaluación técnico-económica de raciones alimenticias

Las matrices auxiliares de la MAP nos proporcionan los elementos básicos de la alimentación animal que se realiza en las unidades de producción. Con esto es posible determinar el consumo por animal x día⁻¹, estrategias de alimentación, tipo y proporción de ingredientes utilizados, así como los costos de los mismos. El análisis económico sobre las ganancias o bien las pérdidas por imprecisiones en la formulación es muy importante dada su participación en los costos de producción totales. Dado que en la mayoría de las explotaciones es el propio productor el que prepara su propio alimento y carece de instrumentos para la optimización en la formulación del pienso a mínimo costo.

Actualmente existen múltiples maneras para formular y evaluar un alimento balanceado, desde el cálculo de índices simples, hasta el empleo de simulación con programación lineal, el método que se emplee dependerá de los propósitos que se persiguen. Las metodologías para evaluar y formular dietas pueden clasificarse como determinísticas o estocásticas. En las metodologías determinísticas o "sin probabilidades de error" se asume que no existe error en los aportes de nutrimentos de los ingredientes ni en los requerimientos nutrimentales de los animales. Por otro lado las metodologías estocásticas de formulación de dietas se asumen "probabilidades de variación o error" en el aporte de nutrimentos de los ingredientes. De tal manera que en las metodologías determinísticas siempre se trabaja con un 50% de error (50% de incertidumbre) en las probabilidades de cubrir los requerimientos del ganado con un supuesto aporte fijo de nutrimentos de cada ingrediente, mientras que en las metodologías estocásticas las probabilidades de error las fija el nutriólogo conforme al nivel de variación de nutrimentos de los ingredientes y conforme al nivel máximo de error (mínimo de incertidumbre) que desee tener la unidad de producción (Cuca, et. al., 2009).

Las metodologías de formulación determinísticas, a su vez se pueden clasificarse en métodos que no optimizan y métodos que optimizan. La optimización se refiere a encontrar un valor mínimo o un máximo; por ejemplo, un mínimo costo o un máximo de producción. Entre los métodos determinísticos que no optimizan están: 1) El método de tanteos, 2) El método de tanteos combinado con ecuaciones simultaneas, 3) El método de ecuaciones simultaneas con solución algebraica; 4) El método de ecuaciones simultaneas con solución matricial; 5) El cuadrado de Pearson simple; 6) El cuadrado de Pearson múltiple, y 7) El método gráfico. Por otra parte entre los métodos determinísticos que optimizan están: 8) El método de programación

lineal con solución gráfica; y el método de programación lineal con solución computarizada del algoritmo simplex, mismo que se utiliza en la industria de alimentos balanceados, en donde generalmente se busca el mínimo costo de la dieta. En lo que concierne a los métodos estocásticos, todos ellos optimizan, y entre ellos están: 10) Programación no lineal estocástica; y la 11) Programación lineal con margen de seguridad. Entre estos dos últimos la más utilizada por la industria es la programación lineal no estocástica. Por último, algunos científicos recomiendan utilizar el método de simulación combinado con algún método determinístico o estocástico (12), dicha simulación permite predecir el comportamiento productivo del ganado alimentado a diferentes niveles de nutrimentos y simultáneamente elabora la dieta con un objetivo de optimización deseado (Cuca, et. al., 2009).

3.3.2 Programación lineal simplex y el análisis de sensibilidad

La Programación lineal es un algoritmo matemático mediante el cual se resuelve un problema indeterminado, formulado a través de ecuaciones lineales buscando siempre optimizar la función objetivo. Para el caso de la formulación de raciones, la función objetivo consiste en determinar las proporciones en las cuales las materias primas deben ser mezcladas para satisfacer los requerimientos del animal al mínimo costo posible (Rosero, 2011). La programación lineal es un procedimiento matemático relativamente reciente cuyo desarrollo data de la mitad del siglo XX. Este avance es catalogado por muchos como uno de los avances científicos más importantes del siglo pasado si tenemos en cuenta su impacto y campo de aplicación en las ciencias, tales como la ingeniería, economía, sociología, biología entre otras. Se desarrolló durante la segunda guerra mundial para planificar los ingresos y los egresos, reduciendo los costos de la guerra y maximizando el daño en el enemigo. Los fundadores de la técnica son George Dantzig, quien publicó el algoritmo simplex, en 1947, John von Neumann y Leonid Kantorovich (Patriiti, 2003).

3.3.3 Principales supuestos de la programación lineal

Existen cinco supuestos básicos implícitos en cualquier modelo de programación lineal. Estos supuestos son: Linealidad (1), Aditividad (2), Divisibilidad (3), No negatividad (4), y Expectativas de un valor único (5). Otras técnicas de programación matemática distintas a la programación lineal pueden ser utilizadas para resolver problemas en condiciones donde uno o más de estos supuestos han sido violados. (Debertin, 2012).

Linealidad. La función objetivo y las restricciones en problemas de programación lineal son "lineales". Si no se puede mantener este supuesto, se requiere el uso de alguna de las técnicas de programación no lineal. Algunos métodos clásicos de optimización son bien conocidos, pero otras técnicas más avanzadas están disponibles para resolver los problemas de optimización usando o no las funciones no lineales. Por ejemplo, una técnica llamada programación cuadrática puede usarse cuando una función objetivo es cuadrática.

Aditividad. Suponiendo que en orden de producir una unidad de Y_1 , se requieren 2 unidades de X_1 , y 3 unidades de X_2 . Dos unidades de producto (Y_1) requerirán 4 unidades de X_1 y 6 unidades de X_2 . Quinientas

unidades de Y_1 requerirán 1000 unidades de X_1 y 1500 unidades de X_2 . Por lo tanto se habla de que existen rendimientos constantes a escala.

Divisibilidad. Si una unidad de Y_1 puede ser producida usando una unidad de X_1 y 1 unidad de X_2 , entonces $\frac{1}{2}$ unidad de Y_1 puede ser producida con $\frac{1}{2}$ de insumo X_1 y $\frac{1}{2}$ unidades de X_2 . Una décima de una unidad de producto (Y_1) puede ser producida por utilizar una décima de la unidad X_1 y una décima de X_2 . En ocasiones el supuesto de divisibilidad es innecesario para ciertas categorías de insumos. Un problema de programación lineal puede arrojar una solución que requiera 1.457 toros y 3.567 tractores. Una técnica llamada programación entera puede forzar a la solución que contenga solamente valores enteros para insumos que no puedan ser divididos, como son un tractor o un toro.

No negatividad. La solución no debe arrojar cantidades negativas tanto de los insumos como de los recursos usados. Los algoritmos solución usuales en los modelos de programación lineal no permiten cantidades negativas o insumos usados para producir productos negativos. Cantidades con valor de cero si son permitidas tanto para insumos como productos.

Expectativas de un valor único. Los modelos de programación lineal asumen que coeficientes como los requerimientos de ciertos insumos y precios se saben con certeza a priori. Por ejemplo, si el sorgo, el maíz o la soya son incluidos como sea posible en un modelo de programación lineal, los precios de esos *commodities* deben ser conocidos en orden de construir el modelo. Si ciertos coeficientes no son conocidos con certeza, se puede considerar el uso de una técnica de programación estocástica (Debertin, 2012).

Para la construcción de modelos de programación lineal es necesario cumplir con los siguientes requisitos: 1) Definir la función objetivo que la optimización desea alcanzar. En el balance de raciones la función objetivo es formular a mínimo costo; 2) Definir las restricciones y criterios de decisión. Estos límites y criterios de decisión se refieren a las restricciones en cuanto a la utilización de las materias primas y a las características bromatológicas de la ración a formular; 3) Tanto la función objetivo como las restricciones deben ser ecuaciones lineales o desigualdades lineales (Rosero, 2011). El método simplex se establece mediante un sistema de ecuaciones lineales y aditivos que permiten su incorporación a los modelos de programación lineal para formular raciones al mínimo costo y el cual se define como: "una técnica para obtener una única solución óptima o ponderada para un conjunto de ecuaciones lineales simultáneas en las cuales el número de variables desconocidas puede exceder el número de ecuaciones y en las cuales ninguna variable tiene valor negativo.

El problema consiste en determinar la dieta que satisfaga las necesidades diarias mínimas y con costo mínimo. Esta combinación debe satisfacer lo siguiente: a) Que el costo de la ración sea mínimo posible, b) Que satisfaga los niveles requeridos de los nutrimentos establecidos por el NRC, 2000. c) Precio de los ingredientes que pueden entrar en la ración, d) Conocimiento bromatológico (proximal) de los ingredientes (que cantidad de cada uno de los nutrimentos) está presente. e) Nivel de requerimiento de cada uno de los nutrientes que debe contener la ración en su conjunto (Soto, 2012).

Definición de la función objetivo:

Minimizar $C = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$

$\sum_{i=1}^m A_{m1}X_1 + A_{m2}X_2 + \dots + A_{mn}X_n \geq B_m ;$

Donde:

- C_j = Costo por kg del ingrediente j
- m = Número de nutrimentos
- n = Número de ingredientes o insumos alimenticios
- a_{ij} = Cantidad del nutrimentos i en un kg del ingrediente j
- b_i = Cantidad mínima necesaria del nutrimento i evaluado en tablas NRC.
- X_j = Vector desconocido, cantidad kg del ingrediente j que deberán agregar ($X_j \geq 0$).

Sujeto a las restricciones:

$$\begin{aligned} A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + \dots + A_{1n}X_n &\geq B_1 \\ A_{21}X_1 + A_{22}X_2 + \dots + A_{2n}X_n &\geq B_2 \\ A_{31}X_1 + A_{32}X_2 + \dots + A_{3n}X_n &\geq B_3 \\ A_{41}X_1 + A_{42}X_2 + \dots + A_{4n}X_n &\geq B_4 \\ &\dots \end{aligned}$$

$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0 \dots X_{ij} \geq 0$; No negatividad

Este esquema matemático a menudo hace referencia a la dualidad, la cual menciona que cada problema primal tiene uno dual y ambos poseen varias características que lo relacionan; entonces un problema tiene solución si el otro también lo tiene. Particularmente podemos incluir al análisis en ambos modelos (primal y dual) (cuadro 6), el concepto del precio sombra de minimización de costo, esta en conjunto con las otras variables de holgura nos sirven para indicar si los recursos fueron o no plenamente utilizados:

Precio sombra > 0 significa un incremento a los costos totales por el aumento de una unidad adicional del ingrediente a la dieta, todo esto con base a los requerimientos del ganado.

Cuadro 6. Conceptos en las funciones primal y dual.

CONCEPTO	PRIMAL	DUAL
Función Objetivo	Minimizar el costo total de una combinación de ingredientes para producir una ración de alimento	Maximizar el valor total imputado de los nutrientes que la dieta satisface
Variable de elección	Cantidad a la que deben de entrar cada uno de los ingredientes a la dieta	Valor imputado a cada uno de los nutrientes
Coefficiente de la función objetivo	Precio unitario de los ingredientes	Cantidad a satisfacer de cada uno de los nutrientes
Nivel de requerimiento (Beef Cattle NRC,2000)	Cantidad a satisfacer de cada uno de los nutrientes	Precio unitario de los ingredientes
Coefficientes técnicos de las restricciones	Contenido de nutrientes por cada uno de los ingredientes	Cantidad del Costo Total de ingrediente que se requiere para generar una unidad del valor imputado al nutriente

Fuente: Adaptación del análisis prospectivo en la base alimentaria para rumiantes propuesto por Herrera, et al. (2014) y Noguera et al. (2011).

Por su parte el análisis de sensibilidad al que pertenece el precio sombra tiene en su objeto de estudio el cómo los cambios de los coeficientes en un problema de programación lineal afecta a la solución óptima. Contestando preguntas como: ¿Cómo afectara el cambio de un coeficiente de la función objetivo a la solución óptima? ó ¿Cómo afectará el cambio de un valor del lado derecho de una restricción a la solución óptima?, y es que debido a que el análisis de sensibilidad se ocupa de cómo estos cambios afectan a la solución óptima, este análisis comienza hasta que se obtiene la solución óptima para el problema de programación lineal. Por esta razón, el análisis de sensibilidad con frecuencia se conoce como análisis de postoptimalidad (Anderson, 2011).

3.3.4 Desarrollo de restricciones del modelo y cálculo de precios sombra de los insumos.

El propósito fundamental es desarrollar estos modelos matemáticos de minimización de costos en las plantillas de cálculo del programa Excel de Microsoft Office®; y de esta manera obtener los precios sombra de cada uno de los insumos usados en la alimentación del ganado, que son calculados y arrojados en el análisis de sensibilidad del paquete Solver y obtener así las pérdidas económicas. Sin embargo este análisis solamente se reservó para la unidad de producción que incluyo la variedad adecuada de insumos y que estos cumplan con los requerimientos técnicos para desarrollar una formulación optima; Por lo tanto este análisis es resultado del uso de unidades adicionales de dicho insumo sobre las cantidades solución de la formulación de dietas a mínimo costo, todo esto con el apoyo de las matrices auxiliares de alimentación desarrolladas en las hojas de cálculo de la Matriz de Análisis de Política (MAP) y los requerimientos nutricionales del ganado de carne descritos por el National Research Council (NRC, 2000).

Para explicar la metodología de la programación lineal aplicada a tal fin con la evaluación de raciones para rumiantes, se utilizara la información del caso estudiado: Se tiene un lote de novillos cruzados de Cebu x Pardo suizo en engorda, con un peso vivo promedio de 400 kg, una ganancia diaria de peso corregida de 1.6 kg.día^{-1} . La dieta base de los animales está constituido por grano de maíz, grano de sorgo, pan, henificado de avena, heno de alfalfa, rastrojo de maíz, harina de sangre, pollinaza y un núcleo de macro y micro minerales, cuyas características nutricionales se muestran en los siguientes datos extraídos de las tablas actualizadas sobre aporte nutricional del Beef Cattle Nutrient Requirement 2016 con los principales ingredientes utilizados por las unidades de producción analizadas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Aporte nutricional de las principales materias primas usadas en las raciones de finalización de ganado para carne.

Tipo de Ingrediente	Materia Prima	Feeds	Aporte					Materia Seca %	Ca %	P %
			EM (Mcal/kg)	ENm (Mcal/kg)	ENg (Mcal/kg)	Prot. T (%)				
Energético	Grano de cebada	Barley grain	3.04	2.06	1.40	12.78	89.69	0.08	0.13	
	Grano de Maíz	Corn grain	3.16	2.16	1.48	8.8	87.21	0.03	0.11	
	Grano de Sorgo	Sorghum grain	3.10	2.11	1.44	11.64	88.69	0.05	0.14	
	Grano de Trigo	Wheat grain	3.18	2.18	1.50	13.78	88.94	0.04	0.18	
	Melaza	Molasses	2.60	1.70	1.08	8.59	66.04	1.00	0.11	
	Residuos de Pan	Bakery products	3.32	2.29	1.59	13.14	88.86	0.25	0.15	
Proteico	Gluten de Maíz	Corn Gluten Feed	3.00	2.03	1.37	66.3	88.2	0.36	0.82	
	Pasta de Soya	Soybean meal,	2.86	1.92	1.27	48.85	89.75	0.34	0.29	
	Pollinaza	Poultry manure,	2.39	1.51	0.91	24.5	93.4	3.16	1.78	
	Urea	Urea	0	0	0	281	99.0	0	0	
	Harina de Sangre	Blood meal	2.69	1.77	1.15	95.05	89.55	0.14	0.03	
Fibroso	Ensilado de Maíz	Corn silage	2.44	1.55	0.96	8.23	33.07	0.23	0.16	
	Heno de Alfalfa	Alfalfa hay	1.99	1.14	0.58	19.8	87.03	1.46	0.29	
	Heno de Avena	Oats hay	2.16	1.30	0.73	8.73	89.6	0.29	0.14	
	Paja de cebada	Barley Straw	1.74	0.90	0.36	6.08	85.06	0.51	0.18	
	Rastrojo de Maíz	Corn stalks	1.90	1.06	0.50	6.07	85.80	0.55	0.20	

Fuente: Datos traducidos del NRC (Beef Cattle Nutrient Requirement), 2016.

La disponibilidad diaria de materia seca es de 12 kg/animal y su porcentaje de utilización es del 65%. Los requerimientos nutricionales para esta categoría de animales se extrae de las recomendaciones del National Research Council (NRC) para ganado de engorda (Cuadro 8).

Cuadro 8. Requerimientos nutrimentales para crecimiento y finalización.

Peso Vivo, Kg		200	250	300	350	400	450
Requerimientos para manutención							
EN_m	Mcal/kg	4.1	4.84	5.55	6.23	6.89	7.52
P M	g/d	202	239	274	307	340	371
Ca	g/d	6	8	9	11	12	14
P	g/d	5	6	7	8	10	11
Requerimientos para Crecimiento							
(ADG)		(EN _g) Requerido para ganar Mcal.día ⁻¹					
0.5	Kg/d	1.27	1.50	1.72	1.93	2.14	2.33
1.0	Kg/d	2.72	3.21	3.68	4.13	4.57	4.99
1.5	Kg/d	4.24	5.01	5.74	6.45	7.13	7.79
2.0	Kg/d	5.81	6.87	7.88	8.84	9.77	10.68
2.5	Kg/d	7.42	8.78	10.06	11.29	12.48	13.64
		(PM) Requerido para ganar					
0.5	Kg/d	154	155	158	157	145	133
1.0	Kg/d	299	300	303	298	272	246
1.5	Kg/d	441	440	442	432	391	352
2.0	Kg/d	580	577	577	561	505	451
2.5	Kg/d	718	712	710	687	616	547
		Requerimientos de Calcio g/d					
0.5	Kg/d	14	13	12	11	10	9
1.0	Kg/d	27	25	23	21	19	17
1.5	Kg/d	39	36	33	30	27	25
2.0	Kg/d	52	47	43	39	35	32
2.5	Kg/d	64	59	53	48	43	38
		Requerimientos de Fosforo g/d					
0.5	Kg/d	6	5	5	4	4	4
1.0	Kg/d	11	10	9	8	8	7
1.5	Kg/d	16	15	13	12	11	10
2.0	Kg/d	21	19	18	16	14	13
2.5	Kg/d	26	24	22	19	17	15

Fuente: Datos traducidos del NRC (Nutrient Requirement of Beef Cattle) ,2000.

A partir de lo mostrado en la tabla se tuvo que determinar a través de índices el ajuste de los requerimientos del ganado con base a su ganancia diaria de peso registrada en promedio de 1.6 kg.día⁻¹, como se muestra:

Para determinar la función objetivo, se hace la ecuación considerando el precio de la ración por insumo utilizado, expresado por tonelada o bien por kg, pero siempre todos con la misma unidad. El precio total para para la ración de mínimo costo se expresa con la siguiente sumatoria:

Minimizar Z = X_1 Maíz + X_2 Sorgo + X_3 Pollinaza + X_4 H. Avena + X_5 H. Alfalfa + X_6 P. Soya + X_7 R. Maíz + X_8 H. Sangre + X_9 Pan + X_{10} Urea + X_{11} Min.

a) Restricciones para formulación con valores de EN_m y EN_g

Lofgreen y Garrett propusieron un sistema para expresar las necesidades de energía neta (EN) y los valores alimentarios para el ganado vacuno. Este sistema separa las necesidades de EN del mantenimiento (EN_m) y los de ganancia (EN_g) y da valores de energía diferentes para los alimentos que se utilizan para estas 2 funciones. EN_g se aplica sólo si la ingestión de energía total es superior a la requerida para el mantenimiento. EN_m y EN_g no son independientes una de otra, pero tampoco son aditivas mediante suma simple, ya que sus bases de cálculo son distintas. Para manejar esta dependencia con ecuaciones lineales se necesitan algunas manipulaciones matemáticas (Church, et. al 2006).

Par esto necesitamos construir una ecuación que especifique las necesidades totales de EN en las que los insumos $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8$, (Maíz, Sorgo, Pollinaza, etc) tengan coeficientes iguales al inverso de la cantidad total de cada alimento requerido para proporcionar la EN_m y EN_g .

Por ejemplo para el caso de dieta de iniciación, la cantidad de X_1 necesaria para proporcionar todo el requerimiento de EN para el mantenimiento es la cantidad de EN_m requerida dividida entre la cantidad de EN_m / kg en X_1 ($6.89 / 2.38 = 2.8949$ kg); la cantidad de X_1 necesaria para proporcionar todo el requerimiento de EN para que haya ganancia es la cantidad de EN_g / kg en X_1 ($9.77 / 1.67 = 5.8502$ kg). Por lo tanto, la cantidad total de X_1 necesaria para proporcionar todo el requerimiento de EN_m y EN_g es: $2.8949 + 5.8502 = 8.745$ kg. Por lo tanto el inverso de este número es $1 / 8.7451 = 0.114349$. Si algún ingrediente como la urea o la pre mezcla mineral que no tiene valores de energía, se considera el valor inverso como cero (0). Tomando datos del cuadro 8, se presentan las cantidades necesarias de cada ingrediente para proporcionar EN_m y EN_g y el valor inverso que va a ser usado como el coeficiente para la ecuación que especifica la necesidad de EN (EN_m y EN_g). Por tanto con los cálculos totales (Cuadro 9) se delimito la ecuación total (restricción) para especificar la necesidad de EN_m y EN_g , por lo tanto las ecuaciones para especificar las necesidades de EN_m y EN_g para las dietas de adaptación (iniciación, desarrollo y finalización) respectivamente son las siguientes:

$$0.154322X_1 + 0.131037X_2 + 0.065362X_3 + 0.089176X_4 + 0.068920X_5 + 0.133487X_6 + 0.045914X_7 + 0.089793X_8 + 0.141594X_9 > 1$$

$$0.114347X_1 + 0.094081X_2 + 0.063627X_3 + 0.042659X_4 + 0.048942X_5 + 0.095874X_6 + 0.032243X_7 + 0.064103X_8 + 0.101725X_9 > 1$$

$$0.104658X_1 + 0.088659X_2 + 0.059821X_3 + 0.039983X_4 + 0.045933X_5 + 0.090361X_6 + 0.030137X_7 + 0.060281X_8 + 0.095886X_9 > 1$$

Con esto tenemos cubrir los requerimientos para estos animales que son

1. 6.23 Mcal/EN_m.día⁻¹, 6.45 Mcal/EN_g.día⁻¹, 868 g de PM, 50 gr de Ca.día⁻¹ y 24 gr de P.día⁻¹ para iniciación-adaptación.
2. 6.89 Mcal/EN_m.día⁻¹, 9.77 Mcal/EN_g.día⁻¹, 845 g de PM, 47 gr de Ca.día⁻¹ y 24 gr de P.día⁻¹ para desarrollo-adaptación.
3. 7.52 Mcal/EN_m.día⁻¹, 10.68 Mcal/EN_g.día⁻¹, 822 g de PM, 46 gr de Ca.día⁻¹ y 24 gr de P.día⁻¹ para finalización.

Cuadro 9. Cantidades requeridas para proporcionar EN_m y EN_g y el inverso de la EN_m + EN_g total con requerimientos energéticos para dietas en novillos de 350, 420 y 480 kg PV.

Ingredientes	Cantidad requerida para proporcionar todo			INVERSO DE EN _m + EN _g
	EN _m	EN _g	EN _m + EN _g	
Dieta Iniciación				
X1 Grano Maíz	2.6176	3.8622	6.47992	0.154322
X2 Grano Sorgo	3.0242	4.6071	7.6314	0.131037
X3 Pollinaza	4.1258	7.0879	11.2137	0.065362
X4 Heno Avena	6.0438	16.8448	22.8886	0.089176
X5 Heno Alfalfa	5.0241	9.4852	14.5094	0.068920
X6 Pasta de Soya	2.9808	4.5104	7.4913	0.133487
X7 Rastrojo Maíz	6.4226	15.3571	21.7798	0.045914
X8 Harina de Sangre	4.1258	7.0108	11.1366	0.089793
X9 Residuos Pan	2.8190	4.2434	7.0624	0.141594
X10 Urea	-----	-----	-----	0.0000
X11 Minerales Premezcla	-----	-----	-----	0.0000
Dieta Desarrollo				
X1 Grano Maíz	2.8949	5.8502	8.7452	0.114347
X2 Grano Sorgo	3.6504	6.9785	10.6290	0.094081
X3 Pollinaza	4.9801	10.7362	15.7163	0.063627
X4 Heno Avena	6.5964	16.8448	23.4413	0.042659
X5 Heno Alfalfa	6.0645	14.3676	20.4321	0.048942
X6 Pasta de Soya	3.5980	6.8321	10.4302	0.095874
X7 Rastrojo Maíz	7.7525	23.2619	31.0144	0.032243
X8 Harina de Sangre	4.9801	10.6195	15.5996	0.064103
X9 Residuos Pan	3.4027	6.4276	9.8303	0.101725
Dieta Finalización				
X1 Grano Maíz	3.1596	6.3952	9.5548	0.104658
X2 Grano Sorgo	3.6504	7.6285	11.2790	0.088659
X3 Pollinaza	4.9801	11.7362	16.7163	0.059821
X4 Heno Avena	6.5964	18.4137	25.0102	0.039983
X5 Heno Alfalfa	6.0645	15.7058	21.7703	0.045933
X6 Pasta de Soya	3.5980	7.4685	11.0666	0.090361
X7 Rastrojo Maíz	7.7525	25.4285	33.1811	0.030137
X8 Harina de Sangre	4.9801	11.6086	16.5888	0.060281
X9 Residuos Pan	3.4027	7.0263	10.4290	0.095886

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos del Beef Cattle Nutrient Requirement NRC 2000 y cifras calculadas.

b) Restricciones sobre el Consumo de Materia Seca (CMS) y Relación Forraje-Concentrado

El consumo de materia seca (CMS) de los animales se puede predecir utilizando el siguiente modelo de regresión extraído del NRC, 2000:

$$\text{CMS} = 4.54 + 0.0125 \cdot \text{PVi}; \text{ donde: PVi} = \text{Peso Vivo inicial; CMS} = \text{C. de Materia Seca}$$

Por lo que se obtuvieron los siguientes consumos muy cercanos a los mostrados en campo:

1. $\text{CMS} = 4.54 + 0.0125 \cdot (350\text{kg}) = 8.915 \text{ kg}$ para iniciación- adaptación
2. $\text{CMS} = 4.54 + 0.0125 \cdot (420\text{kg}) = 9.79 \text{ kg}$ para desarrollo – adaptación
3. $\text{CMS} = 4.54 + 0.0125 \cdot (480\text{kg}) = 10.54 \text{ kg}$ para dieta de finalización

Claramente, en un animal de categoría grande (mayor a 400 kg.PV⁻¹) se espera un consumo diario *ad libitum* que va del 2.6 al 2.8% de su peso vivo, cantidad aproximada a lo obtenido a este método que predice el consumo de materia seca, según lo proporcionado por el NRC. Aunque el modelo no es único, tiene un alto grado de confianza puesto que permite ser utilizado ampliamente en cualquier situación de producción de ganado para carne. A pesar de que el porcentaje de variación puede disminuir cuando se tenga la oportunidad de generar modelos más específicos, estos se pueden desarrollar para la situación característica de cada productor. En estos ejemplos, las ecuaciones para especificar el (CMS) y de estos una relación concentrado – forraje de 65:35, 70:30 y 80:20 respectivamente son los siguientes:

$$\sum_{i=1}^n X_n \geq \text{CMS}$$

1. $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} \geq 8.915 \text{ kg.MS}^{-1}$
2. $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} \geq 9.79 \text{ kg.MS}^{-1}$
3. $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} \geq 10.54 \text{ kg.MS}^{-1}$

Para especificar el 35% de forraje mínimo, dividimos el forraje total ($X_4 + X_5 + X_7$) entre la ingestión total ($X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11}$) y lo hacemos mayor que o igual que a 0.35: $(X_4 + X_5 + X_7) / (X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11}) \geq 0.35$;

Al multiplicar los dos miembros de esta expresión por la ingestión total de materia seca y restar el miembro derecho de ($X_4 + X_5 + X_7$), obtenemos:

$$-0.35X_1 - 0.35X_2 - 0.35X_3 + 0.65X_4 + 0.65X_5 - 0.35X_6 + 0.65X_7 - 0.35X_8 - 0.35X_9 - 0.35X_{10} - 0.35X_{11} \geq 0$$

En el caso de especificar una ecuación correspondiente al 65% de concentrado se realiza el mismo procedimiento; obteniendo así:

$$0.35X_1 + 0.35X_2 + 0.35X_3 - 0.65X_4 - 0.65X_5 + 0.35X_6 - 0.65X_7 + 0.35X_8 + 0.35X_9 + 0.35X_{10} + 0.35X_{11} \geq 0$$

La formulación correspondiente para cada uno de los casos que sea de costo mínimo, se presentan a continuación, donde también se establecen los límites mínimos y máximos por ingrediente.

ETAPA DE INICIACIÓN

MODELO PRIMAL

Minimizar Z= 3.5 Maíz + 3.4 Sorgo + 0.7 Pollinaza + 1.6 H. Avena + 3.6 H. Alfalfa + 6.5 P. Soya + R. Maíz + 9 H. Sangre + 1.2 Pan + 0.3 Urea + 20 Min

Sujeto a las restricciones:

$$\begin{aligned} \text{Ent}_{11y1} + \text{Ent}_{21y2} + \text{Ent}_{31y3} + \text{Ent}_{41y4} + \dots + \text{Ent}_{91y9} + \text{Ent}_{101y10} + \text{Ent}_{111y11} &\geq 1 \\ \text{PM}_{12y1} + \text{PM}_{22y2} + \text{PM}_{32y3} + \text{PM}_{42y4} + \text{PM}_{52y5} + \dots + \text{PM}_{92y9} + \text{PM}_{102y10} + \text{PM}_{112y11} &\geq 505 \text{ g} \\ \text{Ca}_{13y1} + \text{Ca}_{23y2} + \text{Ca}_{33y3} + \text{Ca}_{43y4} + \text{Ca}_{53y5} + \dots + \text{Ca}_{93y9} + \text{Ca}_{103y10} + \text{Ca}_{113y11} &\geq 35 \text{ g} \\ \text{P}_{14y1} + \text{P}_{24y2} + \text{P}_{34y3} + \text{P}_{44y4} + \text{P}_{54y5} + \dots + \text{P}_{84y8} + \text{P}_{94y9} + \text{P}_{104y10} + \text{P}_{114y11} &\geq 14 \text{ g} \\ \text{CMS}_{16y1} + \text{CMS}_{26y2} + \text{CMS}_{36y3} + \text{CMS}_{46y4} + \dots + \text{CMS}_{96y9} + \text{CMS}_{106y10} + \text{CMS}_{116y11} &= 8.915 \\ \text{CNC}_{17y1} + \text{CNC}_{27y2} + \text{CNC}_{37y3} + \text{CNC}_{67y6} + \text{CNC}_{86y8} + \text{CNC}_{96y9} &= 0 \quad (65\% \text{ CMS}) \\ \text{FORR}_{48y4} + \text{FORR}_{58y5} + \text{FORR}_{78y7} &= 0 \quad (35\% \text{ CMS}) \end{aligned}$$

Min Poll _{311y3}	≥ 0.089 kg	(≥ 1% CMS)	Max Poll _{322y3}	≤ 0.66 kg	(≤ 7.5% CMS)
Min Urea _{1012y10}	≥ 0.07 kg	(≥ 0.1% CMS)	Max Urea _{1023y10}	≤ 0.07 kg	(≤ 0.8% CMS)
Min HSangre _{813y8}	≥ 0.08 kg	(≥ 1.0% CMS)	Max HSangre _{824y8}	≤ 0.13 kg	(≤ 1.5% CMS)
Min PSoya _{614y6}	≥ 0.26 kg	(≥ 3.0% CMS)	Max PSoya _{625y6}	≤ 0.53 kg	(≤ 6.0% CMS)
Min Pan _{915y9}	≥ 0.89 kg	(≥ 10% CMS)	Max Pan _{926y9}	≤ 0.89 kg	(≤ 10% CMS)
Min HAlfalfa _{516y5}	≥ 0.44 kg	(≥ 5% CMS)	Max HAlfalfa _{527y5}	≤ 0.89 kg	(≤ 10% CMS)
Min Maíz _{117y1}	≥ 0.89 kg	(≥ 10% CMS)	Max Maíz _{128y1}	≤ 4.45 kg	(≤ 50% CMS)
Min Sorgo _{218y2}	≥ 0.89 kg	(≥ 10% CMS)	Max Sorgo _{229y2}	≤ 2.67 kg	(≤ 30% CMS)
Min HAvena _{419y4}	≥ 0.89 kg	(≥ 10% CMS)	Max HAvena _{430y4}	≤ 1.78 kg	(≤ 20% CMS)
Min Rastrojo _{720y7}	≥ 0.89 kg	(≥ 10% CMS)	Max Rastrojo _{731y7}	≤ 1.78 kg	(≤ 20% CMS)
Min Min _{1121y11}	≥ 0.08 kg	(≥ 1.0% CMS)	Max Min _{1132y11}	≤ 0.13 kg	(≤ 1.5% CMS)

Condiciones de no negatividad

$$Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_8, Y_9, Y_{10}, Y_{11}, \geq 1$$

MODELO DUAL

Maximizar: Z*= c₁EN + c₂PM + c₃Ca + c₄P + c₅CMS + c₆CNC + c₇FORR + c₈Minpoll + c₉MinUrea + c₁₀MinHSangre + c₁₁MinPSoya + c₁₂MinPan + c₁₃MinHAlfalfa + c₁₄MinMaíz + c₁₅MinSorgo + c₁₆MinHAvena + c₁₇MinRastrojo + c₁₈MinMinerales + c₁₉Maxpoll + c₂₀MaxUrea + c₂₁MaxHSangre + c₂₂MaxPSoya + c₂₃MaxPan + c₂₄MaxHAlfalfa + c₂₅MaxMaíz + c₂₆MaxSorgo + c₂₇MaxHAvena + c₂₈MaxRastrojo + c₂₉MaxMinerales

Sujeto a las restricciones:

$$\begin{aligned} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + a_{14}X_4 + a_{15}X_5 + a_{16}X_6 + a_{17}X_7 + \dots + a_{127}X_{19} + a_{128}X_{28} + a_{129}X_{29} &\leq 3.5 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + a_{24}X_4 + a_{25}X_5 + a_{26}X_6 + a_{27}X_7 + \dots + a_{227}X_1 + a_{228}X_{28} + a_{229}X_{29} &\leq 3.4 \\ a_{31}X_1 + a_{32}X_2 + a_{33}X_3 + a_{34}X_4 + a_{35}X_5 + a_{36}X_6 + a_{37}X_7 + \dots + a_{327}X_1 + a_{328}X_{28} + a_{329}X_{29} &\leq 0.7 \\ a_{41}X_1 + a_{42}X_2 + a_{43}X_3 + a_{44}X_4 + a_{45}X_5 + a_{46}X_6 + a_{47}X_7 + \dots + a_{427}X_1 + a_{428}X_{28} + a_{429}X_{29} &\leq 1.6 \\ a_{51}X_1 + a_{52}X_2 + a_{53}X_3 + a_{54}X_4 + a_{55}X_5 + a_{56}X_6 + a_{57}X_7 + \dots + a_{527}X_1 + a_{528}X_{28} + a_{529}X_{29} &\leq 3.6 \\ a_{61}X_1 + a_{62}X_2 + a_{63}X_3 + a_{64}X_4 + a_{65}X_5 + a_{66}X_6 + a_{67}X_7 + \dots + a_{627}X_1 + a_{628}X_{28} + a_{629}X_{29} &\leq 6.5 \\ a_{71}X_1 + a_{72}X_2 + a_{73}X_3 + a_{74}X_4 + a_{75}X_5 + a_{76}X_6 + a_{77}X_7 + \dots + a_{727}X_1 + a_{728}X_{28} + a_{729}X_{29} &\leq 1.0 \\ a_{81}X_1 + a_{82}X_2 + a_{83}X_3 + a_{84}X_4 + a_{85}X_5 + a_{86}X_6 + a_{87}X_7 + \dots + a_{819}X_1 + a_{828}X_{28} + a_{829}X_{29} &\leq 9 \\ a_{91}X_1 + a_{92}X_2 + a_{93}X_3 + a_{94}X_4 + a_{95}X_5 + a_{96}X_6 + a_{97}X_7 + \dots + a_{919}X_1 + a_{928}X_{28} + a_{929}X_{29} &\leq 1.2 \\ a_{101}X_1 + a_{102}X_2 + a_{103}X_3 + a_{104}X_4 + a_{105}X_5 + a_{106}X_6 + \dots + a_{1019}X_1 + a_{1028}X_{28} + a_{1029}X_{29} &\leq 0.3 \\ a_{111}X_1 + a_{112}X_2 + a_{113}X_3 + a_{114}X_4 + a_{115}X_5 + a_{116}X_6 + \dots + a_{1119}X_1 + a_{1128}X_{28} + a_{1129}X_{29} &\leq 20 \end{aligned}$$

Condiciones de no negatividad

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{20}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{26}, X_{27}, X_{28}, X_{29} \leq 1$$

ETAPA DE DESARROLLO

MODELO PRIMAL

Minimizar Z= 3.5 Maíz + 3.4 Sorgo + 0.7 Pollinaza + 1.6 H. Avena + 3.6 H. Alfalfa + 6.5 P. Soya + R. Maíz + 9 H. Sangre + 1.2 Pan + 0.3 Urea + 20 Min

Sujeto a las restricciones:

$$\begin{aligned} \text{ENT}_{11y1} + \text{ENT}_{21y2} + \text{ENT}_{31y3} + \text{ENT}_{41y4} + \dots + \text{ENT}_{91y9} + \text{ENT}_{101y10} + \text{ENT}_{111y11} &\geq 1 \\ \text{PM}_{12y1} + \text{PM}_{22y2} + \text{PM}_{32y3} + \text{PM}_{42y4} + \text{PM}_{52y5} + \dots + \text{PM}_{92y9} + \text{PM}_{102y10} + \text{PM}_{112y11} &\geq 845 \text{ g} \\ \text{Ca}_{13y1} + \text{Ca}_{23y2} + \text{Ca}_{33y3} + \text{Ca}_{43y4} + \text{Ca}_{53y5} + \dots + \text{Ca}_{93y9} + \text{Ca}_{103y10} + \text{Ca}_{113y11} &\geq 47 \text{ g} \\ \text{P}_{14y1} + \text{P}_{24y2} + \text{P}_{34y3} + \text{P}_{44y4} + \text{P}_{54y5} + \dots + \text{P}_{84y8} + \text{P}_{94y9} + \text{P}_{104y10} + \text{P}_{114y11} &\geq 24 \text{ g} \\ \text{CMS}_{16y1} + \text{CMS}_{26y2} + \text{CMS}_{36y3} + \text{CMS}_{46y4} + \dots + \text{CMS}_{96y9} + \text{CMS}_{106y10} + \text{CMS}_{116y11} &= 9.79 \\ \text{CNC}_{17y1} + \text{CNC}_{27y2} + \text{CNC}_{37y3} + \text{CNC}_{67y6} + \text{CNC}_{86y8} + \text{CNC}_{96y9} &= 0 \quad (70\% \text{ CMS}) \\ \text{FORR}_{48y4} + \text{FORR}_{58y5} + \text{FORR}_{78y7} &= 0 \quad (30\% \text{ CMS}) \end{aligned}$$

Min Poll _{311y3}	≥ 1.174 kg	(≥ 12% CMS)	Max Poll _{322y3}	≤ 1.37 kg	(≤ 14% CMS)
Min Urea _{1012y10}	≥ 0.01 kg	(≥ 0.1% CMS)	Max Urea _{1023y10}	≤ 0.07 kg	(≤ 0.8% CMS)
Min HSangre _{813y8}	≥ 0.09 kg	(≥ 1.0% CMS)	Max HSangre _{824y8}	≤ 0.14 kg	(≤ 1.5% CMS)
Min PSoya _{614y6}	≥ 0.29 kg	(≥ 3.0% CMS)	Max PSoya _{625y6}	≤ 0.68 kg	(≤ 7.0% CMS)
Min Pan _{915y9}	≥ 1.95 kg	(≥ 20% CMS)	Max Pan _{926y9}	≤ 3.52 kg	(≤ 35% CMS)
Min HAlfalfa _{516y5}	≥ 0.09 kg	(≥ 1% CMS)	Max HAlfalfa _{527y5}	≤ 0.97 kg	(≤ 10% CMS)
Min Maíz _{117y1}	≥ 0.48 kg	(≥ 5% CMS)	Max Maíz _{128y1}	≤ 4.89 kg	(≤ 50% CMS)
Min Sorgo _{218y2}	≥ 1.95 kg	(≥ 20% CMS)	Max Sorgo _{229y2}	≤ 4.89 kg	(≤ 50% CMS)
Min HAvena _{419y4}	≥ 0.97 kg	(≥ 10% CMS)	Max HAvena _{430y4}	≤ 1.17 kg	(≤ 12% CMS)
Min Rastrojo _{720y7}	≥ 0.97 kg	(≥ 10% CMS)	Max Rastrojo _{731y7}	≤ 3.91 kg	(≤ 40% CMS)
Min Min _{1121y11}	≥ 0.09 kg	(≥ 1.0% CMS)	Max Min _{1132y11}	≤ 0.14 kg	(≤ 1.5% CMS)

Condiciones de no negatividad

$$Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_8, Y_9, Y_{10}, Y_{11}, \geq 1$$

MODELO DUAL

Maximizar: Z*= c₁EN + c₂PM + c₃Ca + c₄P + c₅CMS + c₆CNC + c₇FORR + c₈Minpoll + c₉MinUrea + c₁₀MinHSangre + c₁₁MinPSoya + c₁₂MinPan + c₁₃MinHAlfalfa + c₁₄MinMaíz + c₁₅MinSorgo + c₁₆MinHAvena + c₁₇MinRastrojo + c₁₈MinMinerales + c₁₉Maxpoll + c₂₀MaxUrea + c₂₁MaxHSangre + c₂₂MaxPSoya + c₂₃MaxPan + c₂₄MaxHAlfalfa + c₂₅MaxMaíz + c₂₆MaxSorgo + c₂₇MaxHAvena + c₂₈MaxRastrojo + c₂₉MaxMinerales

Sujeto a las restricciones:

$$\begin{aligned} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + a_{14}X_4 + a_{15}X_5 + a_{16}X_6 + a_{17}X_7 + \dots + a_{127}X_{19} + a_{128}X_{28} + a_{129}X_{29} &\leq 3.5 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + a_{24}X_4 + a_{25}X_5 + a_{26}X_6 + a_{27}X_7 + \dots + a_{227}X_{19} + a_{228}X_{28} + a_{229}X_{29} &\leq 3.4 \\ a_{31}X_1 + a_{32}X_2 + a_{33}X_3 + a_{34}X_4 + a_{35}X_5 + a_{36}X_6 + a_{37}X_7 + \dots + a_{327}X_{19} + a_{328}X_{28} + a_{329}X_{29} &\leq 0.7 \\ a_{41}X_1 + a_{42}X_2 + a_{43}X_3 + a_{44}X_4 + a_{45}X_5 + a_{46}X_6 + a_{47}X_7 + \dots + a_{427}X_{19} + a_{428}X_{28} + a_{429}X_{29} &\leq 1.6 \\ a_{51}X_1 + a_{52}X_2 + a_{53}X_3 + a_{54}X_4 + a_{55}X_5 + a_{56}X_6 + a_{57}X_7 + \dots + a_{527}X_{19} + a_{528}X_{28} + a_{529}X_{29} &\leq 3.6 \\ a_{61}X_1 + a_{62}X_2 + a_{63}X_3 + a_{64}X_4 + a_{65}X_5 + a_{66}X_6 + a_{67}X_7 + \dots + a_{627}X_{19} + a_{628}X_{28} + a_{629}X_{29} &\leq 6.5 \\ a_{71}X_1 + a_{72}X_2 + a_{73}X_3 + a_{74}X_4 + a_{75}X_5 + a_{76}X_6 + a_{77}X_7 + \dots + a_{727}X_{19} + a_{728}X_{28} + a_{729}X_{29} &\leq 1.0 \\ a_{81}X_1 + a_{82}X_2 + a_{83}X_3 + a_{84}X_4 + a_{85}X_5 + a_{86}X_6 + a_{87}X_7 + \dots + a_{819}X_{19} + a_{828}X_{28} + a_{829}X_{29} &\leq 9 \\ a_{91}X_1 + a_{92}X_2 + a_{93}X_3 + a_{94}X_4 + a_{95}X_5 + a_{96}X_6 + a_{97}X_7 + \dots + a_{919}X_{19} + a_{928}X_{28} + a_{929}X_{29} &\leq 1.2 \\ a_{101}X_1 + a_{102}X_2 + a_{103}X_3 + a_{104}X_4 + a_{105}X_5 + a_{106}X_6 + \dots + a_{1019}X_{19} + a_{1028}X_{28} + a_{1029}X_{29} &\leq 0.3 \\ a_{111}X_1 + a_{112}X_2 + a_{113}X_3 + a_{114}X_4 + a_{115}X_5 + a_{116}X_6 + \dots + a_{1119}X_{19} + a_{1128}X_{28} + a_{1129}X_{29} &\leq 20 \end{aligned}$$

Condiciones de no negatividad:

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{20}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{26}, X_{27}, X_{28}, X_{29} \leq 1$$

ETAPA DE FINALIZACIÓN

MODELO PRIMAL

Minimizar Z= 3.5 Maíz + 3.4 Sorgo + 0.7 Pollinaza + 1.6 H. Avena + 3.6 H. Alfalfa + 6.5 P. Soya + R. Maíz + 9 H. Sangre + 1.2 Pan + 0.3 Urea + 20 Min

Sujeto a las restricciones:

$$\begin{aligned}
 \text{ENT}_{11y1} + \text{ENT}_{21y2} + \text{ENT}_{31y3} + \text{ENT}_{41y4} + \dots + \text{ENT}_{91y9} + \text{ENT}_{101y10} + \text{ENT}_{111y11} &\geq 1 \\
 \text{PM}_{12y1} + \text{PM}_{22y2} + \text{PM}_{32y3} + \text{PM}_{42y4} + \text{PM}_{52y5} + \dots + \text{PM}_{92y9} + \text{PM}_{102y10} + \text{PM}_{112y11} &\geq 822 \text{ g} \\
 \text{Ca}_{13y1} + \text{Ca}_{23y2} + \text{Ca}_{33y3} + \text{Ca}_{43y4} + \text{Ca}_{53y5} + \dots + \text{Ca}_{93y9} + \text{Ca}_{103y10} + \text{Ca}_{113y11} &\geq 46 \text{ g} \\
 \text{P}_{14y1} + \text{P}_{24y2} + \text{P}_{34y3} + \text{P}_{44y4} + \text{P}_{54y5} + \dots + \text{P}_{84y8} + \text{P}_{94y9} + \text{P}_{104y10} + \text{P}_{114y11} &\geq 24 \text{ g} \\
 \text{CMS}_{16y1} + \text{CMS}_{26y2} + \text{CMS}_{36y3} + \text{CMS}_{46y4} + \dots + \text{CMS}_{96y9} + \text{CMS}_{106y10} + \text{CMS}_{116y11} &= 10.54 \\
 \text{CNC}_{17y1} + \text{CNC}_{27y2} + \text{CNC}_{37y3} + \text{CNC}_{67y6} + \text{CNC}_{86y8} + \text{CNC}_{96y9} &= 0 \quad (80\% \text{ CMS}) \\
 \text{FORR}_{48y4} + \text{FORR}_{58y5} + \text{FORR}_{78y7} &= 0 \quad (20\% \text{ CMS})
 \end{aligned}$$

Min Poll _{311y3}	≥ 1.264 kg	(≥ 12% CMS)	Max Poll _{322y3}	≤ 1.47 kg	(≤ 14% CMS)
Min Urea _{1012y10}	≥ 0.01 kg	(≥ 0.1% CMS)	Max Urea _{1023y10}	≤ 0.08 kg	(≤ 0.8% CMS)
Min HSangre _{813y8}	≥ 0.10 kg	(≥ 1.0% CMS)	Max HSangre _{824y8}	≤ 0.15 kg	(≤ 1.5% CMS)
Min PSoya _{614y6}	≥ 0.31 kg	(≥ 3.0% CMS)	Max PSoya _{625y6}	≤ 0.73 kg	(≤ 7.0% CMS)
Min Pan _{915y9}	≥ 2.10 kg	(≥ 20% CMS)	Max Pan _{926y9}	≤ 3.79 kg	(≤ 35% CMS)
Min HAlfalfa _{516y5}	≥ 0.10 kg	(≥ 1% CMS)	Max HAlfalfa _{527y5}	≤ 1.05 kg	(≤ 10% CMS)
Min Maíz _{117y1}	≥ 0.52 kg	(≥ 5% CMS)	Max Maíz _{128y1}	≤ 5.27 kg	(≤ 50% CMS)
Min Sorgo _{218y2}	≥ 2.10 kg	(≥ 20% CMS)	Max Sorgo _{229y2}	≤ 5.27 kg	(≤ 50% CMS)
Min HAvena _{419y4}	≥ 1.05 kg	(≥ 10% CMS)	Max HAvena _{430y4}	≤ 1.26 kg	(≤ 12% CMS)
Min Rastrojo _{720y7}	≥ 1.05 kg	(≥ 10% CMS)	Max Rastrojo _{731y7}	≤ 4.21 kg	(≤ 40% CMS)
Min Min _{1121y11}	≥ 0.10 kg	(≥ 1.0% CMS)	Max Min _{1132y11}	≤ 0.15 kg	(≤ 1.5% CMS)

Condiciones de no negatividad

$$Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_8, Y_9, Y_{10}, Y_{11}, \geq 1$$

MODELO DUAL

Maximizar: Z* = c₁EN + c₂PM + c₃Ca + c₄P + c₅CMS + c₆CNC + c₇FORR + c₈Minpoll + c₉MinUrea + c₁₀MinHSangre + c₁₁MinPSoya + c₁₂MinPan + c₁₃MinHAlfalfa + c₁₄MinMaíz + c₁₅MinSorgo + c₁₆MinHAvena + c₁₇MinRastrojo + c₁₈MinMinerales + c₁₉Maxpoll + c₂₀MaxUrea + c₂₁MaxHSangre + c₂₂MaxPSoya + c₂₃MaxPan + c₂₄MaxHAlfalfa + c₂₅MaxMaíz + c₂₆MaxSorgo + c₂₇MaxHAvena + c₂₈MaxRastrojo + c₂₉MaxMinerales

Sujeto a las restricciones:

$$\begin{aligned}
 a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + a_{14}X_4 + a_{15}X_5 + a_{16}X_6 + a_{17}X_7 + \dots + a_{127}X_{19} + a_{128}X_{28} + a_{129}X_{29} &\leq 3.5 \\
 a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + a_{24}X_4 + a_{25}X_5 + a_{26}X_6 + a_{27}X_7 + \dots + a_{227}X_1 + a_{228}X_{28} + a_{229}X_{29} &\leq 3.4 \\
 a_{31}X_1 + a_{32}X_2 + a_{33}X_3 + a_{34}X_4 + a_{35}X_5 + a_{36}X_6 + a_{37}X_7 + \dots + a_{327}X_1 + a_{328}X_{28} + a_{329}X_{29} &\leq 0.7 \\
 a_{41}X_1 + a_{42}X_2 + a_{43}X_3 + a_{44}X_4 + a_{45}X_5 + a_{46}X_6 + a_{47}X_7 + \dots + a_{427}X_1 + a_{428}X_{28} + a_{429}X_{29} &\leq 1.6 \\
 a_{51}X_1 + a_{52}X_2 + a_{53}X_3 + a_{54}X_4 + a_{55}X_5 + a_{56}X_6 + a_{57}X_7 + \dots + a_{527}X_1 + a_{528}X_{28} + a_{529}X_{29} &\leq 3.6 \\
 a_{61}X_1 + a_{62}X_2 + a_{63}X_3 + a_{64}X_4 + a_{65}X_5 + a_{66}X_6 + a_{67}X_7 + \dots + a_{627}X_1 + a_{628}X_{28} + a_{629}X_{29} &\leq 6.5 \\
 a_{71}X_1 + a_{72}X_2 + a_{73}X_3 + a_{74}X_4 + a_{75}X_5 + a_{76}X_6 + a_{77}X_7 + \dots + a_{727}X_1 + a_{728}X_{28} + a_{729}X_{29} &\leq 1.0 \\
 a_{81}X_1 + a_{82}X_2 + a_{83}X_3 + a_{84}X_4 + a_{85}X_5 + a_{86}X_6 + a_{87}X_7 + \dots + a_{819}X_1 + a_{828}X_{28} + a_{829}X_{29} &\leq 9 \\
 a_{91}X_1 + a_{92}X_2 + a_{93}X_3 + a_{94}X_4 + a_{95}X_5 + a_{96}X_6 + a_{97}X_7 + \dots + a_{919}X_1 + a_{928}X_{28} + a_{929}X_{29} &\leq 1.2 \\
 a_{101}X_1 + a_{102}X_2 + a_{103}X_3 + a_{104}X_4 + a_{105}X_5 + a_{106}X_6 + \dots + a_{1019}X_1 + a_{1028}X_{28} + a_{1029}X_{29} &\leq 0.3 \\
 a_{111}X_1 + a_{112}X_2 + a_{113}X_3 + a_{114}X_4 + a_{115}X_5 + a_{116}X_6 + \dots + a_{1119}X_1 + a_{1128}X_{28} + a_{1129}X_{29} &\leq 20
 \end{aligned}$$

Condiciones de no negatividad

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{20}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{26}, X_{27}, X_{28}, X_{29} \leq 1$$

Por lo tanto se deben establecer variables de decisión y constantes paramétricas en el modelo primal que es explicativo del mínimo costo y el modelo dual explicativo de la máxima productividad y de los precios sombra para cada insumo (recursos) se muestran a continuación en el cuadro 10:

Cuadro 10. Variables y constantes usadas en los modelos primal y dual

Variables de decisión (Right Hand Side)		
REN _g	=	Requerimientos de energía neta de ganancia, (Mcal/día)
REN _m	=	Requerimientos de energía neta de mantenimiento, (Mcal/día)
REN _t	=	Requerimientos de energía neta total (Mcal/día)
RPM	=	Requerimientos de proteína metabolizable para mantenimiento y ganancia (g/día)
R_Ca	=	Requerimientos de calcio para mantenimiento y ganancia (g/día)
R_P	=	Requerimientos de fosforo para mantenimiento y ganancia (g/día)
CMS	=	Consumo total de materia seca, (kg MS/día)
CNC	=	Proporción de concentrado en la ración integral
FORR	=	Proporción de forraje en la ración integral
I_MIN	=	Consumo mínimo del j-esimo insumo alimenticio
I_MAX	=	Consumo máximo del j-esimo insumo alimenticio
Y _n ≥ 1	=	Condición de no negatividad
Constantes paramétricas		
C _j	=	Costo del j-esimo suplemento (\$MX/kg MS)
CEN _g	=	Contenido de EN _g del j-esimo insumo (Mcal/kg MS)
CEN _m	=	Contenido de EN _m del j-esimo insumo (Mcal/kg MS)
CEN _t	=	Contenido de EN _t del j-esimo insumo (Mcal/kg MS)
CPM	=	Contenido de PM del j-esimo insumo (g/kg MS)
C_Ca	=	Contenido de calcio del j-esimo insumo (g/kg MS)
C_P	=	Contenido de fosforo del j-esimo insumo (g/kg MS)
CCNC	=	Consumo permitido de concentrado en el total de la ración (%)
CFORR	=	Consumo permitido de forraje en el total de la ración (%)
C_MIN	=	Consumo mínimo permitido del j-esimo insumo (kg/día)
C_MAX	=	Consumo máximo permitido del j-esimo insumo (kg/día)

Fuente: Elaboración propia con datos de esta investigación.

El procedimiento también se desarrolló para cada una de las etapas productivas (iniciación, desarrollo y finalización) del mismo caso a fin de hacer una comparación práctica de los resultados obtenidos. Ya obtenidos estos datos, se procedió a encontrar las soluciones a las ecuaciones lineales planteadas en el modelo y optimizar la función objetivo, así como el análisis de sensibilidad que arroja los precios sombra (Shadow Price) y costos reducidos, para lo que fue utilizada la herramienta SOLVER del software Excel® 2013 para Windows®, esta herramienta tiene la capacidad de optimizar ecuaciones de programación lineal utilizando el método simplex, para problemas lineales enteros mixtos utiliza “Branch and Bound” y para problemas no lineales utiliza el código de optimización no lineal. Por lo tanto, este software fue escogido dado que la mayoría de los ordenadores poseen este tipo de hojas de cálculo.

3.4 Análisis de precios al productor y sus principales fluctuaciones características

Los cambios de la demanda y oferta de los novillos finalizados y carne en canal, originados por sus principales factores desplazadores, son los que generan las variaciones en el precio a largo plazo y mediano plazo. Esta variación o movimiento secular o de larga duración, como también se le conoce, se refiere a la dirección general a la que un gráfico de una serie de precios parece dirigirse, en un intervalo de tiempo. En una serie de precios se pueden distinguir variaciones a mediano y largo plazo como la estacionalidad (E), tendencia (T), variaciones cíclicas (C) y variaciones aleatorias (I) aisladas por métodos estadísticos y matemáticos que de acuerdo al modelo especificado pueden tener una relación aditiva (1) o multiplicativa (2):

$$(1) P_t = f(t) = T + C + E + I$$

$$(2) P_t = f(t) = TCEI$$

Estos cuatro componentes se consideran independientes entre sí, lo cual implica que su estimación será sucesiva más que simultánea (Spielgel, 1970). Por lo tanto, el análisis de series de tiempo consiste en identificar cada uno de estos componentes. Así, se calcula un índice estacional, por ejemplo, de tal suerte que al dividir la serie de tiempo entre el índice se elimina la estacionalidad de los datos, quedando solamente los otros tres componentes, es decir:

$$\frac{T}{E} = \frac{L * C * E * I}{E} = L * C * I$$

En donde ahora (E) representa al índice estacional y (T/E) es la serie “desestacionalizada”. En forma similar se calculan los valores de tendencia en el largo plazo y al dividir entre ellos la serie anterior se elimina este componente quedando:

$$\frac{T}{E * L} = \frac{L * C * I}{L} = C * I$$

Como no hay manera de calcular el movimiento cíclico directamente, se tienen que recurrir a obtenerlo como residual, eliminando los otros tres componentes de la serie de tiempo.

$$\frac{E * T * I}{L} = C$$

Con el objetivo de separar estos movimientos primero se debe eliminar de los precios corrientes la influencia de las variaciones del poder adquisitivo de la moneda calculando los precios reales, que se obtienen de dividir los precios nominales por el índice de precios apropiado. Con esto se pueden separar los cuatro movimientos a través del enfoque univariado de series históricas y el método de descomposición de factores (Lange, 1964).

La tendencia de una serie de tiempo es el componente de largo plazo con dirección uniforme que representa el crecimiento o disminución en la serie sobre un periodo amplio. Las fuerzas básicas que ayudan a explicar la tendencia de una serie sobre un periodo amplio. Las fuerzas que ayudan a explicar la tendencia de una serie son el crecimiento de la población de consumidores, la inflación de precios, el cambio tecnológico y los incrementos en la productividad (Almeraya, 2007).

Por fluctuaciones cíclicas se entiende las oscilaciones de oferta-precio de un producto aproximadamente iguales y de sentido opuesto que, *ceteris paribus*, se prolongan automáticamente durante un periodo de tiempo bastante largo.

Las variaciones estacionales de los precios se refieren a las idénticas o casi idénticas normas que una serie de precios parece seguir durante los correspondientes meses de los sucesivos años o bien que están determinadas por las variaciones de la demanda o de la oferta en determinadas épocas del año.

Las variaciones irregulares o aleatorias se subdividen en variaciones episódicas y residuales, y pueden ser generados por factores de tipo económico, generalmente sus efectos producen variaciones que solo duran un corto intervalo de tiempo. Aunque debe reconocerse que en ocasiones sus efectos sobre el comportamiento de una serie pueden ser tan intensos que fácilmente podrían dar lugar a un nuevo ciclo o a otros movimientos; generalmente son ocasionados por factores imprevistos y no recurrentes.

Para este análisis de precios se requirió los precios mensuales de la carne de bovino en pie y carne de bovino en canal en el oriente del estado de México, reportado por el SNIIM del periodo de 1993 - 2015. Para el análisis de precios se procedió a deflactar los precios, como base para el cálculo y análisis del índice estacional.

3.4.1 Deflación

Consiste en eliminar de los valores nominales la influencia de las variaciones del poder adquisitivo de la moneda, que deviene por las alteraciones de los precios, calculando los precios reales, que se obtienen dividiendo los valores nominales por el índice nacional de precios al consumidor (INPC).

3.4.2 Cálculo de los precios reales (Pt)

Estos se obtienen dividiendo los precios nominales (Pt), entre el índice nacional de precios al consumidor base segunda quincena de octubre 2015 = 100 (INPC) y multiplicando por 100

3.4.3 Estimación de la tendencia de los precios

Con este objeto se desestacionaliza los precios reales (Pt'). Esto se logra tomando un movimiento medio móvil centrado de 12 meses de la serie Pt', obteniendo una nueva serie de precios (Pt'').

Formulas:

$$Pt_7'' = \frac{P_1' + 2P_2' + 2P_3' + \dots + 2P_{11}' + 2P_{12}' + 2P_{13}'}{24}$$

$$Pt_8'' = \frac{P_2' + 2P_3' + 2P_4' + \dots + 2P_{12}' + 2P_{13}' + 2P_{14}'}{24},$$

$$Pt_9'' = \frac{P_3' + 2P_4' + 2P_5' + \dots + 2P_{13}' + 2P_{14}' + 2P_{15}'}{24}, \text{ etc.}$$

Usando mínimos cuadrados ordinarios y el paquete SAS® ó Excel® con la serie (Pt'') se calcula la tendencia (Pt'''). Para esto hay que buscar la curva de tendencia de mejor ajuste.

$$Pt''' = \alpha + \alpha_1 T$$

$$Pt''' = \alpha + \alpha_1 T + \alpha_1 T^2$$

$$Pt''' = \alpha + \alpha_1 T + \alpha_1 T^2 + \alpha_1 T^3$$

3.4.4 Cálculo de la variación estacional

Para determinar el factor estacional (E), se debe calcular cómo varían los datos en la serie de tiempo de un mes a otro a lo largo de un año característico. Un conjunto de números mostrando los valores relativos de una variable durante los meses del año característico se llama índice estacional de la variable. La media de los valores del índice en los doce meses del año deberá ser 100%, es decir, la suma debe dar 200%. La variación estacional (Pt^*) se obtiene en porcentaje dividiendo Pt' entre Pt'' y multiplicando por 100. En pesos a Pt' se le resta Pt'' .

3.4.5 Cálculo del índice estacional

Este se calcula obteniendo la media aritmética de los meses que se corresponden en los sucesivos años de la serie Pt^* en porcentaje o en pesos. Así obtendríamos los índices estacionales de un año característicos de enero a diciembre. Si la suma aritmética de los 12 meses da 1200 y su media 100, se tiene el índice buscado. Si K es la suma de los números índice y K es mayor a menor a 1200, entonces los doce números índice se ajustan por $1200/K=R$.

$$IE^*R, IF^*R, \dots, ID^*R.$$

3.4.6 Cálculo de las variaciones cíclicas

Suponiendo que una serie de tiempo $P^*_{ij} = TCEI$, entonces las variaciones cíclicas se calculan a través del siguiente procedimiento: 1) se desestacionaliza la serie original (P^*_{ij}), si $P^*_{ij} = TCEI$, entonces $P^*_{ij}/E = TCEI/E = TCI = P''_{ij}$.

En este caso, (E) se refiere al número índice estacional calculado por cualesquiera de los métodos.

2) Se ajustan los datos desestacionalizados a la tendencia. Con los datos desestacionalizados, se estima la tendencia por cualesquiera de los métodos y se genera una nueva serie $P_{t}^{***} = T$. Estos valores de tendencia se usan para aislar de la serie (TCI) a (CI) como sigue:

$$P_{ij}''' = \frac{P_{ij}''}{P_{ij}^{***}} = \frac{TCI}{T} = CI$$

3) Como el ciclo se encuentra enmascarado por la variación aleatoria, entonces se usa un promedio móvil apropiado, en este caso de 12 meses de duración, dejando solo a la variación cíclica (C), hecho eso, estas variaciones se pueden estudiar a detalle, si ocurre una periodicidad, exacta o aproximada de ciclos, se pueden construir índices cíclicos de manera parecida a la construcción de los índices.

3.4.7 Duración y tamaño de ciclo

Para determinar la duración del ciclo de los precios al productor, se parte de la serie P_t^{***} y sus gráficas. Se busca un máximo o un mínimo a partir del primer máximo o del primer mínimo se cuentan los meses que transcurren hasta llegar a un mínimo o un máximo para calcular el tamaño total del ciclo económico.

3.4.8 Calculo de las estimaciones irregulares o aleatorias

Estas variaciones se pueden estimar ajustando los datos de las variaciones de tendencia, estacionales y cíclicas. Esto se logra dividiendo la serie de tiempo original que se supone contiene las cuatro variaciones (TCEI), obteniendo así el componente aleatorio. En la práctica (I) tiende a tener pequeña magnitud y con frecuencia tienden a seguir el esquema de distribución normal; es decir, las pequeñas desviaciones ocurren con gran frecuencia, y las grandes, con poca frecuencia. Por lo tanto se divide P_t^{**} entre P_t^{***} y se multiplica por cien o, a P_t^{**} se le resta P_t^{***} para obtenerla en porcentaje y en pesos respectivamente. La serie resultante es P_t^2 .

3.4.9 Predicción

Los métodos antes descritos se usan para efectuar predicciones con series de tiempo. Estos métodos acompañados de la experiencia, ingenio y buen juicio del investigador, han demostrado su utilidad para predicciones de corto y largo plazo. Sin embargo, no es propósito de esta investigación el realizar un análisis prospectivo de dicha serie.

CAPÍTULO IV:

Análisis de Resultados y Discusión

“Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo”

- *Albert Einstein*

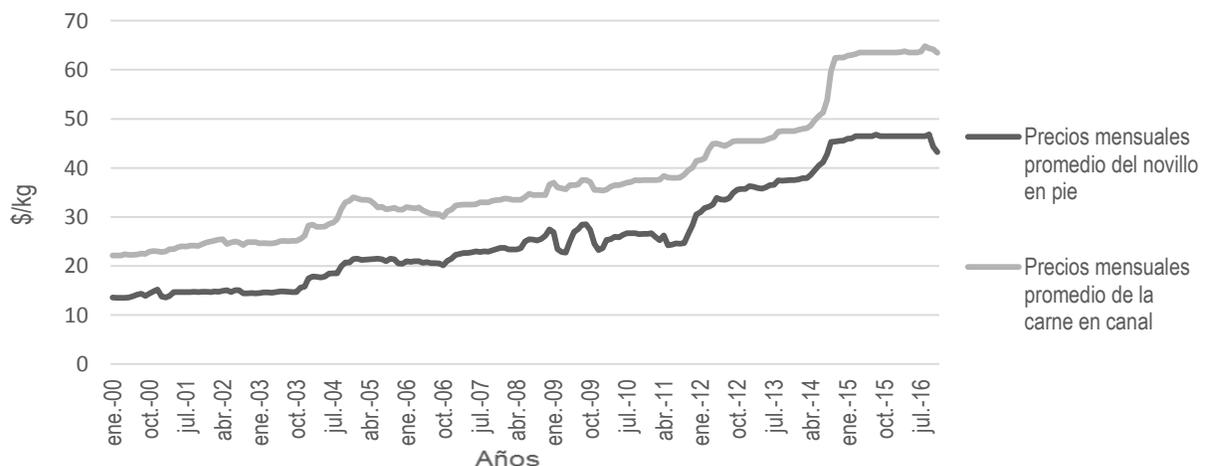
4.1 Fluctuaciones de los precios del ganado en el área de estudio

El incremento fuerte y repentino de los precios del sector agropecuario es común. Sin embargo, este contexto ha sido de alto impacto a la cadena de valor de bovinos para carne, tanto en los sistemas de doble propósito, cría y finalización de este ganado. En este contexto, a partir de marzo del año 2012, los precios de ganado en pie proveniente del principal estado proveedor (Veracruz), similar en todo el país (SNIIM, 2015), se observaron con un alza continua del precio corriente en la vaca gorda, becerros al destete, toro de media ceba y becerro, hasta la fecha (Junio 2015) se han notado cambios importantes, el más sobresaliente en los últimos 18 años, se considera que los cambios han oscilado más del 30%. Estos incrementos nominales por tipo de ganado en el transcurso marzo 2012 – junio 2015 son los siguientes: vaca gorda de 16 a 18 pesos por kg, novillo de 20 a 46.50 pesos por kg, toro de 13 a 17 pesos por kg y novillona de 15 a 22 pesos por kg (SNIIM, 2015).

Por otra parte, necesita entenderse que los cambios en los precios de la ganadería bovina para carne, no se explican en los últimos 15 años, solo por factores internos como desplomamiento de hato ganadero, desaparición de pequeños y medianos productores o por la apertura comercial; sino que se derivan fundamentalmente, de cambios ocurridos en la coyuntura internacional como el incremento en los precios de los granos, pero también de la coyuntura nacional como la sequía y mayores exportaciones de ganado en pie (Schwentesi, et al. 2012).

Los precios nominales del novillo en pie, en el oriente del Estado de México, aumentaron durante los últimos 15 años en el promedio anual de 1 peso con 88 centavos por año (Gráfica 13). El aumento más significativo se registra de 2013 a 2014 de 7.90 pesos con un incremento total de 342% desde enero de 2000 a noviembre de 2016.

Gráfica 13. Evolución de los precios nominales de ganado bovino en pie y de carne en canal en el oriente del estado de México, (Serie 2000 – 2016).



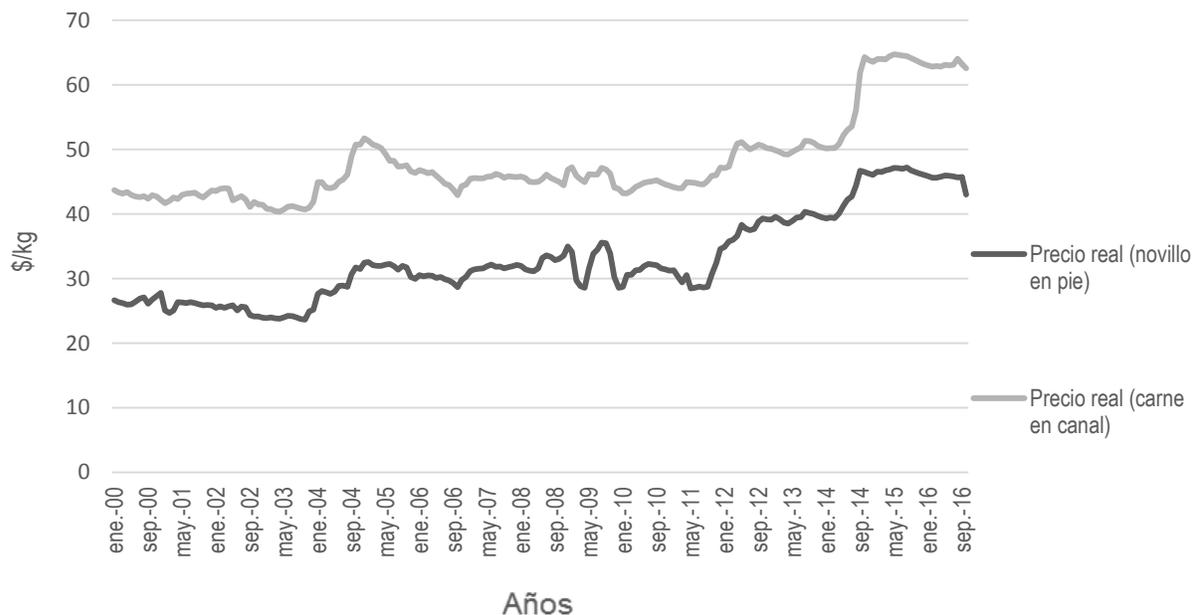
Fuentes: Elaboración propia con datos del SNIIM. 2016; BANXICO, 2016.

En el mismo periodo, el cambio de los precios nominales en la serie de carne en canal, presenta un aumento global de 286%, este comportamiento de ambas series históricas, es semejante y sigue un patrón de correlación directa entre ambas series, es decir el precio de la carne en canal refleja los precios del ganado en pie.

Por lo tanto los cambios y comportamiento de los precios en el oriente del estado de México, no son lineales y a su vez muestran ser un reflejo de los cambios que ocurren en el país, donde periodos de aumentos se cambian por periodos de estancamiento, sobre todo el aumento exacerbado que ocurrió a partir de 2011, teniendo así un impacto positivo para el criador de ganado que recibe un mejor pago por los kilos que vende de novillos en pie y negativo para el engordador que adquiere su principal activo a precios más elevados.

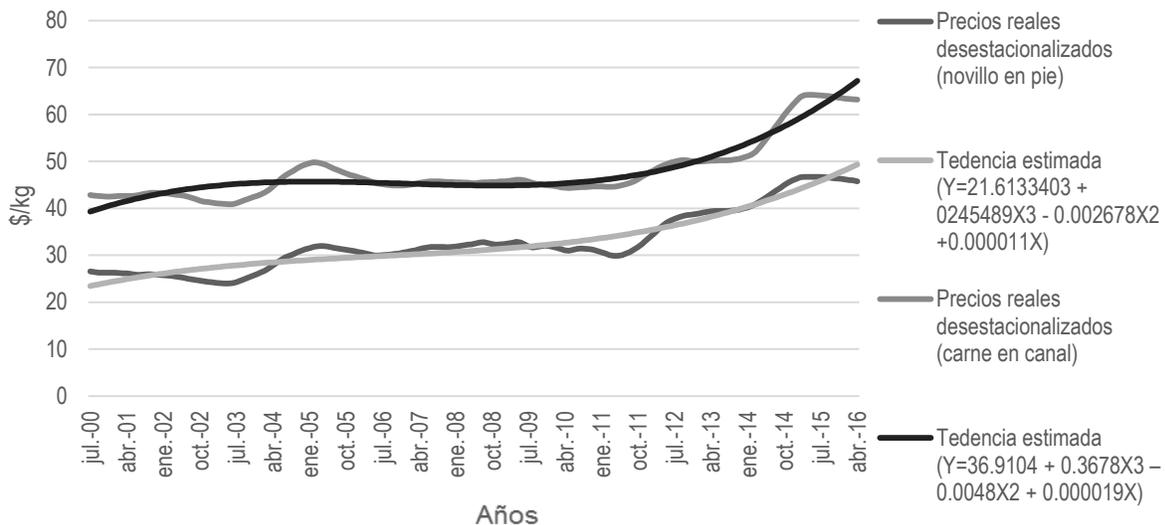
Para valorar el verdadero comportamiento de los precios, se tiene que considerar el efecto inflacionario (Gráfica 14), y de esta manera observar la tendencia de los mismos sin el componente estacional (Gráfica 15).

Gráfica 14. Precios reales del novillo en pie y carne en canal en el oriente del estado de México; deflactados INPC, base segunda quincena Octubre de 2015.



Fuentes: Elaboración propia con datos del SNIIM. 2016; BANXICO, 2016.

Gráfica 15. Precios reales desestacionalizados del novillo en pie y carne en canal en el oriente del estado de México. Tendencias estimadas. R² ajustado 0.91 y 0.89 respectivamente.

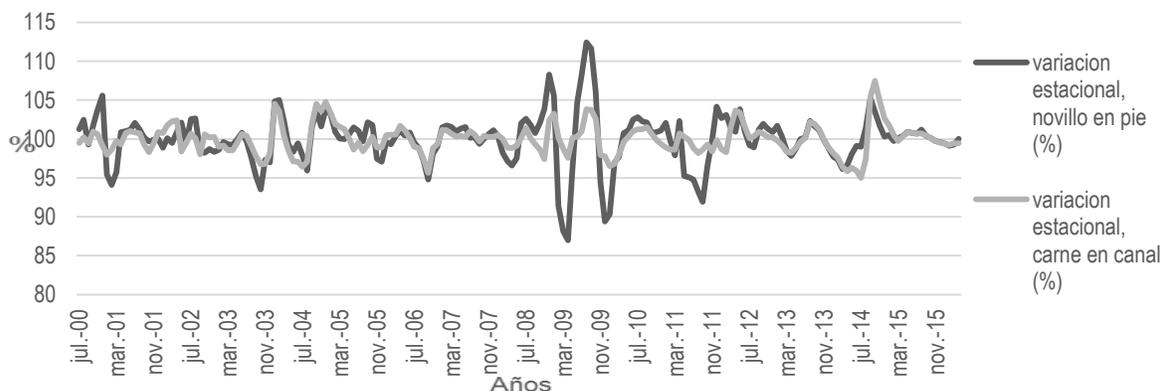


Fuentes: Elaboración propia con datos del SNIIM. 2016; BANXICO, 2016 y evaluación estadística en ANEXOS.

Como se puede observar las series de precios se mueven en forma de ola, pero su comportamiento no es muy distinto a los precios nominales. Sin embargo, los precios reales muestran un desfase de uno o dos años en comparación con los precios nominales, eso significa que los aumentos casi nunca compensan la pérdida sufrida por el aumento en los costos de producción (inflación); y segundo, a cada periodo de precios crecientes sigue una fase de decrecimiento-estancamiento (Carrera 2011).

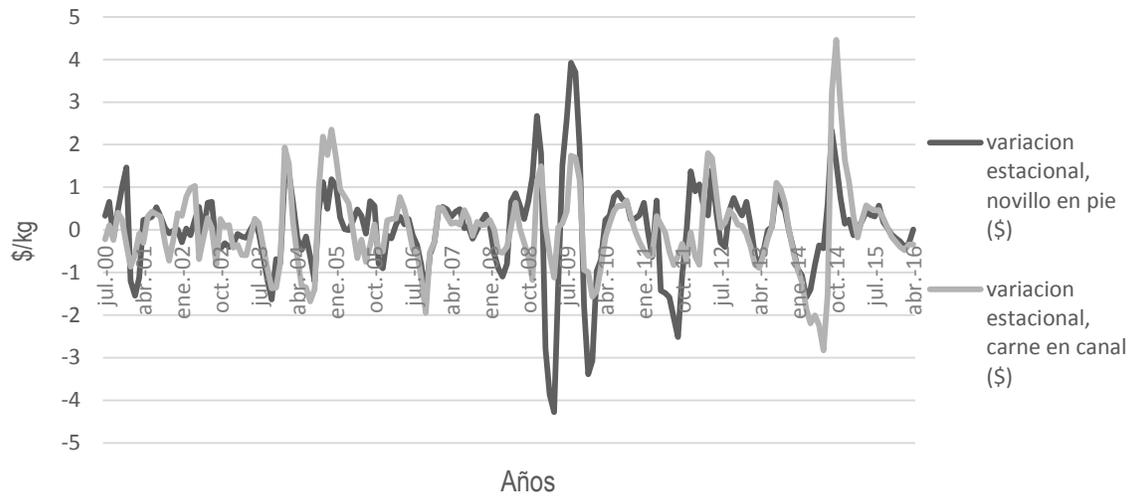
La última afirmación es importante para una estimación del comportamiento futuro de los precios de ganado en pie. En orden de apreciar esto a través del tiempo, las variaciones estacionales (Gráficas 16 y 17), tuvieron fluctuaciones que no se caracterizan por ser constantes en el periodo de análisis.

Gráfica 16. Variación estacional en % de los precios de novillo en pie al productor y carne en canal en el oriente del estado de México. (Serie 2000 – 2016)



Fuentes: Elaboración propia con datos del SNIIM. 2016; BANXICO, 2016, INEGI, 2016.

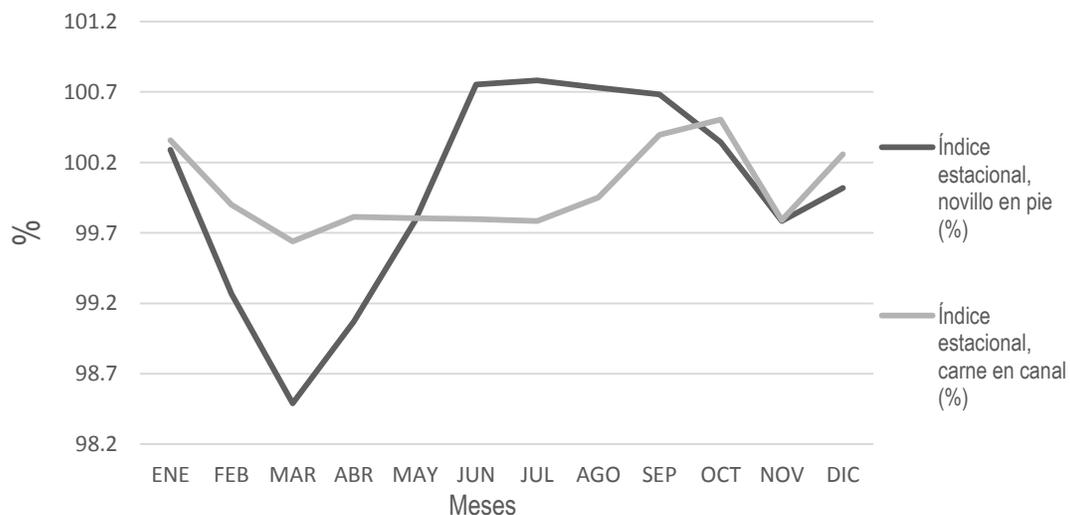
Gráfica 17. Variación estacional en \$ de los precios de novillo en pie al productor y carne de bovino en el oriente del estado de México. (Serie 2000 – 2016)



Fuentes: Elaboración propia con datos del SNIIM. 2016; BANXICO, 2016, INEGI, 2016.

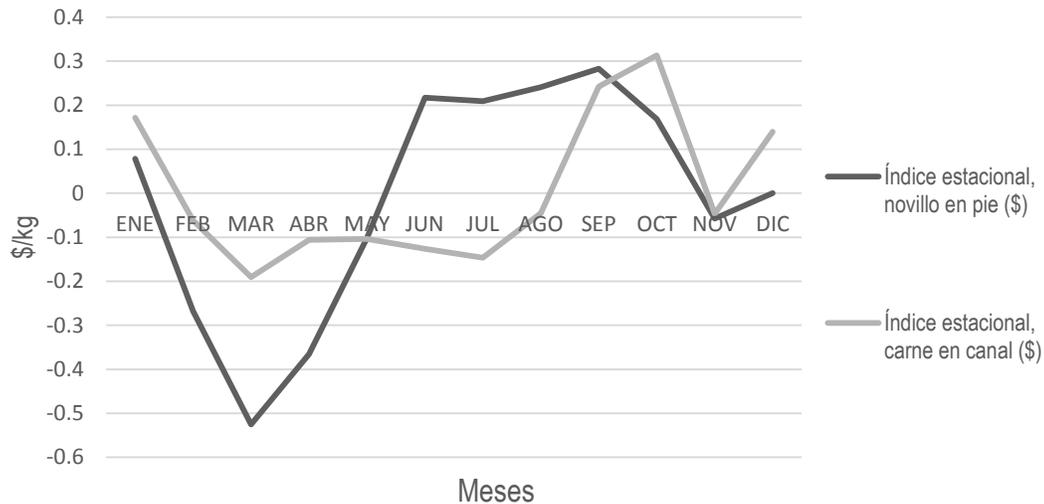
De acuerdo al índice estacional de los precios de ganado en pie (Gráficas 18 y 19), históricamente los precios alcanzan su máximo durante el año, en el periodo de junio, julio y agosto.

Gráfica 18. Índice estacional en % de los precios de novillo en pie al productor y carne en canal en el oriente del estado de México.



Fuentes: Elaboración propia con datos del SNIIM. 2016; BANXICO, 2016, INEGI, 2016.

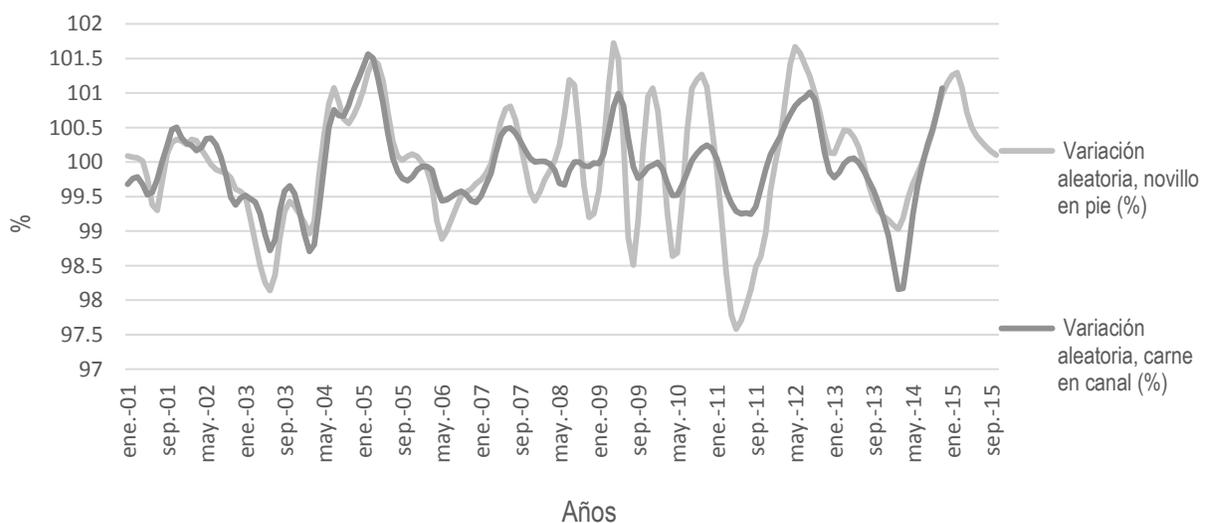
Gráfica 19. Índice estacional en \$ de los precios de novillo en pie al productor y de la carne en canal en el oriente del estado de México.



Fuentes: Elaboración propia con datos del SNIIM, 2016; BANXICO, 2016; INEGI, 2016.

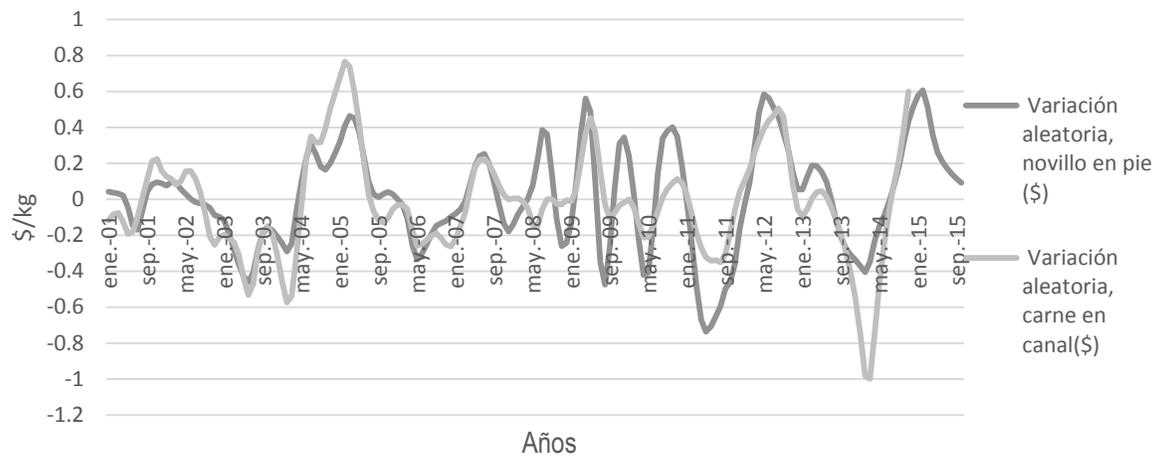
Por otra parte también es característica y notable, la caída de precios del ganado en los meses de febrero, marzo y abril, que coincide con el déficit de forraje en los sistemas de cría. Este fenómeno climatológico marcado por sequías prolongadas de los años 2009 a 2011 (Gráfica 20 y 21), tuvo un efecto evidente en la oferta de novillo en pie de ese periodo que se ve reflejado en el comportamiento fluctuante de precios, mostrado en la variación aleatoria de la serie, efecto que impacta en la rentabilidad de los engordadores como siguiente eslabón de la cadena de valor.

Gráfica 20. Variación aleatoria en % de los precios de novillo en pie al productor y de la carne en canal en el oriente del estado de México (Serie 2000 – 2016).



Fuentes: Elaboración propia con datos del SNIIM, 2016; BANXICO, 2016; INEGI, 2016.

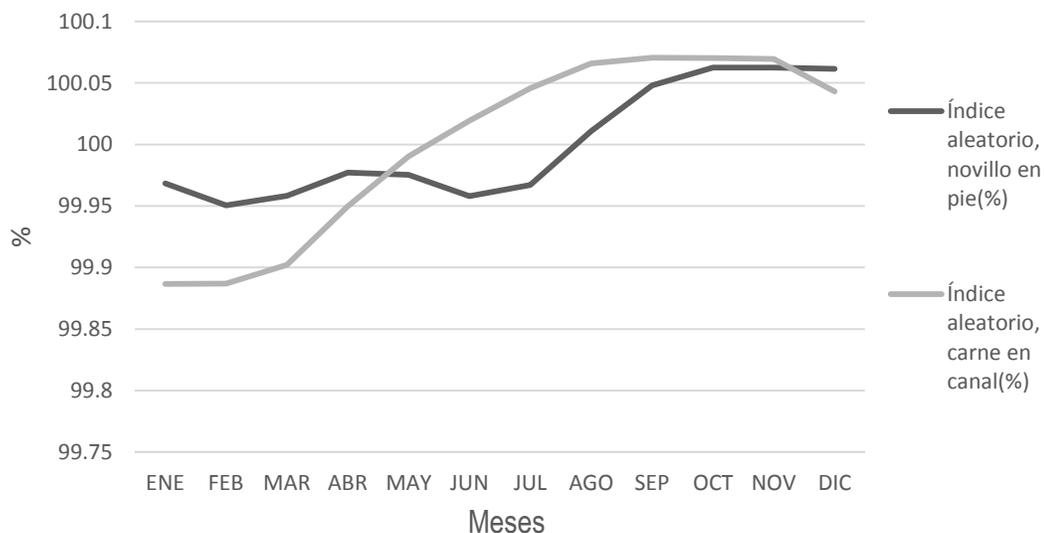
Gráfica 21. Variación aleatoria en \$ de los precios de novillo en pie al productor y de la carne en canal en el oriente del estado de México (Serie 2000 – 2016).



Fuentes: Elaboración propia con datos del SNIIM, 2016; BANXICO, 2016, INEGI, 2016.

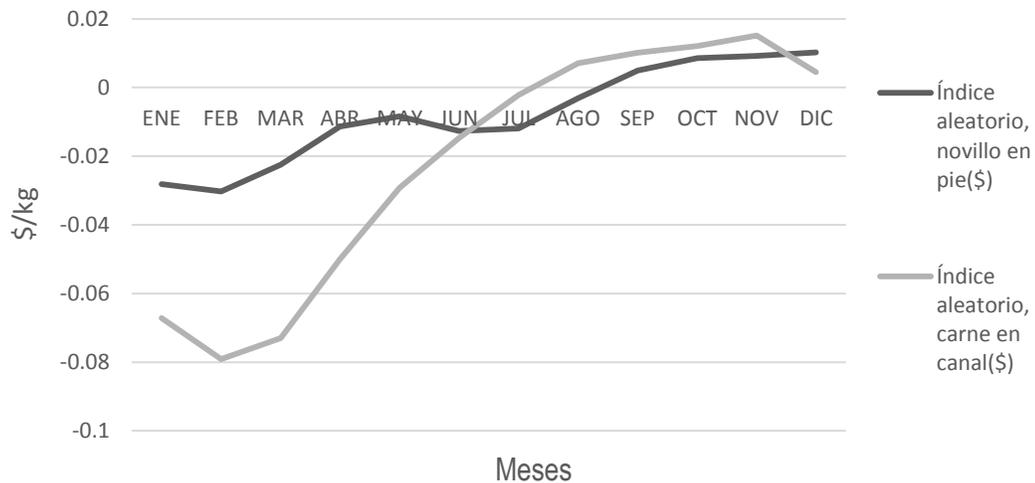
Estas variaciones aleatorias tienen un comportamiento característico que se puede observar a través del índice aleatorio el cual muestra una relación inversa entre la aleatoriedad en el precio del bovino en pie con tendencia a la baja respecto a la carne en canal que va en aumento a partir del mes de marzo (Gráficas 22 y 23).

Gráfica 22. Índice aleatorio en % de los precios de novillo en pie al productor y de la carne en canal en el oriente del estado de México (Serie 2000 – 2016).



Fuentes: Elaboración propia con datos del SNIIM, 2016; BANXICO, 2016, INEGI, 2016.

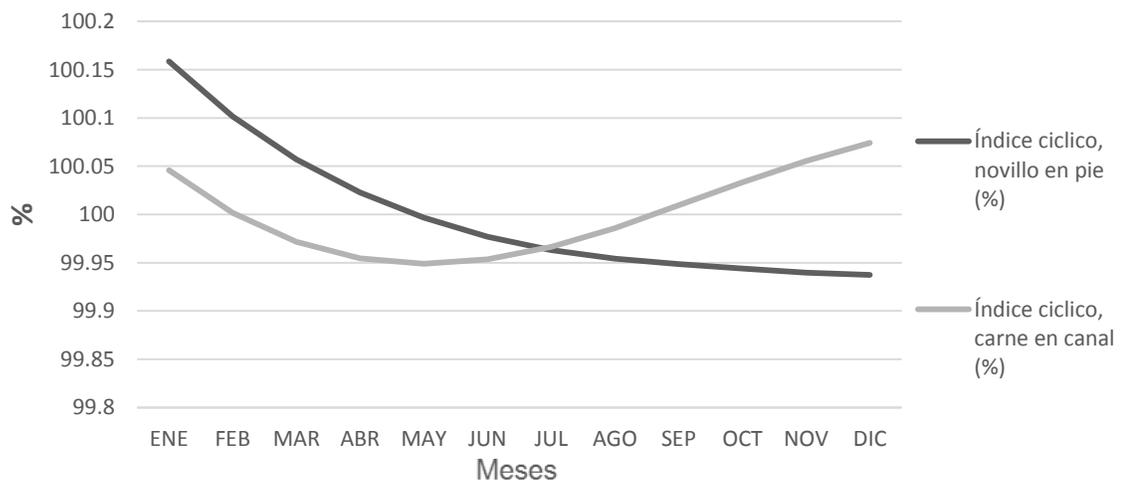
Gráfica 23. Índice aleatorio en \$ de los precios de novillo en pie al productor y de la carne en canal en el oriente del estado de México (Serie 2000 – 2016).



Fuentes: Elaboración propia con datos del SNIIM, 2016; BANXICO, 2016, INEGI, 2016.

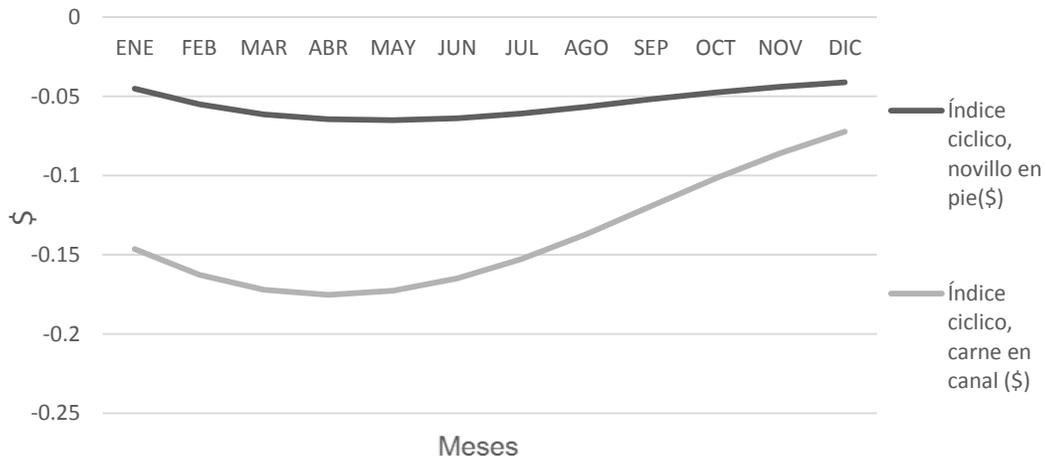
Los precios del ganado bovino tienen además un patrón a largo plazo que marca una tendencia estable (obtenida mediante mínimos cuadrados $Pt''' = \alpha + \alpha_1T + \alpha_2T^2 + \alpha_3T^3$), junto a factores coyunturales que imponen cambios en el corto plazo, “por lo general hacia arriba, aunado a un siguiente nivel donde influyen factores domésticos e internacionales.” (Schwentenius, et al. 2012). Esta caracterización del comportamiento fluctuante de los precios del bovino finalizado destaca igualmente una variación cíclica (Gráficas 24 y 25) irregular, y esta es explicativa de la duración del ciclo económico donde muestra la existencia de un ajuste de los productores a los cambios del precio (Cuadro 10).

Gráfica 24. Índice cíclico sin aleatoriedad en % de los precios de novillo en pie al productor y carne en canal en el oriente del estado de México.



Fuentes: Elaboración propia con datos del SNIIM, 2016; BANXICO, 2016, INEGI, 2016.

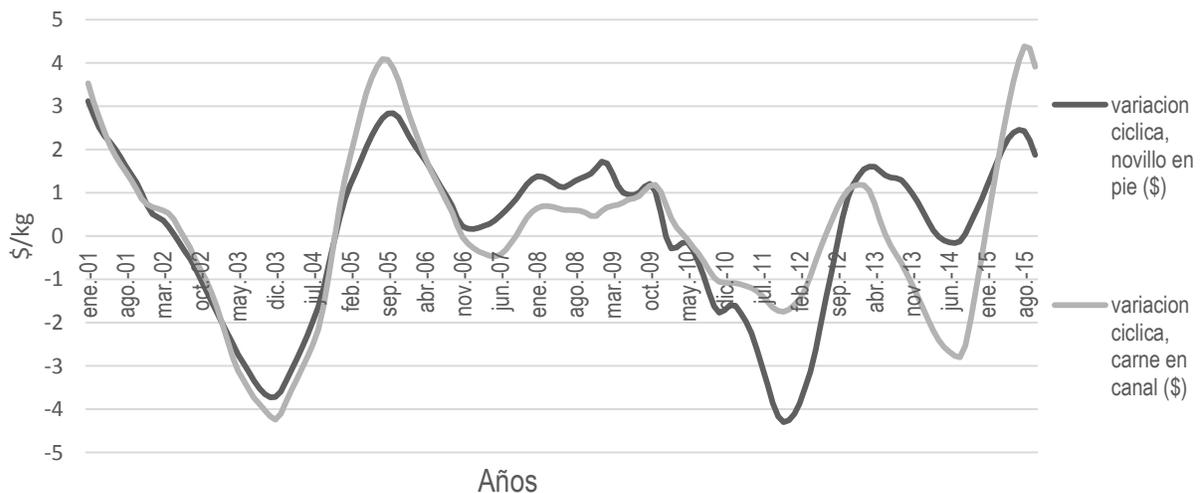
Gráfica 25. Índice cíclico sin aleatoriedad en \$ de los precios de novillo en pie al productor y carne en canal en el oriente del estado de México.



Fuentes: Elaboración propia con datos del SNIIM, 2016; BANXICO, 2016, INEGI, 2016.

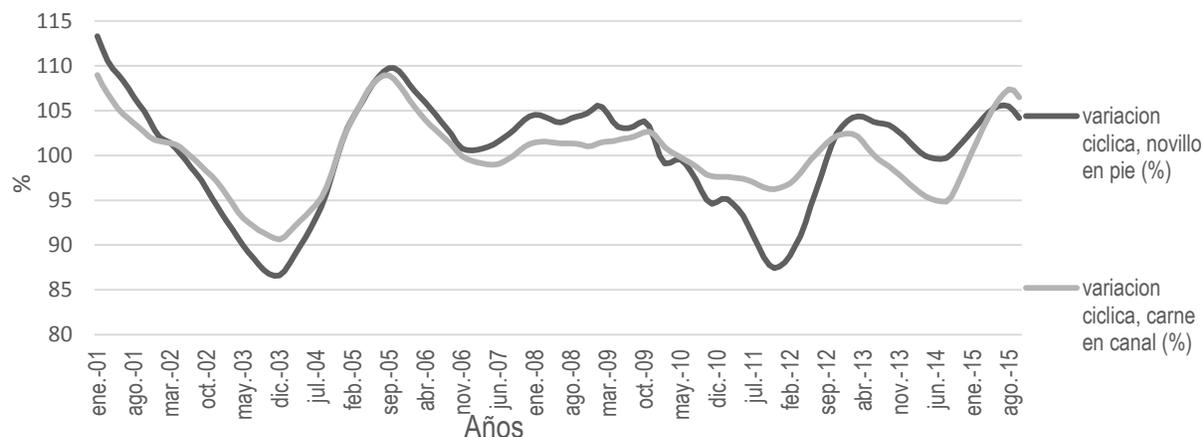
El periodo cíclico de las dos series muestran comportamientos semejantes, no obstante los periodos de máximos son más exacerbados en los precios de la carne en canal, sin considerar que en 2014 ha mostrado la caída más pronunciada en los últimos 10 años y también su mejor precio solo un año después de esta alud, probablemente más influenciado que los factores coyunturales de la aleatoriedad que es más pronunciada en este mismo periodo, respecto a las decisiones desfasadas que toman los oferentes de ganado en pie como respuesta a los movimientos de la demanda.

Gráfica 26. Variación cíclica en \$ de los precios de novillo en pie al productor y carne en canal en el oriente del estado de México. (Serie 2000 – 2016)



Fuentes: Elaboración propia con datos del SNIIM, 2016; BANXICO, 2016, INEGI, 2016.

Gráfica 27. Variación cíclica en % de los precios de novillo en pie al productor y carne en canal en el oriente del estado de México. (Serie 2000 – 2016)



Fuentes: Elaboración propia con datos del SNIIM, 2016; BANXICO, 2016, INEGI, 2016.

Continuando con los ciclos económicos, estos parten de máximos y mínimos a lo largo del periodo (2000-2016), para el precio del bovino en pie (cuadro 11); estos tienen duraciones prolongadas medidas en términos de meses y años, donde se tienen duraciones medias mayores a 20 meses y de ciclo completo superiores a 30 meses.

Cuadro 11. Duración del ciclo de los precios del Ganado Bovino en Pie.

Máximos y Mínimos de Precios	Duración media del ciclo (meses)	Duración del ciclo completo	Duración del ciclo Completo (Años)
MIN. Mayo 2003			
	28		
MAX. Abril 2005		51	4 años 3 meses
	23		
MIN. Agosto 2006		39	3 años 3 meses
	16		
MAX. Abril 2008		36	3 años
	20		
MIN. Mayo 2011		57	4 años 9 meses
	37		
MAX. Nov. 2012		55	4 años 7 meses
	18		
MIN. Enero 2014		32	2 años 10 meses
	14		
MAX. Enero 2015		26	2 años 2 meses
	12		
MIN. Octubre 2015		21	1 año 9 meses
Promedio	21	42	3 años 6 meses

Fuente: Elaboración Propia con datos de SNIIM 2016, BANXICO 2016 e INEGI 2016.

También es oportuno destacar, que los ciclos económicos más amplios del ganado (mayor a 450 kg), se caracterizan por diferir mucho entre ellos resultado del ajuste entre oferta y demanda; en buena parte de ellos existen ciclos superiores a los cuatro años y el tamaño del ciclo en promedio es de 42 meses, es decir, una media de 3 años y 6 meses.

4.2 Características generales de las unidades de producción analizadas

Las 6 unidades de producción analizadas se localizan en las localidades de Coatlinchan, Praderas de Tecjac, Tepetitlán, San Felipe y Santa Lucía. Como se menciona, se observó que en esta región, una proporción importante del consumo regional de carne de bovino lo abastece los sistemas de engorda en corral, y no hay evidencia de la existencia en Texcoco de engordas en pastoreo con pradera para tal propósito.

Este sistema mantiene a los animales en confinamiento, por periodos variables de acuerdo a la situación de cada productor, pero que ronda entre los 90 y 130 días y cuando este alcanza un peso vivo de 460 a 530 kg; en cuanto a la venta de la carne en canal, esta se distribuye en el área metropolitana a través de rastros municipales, que distribuyen a las carnicerías y supermercados.

La infraestructura de corrales, bodegas, almacenes y mangas de manejo del ganado están diseñados sin representar grandes inversiones en activos fijos, ni grandes demandas de mano de obra. Los corrales están contruidos principalmente de materiales rústicos como postes, madera y alambres en pequeñas explotaciones y de materiales metálicos prefabricados en explotaciones medianas y grandes.

Los comederos son fabricados con lámina de acero inoxidable y en otros casos son de cemento. Los bebederos por su parte son casi en su gran mayoría piletas de cemento y tabique. Las mangas de manejo y embarcaderos cuando existen, están contruidos de tubos de metal, rampas de piedra y cemento. Los almacenes en algunos casos son espacios cerrados con control de plagas, temperatura y humedad de los ingredientes alimenticios o bien del alimento mezclado y en otros casos más rústicos estas materias primas están expuestas a la intemperie con techados de lámina metálica o asbesto.

4.3 Precios de los insumos alimenticios y novillos adquiridos

Durante el periodo de estudio (mayo a octubre de 2015), los precios nominales sufrieron muchos cambios; particularmente para la venta de novillo finalizado, para el cual se tomaron los precios pagados en el último trimestre del año, particularmente al mes de octubre; este periodo coincidió con la baja del precio en el ganado flaco (350 – 420kg) que se comportó superior al precio del ganado finalizado (475 - 550 kg) durante más de 4 meses, y que tuvo un impacto profundamente negativo en la rentabilidad.

También se tuvo a consideración el índice estacional calculado anteriormente que nos muestra como en este mes, el ganado finalizado tiene un precio de venta con tendencia a la baja en el mercado regional y el productor está finalizando su segundo ciclo para el caso de tomadores de precios o tercer ciclo para productores más grandes con engordas escalonadas y una lógica empresarial más desarrollada. En este

periodo el novillo finalizado oscilo entre 45.92 y 47.50 pesos, pero en el mes de octubre se tuvo un precio de 46 pesos por kg mientras que el ganado flaco bajo a 43 pesos por kg en cruza cebuinas y 44 pesos por kg para cruza de cebú con europeo (Pardo Suizo, Angus, Charoláis, Simmental, etc).

En cuanto a la alimentación del ganado sometido a engorda se registraron múltiples ingredientes utilizados por los productores. Los ingredientes y sus precios registrados al mes de octubre (Cuadro 12) fueron los siguientes:

Cuadro 12. Precios Nominales de los Ingredientes Alimenticios usados en las explotaciones analizadas.

Ingrediente	Precios por Ton.
Maíz amarillo (entero)	\$ 3,715.00
Maíz Rolado	\$ 3,880.00
Sorgo (entero)	\$ 3,400.00
Sorgo molido	\$ 4,250.00
Salvado de Maíz	\$ 3,300.00
Salvado de Trigo	\$ 3,400.00
Residuos de Panadería	\$ 1,200.00
Gluten de Maíz	\$ 10,865
Pollinaza	\$ 700.00
Urea	\$ 325.00
Melaza de caña	\$ 2,300.0
Pasta de Soya	\$ 6,540.00
Harina de Sangre 85%	\$ 9,000.00
Rastrojo de Maíz (\$20 paca/20kg)	\$ 1000.00
Heno de Avena (Empacada)	\$ 1,600.00
Heno de Alfalfa (\$60 paca/27 kg)	\$ 3,650.00
Ensilaje de Maíz	\$ 800.0
Sal Común	\$ 2,100.00
Sales Minerales (15 kg/Ton de alimento)	\$ 16,000.00
Alimento balanceado	\$ 4,250.00
Bicarbonato de sodio	\$ 7,250.00
Ionóforos	\$ 8,500.00

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de proveedores en el área de estudio.

4.4 Caracterización tecnológica de las unidades de producción (UP)

Los productores analizados se clasificaron por nivel tecnológico de acuerdo a los temas evaluados, entre los que destaca: el manejo a la recepción del ganado, estrategias de alimentación, manejo sanitario, calendarización de actividades, profesionalización de los puestos de trabajo, conocimiento y acceso a mercados, programas de reinversión, asesoría técnica, nivel de mecanización y equipamiento de las U.P. para determinar las brechas y su impacto en la rentabilidad privada. Se consideró el nivel tecnológico alto como lo más cercano a la situación óptima, independientemente de la capacidad instalada. La propuesta que se hizo de clasificación tecnológica de acuerdo a la capacidad instalada media que existe en la región:

Tamaño de la U. P.	PEQUEÑAS (1-20 cabezas)			MEDIANAS (21-60 cabezas)			GRANDES (61 – 100 ≤ cabezas)		
Nivel Tecnológico	Bajo	Mediano	Alto	Bajo	Mediano	Alto	Bajo	Mediano	Alto

Fuente: Elaboración Propia con datos de esta investigación.

Las situaciones encontradas en campo de acuerdo a la clasificación delimitada en el cuadro 4 de materiales y métodos, fueron las siguientes:

- 2 unidades pequeñas: uno de bajo nivel tecnológico y uno de mediano nivel.
- 2 unidades medianas: uno de bajo nivel tecnológico y uno de mediano nivel
- 2 unidades grandes: uno de mediano nivel tecnológico y uno cercano a alto.

Con esta información y variables técnicas incluidas, se procedió a hacer una comparación tecnológica de cada uno de los estudios de caso abordados, a fin de explicar más adelante la razón de sus diferencias en aspectos de rentabilidad privada y competitividad, para el caso de prácticas sencillas se otorgó valores binarios (0 y 1) para calificar y en aspectos más complejos se otorgó 3 niveles de calificación (0, 1 y 2) de acuerdo al nivel de respuesta (ANEXO 3), los resultados también son explicativos de la clasificación realizada sobre los niveles tecnológicos. Se determina también que de acuerdo a los datos analizados, se encontró que ninguna unidad de producción cumplió en su totalidad con los lineamientos planteados para la unidad grande con alto nivel tecnológico, por lo que esta no se incluye en este trabajo.

Donde:

- UP.pb = Unidad de producción pequeña con bajo nivel tecnológico.
- UP.pm = Unidad de producción pequeña con mediano nivel tecnológico.
- UP.mb = Unidad de producción mediana con bajo nivel tecnológico
- UP.mm = Unidad de producción mediana con mediano nivel tecnológico.
- UPgm = Unidad de producción grande con mediano nivel tecnológico
- UP. gm-a = Unidad de producción grande con mediano-alto nivel tecnológico.

4.4.1 Prácticas de manejo y sus insumos

En esta área se encontraron múltiples contrastes, de manera general se observó que en la mayoría de los casos, los productores tienen costos muy elevados por tratamiento de enfermedades contagiosas, especialmente en las unidades de baja tecnología por no incluir entre sus actividades sustanciales la calendarización de diagnósticos contra enfermedades como: diarreas bacterianas, brucelosis, clostridiasis, fiebre de embarque, leptospira o bien más complejas como tuberculosis bovina, diarrea viral bovina o complejo respiratorio bovino. Aspecto indistinto a la situación zoonosanitaria que se tiene en la región; por otra parte no se muestra común el uso de aretado electrónico en las unidades pequeñas y de mediana escala,

necesario para el proceso de rastreabilidad y acceso a mercados como el de la carne Tipo Inspección Federal (TIF), sin embargo, esto no es un impedimento para su comercialización en rastros municipales.

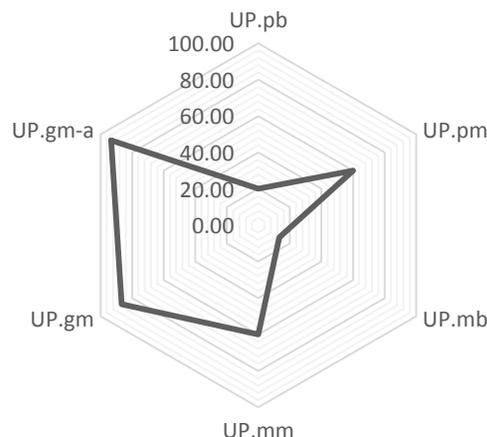
Cuadro 13. Brechas tecnológicas en el manejo de hato de las seis unidades de producción.

Tamaño de la U. P. Nivel Tecnológico	PEQUEÑA		MEDIANA		GRANDE	
	Bajo	Mediano	Bajo	Mediano	Mediano	Mediano-Alt
Capacidad Instalada	20	17	70	50	500	120
Manejo del Ganado						
Calendarización de Actividades	No realiza	Si realiza	No realiza	Si realiza	Si realiza	Si realiza
Elaboración de registros	No realiza	Registra peso inicial y final	No realiza	Registra peso inicial y final	Registra peso inicial y final	Registra pesos, ganancias de peso, conversión alimenticia y medicamentos usados
Diagnostico coproparasitológico	No	No	No	No	Si	Si
Desparasitación Interna	Si realiza	Si realiza	Si realiza	Si realiza	Si realiza	Si realiza
Desparasitación Externa	No	No	No	No	No	Si
Vitaminado	No realiza	No realiza	No realiza	Si realiza	Si realiza	Si realiza
Descornado	No realiza	No realiza	No realiza	No realiza	Si realiza	Si realiza
Inventario por grupos genéticos	No	No	No	No	No	No
Identificación Ind.	Si realiza	Si realiza	Si realiza	Si realiza	Si realiza	Si realiza
Aretado Electrónico	No se coloca	No se coloca	No se coloca	No se coloca	Si se coloca	Si se coloca
Implantes	No realiza	Si realiza	No realiza	Si realiza	Si realiza	Si realiza
Diag. Tuberculosis	No	Si	No	Si	Si	Si
Diag. Brucelosis	No	No	No	Si	Si	Si
Vacunación	Si realiza	Si realiza	No realiza	No realiza	Si realiza	Si realiza
Pesaje y Monitoreo	No realiza	Si realiza	No realiza	Si realiza	Si realiza	Si realiza

Fuente: Elaboración propia con resultados de esta investigación.

Cuadro 14. Porcentaje de apropiación de las prácticas de manejo realizadas en las unidades de p.

Unidad de producción	% para prácticas de manejo
UP.pb	20
UP.pm	60
UP.mb	13.33
UP.mm	60
UP.gm	86.67
UP.gm-a	93.33



Fuente: Elaboración propia con datos de esta investigación.

No existe evidencia en los estudios de caso sobre la realización de inventarios por grupos genéticos que entran al proceso de engorda; esto es muy importante puesto que la relación beneficio-costos es distinta entre razas cebuinas respecto a cruza con razas europeas, tienen mejores ganancias de peso y mejor marmoleo de la carne en canal que genera en algunos de los casos un pago diferenciado. Otros aspectos como elaboración de registros productivos, pesaje continuo, monitoreo, lotificación de ganado por peso, edad y estado de salud, fueron características que se encontraron solamente en las unidades de producción de mediana y grande escala.

En esta área también se calificó el uso de promotores de crecimiento como el uso de implantes principalmente usados por las unidades medianas y grandes; estos compuestos aplicados se componen principalmente de: acetato de trembolona, undecilenato de boldenona, clorhidrato de zilpaterol, decanoato de nandrolona y benzoato de estradiol, importantes para la ganancia de peso y rendimiento en canal de los novillos finalizados.

4.4.2 Prácticas de alimentación y sus variables de medición

Cuadro 15. Brechas tecnológicas en la alimentación de las unidades de producción

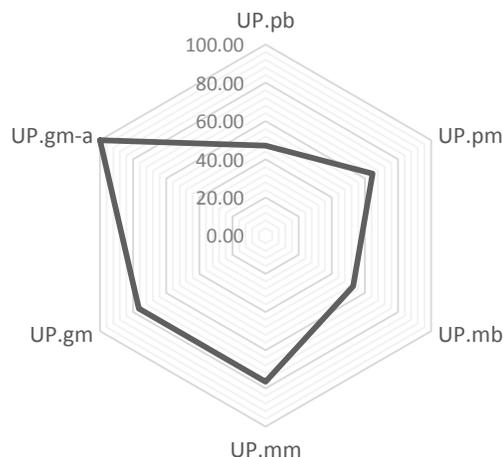
Tamaño de la U. P.	PEQUEÑA		MEDIANA		GRANDE	
	Bajo	Mediano	Bajo	Mediano	Mediano	Mediano-Alt
Capacidad instalada	20	17	70	50	500	120
Tipo de actividad	Traspatio	Traspatio	Empresarial	Empresarial	Empresarial	Empresarial
Pertenece a una asociación ganadera	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Tipo de instalaciones	Rusticas	Rustico	Lamina y Tubos metálicos	Lamina y Tubos metálicos	Prefabricado	Prefabricado
Se lleva control de la producción	No toma registros	Realiza algunos registros	No realiza registros	Realiza algunos registros	Registra peso del ganado	Toma registros en varios
Manejo Alimenticio						
Alimentación con conc.	Se realiza	Se realiza	Se realiza	Se realiza	Se realiza	Se realiza

Complementación mineral permanente	La incluye el alimento b.	Se realiza	Se realiza	Se realiza	Se realiza	Se realiza
Composición de la dieta	Compra Alimento Balanceado	Concentrado energético y forrajes	Elabora concentrado	Concentrado energético y forraje de corte	Elabora Concentrado	Concentrados, Premezclas y forrajes de corte
Formulación de raciones	No realiza	Formula con base en precios	Empírico	Formula con base en precios	Formula con base en precios	Realiza formulación con asesoría
Diversidad de las dietas	Tres alimentos balanceados	Cuenta con 2 fórmulas distintas	Formulas variables (no definidas)	Cuenta con 3 fórmulas distintas	Cuenta con 3 fórmulas distintas	Cuenta con 3 fórmulas distintas
Índice de ganancia de peso	1.32 Promedio	1.4 Promedio	1.35 Promedio	1.3 Promedio	1.3 Promedio	1.84 Promedio
Periodo de Engorda	Ciclo de 145 días	Ciclo de 140 días	Ciclo de 140 días	Ciclo de 125 días	Ciclo de 154 días	Ciclo de 97 días
Conversión Alimenticia	No se calcula	Si se calcula	No se calcula	No se calcula	Si se calcula	Si se calcula
Conservación de forrajes	No realiza	Si realiza	No realiza	Si realiza	Si realiza	Si realiza
Lectura de comederos	No se realiza	No se realiza	No se realiza	Si se realiza	No se realiza	Si se realiza
Aplicación de electrolitos y vit. (embarque)	Se realiza	Se realiza	Se realiza	Se realiza	Si se realiza	Si se realiza
Diagnóstico de Timpanismo y Acidosis Ruminal	No se hace diagnostico	No se hace diagnostico	No se hace diagnostico	Si se hace diagnóstico de acidosis	Si se hace diagnóstico de ambos	Si se hace diagnóstico de ambos
Características de los animales						
Tipo racial del animal	Cruzados	Cruzados	Cebú	Cebú x Europeo	Cebú x Europeo	Cebú x Pardo Suizo
Edad promedio (compra)	2 a 2.5 años	2 a 2.5 años	2 a 2.5 años	2 a 2.5 años	2 a 2.5 años	2 a 2.5 años
Peso Promedio (Compra)	350 kg	320 kg	350 kg	320 kg	320 kg	380 kg

Fuente: Elaboración propia con resultados de esta investigación.

Cuadro 16. Porcentaje de apropiación de prácticas alimenticias realizadas.

Unidad de producción	% para prácticas de Alimentación
UP.pb	47.06
UP.pm	64.71
UP.mb	52.94
UP.mm	76.47
UP.gm	76.47
UP.gm-a	100.0



Fuente: Elaboración propia con datos de esta investigación.

Las prácticas de alimentación fue la mejor atendida por todos los productores (Cuadro 15 y 16), se entiende este comportamiento debido a que el flujo de efectivo en la actividad se mueve mayormente a través de este rubro. Se encontró que los productores en los 6 casos adquieren su ganado dentro del rango

establecido de peso (250 – 370 kg), el periodo de engorda tiene diversas variaciones siendo la UP.gm-a (mediano - alto nivel tecnológico) el que tiene el periodo de finalización más corto con 105 días respecto a los que tienen una gran brecha sobre formulación con hasta 145 días en el corral, en cuanto a la eficiencia en el uso de los recursos, se tienen ganancias diarias de peso (GDP) que permiten la rentabilidad por encima del punto de equilibrio, siendo las ganancias de peso de entre 1.2 a 1.85 kg de Peso vivo por día (PV/día) con una conversión alimenticia de entre 5.5 a 6.7 kg alimento*kg de PV⁻¹.

En la mayoría de las unidades de producción, no se realiza lectura de comederos por lo que las pérdidas por desperdicio están por encima de la media (+10%), y junto con ello, las perdidas animales o incrementos en los costos en tratamientos por no tener métodos de diagnóstico de timpanismos y acidosis ruminal en el ganado, a pesar de tener acceso a asesores técnicos en el área de nutrición. Por lo tanto el porcentaje de apropiación, en todos los casos, fue mucho mayor respecto a las demás áreas evaluadas, siendo el rango entre (47.1 y 100%).

4.4.3 Desarrollo empresarial

Esta resulta ser el área más débil, puesto que existen muchos elementos de planeación de las empresas pecuarias q no toman en cuenta. Entre los aspectos deficientes se encontró el desconocimiento de eslabones que participan en la cadena de valor cárnica a la que pertenecen, el bajo poder de negociación de los productores hasta el nulo uso de planes de desarrollo o bien de programas de evaluación y seguimiento de resultados, aunque los administradores no son ajenos a la profesionalización de su actividad.

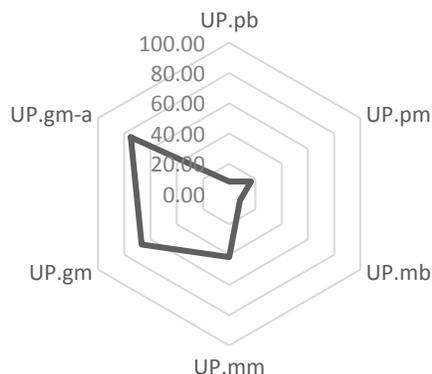
Cuadro 17. Brechas tecnológicas en el desarrollo empresarial de las unidades de producción.

Tamaño de la U. P. Nivel tecnológico	PEQUEÑA		MEDIANA		GRANDE	
	Bajo	Mediano	Bajo	Mediano	Mediano	Mediano-Alt
Capacidad Instalada	20	17	70	50	500	120
Desarrollo Empresarial						
Profesionalización de puestos de trabajo	No	No	No	Asistencia de médico veterinario	Asistencia de técnico pecuario	Asistencia de Médicos y capacitación
Capacitación continua	No hay capacitación	El dueño capacita a los trabajadores en labores	No hay capacitación	El dueño capacita a los trabajadores en labores	El encargado recibe capacitación de médicos	El dueño y el técnico acuden a cursos de capacitación
Plan de desarrollo	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
Programa de inversiones	No	No	No	Si	Si	Si
Desarrollo de proveedores	No	No	No	No	No	Si
Programa de producción	No	No	No	Si	Si	Si
Toma de decisiones con base a Análisis de Info.	No se realiza	No se realiza	No se realiza	No se realiza	Si se realiza	Si se realiza
Acceso a mercados	Local	Local	Local	Regional	Estatal	Regional
Asesoría técnica	Visitas de Médico Veterinario	Visitas de Médico Veterinario	Visitas de Médico Veterinario	Visitas de Médico Veterinario	Técnico Pecuario de planta	Visitas continuas de Medico V. y monitoreo
Programa de evaluación y seguimiento de resultados	No se realiza	No se realiza	No se realiza	No se realiza	No se realiza	No se realiza

Fuente: Elaboración propia con resultados de esta investigación.

Cuadro 18. Porcentaje de apropiación de prácticas de desarrollo empresarial

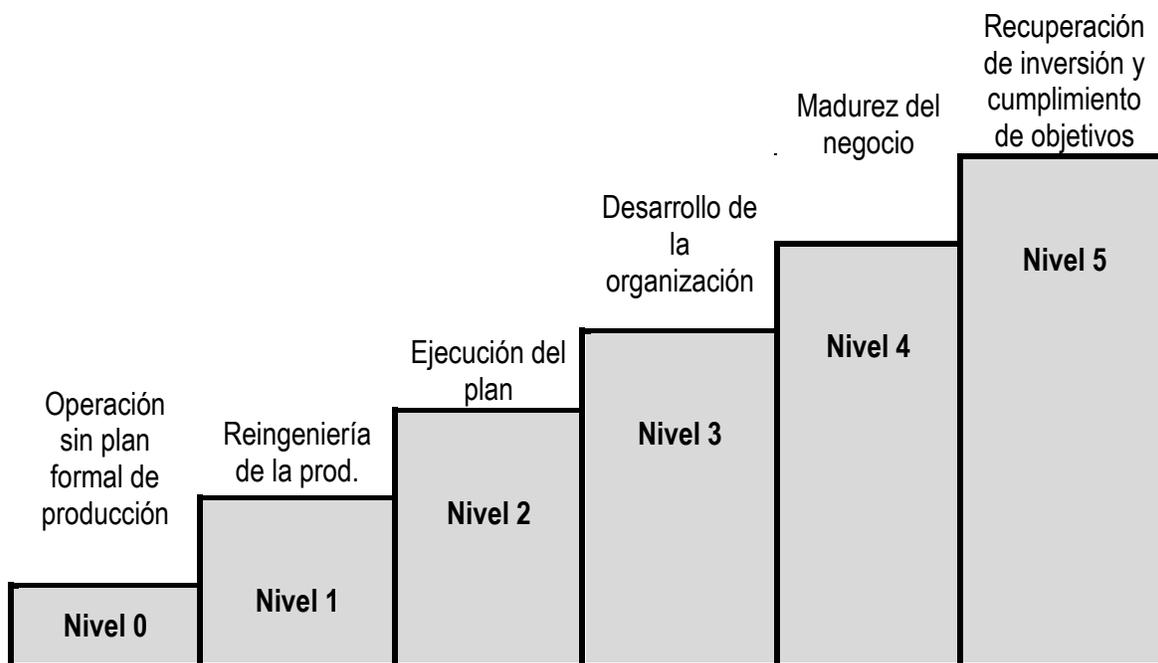
Unidad de Producción	% para Desarrollo Empresarial
UP.pb	8.33
UP.pm	16.67
UP.mb	8.33
UP.mm	41.67
UP.gm	66.67
UP.gm-a	75.0



Fuente: Elaboración propia con datos de esta investigación.

Entre los puntos positivos (cuadro 18) se encontró que los productores más grandes buscan la capacitación continua en contenidos concernientes a la actividad ganadera, situación contraria a los pequeños, que no mostraron si quiera interés en este tema, los medianos y grandes productores, tienen esquemas más amplios de negociación con proveedores para adquirir insumos a precios más baratos, aunado a que también cuentan con programas de producción escalonados a lo largo del año y de expansión en su capacidad instalada, debido a que tienen acceso a mercados, dados su volúmenes de comercialización, aunque no así por la calidad de la carne (clembuterol en canal). De acuerdo a la clasificación de etapas de desarrollo de negocios ganaderos (Figura 6) propuesto por Suarez, 2011; se identificaron las perspectivas de desarrollo de los casos revisados y con ello el proceso de consolidación en el que se encuentra cada uno.

Figura 6. Etapas de desarrollo empresarial en unidades ganaderas.



Fuente: Suarez, 2011.

Las dos unidades de producción chicas se encuentran en el nivel 0, puesto que no cuentan con un plan formal de producción y ventas, una visión a mediano y largo plazo u objetivos de producción a cumplir. La unidad mediana de baja tecnología, se encuentra en la misma situación a los anteriores; sin embargo, la otra unidad mediana con tecnología media, se encuentra en un nivel 1, ya que cuenta con un programa simplificado de producción e inversiones a realizar para la expansión de su unidad de producción con al menos objetivos en el mediano plazo, sobre capacitación de los trabajadores involucrados. Finalmente las unidades de producción grandes, acceden a un nivel 2, aunado a sus planes de producción, realizan evaluaciones sobre la eficiencia de las actividades que se desarrollan con ayuda de técnicos y especialistas en el área ganadera. El análisis se realiza mediante la interpretación de parámetros con registros productivos, y en el último caso como se mencionaba, incluso existen procesos de cohesión con otros productores para acceder a mercados distintos al local para la venta del novillo en pie, a fin de acceder a mejores precios de venta.

4.4.4 Manejo ambiental

Este tema también muestra ser de poca atención por parte de los productores, situación a la que no pueden ser ajenos debido a que sus unidades de producción se ubican en regiones periurbanas, y cualquier problema puede desencadenar en una situación de salud pública, por tal razón se revisó en este apartado. La información sobre acciones de manejo en este rubro, mostro que los productores buscan solventar algunos de estos aspectos mediante la destrucción (entierro o incineración) de animales muertos, la limpieza continua de corrales y la eliminación de residuos químicos o biológicos (residuos de vacunas, frascos, entre otros) que pueden generar problemas.

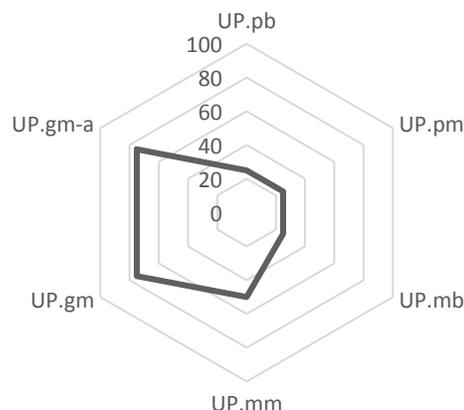
Cuadro 19. Brechas tecnológicas en el manejo ambiental de las unidades de producción.

Tamaño de la U. P.	PEQUEÑA		MEDIANA		GRANDE	
Nivel Tecnológico	Bajo	Mediano	Bajo	Mediano	Mediano	Mediano-Alt
Capacidad Instalada	20	17	70	50	500	120
Manejo Ambiental						
Manejo de Excretas						
Control de Fauna Nociva						
Eliminación de animales y desechos orgánicos						
Manejo de desechos veterinarios						
Manejo Ambiental						

Fuente: Elaboración propia con resultados de esta investigación.

Cuadro 20. Porcentaje de adopción de prácticas de manejo ambiental.

Unidad de Producción	% para prácticas ambientales
UP.pb	25
UP.pm	25
UP.mb	25
UP.mm	50
UP.gm	75
UP.gm-a	75



Fuente: Elaboración propia con datos de esta investigación

Los resultados (Cuadro 19 y 20) nos muestran que todos los productores buscan en cierta medida realizar la eliminación de los desechos provenientes de las granjas, algunos como los productores grandes realizan el compostaje del estiércol para comercializarlo aunque este puede representar un ingreso extra, muchos no lo ponen en práctica. Un aspecto en donde también existe brecha en la mayoría de las UP es respecto al deficiente control de fauna nociva en las áreas de almacenamiento como roedores que pueden ser portadores de enfermedades zoonóticas como leptospira y rabia entre otros.

Por otra parte, el uso del agua es otro factor que se observó poco atendido ya que los residuos después de la limpieza de corrales, no son tratados y estos conllevan a la contaminación de mantos freáticos y acidificación del suelo cuando estos son conducidos a otros medios distintos al drenaje público, muy contrario a lo que se tiene marcado como prácticas adecuadas según los lineamientos publicados por SAGARPA.

4.5 Resultados de los presupuestos privados de las unidades de producción analizadas.

Los elementos anteriormente analizados de manejo, sus insumos y su impacto en el flujo de efectivo son presentados en matrices concernientes a los coeficientes técnicos y a los precios privados de los mismos, es decir los precios que el productor paga por la compra de esos productos y de cada insumo necesario para el análisis económico. Cada matriz se subdivide o clasifica en diversas columnas, y en cada recuadro se muestra numéricamente el presupuesto de cada tecnología identificada y mostrada anteriormente.

En las hileras se ordenan los insumos comerciables, no comerciables y factores internos inmersos en la producción; la clasificación mostrada una vez elaborados los presupuestos privados se desplegó para las 6 unidades de producción ganadera y que lleva a los siguientes resultados (Cuadro 21):

Cuadro 21. Resumen del presupuesto privado por unidad de producción

TAMAÑO DE U.P	PEQUEÑA		MEDIANA		GRANDE	
NIVEL TECNOLÓGICO	BAJO	MEDIO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO-ALTO
CAPACIDAD UTILIZADA	20	15	55	45	300	100
A) INSUMOS COMERCIALES	301,331	170,735	794,905	752,906	5,763,763	1,466,613
ALIMENTACION ENGORDA	281,805	156,601	730,821	634,363	4,960,054	1,188,901
COMPLEMENTOS A LA DIETA	0	4,551	0	23,123	145,582	62,107
MEDICAMENTOS	1,131	852	4,008	4,919	40,847	17,045
FARMACEUTICOS	3,453	7,759	24,289	31,992	289,663	30,748
DESPARASITANTES	2,380	116	163	0	58,091	19,007
ENDECTABOLICOS Y PROM. DE CREC.	12,261	455	9,246	2,041	209,558	70,168
COMBUSTIBLES	0	0	24,879	50,969	50,969	74,637
MATERIALES DIVERSOS	300	400	1,500	5,500	9,000	4,000
B) FACTORES INTERNOS	30,763	30,914	50,859	78,547	225,959	213,963
PERSONAL PROFESIONAL	0	10,200	9,800	37,200	120,000	138,000
PERSONAL OPERARIO	30,240	20,160	40,320	40,320	100,800	74,880
CREDITOS	0	0	0	0	0	0
USO DE AGUA	200	200	200	200	250	250
ELECTRICIDAD	323	354	539	827	4,909	833
C) INSUMOS INDIRECTAMENTE COMERCIALES	618,765	430,868	1,727,955	1,956,558	12,827,172	5,083,679
COMPRA DE NOVILLOS	614,460	426,346	1,685,530	1,921,903	12,608,640	4,990,920
VEHICULOS	2,890	3,468	17,339	17,339	65,460	47,945
CONSTRUCCIONES, MAQUINARIA Y EQUIPOS	1,160	881	22,138	15,609	129,357	36,572
INSTALACIONES	255	173	2,947	1,713	23,715	8,242
D) GASTOS DIVERSOS	648	466	2,235	2,298	14,173	5,753
COSTO TOTAL	951,507	632,986	2,575,953	2,790,309	18,831,067	6,770,009
INGRESO TOTAL	986,252	706,034	2,700,135	3,049,474	20,980,799	7,605,554
GANANCIA NETA	34,744	73,051	124,182	259,165	2,149,732	835,546

Fuente: Elaboración Propia con datos de esta investigación.

El nivel de ganancias (cuadro 21) es bastante amplio entre cada una de las unidades productivas analizadas, de manera general se observa una correlación directa entre las inversiones realizadas, nivel tecnológico y capacidad instalada respecto al ingreso total. Se destaca la unidad con un mayor nivel de inversiones con una ganancia neta de 2 millones 149 mil pesos en contraste a la de menor inversión con solo 34 mil 744 pesos de ganancias. Por tanto con factores como la estructura de costos y los coeficientes de valor agregado indican los principales factores de competitividad como se evalúan a continuación.

4.6 Estructura de costos y ganancias en el presupuesto privado

De acuerdo a la información obtenida, se observa la estructura en los costos de producción privados, expresados en porcentaje, en esta se distinguen diversos niveles de contribución de los cuales se destacan los insumos comerciales como los mayores contribuidores a los costos totales (cuadro 22), considerando que no se incluye el costo por adquisición de los novillos para una mejor apreciación de la información.

La relación es seguida por los factores internos y los insumos indirectamente comerciables respectivamente en esta desagregación de costos.

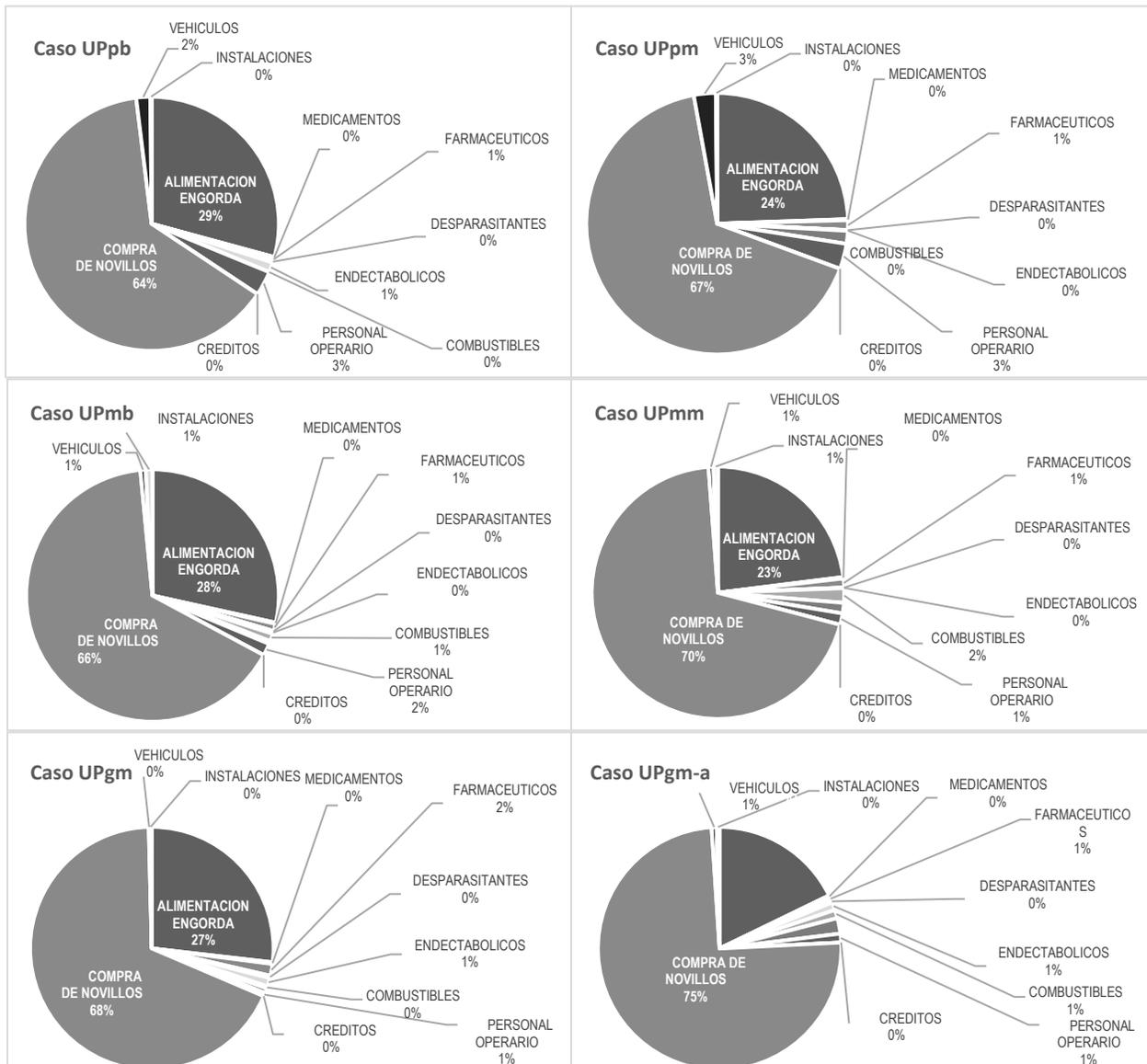
Cuadro 22. Estructura de los costos de producción en las UP sin considerar el costo de adquisición de novillos.

Concepto	UP.pb %	UP.pm %	UP.mb %	UP.mm %	UP.gm %	UP.gm-a
INSUMOS COMERCIABLES	89.4	82.6	89.3	86.7	92.6	82.4
ALIMENTACION ENGORDA	83.6	75.8	82.1	73.0	79.7	66.8
COMPLEMENTOS A LA DIETA	0.0	2.2	0.0	2.7	2.3	3.5
MEDICAMENTOS	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	1.0
FARMACEUTICOS	1.0	3.8	2.7	3.7	4.7	1.7
DESPARASITANTES	0.7	0.1	0.0	0.0	0.9	1.1
ENDECTABOLICOS Y PROM.	3.6	0.2	1.0	0.2	3.4	3.9
COMBUSTIBLES	0.0	0.0	2.8	5.9	0.8	4.2
MATERIALES DIVERSOS	0.1	0.2	0.2	0.6	0.1	0.2
FACTORES INTERNOS	9.1	15.0	5.7	9.0	3.6	12.0
PERSONAL PROFESIONAL	0.0	4.9	1.1	4.3	1.9	7.8
PERSONAL OPERARIO	9.0	9.8	4.5	4.6	1.3	4.2
CREDITOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
USO DE AGUA	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
ELECTRICIDAD	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0
INSUMOS INDIRECTAMENTE COMERCIABLES	1.3	2.2	4.8	4.0	3.5	5.2
COMPRA DE NOVILLOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VEHICULOS	0.9	1.7	1.9	2.0	1.1	2.7
INSTALACIONES	0.3	0.4	2.5	1.8	2.1	2.1
CONSTRUCCIONES	0.1	0.1	0.3	0.2	0.4	0.5
GASTOS DIVERSOS	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3
COSTO TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Elaboración Propia con datos de esta investigación.

Los costos por concepto de alimentación, farmacéutica y combustibles así como la sumatoria de la mano de obra operativa y profesional componen los mayores porcentajes, siendo en conjunto más del 90% en las seis escalas tecnológicas estudiadas; donde se tienen los valores de 89.4, 82.6, 89.3, 86.7, 92.6 y 82.4% para el primer grupo más los valores de 9.1, 15, 5.7, 9, 3.6 y 12% para el segundo respectivamente. El resto de los costos se componen en menor medida la depreciación de maquinaria y equipos sobre todo con los productores limitados tecnológicamente, que en su conjunto completan el 100%. Sin embargo, si consideramos el costo de la adquisición de los novillos a lo anterior, esta estructura se modifica así:

Figura 7. Estructura de costos considerando la compra de novillos.



Fuente: Elaboración propia con datos de trabajo en campo.

Es importante destacar que el cambio tan pronunciado en la estructura de costos se debe a que el precio del novillo en pie es muy elevado durante el periodo de análisis en que dichos productores adquirieron el ganado, siendo así que este representó del 64 al 75% del total de los costos totales. Revisando a profundidad el análisis de la estructura de costos se observa que un uso intensivo del capital y la tierra por parte de las unidades con nivel tecnológico más alto difieren de las 2 unidades con capacidad instalada baja y menor nivel tecnológico donde la mano de obra es imprescindible como factor de inversión (Cuadro 23).

Cuadro 23. Costo del capital (K), trabajo (B) y tierra (T) por unidad de producto (\$/100 kg) de los sistemas de producción de ganado para carne en Texcoco.

UNIDAD DE PRODUCCIÓN	K*(Capital)	B (Trabajo)	T** (Tierra)	Relación K/B
Poca capacidad instalada con bajo nivel tecnológico (UPpb)	18.89	141.04	1.19	0.13
Poca capacidad instalada con mediano nivel tecnológico (UPpm)	28.34	131.35	1.13	0.22
Mediana capacidad instalada con bajo nivel tecnológico (UPmb)	67.25	68.69	5.02	0.98
Mediana capacidad instalada con mediano nivel tecnológico (UPmm)	49.69	60.82	2.58	0.82
Alta capacidad instalada con mediano nivel tecnológico (UPgm)	42.71	22.10	5.20	1.93
Alta capacidad instalada con mediano-alto nivel tecnológico (UP gm-a)	51.12.	45.29	4.98	1.13

*Incluye amortización del pago de intereses y recuperación por depreciación de construcciones, maquinaria y equipo.

** Incluye costos por tierra de instalaciones, se puede incluir agostaderos de pasto natural e inducido cuando estos están presentes en alguna unidad de producción, no fue así para este estudio donde toda la producción es en confinamiento.

Fuente: Elaboración propia con datos de esta investigación.

De acuerdo al análisis comparativo de los costos de producción privados, se observa que el uso de capital es más intensivo en las unidades de mayor nivel tecnológico y la categoría de mayor capacidad instalada, siendo esta relación inversamente proporcional a la intensidad de los costos por mano de obra, en el caso de las unidades de poca capacidad instalada se consideran competitivos por esta misma razón ya que hace un uso más intensivo del factor más barato (trabajo) en relación con el capital y el precio privado del producto que le permite tener una relación capital/trabajo mucho más baja que los demás sistemas productivos.

Al desglosar el concepto de eficiencia económica (EE) (en términos privados) sus dos componentes, eficiencia técnica (ET) y eficiencia de precios (EP), es decir $EE = (ET) \times (EP)$ nos muestra una mayor eficiencia en las unidades con mayor nivel tecnológico pese a la falta de eficiencia de los precios privados. Por lo tanto un escenario futuro de mejores precios del producto (carne) o menor precio del insumo (novillo en pie) con todo lo demás constante, nos permitiría niveles de rentabilidad más elevados y por ende más competitivos.

Aunque es importante aclarar que un escenario de mejores o peores precios privados pagados al productor dependen también de factores intrínsecos a la calidad de la producción. Estos componentes son valorados en el mercado como: rendimiento y calidad de canal, entre ello, la relación carne-hueso, retención de agua en el espacio intersticial del musculo, pH, coloración de acuerdo al potencial oxidativo celular post-mortem y pruebas negativas a agentes patógenos, como características otorgadas por una correcta alimentación libre de clenbuterol. Todos estos factores en conjunto delimitan la obtención de premios por calidad y bonificaciones al precio pagado.

Por medio del contraste de los diferentes costos promedios totales, e ingresos privados (cuadro 24) se desglosan valores concluyentes en cuanto a la ganancia neta de cada uno de los sistemas.

Cuadro 24. Ingresos, costos y ganancias por unidad de producción

TAMAÑO DE U.P NIVEL TECNOLÓGICO	PEQUEÑA BAJO	PEQUEÑA MEDIO	MEDIANA BAJO	MEDIANA MEDIO	GRANDE MEDIO	GRANDE MEDIO-ALTO
CAPACIDAD INSTALADA	20	17	70	50	500	120
CAPACIDAD USADA	20	15	55	45	300	100
% DE UTILIZACIÓN DE INSTALACIONES	100.00	88.24	78.57	90.00	60.00	83.33
COSTO TOTAL	951,159	632,917	2,575,218	2,793,511	18,825,894	6,768,256
COSTO TOTAL MEDIO	44.36	41.24	43.87	42.14	41.28	40.94
COSTOS VAR. MEDIOS	44.15	40.26	42.98	41.05	40.53	39.54
COSTOS F. MEDIOS	0.21	0.97	0.89	1.09	0.74	1.40
INGRESO TOTAL	986,252	706,034	2,700,135	3,049,474	20,980,799	7,605,554
INGRESO T. MEDIO	46	46	46	46	46	46
GANANCIA NETA	34,744	73,051	124,182	259,165	2,149,732	835,546
GANANCIA POR CBZ	877.34	2449.69	1140.29	1939.05	2423.55	2813.21
GANANCIA NETA MEDIA	1.64	4.76	2.13	3.86	4.72	5.06

Fuente: Elaboración Propia con datos de esta investigación.

Para las unidades de producción pequeñas el costo total medio fue de 44.36 pesos por kg y 41.24 pesos por kg respectivamente mientras que las unidades medianas y grandes tuvieron valores igualmente superiores a los 40 pesos por kg. De este total los costos variables representan más del 90% en todos los niveles tecnológicos, mientras que los costos fijos fueron desde apenas 0.21 pesos hasta 1.40 pesos por kg en el caso más elevado.

Aunque los ingresos difieren ampliamente entre sí para cada productor, se tuvieron 706 mil y 34 pesos en el menor caso para una unidad de producción con 2 ciclos de engorda por año y de 20 millones 980 mil 799 pesos para el mayor con 3 ciclos de engorda con más de 800 novillos finalizados; sin embargo, estas cifras contrastan con el nivel de ganancias que generan. Pues es el ingreso total medio o precio de venta para todas las unidades de producción fue positivo de 46.00 pesos por kg que generan ganancias netas para los productores anteriores de 34 mil 744 pesos y de 2 millones 149 mil pesos al año respectivamente. Con una ganancia neta media para cada caso de 1.64, 4.76, 2.13, 3.86, 4.72 y 5.06 pesos. Por lo tanto la diferencia de ganancias entre el que más gana y el que menos gana es de poco más del 40%.

4.7 Valor agregado a precios privados en el ingreso total

Los datos nos muestran el valor agregado a precios privados, generado en un año con 2 o 3 ciclos de engorda para cada uno de los casos; después de haber cubierto el costo de los insumos comerciables y no comerciables, expresado en términos monetarios por la venta de un kilogramo de carne en pie.

En todos los casos de valor agregado se observa que después de liquidar el costo de los insumos, hubo valores residuales distintos (cuadro 25), donde destaca el mayor con más de 2 millones 100 mil pesos para pagar mano de obra contratada y cubrir la ganancia del productor dado por sus más de 800 novillos finalizados; y de poco más de 835 mil para el otro productor grande con el nivel tecnológico más elevado, sin embargo, el valor agregado medio que genero cada uno, muestra una mayor aportación en el ingreso de este último por la venta de un kilogramo de carne en pie de 6.34 pesos respecto a 5.19 pesos de la unidad con el mayor número de cabezas. En el caso de las unidades chicas no se puede ignorar el valor agregado medio que genero el segundo caso con un ingreso después de cubrir costos de insumos de 6.75 pesos, dado por el manejo alimenticio eficiente que se mostró en las brechas tecnológicas analizadas anteriormente, esto respecto a los valores menores de la otra unidad chica y medianas que forman parte del estudio con valores de 3.04, 2.97 y 5.08 pesos respectivamente.

Cuadro 25. Resultados para valor agregado y desagregados de cada unidad de producción

Unidad de Producción	UP.pb	UP.pm	UP.mb	UP.mm	UP.gm	UPgm-a
VAP (\$)	65,184	103,611	174,502	336,885	2,370,782	1,048,676
VAP medio	\$ 3.04	\$ 6.75	\$ 2.97	\$ 5.08	\$ 5.19	\$ 6.34
Remuneración al capital del productor absoluto	34,744	73,051	124,182	259,165	2,149,732	835,546
Remuneración al capital del productor relativo	3.7 %	11.5 %	4.8 %	9.3 %	11.4 %	12.3%
VPAP	0.0660	0.14677	0.0646	0.1104	0.1129	0.1378
VPAP (%)	6.60	14.67	6.46	11.04	11.29	13.78

Fuente: Elaboración propia con datos de esta investigación.

En el caso de la remuneración al productor en términos relativos, se considera después de eliminar el efecto de la remuneración por mano de obra, agua y pasivos financieros como créditos se observan ingresos altamente positivos con remuneraciones relativas superiores a las 10 unidades porcentuales para 3 de los casos y menores a las 5 unidades porcentuales para dos productores con los niveles tecnológicos más bajos y con capacidad instalada chica y mediana respectivamente.

El valor agregado VPAP varió de 6.60% en la unidad chica con baja tecnología a 13.78% correspondiente al productor más grande con mejor tecnología, esta variación se dio respecto al ingreso total, lo que significa una baja participación en la generación de empleo de esta actividad productiva en el municipio, dicho porcentaje se utilizó para el pago o remuneración de factores internos de la producción (mano de obra contratada), incluyendo también la ganancia del productor, de tal manera que este valor refleja el efecto del sistema de producción hacia el interior del propio sistema productivo.

4.8 Resultados del consumo intermedio en el ingreso total (PCIP)

Los valores de consumo intermedio (Cuadro 26) se ubicaron entre 85.2 y 93.4%, por lo tanto la mayor parte del pago o ingreso de la actividad fluye hacia otras ramas de la economía, por concepto de adquisición de insumos comerciables para la elaboración de alimento. Dicha diferencia de valor se debe a que los productores de todos los niveles tecnológicos y capacidades instaladas disponen de una gran parte de su ingreso, para la compra de ingredientes necesarios para la formulación de alimentos, por el elevado costo de estos (\$2.87/kg hasta \$4.26/kg) y en menor medida por la adquisición de fármacos, promotores de crecimiento y combustibles, entre otros.

Cuadro 26. Resultados para consumo intermedio y desagregados de cada unidad de producción

Unidad de Producción	UP.pb	UP.pm	UP.mb	UP.mm	UP.gm	UPgm-a
PCIP	0.947831	0.871939	0.934346	0.888502	0.879483	0.858853
PCIP (%)	94.7%	87.2%	93.4%	88.9%	87.9%	85.8%

Fuente: Elaboración propia con datos de esta investigación.

4.9 Coeficiente de rentabilidad privada y relación de costo privado

Los resultados sobre la posición de competitividad de los productores de bovinos para carne analizados en el área de Texcoco, están determinadas por los siguientes indicadores calculados.

Cuadro 27. Coeficientes de rentabilidad y relaciones de costo privado

Unidad de Producción	UP.pb	UP.pm	UP.mb	UP.mm	UP.gm	UPgm-a
CRP	0.036	0.115	0.048	0.093	0.114	0.123
CRP (%)	3.6%	11.5%	4.8%	9.3%	11.4%	12.3%
RCP (\$)	46.50	29.60	28.68	23.10	9.45	20.27

Fuente: Elaboración propia con datos de esta investigación.

De acuerdo al CRP las unidades de producción son rentables mientras el valor sea igual o mayor a cero (cuadro 27); por tanto las unidades pequeñas con 2 niveles tecnológicos distintos tienen 2 coeficientes distintos, en primer caso se tiene que por cada peso invertido, el engordador obtuvo una ganancia adicional debida principalmente a la eficiencia en los costos de los insumos en 3.6% y una eficiencia de 11.5% para el pequeño de nivel tecnológico medio. Para afianzar lo anterior el RCP nos muestra que estas unidades a precios privados de ingresos y costos, por cada 0.46 y 0.29 pesos invertidos respectivamente en factores internos, se genera un valor agregado de un peso. En otras palabras este valor agregado de la producción

alcanza a cubrir el pago de todos los factores internos más un remanente de utilidad neta del 3.6% y 11.5% de los costos de producción, que representan una ganancia de 877 pesos y 2 mil 449 pesos por novillo respectivamente.

En el caso de las unidades medianas y grandes con baja y mediana tecnología tienen niveles de rentabilidad y competitividad en algunos más bajos y de otros más elevados, sin embargo todas las relaciones fueron mayores a cero pero menores a la unidad mostrando eficiencia, como se observa en sus RCP de 0.28, 0.23, 0.09 y 0.20 respectivamente en factores internos tanto propios como contratados; para generar así un valor agregado de un peso, suficientes para alcanzar a cubrir el pago de los factores internos más una retribución a la gestión del productor expresado en utilidades netas de 4.8, 9.3, 11.4 y 12.3% de los costos de producción, que representan las ganancias de mil 140 pesos, mil 939 pesos, 2 mil 423 pesos y 2 mil 813 pesos por cabeza respectivamente.

En resumen los resultados obtenidos a partir de cada uno de los coeficientes calculados nos muestran que todas las unidades de producción analizadas son rentables y competitivas ante el actual escenario de elevados precios de sus principales insumos, y por lo tanto obtienen ganancias netas positivas y un coeficiente de rentabilidad mayor que cero.

4.10 Eficiencia económica de la alimentación

Para la estimación de seis modelos de programación lineal “simplex”, un modelo primal y un modelo dual para cada etapa del ciclo de finalización de novillos, fue necesario el uso de los insumos proporcionados solamente en la unidad de producción más grande, por ser este el más variado y el ofreció un mejor resultado técnico de acuerdo al algoritmo formulado para formular a mínimo costo; para esto se consideraron ampliamente los datos analizados en las matrices auxiliares de alimentación (ANEXO 4) con información de consumo diario de materia seca, ganancias diarias de peso de los animales, la relación forraje concentrado y proporción de los ingredientes, así como su precios en el mercado local (Oriente del Estado de México) para el desarrollo de la matriz de coeficientes técnicos y precios privados; Esto con el propósito de evidenciar la eficiencia económica de las raciones proporcionadas a los novillos desde sus ingreso a los corrales de engorda hasta su finalización.

Las dietas y los requerimientos de los animales son interactivos (dependientes uno del otro), como el consumo potencial de materia seca, la energía metabolizable de ganancia, el desarrollo ruminal de proteína microbiana o bien la proteína de metabolizarle de los ingredientes, se consideró la dependencia de la densidad energética de la dieta (EMm y EMg) con respecto a la eficiencia de mantenimiento y crecimiento por medio de factores de conversión que permitieran su suma algebraica y así poder mantener la aditividad del modelo (ausencia de dependencia de una variable de otra) y la proporcionalidad (linealidad). Las actividades (ingredientes) y sus unidades de actividad (UA) fueron las siguientes (Cuadro 28):

Cuadro 28. Definición de variables y coeficientes técnicos del concepto costo

Clave	Concepto	Unidad de Actividad	Costo (Pesos)
Maíz (grano)	Asignación de Maíz	1 Kg	3.5
Sorgo (grano)	Asignación de Sorgo	1 Kg	3.4
Pollinaza	Asignación de Pollinaza	1 Kg	0.7
Heno de Avena	Asignación de Heno A.	1 Kg	1.6
Heno de Alfalfa	Asignación de Heno Alf.	1 Kg	3.65
Pasta de Soya	Asignación de Pasta S.	1 Kg	6.54
Rastrojo de Maíz	Asignación de Rastrojo	1 Kg	1.0
Harina de Sangre	Asignación de Harina	1 Kg	9
Residuos de Pan	Asignación de Pan	1 Kg	1.2
Urea	Asignación de Urea	1 Kg	0.325
Minerales	Asignación de Mineral	1 Kg	20.00

Fuente: Elaboración propia con datos de esta investigación.

En resumen el modelo explota aquella combinación de alimentos que arroje el menor costo para ganado de carne en corral y que a su vez cubra los requerimientos de energía metabolizable de ganancia, proteína metabolizable, calcio, fósforo y forraje efectivo (fibra) para las funciones de mantenimiento y ganancia de peso.

De acuerdo a las soluciones óptimas obtenidas en cada modelo (Anexo 5), se obtuvieron los costos (\$/kg) de las tres dietas -iniciación, desarrollo y finalización- siendo estas de \$2.71, \$2.82 y \$2.77 respectivamente; estas técnicamente cubren los requerimientos nutricionales base de la alimentación de bovinos en engorda en corral para las especificaciones de ganancia de peso, así como los elementos de disponibilidad de nutrientes en cada insumo, de acuerdo a la digestibilidad; así como la mínima y máxima utilización de los ingredientes en dieta, considerando que se formuló utilizando los mismos insumos usados por el productor en campo (cuadro 28).

Las soluciones óptimas (cuadro 29) y la distribución de los ingredientes al total de la dieta, indico que la mayor contribución correspondió al maíz (14.3 al 31.9% del total), seguido de los residuos de panadería y sorgo, lo que se debió en buena manera, a las restricciones de mínimo aporte de concentrado y de ingredientes energéticos para cubrir requerimientos de los animales (Mcal ENg), no obstante la contribución de este ingrediente en cuanto a Materia Seca (MS) fue menor respecto a los ingredientes fibrosos o forrajes en las etapas de crecimiento, desarrollo y finalización, donde estos representaron el 35%, 30% y 20% del total, respectivamente.

Cuadro 29. Comparativo entre las dietas usadas en campo respecto a las soluciones optimas obtenidas en los modelos primales.

Insumos Alimenticios	Maíz	Sorgo	Pan	H. de Avena	H. de Alfalfa	R. de Maíz	Pasta de Soya	Harina de Sangre	Pollinaza	Urea	Prem ezcla
Costo (\$)	3.5	3.4	1.2	1.6	3.65	1.0	6.54	9.0	0.7	0.32	20.0
Dieta de iniciación (%)	22	4	14	12	8	0	16	5	17	1	1
Dieta de adaptación (%)	21	5	14	12	8	0	17	4	17	1	1
Dieta de finalización (%)	20	6	14	12	8	0	16	5	17	1	1
<i>Dieta iniciación por PL. (%)</i>	31.9	10	10	20	5	10	3	1	7.5	0.6	1
<i>Dieta adaptación por PL. (%)</i>	14.3	15.2	27.3	7.61	0.76	21.63	2.28	0.76	9.1	0.08	0.76
<i>Dieta finalización por PL. (%)</i>	17.8	16.5	29.8	8.28	0.83	10.89	2.48	0.83	11.5 9	0.08	0.83

Fuente: Elaboración propia con investigación en campo y datos calculados en solver de Excel®.

Posteriormente, los modelos duales estimaron en sus análisis de sensibilidad que la inclusión de ingredientes como maíz ó sorgo puede disminuir hasta en 2 kg aprox la inclusión y poco más de medio Kg de pan en el consumo total estimado de MS, sin que se afecte la solución óptima. No obstante se consideran los límites biológicos, por lo que el valor infinito que nos muestra como limite a aumentar, no es sensible para la inclusión óptima propuesta.

En el caso de la pollinaza, rastrojo de maíz y urea, el análisis muestra una disminución permisible superior a la valor de cero, lo que permite interpretar que se puede prescindir de estos ingredientes y mantener la solución óptima. En el plano nutricional se justifican algunos de sus elementos para el proceso microbiológico en el rumen y desarrollo de compuestos como proteína microbiana y ácidos grasos volátiles (AGV's). Se puede prescindir de estos ingredientes, sin embargo, su conservación se justifica puesto que económicamente son baratos y justifican su adición por la disponibilidad de estos en las unidades de producción. De acuerdo a los rangos que se lograron en el análisis, es posible planear que el modelo es sensible a grandes cambios en los coeficientes de la función objetivo, por lo que los cambios son restringidos, aspecto que demuestra su validez.

El análisis de sensibilidad de las restricciones y de los recursos de los modelos primales, mostraron por medio de diferentes reportes, en qué medida se cumplió con las limitaciones del sistema y en qué rangos se deben mover individualmente los valores de cada restricción sin que se afecte la solución óptima, aunque si se afecta la contribución al costo total de la función objetivo. Particularmente el aporte de energía es permisible disminuirla indefinidamente, lo que en términos reales o interpretación significa que se puede mover desde el límite inferior que se haya fijado como restricción hasta un límite superior que está totalmente delimitado en el análisis. En cuanto al precio sombra “que es el índice de incremento del valor óptimo ante un aumento en una unidad en el lado derecho de la restricción, manteniendo fijos los demás parámetros” este es de cero en términos de incrementos o disminuciones en cuanto a contenido de proteína, calcio y fosforo, por lo que estos no contribuyen a incrementos de costos, no así para el precio sombra correspondiente a la energía neta que influye ampliamente sobre el costo y los precios sombra de los ingredientes en los modelos duales (Cuadro 30) donde están bien delimitados los márgenes de seguridad, siendo más exacerbados en los precios sombra concernientes a la relación forraje-concentrado de la dieta. Este conocimiento de los rangos constituye una valiosa información en términos económicos, puesto que se puede utilizar por la dirección de la empresa pecuaria para trazar sus estrategias de alimentación de manera más precisa.

Cuadro 30. Análisis de sensibilidad de las restricciones del modelo primal - iniciación.

Nombre	Valor Final	Precio Sombra	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
Min. ENg + ENm ≤	1	20.57386504	1	0.006866501	0.002763963
Min. PM (g) ≤	1.198811686	0	0.845	0.353811686	1E+30
Min. Calcio(grs) ≤	0.05730562	0	0.047	0.01030562	1E+30
Min. Fosforo (grs) ≤	0.031389715	0	0.024	0.007389715	1E+30
Consumo MS (Kg). ≤	8.915	0.129106754	8.915	3.23929E-15	0.05220844
Min. Concentrado (Kg) ≤	-2.22045E-1	0.559694988	0	0.042427216	0
Forraje (kg) ≤	2.22045E-16	0	0	0	1E+30
Min. Harina de Sangre ≤	0.08915	6.827610937	0.08915	0.044575	0.042832888
Min. Pasta de Soya ≤	0.26745	3.468656478	0.26745	0.26745	0.132659632
Min. PAN ≤	0.8915	0	0.8915	0	1E+30
Min. Heno de Alfalfa ≤	0.44575	2.46674421	0.44575	0.338986027	1.13375E-15
Min. Maíz ≤	2.843965366	0	0.8915	1.952465366	1E+30
Min. Sorgo ≤	0.8915	0.379062447	0.8915	0.294889455	0.118701458
Min. Rastrojo ≤	0.8915	0.290066549	0.8915	0.158718991	1.13375E-15
Min. Minerales ≤	0.08915	19.675	0.08915	0.044494634	0.017910366
Max. Pollinaza (kg) ≤	0.668625	-0.96974896	0.668625	0.077186387	0.031069733
Max. Urea ≤	0.053409634	0	0.07132	1E+30	0.017910366
Max. Harina de Sangre ≤	0.08915	0	0.133725	1E+30	0.044575
Max. Pasta de Soya ≤	0.26745	0	0.5349	1E+30	0.26745
Max. PAN ≤	0.8915	-2.03813584	0.8915	0.539479963	0

Fuente: Elaboración propia con investigación en campo y datos calculados en solver de Excel®.

Cuadro 31. Análisis de sensibilidad de los ingredientes del modelo dual - iniciación.

Nombre	Valor Final	Precio Sombra	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
Maíz ≤	3.5	2.843965366	3.5	1E+30	2.196020558
Sorgo ≤	3.4	0.8915	3.4	1E+30	2.269404544
Pollinaza ≤	0.7	0.668625	0.7	0.112773541	0.296830518
Heno de Avena ≤	1.6	1.783	1.6	1E+30	0.159585832
Heno de Alfalfa ≤	3.65	0.44575	3.65	1E+30	2.263129269
Pasta de Soya ≤	6.54	0.26745	6.54	1E+30	4.814609539
Rastrojo de Maíz ≤	1	0.8915	1	0.141193934	0.587507169
Harina de sangre ≤	9	0.08915	9	1E+30	7.063537707
Pan ≤	1.2	0.8915	1.2	0.548015548	0.255715088
Urea ≤	0.325	0.053409634	0.325	1.02205E+16	0.166581649
Minerales ≤	20	0.08915	20	1E+30	20.25909138

Fuente: Elaboración propia con investigación en campo y datos calculados en solver de Excel®.

Sin embargo es necesario delimitar que cuando se requiere una formulación con un nivel de precisión más riguroso, se requieren de modelos de formulación más complejos de acuerdo a los datos proporcionados por el NRC como son los modelos de programación lineal enteros mixtos o bien los modelos de optimización para datos imprecisos de la PL Fussy en donde se busca cuantificar la eficiencia de la utilización de elementos nutricionales en la dieta como la concentración energética metabólica y neta de ganancia que no siempre cumplen con la condición de aditividad necesaria en la programación simplex, la eficiencia de utilización de proteína metabolizable, proteína degradable en rumen y disponibilidad de micro elementos; sin embargo este ejercicio fue suficiente para demostrar las pérdidas en las que se incurre por una formulación económicamente elevada (Cuadro 32) de acuerdo a los precios sombra del modelo dual (Anexo 5) que exhibe los incrementos en los costos variables resultado de agregar una unidad adicional del insumo respecto a la solución óptima.

Cuadro 32. Costos privados y óptimos de las dietas utilizadas en la unidad de producción grande de mediano-alto nivel tecnológico (UP.gm-a)

COSTOS	Iniciación	Desarrollo	Finalización
Costo de la dieta optima (\$/Consumo Total de MS)	\$ 25.97	\$ 27.92	\$ 31.14
Costo de la dieta optima (\$/kg CMS)	\$ 2.71	\$ 2.82	\$ 2.77
Costo de la dieta en campo (MAP del productor)	\$ 3.39	\$ 3.36	\$3.38
Diferencial de costo	\$0.68	\$0.54	\$0.61

Fuente: Elaboración propia con resultados de esta investigación.

Derivado de este diferencial de costos, se tiene como resultado las siguientes pérdidas económicas (costo de oportunidad) en la unidad de producción grande de mediana-alta tecnología (UP.gm-a) por los tres ciclos de engorda que realiza en un año:

Cuadro 33. Resumen comparativo de costos e ingresos con alimentación a mínimo costo (PL).

TAMAÑO DE U.P	GRANDE		GRANDE	
NIVEL TECNOLÓGICO	ALTO		CON DIETA OPTIMA (PL)	
A) INSUMOS COMERCIALES	1,466,613	21.7%	1,254,880	19.1%
ALIMENTACION ENGORDA	1,188,901	17.6%	977,168	14.9%
COMPLEMENTOS A LA DIETA	62,107	0.9%	62,107	0.9%
MEDICAMENTOS	17,045	0.3%	17,045	0.3%
FARMACEUTICOS	30,748	0.5%	30,748	0.5%
DESPARASITANTES	19,007	0.3%	19,007	0.3%
ENDECTABOLICOS Y PROM. DE CREC.	70,168	1.0%	70,168	1.1%
COMBUSTIBLES	74,637	1.1%	74,637	1.1%
MATERIALES DIVERSOS	4,000	0.1%	4,000	0.1%
B) FACTORES INTERNOS	213,963	3.2%	213,963	3.3%
PERSONAL PROFESIONAL	138,000	2.0%	138,000	2.1%
PERSONAL OPERARIO	74,880	1.1%	74,880	1.1%
CREDITOS	0	0.0%	0	0.0%
USO DE AGUA	250	0.0%	250	0.0%
ELECTRICIDAD	833	0.0%	833	0.0%
C) INSUMOS INDIRECTAMENTE COMERCIALES	5,083,679	75.1%	5,083,679	77.5%
COMPRA DE NOVILLOS	4,990,920	73.7%	4,990,920	76.1%
VEHICULOS	47,945	0.7%	47,945	0.7%
INSTALACIONES, MAQUINARIA Y EQUIPOS	44,814	0.6%	44,814	0.7%
D) GASTOS DIVERSOS	5,753	0.1%	5,753	0.1%
COSTO TOTAL	6,770,009	100.0%	6,558,275	100.0%
COSTO TOTAL MEDIO	40.94		39.66	
COSTOS VAR. MEDIOS	39.54		38.26	
INGRESO TOTAL	7,605,554		7,605,554	
GANANCIA NETA	835,546		1,047,279	
GANANCIA POR ANIMAL (CBZ)	2,813.21		3,526.10	
GANANCIA NETA MEDIA	5.05		6.33	

Fuente: Elaboración propia con datos de esta investigación.

La diferencia entre los costos por alimentación que existe en la unidad de producción respecto a los costos de la solución óptima generada en este escenario es variada en las tres etapas del proceso de engorda (Cuadro 34); habiendo diferencias de 42 mil 775 pesos desde la recepción del ganado hasta el cambio de dieta de desarrollo, hasta una diferencia de más de 109 mil 51 pesos para las últimas semanas de la finalización por lo que esta diferencia asciende a un total 211 mil 733 pesos de ingresos que no se perciben, lo que significa que el productor deja de ganar 712 pesos por novillo finalizado, con su plan de alimentación actual.

Cuadro 34. Costos de oportunidad por alimentación a mínimo costo (óptima).

	Iniciación	Desarrollo	Finalización	Total
Total de Alimento Consumido en un Año por 297 animales (3 ciclos)	63,203.19 kg 63.20 Ton	110,918.28 kg 110.91 Ton	178,013.4 kg 178.01 Ton	352, 135 kg 352.13 Ton
Costo Variables por Alimentación	\$ 214,056.58	\$ 372,696.52	\$ 602,148.34	\$ 1,188,901
Costos Variables por Alimentación a Mínimo Costo	\$ 171,280.66	\$ 312,789.56	\$ 493,097.30	\$,977,167
Ahorro en los Costos Variables por Alimentación	\$ 42, 775. 92	\$ 59,906.96	\$ 109, 051. 05	\$ 211, 733
Ingreso Adicional por Animal	\$ 144.03	\$ 201.71	\$ 367.18	\$712.91

Fuente: Elaboración propia con datos de esta investigación.

En los indicadores de competitividad muestran también una mejora sustancial (Cuadro 35) después de sustituir los valores óptimos, El valor agregado a precios privados (VAP) que se observa después de liquidar el costo de los insumos, tuvo un valor residual por diferencia de más de 210 mil pesos sumados a los más de un millón de pesos que ya se generan para el pago de mano de obra contratada y cubrir las ganancias del productor. En términos unitarios (\$/kg) representa un incremento en el valor agregado de 1.28 pesos por cada kilo de carne comercializado. La remuneración del productor en términos relativos, que se considera después de eliminar el efecto de la remuneración por mano de obra, agua y pasivos financieros - créditos- se observan un incremento porcentual de 3.7 unidades 210 mil pesos en términos absolutos

El otro indicador de valor agregado en el ingreso total (VPAP) que considera el verdadero valor o retribución de los factores internos y pago al trabajo del productor a través de su ganancia; y este nos muestra un incremento de 2.78 % con el uso de formulación optima, aunque en términos generales es un indicador bajo debido a la baja participación de esta actividad en la generación de mano de obra contratada de tal manera que este valor refleja el efecto del esquema de como producir hacia el interior del propio sistema productivo.

Cuadro 35. Indicadores de Competitividad y Rentabilidad de la Matriz de Análisis de Política (MAP)

Cambio Tecnológico	Sin formulación optima	Con formulación optima (PL)
VAP (\$)	1,048,676	1,260,409
VAP medio (\$)	6.34	7.62
Remuneración al capital del productor absoluto (\$)	835,546	1,047,279
Remuneración al capital del productor relativo (%)	12.3	16.0
VPAP (%)	13.78	16.57
PCIP (%)	86.12	83.34
CRP (%)	12.34	15.96
RCP	0.2027	0.1688

Fuente: Elaboración propia con datos de esta investigación.

El valor de consumo intermedio (PCIP) disminuyó en 2.28 %, en otras palabras el porcentaje total de 86.12 pasó a 83.34%, esto quiere decir que la mayor parte del pago o ingreso de la actividad fluye hacia otras ramas de la economía, por concepto de adquisición de insumos comerciables, en este caso para la elaboración de raciones para ganado. Dicha diferencia de valor se debe a que el productor dispone de una elevada parte de su ingreso, para la compra de ingredientes alimenticios y en menor medida para la adquisición de fármacos, promotores de crecimiento y combustibles.

Por otra parte del coeficiente de rentabilidad privada nos muestra un aumento directo en la rentabilidad, es decir que por cada peso invertido, el engordador incrementaría sus ganancias de 12.34 a 15.96% debido principalmente a la eficiencia de los costos en sus insumos (alimenticios), por lo tanto la relación de costo privado (RCP) nos muestra que estas unidades a precios privados y costos, tuvieron una disminución de 20 centavos a 16 centavos, entonces sería más barato invertir en factores internos para generar el valor agregado de un peso.

Estos resultados contrastan por lo encontrado por Prieto Cornejo, 2011 donde menciona que la proporcionalidad de los costos variables en una unidad de engorda y su rentabilidad está estrictamente en función de la capacidad instalada, cuando en la realidad se deben considerar más factores a profundidad como el impacto del desarrollo tecnológico de la unidad de producción, el potencial genético de los animales, edad y peso a la recepción, así como la optimalización de las dietas usadas en el proceso de finalización de acuerdo al consumo esperado y sobre todo a la volatilidad en los precios de sus ingredientes en el mercado y su disponibilidad en función del volumen.

CAPÍTULO V:

Conclusiones y Recomendaciones

“En tiempos de engaño universal, decir la verdad se convierte en un acto revolucionario”

- *George Orwell*

5.1 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en las series de tiempo del precio del ganado en pie y carne en canal, nos lleva a las siguientes afirmaciones sobre su efecto en la rentabilidad de las unidades de producción:

El comportamiento mensual de los precios nominales al productor de ganado finalizado no tiene una tendencia muy marcada, pero si una estacionalidad de precios muy notoria a lo largo del periodo de 2000 – 2016. Los precios reales del bovino en pie y carne en canal tienen una tendencia constante al alza, efecto que es reafirmado por el ciclo económico que nos muestra la existencia de un periodo de incremento en los precios del ganado en pie, también marcado por el constante incremento del precio de los granos y demás insumos requeridos en esta actividad. Por su parte la estacionalidad es muy característica y los movimientos de esta tiene un impacto muy importante en los ingresos de los engordadores, sobre todo los meses de junio, julio y agosto como los mejores meses para vender el ganado finalizado, destacando que el periodo de febrero, marzo y abril representa el trimestre del año con el precio al productor más bajo.

Existe un rezago importante entre el comportamiento de los precios del ganado en pie y la carne en canal que favorece en la participación del acopiador y al detallista en el precio al consumidor, debido a que el ajuste de los productores a los cambios del precio es mucho más lento. Las variaciones aleatorias de ambas series son muy dinámicas, con grandes movimientos y esto tiene una relación con toda la serie de factores externos a los que es vulnerable la producción de novillos para engorda, tanto climáticos como sequias y baja producción de forraje en zonas de pasto y repasto, productivos como la baja apropiación tecnológica por los productores, económicos como el incremento de importaciones de carne congelada y mayor exportación de novillos destetados a EU y sociales como el abandono de la actividad por la nueva recomposición rural que ocurre en el país.

De acuerdo a lo planteado como hipótesis en las variables de competitividad todas las unidades de producción analizadas son rentables con CRP que van de 3.6 a 12.3% y RCP de 23 a 29.6% pero su nivel de competitividad está fuertemente ligado al nivel tecnológico que poseen, donde se calificó como más importantes en este rubro las prácticas de manejo, prácticas de alimentación, asesoría técnica y desarrollo empresarial.

Particularmente la rentabilidad se ve influenciada por el flujo de insumos comerciables donde destaca la adquisición de ganado; fue notorio que las decisiones por los productores respecto al peso de recepción de novillos, está fuertemente influenciado por el precio de compra en los ranchos de cría y recría; se observó que la compra de los bovinos con 380 kg de peso para la unidad de alta tecnología tuvo un efecto positivo en la rentabilidad debido en buena parte a las inversiones hechas en una buena recepción-adaptación, acompañamiento de un programa de prevención de enfermedades metabólicas y deficiencias nutricionales, uso de programas de vacunación y desparasitación y también la formulación de una dieta integral adecuada, que proporciono un periodo de finalización corto de poco más de 90 días. Este proceso mantuvo un nivel de ganancias de \$2 mil 817 pesos por animal, lo cual es superior a los demás casos analizados. A excepción de las unidades de bajo nivel tecnológico con baja rentabilidad que adquirieron

ganado de buen peso (350 kg aprox), las unidades de mediano nivel tecnológico con ganado de peso aprox. a los 320 kg fueron rentables con ganancias unitarias superiores de mil 140 pesos y mil 939 pesos por animal. Por lo tanto no se rechaza la hipótesis de que el nivel tecnológico y precio de los insumos comerciables tienen más impacto en la rentabilidad e ingresos unitarios, respecto de la capacidad instalada, puesto que las unidades pequeñas mostraron ingresos netos unitarios comparables a explotaciones con hatos de más de 100 cabezas.

El valor agregado de las unidades de producción de mediano y alto nivel tecnológico fueron suficientes para cubrir los costos de los factores internos y generar ganancias al productor de poco más de 1 millón por año, debido principalmente a la eficiencia en el uso de los recursos, ciclos de engorda escalonados y márgenes de comercialización positivos entre la compra de ganado flaco y la venta de novillos finalizados a precios del periodo de análisis, cuando la estacionalidad de los precios reales del ganado en pie están a la baja y la estacionalidad de la carne en canal en su punto más elevado.

Entre unidades grandes, se encontró que la unidad con capacidad instalada de 120 cabezas con mayor inversión en factores internos permitió un menor gasto en medicamentos y servicios veterinarios respecto a la de 800 cabezas lo cual fue importante para generar una diferencia en las ganancias en términos de más del 10% del ingreso unitario. Por lo que se rechaza la hipótesis de que la unidad más grande presenta un consumo intermedio PCIP menor y un Valor Agregado en el Ingreso Total (VPAP) mayor; siendo estos de 88.6%, 86.12% y 11.29%, 13.78 respectivamente.

En resumen todas las unidades de producción son competitivas aunque sus ingresos y rentabilidad disten entre una unidad y otra. Sin embargo las pérdidas por el uso de dietas pobres nutricionalmente o costos elevados por deficiencias en la formulación son evidentes en todas las unidades. El análisis solamente se realizó en la unidad UP.gm-a. por ser la que en términos técnicos tiene el acceso y posee los insumos alimenticios necesarios para hacer una correcta formulación.

En el apartado de PL se demostró que es posible hacer una cuantificación de las pérdidas monetarias por la imprecisión en la formulación de raciones para ganado, siendo en este caso de hasta 712 pesos por animal finalizado, teniendo todas las demás variables de producción constantes o bien pérdidas cercanas a los 0.54 y 0.68 pesos por kilogramo de materia seca consumida, por tanto en términos totales, pérdidas superiores a los 211 mil pesos anuales. También se pudo comprobar que los costos de oportunidad en el caso estudiado puede representar hasta un 20% de incrementos en el ingreso neto si se corrige el método de formulación hacia la optimización de procesos alimenticios a precios de mercado actuales, de tal manera que se permita una mejor adopción de este tipo de tecnologías en la finalización de ganado bovino para carne. Aunque existen otros factores de suma importancia que intervienen en la rentabilidad como el costo por adquisición del ganado en pie, el precio de comercialización, las tecnologías adoptadas y el efecto de economías de escala en el volumen de producción, se destaca que un plan de inversión en factores internos y capacitación de personal operario tiene un efecto positivo según se demostró en los cambios dados en el valor de consumo intermedio.

Con todos lo anterior se concluye que en términos generales el efecto de una formulación óptima a mínimo costo en los sistemas de producción de bovinos para carne favorece positivamente en sus indicadores de rentabilidad y sus niveles de competitividad que están fuertemente ligados al nivel tecnológico que posee, siendo las prácticas de alimentación las que tienen mayor impacto dada su relevancia en los costos de producción. Desde el punto de vista del profesional de campo, el uso de estos métodos matemáticos para la formulación de raciones utilizando programación lineal, permite crear diferentes escenarios productivos, que permiten al profesional tener un mayor número de herramienta y criterios para la toma de decisiones.

Por último se remarca que el análisis de ventajas comparativas no tiene sentido en estos casos particulares; distinto a lo mostrado en otros estudios sobre ventajas comparativas en ganado de carne en el estado de México, es posible hacer una comparación a precios internacionales del ganado en pie, pero no es factible en términos reales de política, dadas las restricciones por orden de salud animal en el estado. El problema de traslado se debe al estatus de control de tuberculosis y brucelosis reportado por SENASICA hasta el último trimestre de 2015. Por otra parte se tienen las restricciones a la exportación impuestas por el mayor socio comercial (EU) a través de la USDA.

Por su parte la importación y transporte de insumos comerciables son evidentemente más altos que los adquiridos a nivel local sobre todo por el alza desmesurada del tipo de cambio y precios de paridad con el dólar como para representar una opción real de propuesta para los productores en el oriente del Estado de México. Por otra parte podría ser posible una cuantificación de las transferencias ocasionadas por la política económica a través de subsidios e impuestos sin embargo, este no es objeto de estudio de este trabajo dada su baja trascendencia de ese análisis para la toma de decisiones a nivel local y regional.

5.2. RECOMENDACIONES

Con todo lo anterior, se tiene identificado que serie de prácticas, paquetes tecnológicos y medidas de política sectorial tienen un efecto positivo en la rentabilidad y competitividad de la finalización de ganado bovino para carne.

1. El conocimiento sobre el comportamiento del índice estacional nos permite hacer una propuesta de programación de la producción, teniendo en cuenta que los precios reales más bajos para realizar la compra de ganado por parte del engordador ocurre en los meses de febrero, marzo y abril, mientras que los meses donde es más elevado el pago de la carne en canal corresponde a los meses de septiembre y octubre.
2. El conocimiento de la duración media de los ciclos económicos que existen en las dos series permite a los tomadores de decisiones en política sectorial, calendarizar mayores apoyos a la comercialización del novillo en pie, de la carne en canal cuando los precios reales están a la baja y para la adquisición de insumos cuando estos muestran tendencias a la alza, en apoyos que impliquen incluso precios de garantía; no obstante se debe tener mesura por las implicaciones macroeconómicas que tiene si fueran consideradas otras políticas sobre el techo y piso de los precios.
3. Se recomienda realizar mayores inversiones en los factores internos, entre ellos incentivos a trabajadores y capacitación a las gerencias como de la mano de obra operaria que labora en las unidades de producción. Se demostró que dicha inversión tiene impacto directo en los programas preventivos de salud animal, mediante la detección oportuna de padecimientos, conservación de insumos alimenticios, buenas prácticas de alimentación y contabilidad adecuada de registros productivos y económicos.
4. Se recomienda el desarrollo de programas de reinversión en activos fijos y adquisición de ganado mediante la obtención de créditos en fideicomisos orientados en este sentido, con tasas de interés preferenciales y promover el conocimiento hacia los productores de los diversos programas de garantías que existen para este fin. Se observó, que la mayoría de las unidades que operan, pueden cubrir una carga financiera de este tipo basado en su flujo de efectivo y experiencia en la actividad, todo esto dentro de un sistema de uso más intensivo del capital. Para esto, se demostró que los índices de capital-trabajo más elevados tiene una relación directa con las unidades de mayor rentabilidad, por otra parte también se aprovecha el efecto de economía de escala puesto que el porcentaje de instalaciones inutilizadas que tienen los productores, llega a ser en algunos casos superior al 50%.
5. El propio análisis cualitativo, muestra a todas las unidades de producción como deficientes en los procesos de planeación, conocimiento de mercado, negociación de contratos, contaduría, administración y falta de elaboración de propuestas de financiamiento por lo que se requiere atención política sectorial para el desarrollo de capacidades en estos productores.

6. Es imperativo que en esta actividad se realice una concientización sobre la adopción y capacitación en el uso de programas computacionales para la formulación de raciones o bien la capacitación del personal profesional cuando este existe, ya sea por iniciativa propia de la empresa pecuaria o bien por iniciativa por los tomadores de decisiones en política pública para apoyar económicamente al productor en esta adopción tecnológica que sería considerada de alto impacto en una explotación ganadera.
7. La adquisición de novillos tuvo un gran impacto durante el periodo de análisis debido principalmente por el elevado precio nominal y su participación en los costos totales. Puede ser considerado el subsidio como herramienta de apoyo a la adquisición del novillo en los corrales de engorda, indirecto mediante la adquisición de insumos y activos más baratos por parte de los criadores de ganado y que se vea reflejado en el precio de venta, o bien directo en el proceso de compra del becerro al destete o del novillo flaco al corral de engorda. De esta transacción depende en buena manera la rentabilidad del proceso de finalización, por lo tanto una propuesta de esta índole puede ser incluso tema de interés para otro estudio sobre las implicaciones de mercado que tendría este subsidio.
8. Se refrenda la importancia y se consideran necesarios los programas de repoblación y reproducción del hatu ganadero en el eslabón anterior a la finalización en corral, ya que los sistemas de crianza como principal proveedor de becerro destetado y novillo de bajo peso en la cadena de valor cárnica todavía no cubren con el inventario necesario para cubrir la demanda doméstica, este efecto ha sido bien documentado en otros estudios, pero se observó muy bien en el comportamiento de la variación cíclica y aleatoria en los precios reales regionales del novillo en pie de los últimos años.
9. Se considera necesario la adopción de mejores medidas en el tratamiento de residuos y uso sustentable de los recursos naturales que generan la unidades de producción estudiadas, ya que el análisis cualitativo de brechas tecnológicas, muestran en algunos casos un nulo manejo ambiental, por lo que queda abierto el tema para futuras investigaciones sobre si es o no un incentivo económico el uso de diversas técnicas de compostaje o bien del uso de biodigestores como tratamiento de residuos orgánicos, haciendo hincapié en que las unidades analizadas como no analizadas se localizan en una zona periurbana y por lo tanto el problema de contaminación ambiental es un dificultad que tarde o temprano los va a alcanzar.

De la información aquí vertida probablemente se pueda llegar a mas conclusiones y recomendaciones que no han sido considerados, sin embargo se deja la invitación abierta a que el lector pueda llegar a sus propias conclusiones e incluso hacer aportaciones o bien críticas en el mismo tenor, que nutran este trabajo y que con gusto serán atendidas por el autor.

5.3. LITERATURA CITADA

- Animas, L. H., Tejeda. H. N., 2013. Caracterización Dinámica de Brechas Tecnológicas en la Finalización de Ganado Bovino en Tepetlaoxtoc, Edo. de México, Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, México. Pg. 20-34.
- Almeraya, A. O. 2002. Rendimiento y composición de la canal a diferentes pesos al sacrificio en toretes Holstein. Tesis de Maestría. Posgrado en Producción Animal. Universidad Autónoma Chapingo, México. Pg. 65 – 85.
- AMEG. 2012. Carne de Bovino. Indicadores económicos. <http://www.ameg.org.mx>. (Consultado en Enero de 2016).
- AMEG. 2014 - 2015. Estadísticas-Nacional-Producción. <http://www.ameg.org.mx>. Arias-Segura, J. y Segura Ruiz, O. 2004. Índice de ventaja comparativa revelada: un indicador del desempeño y de la competitividad productivo-comercial de un país.
- AMEG. 2015. Memorias del Congreso Internacional de la Carne 2015. <http://www.ameg.org.mx> (Consultado en enero de 2016).
- BANXICO. 2016. Balanza Comercial de Mercancías en México. <http://www.banxico.org.mx>
- Benítez, R. J. G., 2010. Modelo Econométrico Mensual para el mercado de Carne Bovina en Canal y Cortes al Consumidor en México, 1995-2003. Tesis de Doctorado, Montecillos, México. Colegio de Postgraduados, pg. 56-78.
- Brambila, P,J,J., Bioeconomía: Instrumentos para su análisis económico. 2011. SAGARPA-COLPOS. Primera edición: Texcoco, Estado de México. 36 p.
- Brown, M., 2006. Energía y Proteína en las raciones de adaptación. Memorias del X seminario internacional de actualización sobre engorda de ganado bovino en corral: recepción y adaptación del ganado en corrales de engorda. Monterrey, N.L.
- Campaña nacional contra la tuberculosis bovina (*Mycobacterium bovis*), Norma Oficial Mexicana NOM-031-ZOO-1995. Diario Oficial de la Federación. 8 de marzo de 1996. p.22
- Campaña nacional contra la brucelosis en los animales, Norma Oficial Mexicana NOM-041-ZOO-1995. Diario Oficial de la Federación, 20 de agosto de 1996. p.24
- Carrera, C. B., 2012. La ganadería bovina en México. Un recuento después de la apertura comercial. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Pg. 6-28.
- Chalita, T. L. E., Barrera, I. D., 2013. Metodología para el análisis de mercados agropecuarios. Segunda Edición. Colección La Gaya Ciencia. Colegio de Postgraduados, México. Pg. 109-168.

- Church, D. C., Pond, W.G., Pond, K.R., 2006. Basic Animal Nutrition and Feeding. Second Edition. John Wiley & Sons Inc. Oregon State University, USA.
- Contreras, T. D., Jiménez, P. D., 2012. La rentabilidad y el valor agregado como factores determinantes de la finalización de bovinos en Texcoco, México. Universidad Autónoma Chapingo Pg. 1-9.
- Cortés, C. M. E., Sánchez, N.T.M., 2008. Modelo Lineal Multiobjetivo para la toma de decisiones en la Alimentación de Ganado. Revista Investigación Operacional. Vol. 29 Num. 1 pp; 5-9.
- Cuca, G. M., Ávila, G. E., Pro. M. A., González, A. M. J., 2009. Alimentación de las Aves. Capítulo: Formulación de dietas. Universidad Autónoma Chapingo. Zootecnia. Pg. 235-264.
- Debertin, D. L. 2012. Agricultural Producción Economics. Second edition. University of Kentucky. Pearson Education. Pg. 337 – 354.
- Especificaciones técnicas para el control del uso de beta-agonistas en los animales. Norma Oficial Mexicana de Emergencia. NOM-EM-015-ZOO-2002.
- Especificaciones zoonosológicas de los productos alimenticios para consumo animal. Norma Oficial Mexicana. NOM-061-ZOO-199. Diario Oficial de la Federación. 29 de Enero de 2001. p:8
- Espejel, M. A. y Gamero, P. L. O. 2007. Caracterización nutricional, económica y ambiental de la ganadería bovina de engorda en Belem, municipio de Otumba, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- FAO. 2005. Desarrollo de la capacidad técnica para la evaluación de la competitividad de los productos agropecuarios y los efectos de la apertura comercial. Roma.
- Flores, S. E. J., 2009. Caracterización de brechas tecnológicas en la finalización de ganado bovino, en una explotación localizada en el sur del estado de Veracruz. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. México. Pg. 86 – 95.
- Fimbres, H. D., 2005. Diseño de Programas de implante por sexo y estancia del ganado en corral. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- Gamboa, M. J., Magaña, M.M.A., Rejón A. M., Pech, M. V. C. 2005. Eficiencia económica de los sistemas de producción de carne bovina en el Municipio de Tizimín, Yucatán, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems 5: 79-84.
- García, M. R., García, S. J. A., García, S. R. C., 2003. Teoría de Mercado de Productos Agrícolas, Montecillos, México, Colegio de Postgraduados, 1ra Edición pg. 239 - 284.
- Garret, S.J. 2013. An Introduction to the Mathematics of Finance: a Deterministic Approach. Second Edition. Elsevier, Waltham, MA, USA. p. 79-85.

- GEA. 2003. Estudio Estratégico para elevar la Competitividad y el Desarrollo Sustentable de la cadena productiva cárnica: Cerdo, Ave y Res.
- Hernández, M. J., Rebollar, R. S., Rojo, R. R., García, S. J. A., Guzmán, S. E., Martínez, T. J. J., Díaz, C. M. A. 2008. Rentabilidad privada de las granjas porcinas en el sur del Estado de México. *Universidad y Ciencia* 24 (2): 117-124.
- Herrera, J. A., García, A., Suárez, J. 2014. Análisis prospectivo de la base alimentaria en la lechería tropical con programación lineal. *Pastos y Forrajes*, Vol.37 (4): 435-441.
- Juárez, M. A., 2009. Caracterización de la brecha tecnológica en la finalización de ganado bovino, en el oriente del Estado de México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Lang Oskar. 1964. Introducción a la Econometría. F.C.E. pp. 21-78
- Lara, C. D., 2001. Análisis de la Competitividad y Ventajas Comparativas de los Sistemas de Producción de Leche de Bovino en el Estado de Jalisco, Montecillos, México. Colegio de Postgraduados, pg. 85 – 92.
- López, L. E., 2015. Productividad y Repoblación del Hato Nacional. Memorias del Congreso Internacional de la Carne AMEG 2015.
- Krugman, P., Robin W. 2006. Introducción a la Economía. Microeconomía Reverte, Barcelona España. P. 537
- Martínez, A. F., 2012. Niveles de clenbuterol detectados en carne de bovino distribuida en Texcoco, estado de México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Martínez, D. M. A., Mora, F, J, S., Téllez D, R., 2015. Precio de ganado de pie y precio de insumos en la producción de carne de bovino. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol. 6 Num.7. p. 1689-1694.
- Mc Donald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J.F.D., 2002. *Animal Nutrition*. Sixth Edition. Prentice Hall. UK. Pg. 221-277.
- Monke, E. and S. Pearson 1989. *The Policy Analysis Matrix for Agricultural Development*. Cornell University Press. Ithaca, New York, USA.
- Morales, D. M., 2012. Modelos de Programación Fuzzy en la formulación de alimentos para animales. *Centro Universitario las tunas, Cuba. Avances en Ciencias e Ingeniería* 3(4), 11-24.

- Morris, Michael, L., 1990. Determinación de la Ventaja Comparativa mediante el análisis del CRI pautas establecidas a partir de la experiencia CIMMYT. Monografías en economía del CIMMYT No. 1, México DF: CIMMYT, pg. 3 – 6.
- NRC, 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle, seventh revised edition 2000. National Research Council, Board on Agriculture and Natural Resources Washington, DC, EUA.
- NRC, 2016. Nutrient Requirement of Beef Cattle, eighth revised edition 2016. National Research Council, Board on Agriculture and Natural Resources, Washington, DC, EUA.
- Noguera, R. R., Posada. L. P., Ortíz. D. M., 2011. Programación lineal aplicada a la formulación de raciones para rumiantes. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia Vol. 6 (2): 53-60.
- Omaña, S. José, M., 2008. Apuntes para acompañar el curso de Análisis Económico en Microcomputadoras. Pg. 7-12
- Peel, D. S., Mathews K. H., Johnson R. J., 2011. Trade, the expanding Mexican Beef Industry, and Feddlot and Stocker Cattle Production in México. LDP-M-206-01, USDA-ERS.
- Prieto, C. M., 2011. Análisis de Rentabilidad de la Producción de Ganado Bovino de Engorda en el Noreste del Estado de México: Estudio de Caso Municipio de Tepetlaoxtoc, Montecillos, México. Colegio de Postgraduados, pg. 15-26.
- Porter, M. E., 1995. Ventaja Competitiva, Creación y Sostenimiento de un desempeño superior, decima impresión, México, compañía editorial continental. México pg. 11-25.
- Posadas, D. R. R., Rebollar, R. S., Hernández, M. J., González, R. F.J. 2009. Eficiencia económica en bovinos carne engordados en corral, en el sur del Estado de México. En: Ganadería y seguridad alimentaria en tiempo de crisis. (Cavalloti V. B. A., Marcof, A. C. F., Ramírez, V. B. Editores). Universidad Autónoma Chapingo.
- Rebollar, R. A., Hernández, M.J., Rebollar, R. S., Guzmán S. E., García M. A., González R. F. J. 2011. Competitividad y Rentabilidad de bovinos en corral en el sur del Estado de México, México. Tropical and Subtropical Agroecosystem 14: 691-698.
- Ricciardi, F. 2006. El problema de la brecha tecnológica. Argentina.
- R. Kawas. J., 2006. Estrés por transporte y manejo de ganado: Como reducir mermas. Memorias del seminario Internacional de Actualización sobre Engorda de Ganado Bovino en Corral, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Pg. 7-15.
- Rosero, N. R., Posada, S. L., Ortiz., D. M., 2011. Programación lineal aplicada a la formulación de raciones para rumiantes. CES Medicina Veterinaria y Zootecnia. Vol. 6(2) 53-60.

- Salinas, G.R. 2007. Estudio técnico de factibilidad para el establecimiento de un centro de acopio y engorda de corderos en el municipio de San Fernando, Tamaulipas. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Samuelson, P.A., Nordhaus, W. D. 2009. Economía, 19 Edición, Mc Graw Hill, Madrid, España. pg. 744
- SENASICA. 2015. Estatus Zoonosanitario por estado. <http://www.gob.mx/senasica> (Consultado en enero de 2016).
- Sherwell, P., 2015. Proteína Animal. Perspectivas para México. Memorias del Congreso Internacional de la Carne AMEG 2015. México.
- Schwentesius, R. R., Gómez C. M. A., Carrera, C. B., Ayala, G. A. V., Márquez, B. S. 2013 ¿Precios al alza de ganado bovino en México? Tendencia y Coyuntura de 2012. Agroentorno p 28-32.
- SIAP-SAGARPA. 2015. Producción ganadera a nivel nacional. <http://www.siap.gob.mx> (Consultado en diciembre de 2015).
- Soto, C., Reinoso, V., 2012. Modelo de Formulación de Raciones al Mínimo Costo para Ganado de Carne basado en el sistema NRC 2000, Artigas, Uruguay. Archivos de Zootecnia 61 ((234): 255 – 266.
- Spielger M. R., 1970. Estadística. Mc Graw Hil de México, S.A. de C.V. México pp. 283-289
- Suárez, D, H., 2011. Producción de Bovinos para Carne en Confinamiento, Guía Práctica para técnicos y productores, 1ra edición. México. Universidad Autónoma Chapingo pp: 5-40.
- Sumano, H. L., 2002. Clembuterol and other B-agonist, are they an option for meat production or a threat for public health?. Vet. Méx. 33(2): 137-159.
- Tellez, D. R., Mora, F. J. S., Martínez, D. M. A., García, M. R., Caracterización del consumidor de carne bovina en la zona metropolitana del valle de México. Agrociencia. Vol. 46 (1): 75-86.
- Torres, G. S. L. y Verdiguél, M. P. 2007. Efecto de implantar y/o suplementar con β -agonistas en la finalización de ganado bovino. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Vásquez, G. A., 2010. Desarrollo de una Aplicación Web para Evaluar Cultivos Agrícolas a Través del Método de la MAP, Montecillos, México. Colegio de Postgraduados, pg. 5-15.
- Zorrilla, R. J. M., 2012. Escenarios futuros de la ganadería bovina para carne en México. Memorias del Taller Internacional. Universidad de Guadalajara, Jalisco. Pg
- Zorrilla, R.J.M. y Palma, G.J.M., 2010. La cadena alimentaria carne de bovino en México: factores a considerar en la integración de los eslabones criador y finalizador. AIA. Vol. 14, No

5.4 LITERATURA CONSULTADA

- Anderson, D. R., Sweeney, D. j., Williams, T. A., Camm, J. D., Martín K., 2011. Métodos cuantitativos para los negocios. 11va Edición. Cengage Learning. Pg. 234- 295.
- Black, J., and Hlubik, J., 1980. Basics of computerized linear programs for ration formulation. *J Anim Sci*, 63: 1366-1378.
- Brokken, R. F. Programming models for use of the Lofgreen-Garret net energy system in formulating rations for beef Cattle. *J. Anim. Sci.* 32: 685
- Bonjnec, S., Three Concepts of Competitiveness Measures for Livestock Production in Central and Eastern Europe.2003. Ljubljana Slovenia. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. Vol. 68 No. 3 (209-220).
- Castillo, L. E. 2007. Manual de procedimientos del módulo bovinos de carne. Folleto. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Campaña nacional contra la tuberculosis bovina (*Mycobacterium bovis*), Norma Oficial Mexicana NOM-031-ZOO-1995. Diario Oficial de la Federación. 8 de marzo de 1996. p.22
- Campaña nacional contra la brucelosis en los animales, Norma Oficial Mexicana NOM-041-ZOO-1995. Diario Oficial de la Federación, 20 de agosto de 1996. p.24
- Chang, H. S. 1977. Funcional forms and the demand for meat in the United States. The MIT Press. *Rev. Econ. Stat.* 59(3): 355-359.
- Chiang, A., (1990). *Métodos Fundamentales de la Economía Matemática*. Editorial Calypso, S.A., México D.F., 732p.
- Church, D.C., W.G. Brown and A.T. Ralston. Evaluation of Cattle fattening rations formulated with linear programming techniques. *J. Anim. Sci.* 22:898.
- Cortés, C. M. E., Sánchez, N. T. M., 2008, Modelo lineal multiobjetivo para la toma de decisiones en alimentación del ganado. *Revista Investigación Operacional*, Vol 29, No 1. Pg 5-9.
- Dantzig, G.B., (1974). *Linear Programming and Extension*. Princeton. University Press. EE.UU. 627p.
- D'Alfonso, T.H., Roush, W.B. & Cravener, T.L. (1992b). Reducing feed costs. *Stochastic Programming. Feed Management*, 43 (6), 11-13.
- Fuentes, R. J., Guerrero, R. A., 2014. *Explotación de Bovinos en Corrales de Engorda, (Parámetros Productivos)*. Primera edición. Editorial Trillas. Pg. 17-106.
- Gujarati, D. N., 2004. *Econometría*. Cuarta Edición. Mac Graw Hill. Pg. 15-56.

- Lara, C. D., Mora, F. J. S., Martínez, D. M. A., García, D. G., Omaña, S. J. M., Gallegos, S. J. 2003. Competitividad y ventajas comparativas de los sistemas de producción de leche en el estado de Jalisco, México. *Agrociencia* 37: 85-94.
- Lofgreen, G.P. and W.N. Garret. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef Cattle. *J. Anim. Sci.* 27:793.
- López, R. C. A., 2013. Aplicación del Excel para la Formulación de raciones en ganado Vacuno Lechero. Tesis. Facultad de ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias e Ingeniería Ambiental. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Peru. Pg. 25-65.
- Ocaña, M. A., Teruel y A. Broca. 1994. Parametrización de la demanda de materias primas para la fabricación de piensos compuestos en función del precio de mercado. Departamento de Agricultura y Economía Agraria. Zaragoza, España. *Archivos de Zootecnia* vol. 43, núm 162. P 142- 152.
- Perdana, T., 2003. Competitiveness and Comparative advantage of Beef Cattle Fattening in Bandung Regency. Padjadjaran Research Institute, Indonesia.
- Plate, R. 1969. Política de Mercados Agrarios. Editorial Academia. León, España. Capítulo 3. Pp. 210-228.
- Ruiz, M., Ruiz, J. J., Ruiz, J. G. Hernández, I., Beltrán, M. y Salguero, G. 2008. Rentabilidad de una Industria Bovina en Sistemas de Corral, con relación a los precios en pie y para la canal en los años 2005-2008. *Memorias del XXXII Congreso Nacional de Buiatría*, 2008.
- Stamer, H. 1969. Teoría del Mercado Agrario. Editorial Academia. León, España. Capítulo D. pp. 147-155.
- Steel, G. D. R. y Torrie, H. J. 1985. Bioestadística: Principios y procedimientos. Segunda Edición. McGraw Hill. Bogotá, Colombia
- Tomek W. G., Robinson. K. L., 1981. *Agricultural Product Prices*. Cornell University Press. Ithaca and London. Chapter 5, pp. 93-102.
- Wooldridge, J. M., 2010. *Introducción a la econometría, un enfoque moderno*. Cuarta edición. Cengage Learning. Pg. 339-379.
- CNOG (Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas). 2015. Información Económica Pecuaria, <http://www.cnog.com.mx> (Consultado en Noviembre de 2015).
- INEGI. Índice Nacional de Precios al Consumidor, para cálculos de deflactación, <http://www.inegi.com> (Consultado en Enero y Octubre de 2016).

- INEGI Índice Nacional de Precios al Productor, para cálculos de deflactación, <http://www.inegi.com> (Consultado en Enero y Octubre de 2016).
- BANXICO (Banco de México), Tipo de cambio del peso con respecto al dólar utilizado en la conversión <http://www.banxico.mx>. (Consultado en Diciembre de 2015).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística) Producto Interno Bruto Nacional y Producto Interno Bruto Agropecuario, 2015, <http://www.inegi.com> (Consultado en Diciembre de 2015).
- CONAFAB. Producción nacional y regional de alimentos balanceados para ganado en México, exportaciones e importaciones, <http://www.conafab.mx> (Consultado en Noviembre de 2015).
- FAOSTAT. Importaciones y Exportaciones de Carne de Bovino, para cálculo de Balanza Comercial, <http://www.faostat.com> (Consultado en Enero de 2016).
- FAOSTAT. Inventario Mundial de Ganado Bovino y Producción Mundial de la Carne de Bovino, 1995 – 2015, <http://www.faostat.com> (Consultado en Enero de 2016).
- SIAP-SAGARPA. 2015. Balanzas disponibilidad consumo de productos pecuarios, <http://www.siap.gob.mx> (Consultado en Enero de 2016).
- SIAP-SAGARPA. 2015. Producción y Comercio Exterior, <http://www.siap.gob.mx> (Consultado en Enero de 2016).
- SNIIM (Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados), Precios de los Principales Insumos Utilizados en la Formulación de Piensos para Ganado en el Oriente del Estado de México en 2016, <http://www.sniim.gob.mx> (Consultado en Enero y Octubre de 2016).
- SNIIM (Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados), Precios del Novillo en Pie y Carne en Canal en el Oriente del Estado de México del 2000 al 2016, <http://www.sniim.gob.mx> (Consultado en Enero y Octubre de 2016).
- USDA- ERS (United States Department of Agriculture, Economic Research Service), Agricultural base line data base. 2016. URL: <http://www.ers.usda.gov/data-products/agricultural-baseline-database.aspx>



ANEXOS

ANEXO 1. ESTADÍSTICOS DE REGRESIÓN PARA TENDENCIA ESTIMADA DE LOS PRECIOS REALES DEL NOVILLO EN PIE Y CARNE EN CANAL.

Estadísticas de la regresión (novillo en pie)					
Coeficiente de correlación múltiple	0.95733869				
Coeficiente de determinación R ²	0.91649736				
R ² ajustado	0.91514327				
Error típico	1.8694224				
Observaciones	189				
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	3	7096.06595	2365.35532	676.832966	1.887E-99
Residuos	185	646.526922	3.49474012		
Total	188	7742.59287			
	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>
Intercepción	22.0778168	0.72669423	30.3811644	7.9411E-74	20.6441436
Variable X 1	0.20777693	0.02956954	7.02672109	3.929E-11	0.14944007
Variable X 2	-0.00208538	0.00033017	-6.31608732	1.9442E-09	-0.00273676
Variable X 3	8.8529E-06	1.066E-06	8.30479008	2.0696E-14	6.7498E-06

Estadísticas de la regresión (carne en canal)					
Coeficiente de correlación múltiple	0.9474304				
Coeficiente de determinación R ²	0.89762437				
R ² ajustado	0.89596422				
Error típico	1.96525618				
Observaciones	189				
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	3	6264.81274	2088.27091	540.690203	2.866E-91
Residuos	185	714.512889	3.86223183		
Total	188	6979.32563			
	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>
Intercepción	37.0657201	0.76394737	48.518683	3.674E-107	35.5585513
Variable X 1	0.34828287	0.03108539	11.2040688	1.428E-22	0.28695543
Variable X 2	-0.00447228	0.00034709	-12.884891	1.5774E-27	-0.00515705
Variable X 3	1.7749E-05	1.1206E-06	15.8378378	2.8969E-36	1.5538E-05



ANEXO 2. CUESTIONARIO-ENTREVISTA PARA OBTENER DATOS TECNICO-ECONOMICOS DE EMPRESAS DEDICADAS A LA GANADERIA DE BOVINOS PARA CARNE EN TEXCOCO, ESTADO DE MEXICO

Fecha de la Entrevista:

Día		Mes		Año			

Encuestador(es): _____

1. La presente encuesta tiene como objetivo el captar información de campo de una unidad de producción ganadera de bovinos para carne, para así realizar un estudio de análisis de política (Rentabilidad y Ventaja Competitiva).
2. La Encuesta debe ser aplicada preferentemente, en la unidad de producción, a fin de garantizar la objetividad y confiabilidad de la información recabada.
3. La información recabada a través de este instrumento de evaluación será confidencial y será utilizada únicamente con fines académicos y de investigación.

IDENTIFICACION DEL ENTREVISTADO

Apellido paterno: _____

Apellido materno: _____

Nombre(s): _____

Edad: _____

Domicilio de la Unidad Productiva:

_____ (Avenida, Calle, Andador, Carretera) _____ (No. Exterior o Interior)

Colonia, Fraccionamiento u otro

Localidad

Municipio

Estado

Teléfono: _____

Particular

Celular



1. CARACTERISTICAS DE LA EXPLOTACIÓN

DATOS GENERALES	<p>Antigüedad del productor en la engorda de ganado _____</p> <p>Capacidad Instalada (N° de Cabezas) _____</p> <p>Capacidad Usada Cabezas de ganado por lote _____ Cantidad de lotes de ganado _____</p> <p>¿Usted produce ganado de manera escalonada? Sí _____ No _____</p> <p>N° de Ciclos de engorda por año _____</p>
------------------------	--

CONOCIMIENTO DE LA ACTIVIDAD (NIVEL TECNOLÓGICO POR ADOPCIÓN)	<p>1. ¿Usted registra datos de producción? Sí _____ Algunas veces _____ No _____</p> <p>a) ¿Cuáles datos registra? _____</p> <p>b) ¿Utiliza esos datos para tomar decisiones? Sí _____ No _____ Algunas veces _____</p> <p>c) ¿Cuál decisión tomó la última vez con apoyo en datos de la engorda? _____</p> <p>d) ¿Para qué tomó esa decisión? _____</p> <p>2. ¿Considera que en la última engorda ganó o perdió? Ganó _____ Perdió _____ No sabe _____</p> <p>3. ¿Cómo obtuvo ese dato? Por cálculo _____ Por tanteo _____ No sabe _____</p> <p>4. ¿Quién es la persona que atiende al ganado? _____</p>
--	---

DATOS DE LA ACTIVIDAD	<p>5. Peso inicial del ganado (kg) _____</p> <p>6. Precio de compra del ganado _____</p> <p>7. Fecha de entrada _____</p> <p>8. Peso final del ganado _____</p> <p>9. Precio de venta del ganado _____</p> <p>10. Fecha de venta (conocida o probable) _____</p>
------------------------------	--



11. ¿Conoce el % de mortandad o por N° de animales durante periodos de Recepción, Iniciación. Desarrollo y Finalización? _____

12. ¿Cuántos días dura cada etapa de la engorda (cambio de dieta o de corral en su caso):

- a) Iniciación _____
- b) Desarrollo _____
- c) Finalización _____

13. ¿Qué ingredientes utiliza en la dieta (Granos, Harinas, Forrajes, Grasas, Sales minerales, Residuos de Industria o Esquilmos):

- a) Iniciación _____
- b) Desarrollo _____
- c) Finalización _____

14. ¿Cuánto alimento suministra al ganado ó cantidad de alimento consumido por día?

INICIACIÓN (Kg/Animal/Día) ó (Ton/Lote/ N° Animales/Día)

- a) Ingrediente 1 _____ % _____
- b) Ingrediente 2 _____ % _____
- c) Ingrediente 3 _____ % _____
- d) Ingrediente 4 _____ % _____
- e) Ingrediente 5 _____ % _____
- f) Total _____ % **100**

DESARROLLO (Kg/Animal/Día) ó (Ton/Lote/ N° Animales/Día)

- g) Ingrediente 1 _____ % _____
- h) Ingrediente 2 _____ % _____
- i) Ingrediente 3 _____ % _____
- j) Ingrediente 4 _____ % _____
- k) Ingrediente 5 _____ % _____
- l) Total _____ % **100**

FINALIZACIÓN (Kg/Animal/Día) ó (Ton/Lote/ N° Animales/Día)

- m) Ingrediente 1 _____ % _____
- n) Ingrediente 2 _____ % _____
- o) Ingrediente 3 _____ % _____
- p) Ingrediente 4 _____ % _____
- q) Ingrediente 5 _____ % _____
- r) Total _____ % **100**

15. ¿Qué precio tienen los ingredientes que utiliza en la dieta?

- a) Ingrediente 1: (\$/Kg) _____ Ingrediente 5: (\$/Kg) _____
- b) Ingrediente 2: (\$/Kg) _____ Ingrediente 6: (\$/Kg) _____
- c) Ingrediente 3: (\$/Kg) _____ Ingrediente 7: (\$/Kg) _____
- d) Ingrediente 4: (\$/Kg) _____

16. ¿Conoce la conversión alimenticia por etapa o general de la engorda? _____

17. Realiza lectura de comederos: _____



NIVEL TECNOLÓGICO	18. ¿Quién formula las dietas? _____ ¿se asesora? _____
	19. ¿Administra antibióticos al ganado durante la engorda? Sí _____ No _____ No sabe _____
	20. ¿Qué antibióticos administra? (Marca ó Compuesto Activo) _____
	21. ¿Con que frecuencia aplica los antibióticos? (% o N° de animales por ciclo) _____
	22. ¿Administra vacunas al ganado al inicio de la engorda? Sí _____ No _____ No sabe _____
	23. ¿Qué vacunas aplica al ganado? (Marca ó Compuesto activo) _____
	24. ¿En cuántos periodos vacuna? _____
	25. ¿Aplica desparasitantes al ganado al inicio de la engorda? Sí _____ No _____ No sabe _____
	26. ¿Qué desparasitantes aplica al ganado? (Marca ó Compuesto activo) _____
	27. ¿Calendariza la aplicación de desparasitantes? ___ ¿Cada cuando lo hace? _____
	28. ¿Coloca aretes para identificar al ganado? Sí _____ No _____ No sabe _____
	29. ¿Agrega electrolitos en el agua de bebida? Sí _____ No _____ No sabe _____
	30. ¿Agrega ionóforos a la dieta, como monensina? Sí _____ No _____ No sabe _____
	31. ¿Agrega bicarbonato a la dieta del ganado? Sí _____ No _____ No sabe _____
	32. ¿Qué cantidad de bicarbonato aplica y en que periodos? _____
	33. ¿Agrega levaduras a la dieta del ganado? Sí _____ No _____ No sabe _____
	34. ¿Coloca implantes a los animales? No _____ No sabe _____ Sí _____
	35. ¿Qué implantes aplica? (Marca/Compuesto activo) _____
36. ¿Consulta al Médico Veterinario cuando algún animal enferma? Sí _____ No _____ Algunas veces _____	
37. ¿Cuánto paga por visita del veterinario? \$ _____ Frecuencia de visitas por año _____	
38. ¿Saben diagnosticar timpanismos o acidosis ruminal? _____	

EQUIPAMIENTO	39. ¿Cuenta con molino para el alimento? No _____ Sí _____ a) ¿Qué capacidad tiene el molino y potencia (Hp)? _____ Prod.(kg/hr) _____ b) Periodo de uso por día (hrs) _____ c) ¿Cuál fue el precio aprox. en que lo adquirió? _____ Modelo: _____
	40. ¿Tiene revolvedora para el alimento? No _____ Sí _____ ¿De qué tipo? _____ a) ¿Periodo de uso por día? _____ Capacidad _____ b) Precio aprox. al que lo adquirió _____ Modelo: _____
	41. ¿Cuenta con báscula para el ganado? No _____ Sí _____ a) ¿Cuál fue el precio de dicha bascula? _____ ¿Cada cuando pesa a los animales? _____
	42. ¿Cuenta con tractor para el corral de engorda? No _____ Sí _____ a) ¿Qué tipo de tractor (modelo) es? _____ marca _____ HP _____ b) Periodo de uso por día (hrs/corrales) _____
	43. ¿Cuenta con vehículos para el corral de engorda? No _____ Sí _____ a) ¿Qué marca y modelo es el vehículo? _____



	<p>b) Horas de uso al día _____</p> <p>44. ¿Cuenta con ensiladora u otro tipo de maquinaria? _____ Modelo y Marca _____ HP _____</p> <p>a) Periodo de uso por día (hrs/ha) _____</p> <p>b) N° de ocasiones de uso al año _____</p> <p>45. ¿Cuenta con construcciones dentro de la explotación? Sí _____ No _____ (en caso de tener)</p> <p>a) ¿Cuál es el costo aproximado del(os) almacén(es)? _____</p> <p>b) ¿Cuál es el costo aproximado de los corrales, bebederos y sombras? _____</p> <p>c) ¿Cómo integra los lotes del ganado? _____ ¿Tiene lote enfermería? _____</p> <p>d) _____</p> <p>46. ¿Usted cubre los gastos de movilización de ganado para recepción y salida? Sí _____ No _____</p> <p>a) ¿Cuál es el costo aprox. por viaje o bien por cabeza de ganado? _____</p> <p>b) ¿Cuánto paga por cuotas de movilización? _____</p> <p>c) ¿Cuánto paga por las guías sanitarias? _____</p>
--	--

MANO DE OBRA Y PERSONAL PROFESIONAL	<p>47. ¿Tiene trabajadores en la unidad de producción? Sí _____ No _____</p> <p>d) ¿Cuántos trabajadores tiene contratados? _____</p> <p>e) ¿Qué actividades realizan? _____ N° de jornales o hrs de trabajo por día _____</p> <p>f) ¿Qué salario reciben por su trabajo por día/jornal/quincena/etc? _____</p> <p>48. ¿Contrata servicios profesionales de contaduría en su empresa? Sí _____ No _____</p> <p>a) ¿Qué cuota paga por estos servicios? _____</p> <p>49. ¿Usted recibe asesoría técnica? Sí _____ No _____</p> <p>a) ¿La asesoría es permanente? Sí _____ No _____</p> <p>b) ¿Quién lo asesora? _____</p> <p>c) ¿En qué áreas lo asesora? _____</p> <p>d) ¿Cuánto paga por estos servicios? _____</p> <p>50. ¿Paga por algún otro servicio profesional u asesoría? Sí _____ No _____</p> <p>b) ¿Cuánto paga por ello? _____</p>
-------------------------------------	--

ACCESO A RECURSOS FINANCIEROS Y APOYOS INSTITUCIONALES	<p>51. ¿Usted tiene o ha tenido algún crédito para la ganadería? Tiene _____ Ha tenido _____ Nunca _____</p> <p>a) ¿Cómo le fue con ese crédito? Bien _____ Mal _____ Regular _____</p> <p>b) ¿De cuánto solicito dicho crédito? _____ ¿Qué tasa de interés pagaba por ello? _____</p> <p>52. ¿Usted recibe apoyo del gobierno para engordar ganado? No__ Sí ____</p> <p>a) ¿En qué aspectos? _____</p> <p>53. ¿Usted necesita apoyo del gobierno para engordar ganado? No__ Sí ____</p> <p>b) ¿En qué aspectos? _____</p> <p>54. ¿Usted forma parte de una asociación? No__ Sí ____</p> <p>c) ¿Desde cuándo? _____</p> <p>d) ¿Paga alguna cuota en esta asociación? Sí _____ No _____ ¿Qué cantidad? \$ _____</p> <p>55. ¿Usted está registrado en el Padrón Ganadero Nacional? Sí _____ No _____ No sabe _____</p>
--	--



CONOCIMIENTO DEL MERCADO	56. ¿Qué características de los animales piden los introductores de ganado? (en los paréntesis el orden de importancia)
	_____ () _____ ()
	_____ () _____ ()
	_____ () _____ ()
	57. ¿Cuáles son las características de la carne que demandan los consumidores? (en paréntesis el orden de importancia)
	_____ () _____ ()
_____ () _____ ()	
_____ () _____ ()	

MANEJO DE DESECHOS Y FUENTES ALTERNAS DE RECURSOS	58. ¿Aprovecha el estiércol que se produce en la engorda? No__ Sí __ ¿De qué manera? _____
	a) En caso de venderlo ¿Qué cantidad vende y a qué precio? _____
	59. ¿Capta agua de lluvia para el ganado? No__ Sí __ ¿De qué manera? _____
	b) ¿Qué costo tuvo para usted implementar este tipo de sistema? _____
	60. ¿De dónde toma agua para el ganado? _____
c) ¿Qué cuota anual paga por uso de agua? _____	
61. ¿Tiene servicio de electricidad en los corrales del ganado? Sí _____ No _____	
d) ¿Cuánto paga mensualmente por el servicio? _____	

ANEXO 3. VARIABLES DE EVALUACIÓN SOBRE ADOPCIÓN DE TECNOLOGIA EN LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN

Prácticas de Manejo	UP.pb	UP.pm	UP.mb	UP.mm	UP.gm	UP.gm-a	Max. Puntuacion
Calendarización	0	1	0	1	1	1	1
Elaboración de registros	0	1	0	1	1	1	1
Diagnostico coproparasitologico	0	0	0	0	1	1	1
Desparasitación interna	1	1	1	1	1	1	1
Desparasitación Externa	0			0	0	1	1
Descornado	0	0	0	0	1	1	1
Inventario por grupos genéticos	0	0	0	0	0	0	1
Identificación individual	1	1	1	1	1	1	1
Aretado electrónico (rastreadibilidad)	0	0	0	0	1	1	1
Implantes	0	1	0	1	1	1	1
Diagnóstico de tuberculosis	0	1	0	1	1	1	1
Diagnóstico de brucelosis	0	0	0	1	1	1	1
Vacunación (antes de embarcar o después)	1	1	0	0	1	1	1
Lotificado de ganado y lote de enfermería	0	1	0	1	1	1	1
Pesaje y Monitoreo	0	1	0	1	1	1	1
Calificación Total	2.00	6.00	1.33	6.00	8.67	9.33	15

Prácticas de alimentación	UP.pb	UP.pm	UP.mb	UP.mm	UP.gm	UP.gm-a	Max. Puntuación
Alimentación con concentrados	1	1	1	1	1	1	1
suplementación mineral permanente	1	1	1	1	1	1	1
Composición de la dieta	1	2	2	2	2	2	2
formulación de raciones	0	1	1	1	1	2	2
diversidad de las dietas	2	1	1	2	2	2	2
índice de ganancia de peso	1	1	1	1	1	2	2
periodo de engorda	1	1	1	1	1	2	2
conversión alimenticia	0	1	0	0	1	1	1
conservación de forrajes	0	1	0	1	1	1	1
lectura de comederos	0	0	0	1	0	1	1
Aplicación de electrolitos y vit.	1	1	1	1	1	1	1
diagnóstico de timpanismo y acidosis ruminal	0	0	0	1	1	1	1
Calificación Total	47.06	64.71	52.94	76.47	76.47	100.00	17



Desarrollo Empresarial	UP.pb	UP.pm	UP.mb	UP.mm	UP.gm	UP.gm-a	Max. Puntuación
Asesoría técnica permanente	1	1	1	1	2	2	2
Toma de decisiones por análisis de info.	0	0	0	0	1	1	1
Profesionalización de puestos de trabajo	0	0	0	1	1	1	1
desarrollo de proveedores	0	0	0	0	0	1	1
capacitación de personal	0	1	0	1	2	2	2
plan de desarrollo de la empresa	0	0	0	0	0	0	2
programa de producción	0	0	0	1	1	1	1
programa de inversiones	0	0	0	1	1	1	1
programa de evaluación y seguimiento de resultados	0	0	0	0	0	0	1
Calificación Total	8.33	16.67	8.33	41.67	66.67	75.00	12

Manejo Ambiental	UP.pb	UP.pm	UP.mb	UP.mm	UP.gm	UP.gm-a	Max. Puntuación
Manejo de Excretas	0	0	0	0	1	1	2
Control de Fauna Nociva	0	0	0	1	1	1	2
Eliminación de animales y desechos orgánicos	1	1	1	1	2	2	2
Manejo de desechos veterinarios	1	1	1	2	2	2	2
Clarificación final	25.00	25.00	25.00	50.00	75.00	75.00	8

ANEXO 4.1 MATRICES DE COEFICIENTES TÉCNICOS DE INSUMOS USADOS EN UNIDADES DE PROD.

Producción de Bovinos para Carne en confinamiento en el Oriente del Estado de México, 2015.

TAMAÑO DE U.P	PEQUEÑA	PEQUEÑA	MEDIANA	MEDIANA	GRANDE	GRANDE
NIVEL TECNOLÓGICO	BAJO	MEDIO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO-ALTO
CAPACIDAD INSTALADA (Novillos)	20	17	70	50	500	120
CAPACIDAD USADA (Novillos)***	20	15	55	45	300	100
% DE UTILIZACIÓN DE INSTALACIONES	100.00	88.24	78.57	90.00	60.00	83.33
A).- INSUMOS COMERCIALES						
ALIMENTACION (kg de alimento/kg de carne)						
ENGORDA						
- Iniciación	13,651	6,693	42,690	42,125	319,342	63,203
- Desarrollo	22,021	14,836	55,436	61,398	499,915	110,918
- Finalización	30,750	23,066	77,943	95,205	658,962	178,013
COMPLEMENTOS A LA DIETA						
- Ionóforos (Monensina)	-	4,174.85	-	18,711.71	-	28,809.73
- Bicarbonato	-	-	-	18,711.71	136,600.67	28,809.73
- Levaduras	-	4,174.85	-	-	-	28,809.73
MEDICAMENTOS (ml/kg de carne)						
VACUNAS						
- Complejo V. Respiratorio - Diarrea viral b.	39.60	29.82	108.90	133.66	887.02	297.01
- Preventivo de Derriengue	-	-	-	-	-	297.01
BACTERINAS						
- Leptospira inactivada	-	-	-	-	887.02	297.01
- Biológicos contra Clostridium y Pasteurella	-	-	108.90	133.66	887.02	297.01
FARMACEUTICOS						
- Electrolitos	-	-	-	-	-	-
- Anti-infecciosos orales	31.68	-	-	-	-	-
- Anti-infecciosos inyectables	11.88	20.87	65.34	80.19	798.32	89.10
- Anti-inflamatorios	-	104.37	326.71	400.97	3,548.07	297.01
- Vitaminas	-	29.82	-	133.66	887.02	297.01
DESPARASITANTES						
- Antiparasitarios dist. a ivermectina	79.20	-	-	-	1,774.03	594.02
- Ectoparasitidas	-	-	108.90	-	887.02	-
- Ivermectina	-	29.82	-	-	887.02	297.01
ENDECTABOLICOS Y PROMOTORES DE CREC.						
- Clorhidrato de Zilpaterol	-	-	-	-	26,610.52	8,910.23
- Zeranol	-	69.58	-	311.86	-	-
- Decanoato de Nandrolona	191.41	-	-	-	-	-
- Acetato de Trembolona y Benzoato de estradiol	-	-	217.81	-	-	-
COMBUSTIBLES (l/kg de carne)						
- Diésel	0	0	1,807	3,701	3,701	5,420
MATERIALES DIVERSOS						
- Varios	1	1	1	1	1	1



B).- FACTORES INTERNOS						
MANO DE OBRA						
PERSONAL PROFESIONAL (visitas/año)						
- Contador	0	12	12	12	12	12
- Medico	1	12	7	12	12	0
- Técnico Pecuario						12
PERSONAL OPERARIO (hor-jor/semana)						
- Engorda (Alimentación y Manejo)	12	12	12	12	12	12
- Portero o Velador	0	0	0	0	12	12
- Otros	0	0	0	0	0	1
CREDITOS						
- Avios	0	0	0	0	0	0
- Refaccionarios	0	0	0	0	0	0
CUOTA DE AGUA						
ELECTRICIDAD (kwh/kg de carne)	1	1	1	1	1	1
	408	447	679	1,043	6,191	1,051
C).- INSUMOS INDIRECTAMENTE COMERCIALES						
COMPRA DE NOVILLOS (kg)						
	13,965	9,581	38,308	43,092	286,560	113,430
VEHICULOS (hr/kg de carne/año)						
- Camioneta	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095
- Camión						1,095
INSTALACIONES, TRACTOR Y MAQUINARIA						
- Construcciones	1	1	1	1	1	1
- Bascula, Molino y Maquinaria	1	1	1	1	1	1
- Ensiladora	0	0	0	1	1	0
- Revolvedora	0	0	0	1	1	1
- Instalaciones	1	1	1	1	1	1
D).- GASTOS DIVERSOS						
- Cuota de Asociación (anual)	1	1	1	1	1	1
- Cuota de movilización	1	1	1	1	1	1
- Guia sanitaria	1	1	1	1	1	1
- Impuestos	1	1	1	1	1	1
PRODUCCION (kg)						
- Bovinos Finalizados (kg/año)	21,440	15,349	58,699	66,293	456,104	165,338

ANEXO 4.2 PRECIOS PRIVADOS DE INSUMOS USADOS EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN.
Producción de Bovinos para Carne en confinamiento en el Oriente del Estado de México, 2015.

TAMAÑO DE U.P	PEQUEÑA	PEQUEÑA	MEDIANA	MEDIANA	GRANDE	GRANDE
NIVEL TECNOLÓGICO	BAJO	MEDIO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO-ALTO
CAPACIDAD INSTALADA (Novillos)	20	17	70	50	500	120
CAPACIDAD USADA (Novillos)***	20	15	55	45	300	100
% DE UTILIZACIÓN DE INSTALACIONES	100.00	88.24	78.57	90.00	60.00	83.33
A).- INSUMOS COMERCIALES						
ALIMENTACION (\$/kg de alimento)						
ENGORDA						
- Iniciación	4.21	3.41	4.18	2.97	2.87	3.39
- Desarrollo	4.24	3.53	4.24	3.11	3.09	3.36
- Finalización	4.26	3.53	4.07	3.34	3.79	3.38
COMPLEMENTOS A LA DIETA						
- Ionóforos (Monensina)		0.17		0.17		0.17
- Bicarbonato				1.06575	1.06575	1.06575
- Levaduras		0.92				0.92
MEDICAMENTOS (\$/ml)						
VACUNAS						
- Complejo V. Respiratorio - Diarrea viral b.	28.56	28.56	28.56	28.56	28.56	28.56
- Preventivo de Derriengue						11.34
BACTERINAS						
- Leptospira inactivada					9.25	9.25
- Biológicos contra Clostridium y Pasteurella			8.24	8.24	8.24	8.24
FARMACEUTICOS						
- Electrolitos						
- Anti-infecciosos orales	60.80					
- Anti-infecciosos inyectables	128.52	128.52	128.52	128.52	128.52	128.52
- Anti-inflamatorios		48.64	48.64	48.64	48.64	48.64
- Vitaminas				16.33	16.33	16.33
DESPARASITANTES						
- Antiparasitarios dist. a ivermectina	30.05				30.05	30.05
- Ectoparasiticidas			1.49		1.49	
- Ivermectina		3.90			3.90	3.90
ENDECTABOLICOS Y PROMOTORES DE CREC.						
- Clorhidrato de Zilpaterol					7.88	7.88
- Zeranol		6.54		6.54		
- Decanoato de Nandrolona	64.06					
- Acetato de Trembolona y Benzoato de estradiol			42.45			
COMBUSTIBLES (l/kg de carne)						
- Diésel	13.77	13.77	13.77	13.77	13.77	13.77



MATERIALES DIVERSOS						
- Varios	300	400	1,500	5,500	9,000	4,000
B).- FACTORES INTERNOS						
MANO DE OBRA (\$/año)						
PERSONAL PROFESIONAL						
- Contador	0	350	350	800	3,000	1,500
- Medico	0	500	800	2,300	7,000	
- Técnico Pecuario						10,000
PERSONAL OPERARIO (\$/semana/año)						
- Engorda (Alimentación y Manejo)	2,520	1,680	3,360	3,360	2,880	2,880
- Portero o Velador	0		0		3,920	3,640
- Otros	0		0			0
CREDITOS (tasa de interés)						
- Avios	0	0	0	0	0	0
- Refaccionarios	0	0	0	0	0	0
USO DE AGUA	200	200	200	200	250	250
ELECTRICIDAD (\$/kwh)	0.7930	0.7930	0.7930	0.7930	0.7930	0.7930
C).- INSUMOS INDIRECTAMENTE COMERCIALES						
COMPRA DE NOVILLOS (\$/kg)	44	44.5	44	44.6	44	44
VEHICULOS (\$/hora)						
- Camioneta	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83
- Camión						23.99
INSTALACIONES, TRACTOR Y MAQUINARIA						
- Construcciones	1,275	867	16,375	9,514	35,932	15,453
- Bascula, Molino y Maquinaria	140	159	5,764	3,349	11,067	7,933
- Ensiladora	64	72	2,620	1,522	5,031	3,606
- Revolvedora	51	58	2,096	1,218	4,024	2,885
- Instalaciones	255	173	2,947	1,713	6,468	4,636
D).- GASTOS DIVERSOS						
- Cuota de Asociación (\$/año)	400	400	400	400	400	400
- Cuota de movilización	87	66	240	294	1,951	653
- Guía de movilización	0	0	1,307	1,604	10,644	3,564
- Impuestos	0	0	289	0	1,142	1,471
PRODUCCION (\$)						
- Bovinos finalizados (\$/kg)	46	46	46	46	46	46

ANEXO 4.3 PRESUPUESTO PRIVADO DE INSUMOS USADOS EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN.
Producción de Bovinos para Carne en confinamiento en el Oriente del Estado de México, 2015.

TAMAÑO DE U.P	PEQUEÑA	PEQUEÑA	MEDIANA	MEDIANA	GRANDE	GRANDE
NIVEL TECNOLÓGICO	BAJO	MEDIO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO-ALTO
CAPACIDAD INSTALADA (Novillos)	20	17	70	50	500	120
CAPACIDAD USADA (Novillos)***	20	15	55	45	300	100
% DE UTILIZACIÓN DE INSTALACIONES	100.00	88.24	78.57	90.00	60.00	83.33
A).- INSUMOS COMERCIALES						
ALIMENTACION (\$/kg de carne)						
ENGORDA						
- Iniciación	57,445.45	22,851.74	178,247.32	125,140.56	915,874.19	214,056.58
- Desarrollo	93,270.84	52,330.99	235,048.03	190,913.69	1,546,187.60	372,696.52
- Finalización	131,088.97	81,418.62	317,525.54	318,308.96	2,497,991.80	602,148.35
COMPLEMENTOS A LA DIETA						
- Ionóforos (Monensina)	-	709.73	-	3,180.99	-	4,897.65
- Bicarbonato	-	-	-	19,942.00	145,582.17	30,703.97
- Levaduras	-	3,840.87	-	-	-	26,504.95
MEDICAMENTOS (\$/kg de carne)						
VACUNAS						
- Complejo V. Respiratorio - Diarrea viral b.	1,131.02	851.67	3,110.26	3,817.19	25,333.22	8,482.53
- Preventivo de Derriengue	-	-	-	-	-	3,368.07
-	-	-	-	-	-	-
BACTERINAS						
- Leptospira inactivada	-	-	-	-	8,204.91	2,747.32
- Biológicos contra Clostridium y Pasteurella	-	-	897.36	1,101.32	7,309.02	2,447.34
-	-	-	-	-	-	-
FARMACEUTICOS						
- Electrolitos	-	-	-	-	-	-
- Anti-infecciosos orales	1,926.22	-	-	-	-	-
- Anti-infecciosos inyectables	1,526.88	2,682.76	8,397.71	10,306.41	102,599.52	11,451.42
- Anti-inflamatorios	-	5,076.62	15,891.09	19,502.95	172,578.10	14,446.44
- Vitaminas	-	-	-	2,182.59	14,484.99	4,850.13
-	-	-	-	-	-	-
DESPARASITANTES						
- Antiparasitarios dist. a ivermectina	2,380.05	-	-	-	53,309.74	17,850.15
- Ectoparasiticidas	-	-	162.70	-	1,325.20	-
- Ivermectina	-	116.18	-	-	3,455.82	1,157.14
-	-	-	-	-	-	-
ENDECTABOLICOS Y PROMOTORES DE CREC.						
- Clorhidrato de Zilpaterol	-	-	-	-	209,557.85	70,168.02
- Zeranol	-	455.34	-	2,040.82	-	-
- Decanoato de Nandrolona	12,261.24	-	-	-	-	-
- Acetato de Trembolona y Benzoato de estradiol	-	-	9,245.84	-	-	-
COMBUSTIBLES (\$/kg de carne)						
- Diésel	-	-	24,878.95	50,968.90	50,968.90	74,636.84



MATERIALES DIVERSOS (\$/kg de carne)						
- Varios	300.00	400.00	1,500.00	5,500.00	9,000.00	4,000.00
B).- FACTORES INTERNOS						
MANO DE OBRA (\$/kg de carne)						
PERSONAL PROFESIONAL						
- Contador	-	4,200.00	4,200.00	9,600.00	36,000.00	18,000.00
- Medico	-	6,000.00	5,600.00	27,600.00	84,000.00	-
- Técnico Pecuario	-	-	-	-	-	120,000.00
PERSONAL OPERARIO (\$/kg de carne)						
- Engorda (Alimentación y Manejo)	30,240	20,160	40,320.00	40,320.00	34,560.00	34,560.00
- Portero o Velador	-	-	-	-	47,040.00	43,680.00
- Otros	-	-	-	-	-	-
CREDITOS (\$/kg de carne)						
- Avíos	-	-	-	-	-	-
- Refaccionarios	-	-	-	-	-	-
USO DE AGUA (\$/kg de carne)	200.00	200.00	200.00	200.00	250.00	250.00
ELECTRICIDAD (\$/kg de carne)	323.30	354.27	538.63	826.77	4,909.09	833.26
C).- INSUMOS INDIRECTAMENTE COMERCIALES						
COMPRA DE NOVILLOS	614,460	426,345	1,685,530	1,921,903	12,608,640	4,990,920
VEHICULOS (\$/kg de carne)						
- Camioneta	17,338.82	17,338.82	17,338.82	17,338.82	17,338.82	17,338.82
- Camión	-	-	-	-	-	26,271.59
INSTALACIONES (\$/kg de carne)/año						
- Construcciones	1,274.88	866.92	16,374.63	9,514.04	35,932.41	15,453.11
- Bascula, Molino y Maquinaria	140.24	158.94	5,763.87	3,348.94	11,067.18	7,932.60
- Ensiladora	-	-	-	1,522.25	5,030.54	-
- Revolvedora	-	-	-	1,217.80	4,024.43	2,884.58
- Instalaciones	254.98	173.38	2,947.43	1,712.53	6,467.83	4,635.93
D).- GASTOS DIVERSOS (\$/kg de carne)						
- Cuota de Asociación	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00
- Cuota de movilización	87.12	65.60	239.59	294.04	1,951.44	653.42
- Guía de movilización	-	-	1,306.83	1,603.86	10,644.21	3,564.09
- Impuestos	-	-	288.64	-	1,141.76	1,470.72
PRODUCCION (\$/año)						
- Bovinos finalizados (\$)	986,251.53	706,033.51	2,700,134.78	3,049,473.71	20,980,798.87	7,605,554.21

ANEXO 5. MATRIZ AUXILIAR

Unidad de P.	Pequeña	Pequeña	Mediana	Mediana	Grande	Grande
NIVEL TECNOLÓGICO	BAJO	MEDIO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO-ALTO
CAPACIDAD INSTALADA (Novillos)	20	17	70	50	500	120
CAPACIDAD USADA (Novillos)**	20	15	55	45	300	100
DIAS POR ETAPA						
Ganancia de peso (Promedio)	1.32	1.4	1.35	1.3	1.3	1.84
Ganancia de peso próximo a finalizar (Promedio)	1.32	1.38	1.35	1.2	1.2	1.8
ENGORDA						
- Iniciación (dieta más cara, con más proteína)	35	25	40	35	40	20
- Desarrollo	50	50	45	45	54	32
- Finalizado	60	65	55	60	60	45
-Total de días	145	140	140	140	154	97
PARAMETROS DE PRODUCTIVIDAD						
Peso inicial del ganado (kg)	350	320	350	320	320	380
Peso al final de iniciación (kg)	396.2	355	404	365.5	372	416.8
Peso al final de desarrollo (kg)	462.2	425	464.75	424	442.2	476
Peso de finalización (kg)	541	515	539	496	514	557
MORTALIDAD (%)						
- Recepción	0.250%	0.200%	0.500%	0.250%	0.500%	0.500%
- Iniciación	0.250%	0.200%	0.500%	0.250%	0.500%	0.500%
- Desarrollo	0.250%	0.100%	0.000%	0.250%	0.250%	0.000%
- Finalización	0.250%	0.100%	0.000%	0.250%	0.200%	0.000%
- Mortalidad total de la engorda	1.00%	0.60%	1.00%	1.00%	1.45%	1.00%
PROGRAMACION DE LA ENGORDA						
Número total de engordas por año	2	2	2	3	3	3
Novillos instalados por engorda	20	15	55	45	300	100
Novillos totales al año recepción	40	30	109	135	896	299
Novillos totales al año iniciación	40	30	109	134	891	297
Novillos totales al año desarrollo	40	30	109	134	889	297
Novillos totales al año finalización	40	30	109	134	887	297
Bovinos finalizados Total	40	30	109	134	887	297
MATRICES DE ALIMENTACIÓN						
NO. DE ANIMALES EN CADA ETAPA						
ENGORDA						
- Iniciación	40	30	109	134	891	297
- Desarrollo	40	30	109	134	889	297
- Finalizado	40	30	109	134	887	297

Matriz 5.1 Alimento Consumido por día (kg de MS)

TAMAÑO DE U.P	PEQUEÑA	PEQUEÑA	MEDIANA	MEDIANA	GRANDE	GRANDE
NIVEL TECNOLÓGICO	BAJO	MEDIO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO-ALTO
CAPACIDAD INSTALADA (Novillos)	20	17	70	50	500	120
CAPACIDAD USADA (Novillos)***	20	15	55	45	300	100
KG. DE ALIMENTO/DIA						
ENGORDA (Calculado al 2.8% del PV)						
- Iniciación	9.80	8.96	9.80	8.96	8.96	10.64
- Desarrollo	11.09	9.94	11.31	10.23	10.42	11.67
- Finalizado	12.94	11.90	13.01	11.87	12.38	13.32
% MAIZ INCLUIDO EN DIETA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.37		0.33	0.25	0.22
- Desarrollo	0.00	0.40		0.32	0.27	0.21
- Finalizado	0.00	0.47		0.34	0.32	0.20
% SORGO INCLUIDO EN DIETA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00		0.14			0.04
- Desarrollo	0.00		0.13			0.05
- Finalizado	0.00		0.14			0.06
% PASTA DE SOYA 47% INCLUIDA EN DIETA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.15		0.161	0.115	0.16
- Desarrollo	0.00	0.16		0.170	0.13	0.17
- Finalizado	0.00	0.14		0.200	0.14	0.16
% GLUTEN DE MAÍZ INCLUIDO EN DIETA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00		0.14		0.04	
- Desarrollo	0.00		0.15		0.05	
- Finalizado	0.00		0.13		0.10	
% POLLINAZA INCLUIDA EN DIETA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.12	0.23	0.20	0.22	0.17
- Desarrollo	0.00	0.11	0.24	0.19	0.22	0.17
- Finalizado	0.00	0.1	0.24	0.18	0.22	0.17
% RESIDUOS DE PANADERIA EN DIETA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.08	0.19			0.14
- Desarrollo	0.00	0.08	0.19			0.14
- Finalizado	0.00	0.08	0.19			0.14
% MELAZA DE CAÑA INCLUIDA EN DIETA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00					
- Desarrollo	0.00					
- Finalizado	0.00					



% DE UREA INCLUIDA EN DIETA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00					0.01
- Desarrollo	0.00					0.01
- Finalizado	0.00					0.01
% ENSILAJE INCLUIDO EN DIETA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00			0.18	0.18	
- Desarrollo	0.00			0.17	0.16	
- Finalizado	0.00			0.15	0.06	
% HENO DE AVENA INCLUIDA EN DIETA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00		0.21	0.12	0.185	0.12
- Desarrollo	0.00		0.20	0.13	0.16	0.12
- Finalizado	0.00		0.21	0.11	0.15	0.12
% HENO DE ALFALFA INCLUIDA EN DIETA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.20	0.17				0.08
- Desarrollo	0.15	0.16				0.08
- Finalizado	0.10	0.13				0.08
% RASTROJO DE MAIZ INCLUIDO EN DIETA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.10				
- Desarrollo	0.00	0.08				
- Finalizado	0.00	0.07				
% HARINA DE SANGRE INCLUIDO EN DIETA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00					0.05
- Desarrollo	0.00					0.04
- Finalizado	0.00					0.05
% SALES MINERALES INCLUIDO EN DIETA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.01	0.01	0.09	0.01	0.01	0.01
- Desarrollo	0.01	0.01	0.09	0.02	0.01	0.01
- Finalizado	0.01	0.01	0.09	0.02	0.01	0.01
% DE ALIMENTO BALANCEADO EN DIETA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.79					
- Desarrollo	0.84					
- Finalizado	0.89					
% TOTAL EN DIETA						
ENGORDA						
- Iniciación	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
- Desarrollo	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
- Finalizado	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Matriz 5.2 Composición de la dieta diaria por etapa

TAMAÑO DE U.P	PEQUEÑA	PEQUEÑA	MEDIANA	MEDIANA	GRANDE	GRANDE
NIVEL TECNOLÓGICO	BAJO	MEDIO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO-ALTO
CAPACIDAD INSTALADA (Novillos)	20	17	70	50	500	120
CAPACIDAD USADA (Novillos)***	20	15	55	45	300	100
CONSUMO DE MAIZ POR DIA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	3.32	0.00	2.94	2.24	2.34
- Desarrollo	0.00	3.98	0.00	3.22	2.81	2.45
- Finalizado	0.00	5.59	0.00	4.04	3.96	2.66
CONSUMO DE SORGO POR DIA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.00	1.37	0.00	0.00	0.43
- Desarrollo	0.00	0.00	1.47	0.00	0.00	0.58
- Finalizado	0.00	0.00	1.82	0.00	0.00	0.80
CONSUMO DE PASTA DE SOYA 47% POR DIA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	1.34	0.00	1.44	1.03	1.70
- Desarrollo	0.00	1.59	0.00	1.74	1.35	1.98
- Finalizado	0.00	1.67	0.00	2.37	1.73	2.13
CONSUMO DE GLUTEN DE MAIZ POR DIA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.00	1.37	0.00	0.36	0.00
- Desarrollo	0.00	0.00	1.70	0.00	0.52	0.00
- Finalizado	0.00	0.00	1.69	0.00	1.24	0.00
CONSUMO DE POLLINAZA POR DIA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	1.08	2.25	1.79	1.97	1.81
- Desarrollo	0.00	1.09	2.71	1.94	2.29	1.98
- Finalizado	0.00	1.19	3.12	2.14	2.72	2.26
CONSUMO DE RESIDUOS DE PAN POR DIA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.72	1.86	0.00	0.00	1.49
- Desarrollo	0.00	0.80	2.15	0.00	0.00	1.63
- Finalizado	0.00	0.95	2.47	0.00	0.00	1.86
CONSUMO DE UREA POR DIA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11



- Desarrollo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
- Finalizado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
CONSUMO DE ENSILAJE POR DIA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.00	0.00	1.05	1.61	0.00
- Desarrollo	0.00	0.00	0.00	1.33	1.67	0.00
- Finalizado	0.00	0.00	0.00	1.31	0.74	0.00
CONSUMO DE HENO DE AVENA POR DIA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.00	2.06	1.64	1.66	1.28
- Desarrollo	0.00	0.00	2.26	1.74	1.67	1.40
- Finalizado	0.00	0.00	2.73	1.78	1.86	1.60
CONSUMO DE HENO DE ALFALFA POR DIA						
ENGORDA						
- Iniciación	1.96	1.52	0.00	0.00	0.00	0.85
- Desarrollo	1.66	1.59	0.00	0.00	0.00	0.93
- Finalizado	1.29	1.55	0.00	0.00	0.00	1.07
CONSUMO DE RASTROJO DE MAIZ POR DIA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
- Desarrollo	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00
- Finalizado	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00
CONSUMO DE H. DE SANGRE 85% POR DIA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53
- Desarrollo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47
- Finalizado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67
CONSUMO DE SALES MINERALES POR DIA						
ENGORDA						
- Iniciación	0.10	0.09	0.88	0.10	0.09	0.11
- Desarrollo	0.11	0.10	1.02	0.20	0.10	0.12
- Finalizado	0.13	0.12	1.17	0.24	0.12	0.13
CONSUMO DE ALIMENTO BALAN. POR DIA						
ENGORDA						
- Iniciación	7.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
- Desarrollo	9.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
- Finalizado	11.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Matriz 5.3 Consumo Total de Alimento por Etapa.

TAMAÑO DE U.P	PEQUEÑA	PEQUEÑA	MEDIANA	MEDIANA	GRANDE	GRANDE
NIVEL TECNOLÓGICO	BAJO	MEDIO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO-ALTO
CAPACIDAD INSTALADA (Novillos)	20	17	70	50	500	120
CAPACIDAD USADA (Novillos)***	20	15	55	45	300	100
CONSUMO TOTAL DEL MAÍZ POR ETAPA (KG)						
ENGORDA						
- Iniciación	0	2,476	0	13,838	79,836	13,905
- Desarrollo	0	5,934	0	19,438	134,977	23,293
- Finalizado	0	10,841	0	32,370	210,868	35,603
CONSUMO TOTAL DE SORGO POR ETAPA						
ENGORDA						
- Iniciación	0	0	5,977	0	0	2,528
- Desarrollo	0	0	7,207	0	0	5,546
- Finalizado	0	0	10,912	0	0	10,681
CONSUMO TOTAL DEL PASTA DE SOYA POR ETAPA (KG)						
ENGORDA						
- Iniciación	0	1,004	0	6,761	36,724	10,113
- Desarrollo	0	2,374	0	10,490	64,989	18,856
- Finalizado	0	3,229	0	19,041	92,255	28,482
CONSUMO TOTAL DE GLUTEN DE MAIZ POR ETAPA (KG)						
ENGORDA						
- Iniciación	0	0	5,977	0	12,774	0
- Desarrollo	0	0	8,315	0	24,996	0
- Finalizado	0	0	10,133	0	65,896	0
CONSUMO TOTAL DE POLLINAZA POR ETAPA						
ENGORDA						
- Iniciación	0	803	9,819	8,425	70,255	10,745
- Desarrollo	0	1,632	13,305	11,724	109,981	18,856
- Finalizado	0	2,307	18,706	17,137	144,972	30,262
CONSUMO TOTAL DE RES. DE PANADERIA POR ETAPA (KG)						
ENGORDA						
- Iniciación	0	535	8,111	0	0	8,848
- Desarrollo	0	1,187	10,533	0	0	15,529
- Finalizado	0	1,845	14,809	0	0	24,922



CONSUMO TOTAL DE MELAZA DE CAÑA POR ETAPA						
ENGORDA						
- Iniciación	0	0	0	0	0	0
- Desarrollo	0	0	0	0	0	0
- Finalizado	0	0	0	0	0	0
CONSUMO TOTAL DEL UREA POR ETAPA (KG)						
ENGORDA						
- Iniciación	0	0	0	0	0	632
- Desarrollo	0	0	0	0	0	1,109
- Finalizado	0	0	0	0	0	1,780
CONSUMO TOTAL DE ENSILADO POR ETAPA (KG)						
ENGORDA						
- Iniciación	0	0	0	4,933	57,482	0
- Desarrollo	0	0	0	8,022	79,986	0
- Finalizado	0	0	0	10,473	39,538	0
CONSUMO TOTAL DE HENO DE AVENA POR ETAPA						
ENGORDA						
- Iniciación	0	0	8,965	7,705	59,078	7,584
- Desarrollo	0	0	11,087	10,490	79,986	13,310
- Finalizado	0	0	16,368	14,281	98,844	21,362
CONSUMO TOTAL DE HENO DE ALFALFA POR ETAPA						
ENGORDA						
- Iniciación	2,730	1,138	0	0	0	5,056
- Desarrollo	3,303	2,374	0	0	0	8,873
- Finalizado	3,075	2,999	0	0	0	14,241
CONSUMO TOTAL DE RASTROJO DE MAÍZ POR ETAPA (KG)						
ENGORDA						
- Iniciación	0	669	0	0	0	0
- Desarrollo	0	1,187	0	0	0	0
- Finalizado	0	1,615	0	0	0	0
CONSUMO TOTAL DE HARINA DE SANGRE 85% POR ETAPA						
ENGORDA						
- Iniciación	0	0	0	0	0	3,160
- Desarrollo	0	0	0	0	0	4,437
- Finalizado	0	0	0	0	0	8,901
CONSUMO TOTAL DE MINERALES POR ETAPA (KG)						
ENGORDA						
- Iniciación	137	67	3,842	463	3,193	632



- Desarrollo	220	148	4,989	1,234	4,999	1,109
- Finalizado	308	231	7,015	1,904	6,590	1,780
CONSUMO TOTAL DEL ALIMENTO BALANCEADO POR ETAPA (KG)						
ENGORDA						
- Iniciación	10,785	0	0	0	0	0
- Desarrollo	18,498	0	0	0	0	0
- Finalizado	27,368	0	0	0	0	0
SUMA DE CONSUMOS DE RACIONES POR ETAPA (KG)						
ENGORDA						
- Iniciación	13,651	6,693	42,690	42,125	319,342	63,203
- Desarrollo	22,021	14,836	55,436	61,398	499,915	110,918
- Finalizado	30,750	23,066	77,943	95,205	658,962	178,013

Matriz 5.4 Precios ponderados de los ingredientes en ración (Precio Nominal * % de ingrediente en dieta)

PRECIO PONDERADO DEL MAÍZ (\$)						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	1.37	0.00	1.22	0.93	0.82
- Desarrollo	0.00	1.48	0.00	1.17	1.00	0.78
- Finalizado	0.00	1.74	0.00	1.26	1.19	0.74
PRECIO PONDERADO DEL SORGO (\$)						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.00	0.49	0.00	0.00	0.14
- Desarrollo	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00	0.18
- Finalizado	0.00	0.00	0.49	0.00	0.00	0.21
PRECIO P. DE LA PASTA DE SOYA (\$)						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.98	0.00	1.05	0.75	1.05
- Desarrollo	0.00	1.05	0.00	1.11	0.85	1.11
- Finalizado	0.00	0.92	0.00	1.31	0.92	1.05
PRECIO P. DEL GLUTEN DE MAIZ (\$)						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.00	1.52	0.00	0.43	0.00
- Desarrollo	0.00	0.00	1.63	0.00	0.54	0.00
- Finalizado	0.00	0.00	1.41	0.00	1.09	0.00
PRECIO P. POLLINAZA (\$)						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.08	0.16	0.14	0.15	0.12



- Desarrollo	0.00	0.08	0.17	0.13	0.15	0.12
- Finalizado	0.00	0.07	0.17	0.13	0.15	0.12
PRECIO DEL RES. DE PAN (\$)						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.10	0.23	0.00	0.00	0.17
- Desarrollo	0.00	0.10	0.23	0.00	0.00	0.17
- Finalizado	0.00	0.10	0.23	0.00	0.00	0.17
PRECIO P. DE MELAZA DE CAÑA (\$)						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
- Desarrollo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
- Finalizado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PRECIO P. DE LA UREA (\$)						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
- Desarrollo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
- Finalizado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PRECIO P. DE ENSILADO (\$)						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.00	0.00	0.09	0.14	0.00
- Desarrollo	0.00	0.00	0.00	0.10	0.13	0.00
- Finalizado	0.00	0.00	0.00	0.09	0.05	0.00
PRECIO P. DE HENO DE AVENA. (\$)						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.00	0.34	0.29	0.30	0.19
- Desarrollo	0.00	0.00	0.32	0.27	0.26	0.19
- Finalizado	0.00	0.00	0.34	0.24	0.24	0.19
PRECIO P. DE HENO DE ALFALFA. (\$)						
ENGORDA						
- Iniciación	0.73	0.62	0.00	0.00	0.00	0.29
- Desarrollo	0.55	0.58	0.00	0.00	0.00	0.29
- Finalizado	0.37	0.47	0.00	0.00	0.00	0.29
PRECIO P. DEL RASTROJO DE MAÍZ (\$)						
ENGORDA						
- Iniciación	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
- Desarrollo	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
- Finalizado	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
PRECIO P. DE LA HARINA DE SANGRE (\$)						
ENGORDA						



- Iniciación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45
- Desarrollo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36

- Finalizado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45
PRECIO P. DE LOS MINERALES (\$)						
ENGORDA						
- Iniciación	0.16	0.16	1.44	0.18	0.16	0.16
- Desarrollo	0.16	0.16	1.44	0.32	0.16	0.16
- Finalizado	0.16	0.16	1.44	0.32	0.16	0.16
PRECIO P. DEL ALIMENTO BALANCEADO (\$)						
ENGORDA						
- Iniciación	3.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
- Desarrollo	3.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
- Finalizado	3.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PRECIO FINAL PONDERADO DE LA RACION (\$)						
ENGORDA						
- Iniciación	4.21	3.41	4.18	2.97	2.87	3.39
- Desarrollo	4.24	3.53	4.24	3.11	3.09	3.36
- Finalizado	4.26	3.53	4.07	3.34	3.79	3.38

Matriz 5.5 Auxiliar de Fármacos y Biológicos (Dosis)

TAMAÑO DE U.P	PEQUEÑA	PEQUEÑA	MEDIANA	MEDIANA	GRANDE	GRANDE
NIVEL TECNOLÓGICO	BAJO	MEDIO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO-ALTO
CAPACIDAD INSTALADA (Novillos)	20	17	70	50	500	120
CAPACIDAD USADA (Novillos)***	20	15	55	45	300	100
DOSIS POR ANIMAL						
COMPLEMENTOS A LA DIETA						
- Ionóforos (Monensina)		140		140		97
- Bicarbonato				140	154	97
- Levaduras		140				97
MEDICAMENTOS						
VACUNAS						
- Complejo V. Respiratorio - Diarrea viral b.	1	1	1	1	1	1
- Preventivo de Derriengue						1
BACTERINAS						
- Leptospira inactivada					1	1
- Biológicos contra Clostridium y Pasteurella			1	1	1	1
FARMACEUTICOS						
- Electrolitos						
- Anti-infecciosos orales (12 hrs/3 a 5 días)	4					
- Anti-infecciosos inyectables (L.A. unica)	1	1	1	1	1	1
- Anti-inflamatorios (12hrs/5días)		5	5	5	5	5
- Vitaminas (a. única)		1		1	1	1
DESPARASITANTES						
- Antiparasitarios dist. a ivermectina (2 meses)	2				2	2
- Ectoparasitocidas (única)			1		1	
- Ivermectina (única)		1			1	1
ENDECTABOLICOS Y PROMOTORES DE CRECIMIENTO						
- Chlorhidrato de Zilpaterol (30 ult. días)					30	30
- Zeranol (cada 60 días)		2		2		
- Decanoato de Nandrolona (cada mes)	4.8					
- Acetato de Trembolona y Benzoato de estradiol (2 implantes/2 meses)			2			

Matriz Auxiliar 5.6 Precio de los Farmacéuticos y Biológicos por Presentación.

M PRECIOS DE MEDICAMENTOS ***N\$/ PRESENTACION ***						
COMPLEMENTOS A LA DIETA						
- Ionóforos (Monencina) (1 kg)		850.00		850.00		850.00
- Bicarbonato (1 kg)				7.25	7.25	7.25
- Levaduras (15 kg)		460.00				460.00
MEDICAMENTOS						
VACUNAS						
- Complejo V. Respiratorio - Diarrea viral b. (50 dosis)	1,428.00	1,428.00	1,428.00	1,428.00	1,428.00	1,428.00
- Preventivo de Derriengue (100 ml)						567.00
BACTERINAS						
- Leptospira inactivada (40 dosis)					370.00	370.00
- Biologicos contra Clostridium y Pasteurella (250 ml)			412.00	412.00	412.00	412.00
FARMACEUTICOS						
- Electrolitos (1 kg)	160.00					
- Anti-infecciosos orales (250 ml)	190.00					
- Anti-infecciosos inyectables (250 ml)	1,071.00	1,071.00	1,071.00	1,071.00	1,071.00	1,071.00
- Anti-inflamatorios (250 ml)		684.00	684.00	684.00	684.00	684.00
- Vitaminas (A,D y E) (500 ml)		1,633.00		1,633.00	1,633.00	1,633.00
DESPARASITANTES						
- Antiparasitarios dist. a ivermectina (100 ml)	1,202.00				1,202.00	1,202.00
- Ectoparasiticidas (1 kg)			1,494.00		1,494.00	
- Ivermectina (1 Lt)		2,435.00			2,435.00	2,435.00
ENDECTABOLICOS Y PROMOTORES DE CRECIMIENTO						
- Chlorhidrato de Zilpaterol (5 kg)					26,250.00	26,250.00
- Zeranol (250 ml)		1,636.00		1,636.00		
- Decanoato de Nandrolona (250 ml)	2,669.10					
- Acetato de Trembolona y Benzoato de estradiol (20 dosis)			849.00			

Matriz Auxiliar 5.7 Total de Aplicaciones

TOTAL DE APLICACIONES						
COMPLEMENTOS A LA DIETA						
- Ionoforos (Monencina)		4,174.85		18,711.71		28,809.73
- Bicarbonato				18,711.71	136,600.67	28,809.73
- Levaduras		4,174.85				28,809.73
MEDICAMENTOS						
VACUNAS						
- Complejo V. Respiratorio - Diarrea viral b.	40	30	109	134	887	297
- Preventivo de Derriengue						297
BACTERINAS						
- Leptospira inactivada					887	297
- Biologicos contra Clostridium y Pasteurella			109	134	887	297
FARMACEUTICOS						
- Electrolitos						
- Anti-infecciosos orales	31.7					
- Anti-infecciosos inyectables	12	21	65	80	798	89
- Anti-inflamatorios		104	327	401	3548	297
- Vitaminas		30		134	887	297.01
DESPARASITANTES						
- Antiparasitarios dist. a ivermectina	79				1,774	594
- Ectoparasiticidas			109		887	
- Ivermectina		30			887	297
ENDECTABOLICOS Y PROMOTORES DE CRECIMIENTO						
- Chlorhidrato de Zilpaterol					26,611	8,910
- Zeranol		70		312		
- Decanoato de Nandrolona	191					
- Acetato de Trembolona y Benzoato de estradiol			218			

Matriz Auxiliar 5.8 Total de Dosis/ Presentación

DOSIS/PRESENTACION						
COMPLEMENTOS A LA DIETA						
- Ionoforos (Monencina sodica 20%) (20grs/Ton/100 cbz)		5000		5000		5000
- Bicarbonato (1.5% de la dieta con 9.8 kg de CMS)				6.80	6.80	6.80
- Levaduras (30 grs/dia)		500				500
MEDICAMENTOS						
VACUNAS						
- Complejo V. Respiratorio - Diarrea viral b. (2ml/cbz)	50	50	50	50	50	50
- Preventivo de Derriengue (2ml/cbz)						50
BACTERINAS						
- Leptospira inactivada (40 dosis)					40	40
- Biologicos contra Clostridium y Pasteurella (5 ml/cbz)			50	50	50	50
FARMACEUTICOS (para animales de 400 kg)						
- Electrolitos						
- Anti-infecciosos orales (1 ml/5 kg PV)	3.125					
- Anti-infecciosos inyectables (3 ml/ 40 kgPV)	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33
- Anti-inflamatorios (2ml/45 kgPV)		14.06	14.06	14.06	14.06	14.06
- Vitaminas (5 ml/animal adulto)				100	100	100
DESPARASITANTES						
- Antiparasitarios dist. a ivermectina (2.5 ml/animal)	40				40	40
- Ectoparasiticidas (1gr/dia/animal/permanente)			1000		1000	
- Ivermectina (5 ml/50 kgPV)		625			625	625
ENDECTABOLICOS Y PROMOTORES DE CRECIMIENTO						
- Chlorhidrato de Zilpaterol (1.5 g/ cbz/dia)					3333.33	3333.33
- Zeranol (1 ml/animal)		250		250		
- Decanoato de Nandrolona (6 ml/cbz)	41.67					
- Acetato de Trembolona y Benzoato de estradiol (1 implante/cbz)			20			

Matriz 5.9 Cálculo de los Costos de Recuperación de Capital a Precios Privados para Vehículos y Maquinaria

Vehículos	Costo Inicial (N\$)	Vida útil		Valor de Rescate* (\$)	Tasa de Interés (OP)	Valor Presente de Rescate	Costo Neto (\$)	Factor de Recuperación	Recuperación Anual (\$)	Costo/Hora (\$)
		Años	Horas							
Estacas largo T/M	89,540	5	5,475	17,908	4.84%	14,139	75,401	0.23	17,339	15.83
F-150 austera	75,400	5	5,475	15,080	4.84%	11,906	63,494	0.23	14,601	13.33
F-350 XLT	135,670	5	5,475	27,134	4.84%	21,423	114,247	0.23	26,272	23.99
Tractor 60-69 H.P.	573,416	10	10,000	114,683	4.84%	71,487	501,929	0.13	64,498	64.50
Ensiladora	32,000	7	10,000	6,400	4.84%	4,597	27,403	0.17	4,708	3.30
Revolvedora (trituradora de pienso)	135,000	4	10,000	27,000	4.84%	22,349	112,651	0.28	31,651	12.66

Labor	Implemento Utilizado	Tipo de Tractor	C.F.	Tractor	Implemento	T-I 1/	Avance Hrs/Ha	Consumo Combustible*/ Lt/CORRALES
Ensilaje (un surco)	Ensiladora	Tractor 60-69 H.P.	110	64.50	3.30	81.35	5.33	87.95

Labor	Implemento Utilizado	Tipo de Tractor	C.F.	Tractor	Implemento	T-I 1/	Avance Hrs en corrales	Consumo Combustible*/ Lt/ en corrales
Mezclar alimento	Revolvedora	Tractor 60-69 H.P.	110	64.50	12.66	92.59	0.30	4.95

Matriz 5.10 de Cálculo para Gasto Eléctrico de Molinos de Barra

Modelo	Motor (h.p)	Cámara de molienda	Numero de martillos	tolva de carga "C" (mm)	Producción (Kg/hr)
MMV06	3	150(6") x 250	16	300	50
MMV10	7.5	250 (10") x 400	24	500	300
MMV16	10	400 (16") x 600	32	800	500

Matriz 5.11 Cálculo para el Consumo de Electricidad (Kwh) de los equipos de molienda de forraje para la elaboración de piensos para Ganado Bovino.

TAMAÑO DE U.P	PEQUEÑA	PEQUEÑA	MEDIANA	MEDIANA	GRANDE	GRANDE
NIVEL TECNOLÓGICO	BAJO	MEDIO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO-ALTO
Total de Forraje usado en alimentación (kg)	9,109	9,981	36,420	55,903	414,915	70,427
Motor Eléctrico (HP)	3	3	7.5	7.5	10	10
Producción promedio (kg/hr)	50	50	300	300	500	500
Hrs/Total de kg 1/	182.170387	199.618011	121.400484	186.342158	829.829591	140.853977
KW por Motor 3/	2.238	2.238	5.595	5.595	7.46	7.46
KWH/Total de kg Actual 4/	407.7	446.7	679.2	1,042.6	6,190.5	1,050.8

Matriz 5.12 Cálculo de los Costos de Recuperación de Capital a Precios Privados para Construcciones.

Tamaño de la Unidad de Prod.	PEQUEÑA	PEQUEÑA	MEDIANA	MEDIANA	GRANDE	GRANDE
Nivel Tecnológico	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio-Alto
Capacidad instalada	20	17	70	50	500	120
Capacidad usada (novillos por año)	40	30	109	134	887	297
Costo inicial	12,433	14,091	266,154	154,642	584,047	251,176
Vida útil (años)	20	20	20	20	20	20
Valor de rescate	2,487	2,818	53,231	30,928	116,809	50,235
Tasa de interés	3.25%	3.25%	3.25%	3.25%	3.25%	3.25%
Valor de rescate actualizado	1,312	1,487	28,078	16,314	61,614	26,498
Costo neto	11,122	12,604	238,076	138,328	522,434	224,678
Factor de Recuperación de capital	0.0688	0.0688	0.0688	0.0688	0.0688	0.0688
Recuperación anual	765	867	16,375	9,514	35,932	15,453

Fuente: Programa de Economía, ISEI-CP. Elaborado con datos de U.P Bovinos de Carne y del Banco de México, 2015.

Tasa de interés nominal en noviembre de 2015, Banco de México

Matriz 5.13 Cálculo de los Costos de Recuperación de Capital a Precios Privados para maquinaria y equipo

Tamaño de la U.P.	PEQUEÑA	PEQUEÑA	MEDIANA	MEDIANA	GRANDE	GRANDE
Nivel Tecnológico	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio-Alto
Capacidad instalada	20	17	70	50	500	120
Capacidad usada (novillos)	40	30	109	134	887	297
Costo inicial	4,144	4,697	170,339	98,971	327,067	234,431
Vida útil (años)	20	20	20	20	20	20
Valor de rescate	829	939	34,068	19,794	65,413	46,886
Tasa de interés	3.25%	3.25%	3.25%	3.25%	3.25%	3.25%
Valor de rescate actualizado	437	496	17,970	10,441	34,504	24,731
Costo neto	3,707	4,201	152,369	88,530	292,563	209,700
Factor de Recuperación de capital	0.0688	0.0688	0.0688	0.0688	0.0688	0.0688
Recuperación anual	255	289	10,480	6,089	20,122	14,423

Fuente: Programa de Economía, ISEI-CP. Elaborado con datos de U.P Bovinos de Carne y del Banco de México, 2015.

Tasa de interés nominal en noviembre de 2015, Banco de México.

Matriz 5.14 Cálculo de los Costos de Recuperación de Capital a Precios Privados para Instalaciones

Tamaño de la U.P:	PEQUEÑA	PEQUEÑA	MEDIANA	MEDIANA	GRANDE	GRANDE
Nivel Tecnológico	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio-Alto
Capacidad instalada	20	17	70	50	500	120
Capacidad usada (novillos)	40	30	109	134	887	297
Costo inicial	2,487	2,818	47,908	27,836	105,129	75,353
Vida útil (años)	20	20	20	20	20	20
Valor de rescate	497	564	9,582	5,567	21,026	15,071
Tasa de interés	3.25%	3.25%	3.25%	3.25%	3.25%	3.25%
Valor de rescate actualizado	262	297	5,054	2,936	11,090	7,949
Costo neto	2,224	2,521	42,854	24,899	94,038	67,403
Factor de Recuperación de capital	0.0688	0.0688	0.0688	0.0688	0.0688	0.0688
Recuperación anual	153	173	2,947	1,713	6,468	4,636

Fuente: Programa de Economía, ISEI-CP. Elaborado con datos de U.P Bovinos de Carne y del Banco de México, 2015.

Tasa de interés nominal en noviembre de 2015, Banco de México.

Matriz-Resumen de los Costos de Recuperación de Capital a Precios Privados para el Total de Construcciones e Instalaciones.

Tamaño de la unidad de p.	PEQUEÑA	PEQUEÑA	MEDIANA	MEDIANA	GRANDE	GRANDE
Nivel Tecnológico	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio-Alto
Capacidad instalada	20	17	70	50	500	120
Capacidad usada (novillos)	40	30	109	134	887	297
Construcciones	1,274.88	866.92	16,374.63	9,514.04	35,932.41	15,453.11
Maquinaria y equipo	254.98	288.97	10,479.76	6,088.99	20,122.15	14,422.91
Instalaciones	152.99	173.38	2,947.43	1,712.53	6,467.83	4,635.93
Total	1,784.83	1,329.28	29,801.82	17,315.56	62,522.39	34,511.95

Matriz - Resumen del Presupuesto Privado por Unidad de Producción

TAMAÑO DE U.P	PEQUEÑA	PEQUEÑA	MEDIANA	MEDIANA	GRANDE	GRANDE
NIVEL TECNOLÓGICO	BAJO	MEDIO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO-ALTO
A) INSUMOS COMERCIALES	301,331	170,735	794,905	752,906	5,763,763	1,466,613
ALIMENTACION ENGORDA	281,805	156,601	730,821	634,363	4,960,054	1,188,901
COMPLEMENTOS A LA DIETA	0	4,551	0	23,123	145,582	62,107
MEDICAMENTOS	1,131	852	4,008	4,919	40,847	17,045
FARMACEUTICOS	3,453	7,759	24,289	31,992	289,663	30,748
DESPARASITANTES	2,380	116	163	0	58,091	19,007
ENDECTABOLICOS Y PROM. DE CREC.	12,261	455	9,246	2,041	209,558	70,168
COMBUSTIBLES	0	0	24,879	50,969	50,969	74,637
MATERIALES DIVERSOS	300	400	1,500	5,500	9,000	4,000
B) FACTORES INTERNOS	30,763	20,834	50,859	78,547	219,239	230,643
PERSONAL PROFESIONAL	0	10,200	9,800	37,200	120,000	138,000
PERSONAL OPERARIO	30,240	10,080	40,320	40,320	94,080	91,560
CREDITOS	0	0	0	0	0	0
USO DE AGUA	200	200	200	200	250	250
ELECTRICIDAD	323	354	539	827	4,909	833
C) INSUMOS INDIRECTAMENTE COMERCIALES	633,469	444,884	1,727,955	1,956,558	12,688,501	5,065,437
COMPRA DE NOVILLOS	614,460	426,346	1,685,530	1,921,903	12,608,640	4,990,920
VEHICULOS	17,339	17,339	17,339	17,339	17,339	43,610
INSTALACIONES, MAQUINARIA Y EQUIPOS	1,670	1,199	25,086	17,316	62,522	30,906
D) GASTOS DIVERSOS	648	466	2,235	2,298	14,137	6,088
COSTO TOTAL	966,211	636,918	2,575,953	2,790,309	18,673,094	6,755,144
INGRESO TOTAL	986,252	706,034	2,700,135	3,049,474	20,980,799	7,605,554
GANANCIA NETA	20,040	59,035	124,182	259,165	2,307,705	850,410



ANEXO 5. MINIMIZACIÓN DE COSTOS CON MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL y ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS INSUMOS ALIMENTICIOS

Modelo Primal de Iniciación

CASO (INICIACIÓN PARA GANADO DE 350 kg)

Precio resultado por Kg = \$2.71

	Maíz	Sorgo	Pollinaza	Heno de Avena	Heno de Alfalfa	Pasta de Soya	Rastrojo de Maíz	Harina de Sangre	Pan	Urea	Minerales		
% del Concentrado	49.08	15.38	11.54			4.62		1.54	15.38	0.92	1.54		
% del Total	31.90	10.00	7.50	20.00	5.00	3.00	10.00	1.00	10.00	0.60	1.00		
FUNCIÓN OBJETIVO	2.843965366	0.8915	0.668625	1.783	0.44575	0.26745	0.8915	0.08915	0.8915	0.05340963	0.08915		
Costo(\$/kg)	3.5	3.4	0.7	1.6	3.65	6.54	1	9	1.2	0.325	20		
RESTRICCIONES													RHS
Min. ENG + ENm (Mcal)	0.154322	0.131037	0.065362	0.089176	0.06892	0.133487	0.045914	0.089793	0.141594	0	0	≥	1
Min. PM (g)	0.098	0.126	0.245	0.095	0.186	0.518	0.066	0.938	0.107	0.286	0	≥	0.845
Min. Calcio (grs)	0	0.0004	0.0316	0.0024	0.0141	0.0029	0.0057	0.0036	0.0014	0	0.2	≥	0.047
Min. Fosforo (grs)	0	0.0018	0.0178	0.0022	0.0024	0.0068	0.001	0.0082	0.0026	0	0.08	≥	0.024
Consumo MS (Kg).	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	=	8.915
Min. Conc. (Kg)	0.35	0.35	0.35	-0.65	-0.65	0.35	-0.65	0.35	0.35	0.35	0.35	=	0.0
Forraje (kg)	-0.35	-0.35	-0.35	0.65	0.65	-0.35	0.65	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	=	0.0
Min. Pollinaza (kg)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	≥	0.08915
Min. Urea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	≥	0.008915
Min. Harina de Sangre	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	≥	0.08915
Min. Pasta de Soya	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	≥	0.26745
Min. PAN	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	≥	0.8915
Min. Heno de Alfalfa	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	≥	0.44575
Min. Maíz	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≥	0.8915
Min. Sorgo	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≥	0.8915
Min. De Heno de Avena	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	≥	0.8915
Min. Rastrojo	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	≥	0.8915
Min. Minerales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	≥	0.08915
Max. Pollinaza (kg)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	≤	0.668625
Max. Urea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	≤	0.07132
Max. Harina de Sangre	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	≤	0.133725
Max. Pasta de Soya	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	≤	0.5349
Max. PAN	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	≤	0.8915
Max. Heno de Alfalfa	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	≤	0.8915
Max. Maíz	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤	4.4575
Max. Sorgo	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤	2.6745



Max. De Heno de Avena	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	≤	1.783
Max. Rastrojo	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	≤	1.783
Max. Minerales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	≤	0.133725
No negatividad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	≥	1

Costos (\$/Kg)	9.9539	3.0311	0.4680	2.8528	1.6270	1.7491	0.8915	0.8024	1.0698	0.0174	1.7830	24.24593491		
Min. ENg + ENm (Mcal)	0.4389	0.1168	0.0437	0.1590	0.0307	0.0357	0.0409	0.0080	0.1262	0.0000	0.0000	1	≥	1
Min. PM (g)	0.2787	0.1123	0.1638	0.1694	0.0829	0.1385	0.0588	0.0836	0.0954	0.0153	0.0000	1.198812	≥	0.845
Min. Calcio (grs)	0.0000	0.0004	0.0211	0.0043	0.0063	0.0008	0.0051	0.0003	0.0012	0.0000	0.0178	0.057306	≥	0.047
Min. Fosforo (grs)	0.0000	0.0016	0.0119	0.0039	0.0011	0.0018	0.0009	0.0007	0.0023	0.0000	0.0071	0.031390	≥	0.024
Consumo MS (Kg).	2.8440	0.8915	0.6686	1.7830	0.4458	0.2675	0.8915	0.0892	0.8915	0.0534	0.0892	8.915	=	8.915
Min. Conc. (Kg)	0.9954	0.3120	0.2340	-1.1590	-0.2897	0.0936	-0.5795	0.0312	0.3120	0.0187	0.0312	0.000	=	0.0
Forraje (kg)	-0.9954	-0.3120	-0.2340	1.1590	0.2897	-0.0936	0.5795	-0.0312	-0.3120	-0.0187	-0.0312	2.220E-16	=	0.0
Min. Pollinaza (kg)	0	0	0.668625	0	0	0	0	0	0	0	0	6.686E-01	≥	0.08915
Min. Urea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05340963	0	5.341E-02	≥	0.008915
Min. Harina de Sangre	0	0	0	0	0	0	0	0.08915	0	0	0	0.08915	≥	0.08915
Min. Pasta de Soya	0	0	0	0	0	0.26745	0	0	0	0	0	0.26745	≥	0.26745
Min. PAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8915	0	0	0.8915	≥	0.8915
Min. Heno de Alfalfa	0	0	0	0	0.44575	0	0	0	0	0	0	0.44575	≥	0.44575
Min. Maíz	2.84397	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.843965	≥	0.8915
Min. Sorgo	0	0.8915	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8915	≥	0.8915
Min. De Heno de Avena	0	0	0	1.783	0	0	0	0	0	0	0	1.783	≥	0.8915
Min. Rastrojo	0	0	0	0	0	0	0.8915	0	0	0	0	0.8915	≥	0.8915
Min. Minerales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08915	0.08915	≥	0.08915
Max. Pollinaza (kg)	0	0	0.668625	0	0	0	0	0	0	0	0	0.668625	≤	0.668625
Max. Urea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.053410	0	0.053410	≤	0.07132
Max. Harina de Sangre	0	0	0	0	0	0	0	0.08915	0	0	0	0.08915	≤	0.133725
Max. Pasta de Soya	0	0	0	0	0	0.26745	0	0	0	0	0	0.26745	≤	0.5349
Max. PAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8915	0	0	0.8915	≤	0.8915
Max. Heno de Alfalfa	0	0	0	0	0.44575	0	0	0	0	0	0	0.44575	≤	0.8915
Max. Maíz	2.84397	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.843965	≤	4.4575
Max. Sorgo	0	0.8915	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8915	≤	2.6745
Max. De Heno de Avena	0	0	0	1.783	0	0	0	0	0	0	0	1.783	≤	1.783
Max. Rastrojo	0	0	0	0	0	0	0.8915	0	0	0	0	0.8915	≤	1.783
Max. Minerales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08915	0.08915	0.08915	≤	0.133725



Modelo Dual para Iniciación

CASO (INICIACIÓN PARA GANADO DE 380 KG)

Precio resultado por Kg = \$2.79

	Min. ENg (Mcal)	Min. PM (g)	Min. Calcio (grs)	Min. Fosforo (grs)	CMS (Kg)	Min. Concen. (Kg)	Forraje (kg)	Min. Poll (kg)	Min. Urea	Min. Harina de Sangre	Min. Pasta de Soya	Min. PAN	Min. Heno de Alfalfa	Min. Maiz	Min. Sorgo	Min. De Heno de Avena	Min. Rastr	Min. Min	Max. Poll (kg)	Max. Urea	
FUNCIÓN OBJETIVO	9.20	1.46	0	0	0	0	0.740	0	0	7.064	4.815	0	2.263	2.196	2.269	0.160	0	20.26	0	0.167	
Precio Neto(\$/kg)	1	1.19	0.05	0.031	8.91	0.000	2.22	0.668	0.053	0.089	0.267	0.891	0.4458	2.844	0.891	1.783	0.891	0.089	0.669	0.053	
RESTRIC.																					
Maíz	0.15	0.10	0	0	1	0.35	-0.35	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	≤ 3.5
Sorgo	0.13	0.13	0.00	0.00	1	0.35	-0.35	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	≤ 3.4
Pollinaza	0.07	0.25	0.03	0.02	1	0.35	-0.35	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	≤ 0.7
Heno de Avena	0.09	0.10	0.00	0.00	1	-0.65	0.65	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	≤ 1.6
Heno de Alfalfa	0.07	0.19	0.01	0.00	1	-0.65	0.65	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	≤ 3.65
Pasta de Soya	0.13	0.52	0.00	0.01	1	0.35	-0.35	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤ 6.54
Rastrojo de Maíz	0.05	0.07	0.01	0.00	1	-0.65	0.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	≤ 1
Harina de sangre	0.09	0.94	0.00	0.01	1	0.35	-0.35	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤ 9
Pan	0.14	0.11	0.00	0.00	1	0.35	-0.35	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	≤ 1.2
Urea	0	0.29	0	0	1	0.35	-0.35	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	≤ 0.325
Minerales	0	0	0.2	0.08	1	0.35	-0.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	≤ 20



PRECIO NETO	9.20	1.75	0	0	0	0	1.6E-	0	0	0.63	1.29	0	1.01	6.25	2.02	0.28	0	1.81	0	0.009	24.24					
Maíz	1.42	0.14	0	0	0	0	-2.6E-	0	0	0	0	0	0	2.20	0	0	0	0	0	0	0	3.5	≤	3.5		
Sorgo	1.21	0.18	0	0	0	0	-2.6E-	0	0	0	0	0	0	0	2.27	0	0	0	0	0	0	3.4	≤	3.4		
Pollinaza	0.60	0.36	0	0	0	0	-2.6E-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7	≤	0.7		
Heno de Avena	0.82	0.14	0	0	0	0	4.8E-	0	0	0	0	0	0	0	0	0.16	0	0	0	0	0	1.6	≤	1.6		
Heno de Alfalfa	0.63	0.27	0	0	0	0	4.8E-	0	0	0	0	0	2.26	0	0	0	0	0	0	0	0	3.65	≤	3.65		
Pasta de Soya	1.23	0.76	0	0	0	0	-2.6E-	0	0	0	4.81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.54	≤	6.54		
Rastrojo de Maíz	0.42	0.10	0	0	0	0	4.8E-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	≤	1		
Harina de sangre	0.83	1.37	0	0	0	0	-2.6E-	0	0	7.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	≤	9		
Pan	1.30	0.16	0	0	0	0	-2.6E-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	≤	1.2		
Urea	0	0.42	0	0	0	0	-2.6E-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.17	0.32	≤	0.325		
Minerales	0	0	0	0	0	0	-2.6E-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.26	0	0	20	≤	20

Análisis de Sensibilidad del Modelo Dual para la Dieta de Iniciación

Nombre	Final Valor	Precio Sombra	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
Maíz ≤	3.5	2.843965366	3.5	1E+30	2.196020558
Sorgo ≤	3.4	0.8915	3.4	1E+30	2.269404544
Pollinaza ≤	0.7	0.668625	0.7	0.112773541	0.296830518
Heno de Avena ≤	1.6	1.783	1.6	1E+30	0.159585832
Heno de Alfalfa ≤	3.65	0.44575	3.65	1E+30	2.263129269
Pasta de Soya ≤	6.54	0.26745	6.54	1E+30	4.814609539
Rastrojo de Maíz ≤	1	0.8915	1	0.141193934	0.587507169
Harina de sangre ≤	9	0.08915	9	1E+30	7.063537707
Pan ≤	1.2	0.8915	1.2	0.548015548	0.255715088
Urea ≤	0.325	0.053409634	0.325	1.02205E+16	0.166581649
Minerales ≤	20	0.08915	20	1E+30	20.25909138



CASO (DESARROLLO PARA GANADO DE 420 kg)

Precio resultado por Kg = \$2.82

Modelo Primal de Desarrollo

	Maíz	Sorgo	Pollinaza	Heno de Avena	Heno de Alfalfa	Pasta de Soya	Rastrojo de Maíz	Harina de Sangre	Pan	Urea	Minerales		
% del Concentrado	20.56	21.74	13.04			3.26		1.09	39.12	0.11	1.09		
% del Total	14.39	15.21	9.13	7.61	0.76	2.28	21.63	0.76	27.39	0.08	0.76		
FUNCIÓN	1.85200795												
OBJETIVO	2	1.958	1.1748	0.979	0.0979	0.2937	2.783884837	0.0979	3.5244	0.00979	0.0979		
Costo(\$/kg)	3.5	3.4	0.7	1.6	3.65	6.54	1	9	1.2	0.325	20		
RESTRICCIONES													RHS
Min. ENg + ENm (Mcal)	0.114347	0.094081	0.063627	0.042659	0.048942	0.095874	0.032243	0.064103	0.101725	0	0	≥	1
Min. PM (g)	0.098	0.126	0.245	0.095	0.186	0.518	0.066	0.938	0.107	0.286	0	≥	0.845
Min. Calcio (grs)	0	0.0004	0.0316	0.0024	0.0141	0.0029	0.0057	0.0036	0.0014	0	0.2	≥	0.047
Min. Fosforo (grs)	0	0.0018	0.0178	0.0022	0.0024	0.0068	0.001	0.0082	0.0026	0	0.08	≥	0.024
Consumo MS (Kg).	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	=	8.915
Min. Conc. (Kg)	0.3	0.3	0.3	-0.7	-0.7	0.3	-0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	=	0.0
Forraje (kg)	-0.3	-0.3	-0.3	0.7	0.7	-0.3	0.7	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	=	0.0
Min. Pollinaza (kg)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	≥	0.08915
Min. Urea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	≥	0.008915
Min. Harina de Sangre	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	≥	0.08915
Min. Pasta de Soya	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	≥	0.26745
Min. PAN	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	≥	0.8915
Min. Heno de Alfalfa	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	≥	0.44575
Min. Maíz	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≥	0.8915
Min. Sorgo	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≥	0.8915
Min. De Heno de Avena	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	≥	0.8915
Min. Rastrojo	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	≥	0.8915



Min. Minerales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	≥	0.08915
Max. Pollinaza (kg)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤	0.668625
Max. Urea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	≤	0.07132
Max. Harina de Sangre	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	≤	0.133725
Max. Pasta de Soya	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	≤	0.5349
Max. PAN	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	≤	0.8915
Max. Heno de Alfalfa	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	≤	0.8915
Max. Maíz	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤	4.4575
Max. Sorgo	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤	2.6745
Max. De Heno de Avena	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	≤	1.783
Max. Rastrojo	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	≤	1.783
Max. Minerales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	≤	0.133725
No negatividad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	≥	1

Costos (\$/Kg)	6.48203	6.65720	0.82236	1.56640	0.35734	1.92080	2.78388	0.88110	4.22928	0.00318	1.95800	27.6		
Min. ENG + ENm (Mcal)	0.21177	0.18421	0.07475	0.04176	0.00479	0.02816	0.08976	0.00628	0.35852	0.00000	0.00000	1	≥	1
Min. PM (g)	0.18150	0.24671	0.28783	0.09301	0.01821	0.15214	0.18374	0.09183	0.37711	0.00280	0.00000	1.63	≥	0.845
Min. Calcio (grs)	0.00000	0.00078	0.03712	0.00235	0.00138	0.00085	0.01587	0.00035	0.00493	0.00000	0.01958	0.08	≥	0.047
Min. Fosforo (grs)	0.00000	0.00352	0.02091	0.00215	0.00023	0.00200	0.00278	0.00080	0.00916	0.00000	0.00783	0.04	≥	0.024
Consumo MS (Kg).	1.85201	1.95800	1.17480	0.97900	0.09790	0.29370	2.78388	0.09790	3.52440	0.00979	0.09790	12.2	=	8.915
Min. Conc. (Kg)	0.55560	0.58740	0.35244	-0.68530	-0.06853	0.08811	-1.94872	0.02937	1.05732	0.00294	0.02937	1.28	=	0.0
Forraje (kg)	-0.55560	-0.58740	-0.35244	0.68530	-0.06853	-0.08811	1.94872	-0.02937	-1.05732	-0.00294	-0.02937	-1.28	=	0.0
Min. Pollinaza (kg)	0	0	1.1748	0	0	0	0	0	0	0	0	1.17	≥	0.08915
Min. Urea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00979	0	0.00	≥	0.008915
Min. Harina de Sangre	0	0	0	0	0	0	0	0.0979	0	0	0	0.09	≥	0.08915
Min. Pasta de Soya	0	0	0	0	0	0.2937	0	0	0	0	0	0.29	≥	0.26745
Min. PAN	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5244	0	0	3.52	≥	0.8915
Min. Heno de Alfalfa	0	0	0	0	0.0979	0	0	0	0	0	0	0.09	≥	0.44575



Min. Maíz	1.85201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.85	≥	0.8915
Min. Sorgo	0	1.958	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.95	≥	0.8915
Min. De Heno de Avena	0	0	0	0.979	0	0	0	0	0	0	0	0	0.97	≥	0.8915
Min. Rastrojo	0	0	0	0	0	0	2.783885	0	0	0	0	0	2.78	≥	0.8915
Min. Minerales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0979	0.09	0.09	≥	0.08915
Max. Pollinaza (kg)	0	0	1.1748	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.17	≤	0.668625
Max. Urea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00979	0	0.00	0.00	≤	0.07132
Max. Harina de Sangre	0	0	0	0	0	0	0	0.0979	0	0	0	0	0.09	≤	0.133725
Max. Pasta de Soya	0	0	0	0	0	0.2937	0	0	0	0	0	0	0.29	≤	0.5349
Max. PAN	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5244	0	0	0	3.52	≤	0.8915
Max. Heno de Alfalfa	0	0	0	0	0.0979	0	0	0	0	0	0	0	0.09	≤	0.8915
Max. Maíz	1.852008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.85	≤	4.4575
Max. Sorgo	0	1.958	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.95	≤	2.6745
Max. De Heno de Avena	0	0	0	0.979	0	0	0	0	0	0	0	0	0.97	≤	1.783
Max. Rastrojo	0	0	0	0	0	0	2.78388	0	0	0	0	0	2.78	≤	1.783
Max. Minerales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0979	0.09	0.09	≤	0.133725



Modelo Dual para Desarrollo

CASO (DESARROLLO PARA GANADO DE 420 KG)

Precio resultado por Kg = \$2.82

	Min. ENg (Mcal)	Min. PM (g)	Min. Calcio (grs)	Min. Fosforo (grs)	CMS (Kg)	Min. Concen. (Kg)	Forraje (kg)	Min. Poll (kg)	Min. Urea	Min. Harina de Sangre	Min. Pasta de Soya	Min. PAN	Min. Heno de Alfalfa	Min. Maiz	Min. Sorgo	Min. De Heno de Avena	Min. Rastr	Min. Min	Max. Poll (kg)	Max. Urea	
FUNCIÓN OBJETIVO	0	0	0	0	0.53	0	0.675	0.38	0	8.68	6.22	0.88	0	3.18	3.08	0.6	0	0	0	0	
Precio Neto(\$/kg)	1	1.63	0.08	0.05	12.8	1E-16	-1E-1	1.17	0.01	0.10	0.29	3.52	0.10	1.85	1.96	0.98	2.78	0.10	1.17	0.01	
RESTRIC.																					
Maíz	0.11	0.10	0	0	1	0.3	-0.3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	≤ 3.5
Sorgo	0.09	0.13	0.00	0.00	1	0.3	-0.3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	≤ 3.4
Pollinaza	0.06	0.25	0.03	0.02	1	0.3	-0.3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	≤ 0.7
Heno de Avena	0.04	0.10	0.00	0.00	1	-0.7	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	≤ 1.6
Heno de Alfalfa	0.05	0.19	0.01	0.00	1	-0.7	0.7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	≤ 3.65
Pasta de Soya	0.10	0.52	0.00	0.01	1	0.3	-0.3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤ 6.54
Rastrojo de Maíz	0.03	0.07	0.01	0.00	1	-0.7	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	≤ 1
Harina de sangre	0.06	0.94	0.00	0.01	1	0.3	-0.3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤ 9
Pan	0.10	0.11	0.00	0.00	1	0.3	-0.3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	≤ 1.2
Urea	0	0.29	0	0	1	0.3	-0.3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	≤ 0.325
Minerales	0	0	0.2	0.08	1	0.3	-0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	≤ 20



PRECIO NETO	0	0	0	0	6.79	0	-9E-17	0.44	0	0.85	1.83	3.08	0	5.88	6.02	0.5874	0	0	0	0	27.66			
Maíz	0	0	0	0	0.53	0	-0.20	0	0	0	0	0	0	3.18	0	0	0	0	0	0	0	3.5	≤	3.5
Sorgo	0	0	0	0	0.53	0	-0.20	0	0	0	0	0	0	0	3.075	0	0	0	0	0	0	3.4	≤	3.4
Pollinaza	0	0	0	0	0.53	0	-0.20	0.38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7	≤	0.7
Heno de Avena	0	0	0	0	0.53	0	0.47	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	0	1.6	≤	1.6
Heno de Alfalfa	0	0	0	0	0.53	0	0.47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.65	≤	3.65
Pasta de Soya	0	0	0	0	0.53	0	-0.20	0	0	0	6.22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.54	≤	6.54
Rastrojo de Maíz	0	0	0	0	0.53	0	0.47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	≤	1
Harina de sangre	0	0	0	0	0.53	0	-0.20	0	0	8.68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	≤	9
Pan	0	0	0	0	0.53	0	-0.20	0	0	0	0	0.875	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	≤	1.2
Urea	0	0	0	0	0.53	0	-0.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.32	≤	0.325
Minerales	0	0	0	0	0.53	0	-0.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	≤	20

Análisis de Sensibilidad del Modelo Dual para la Dieta de Desarrollo

Nombre	Final Valor	Precio Sombra	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
Maíz ≤	3.5	1.852007952	3.5	1E+30	3.175
Sorgo ≤	3.4	1.958	3.4	1E+30	3.075
Pollinaza ≤	0.7	1.1748	0.7	1E+30	0.375
Heno de Avena ≤	1.6	0.979	1.6	1E+30	0.6
Heno de Alfalfa ≤	3.65	0.0979	3.65	1E+30	2.65
Pasta de Soya ≤	6.54	0.2937	6.54	1E+30	6.215
Rastrojo de Maíz ≤	1	2.783884837	1	0.6	0.675
Harina de sangre ≤	9	0.0979	9	1E+30	8.675
Pan ≤	1.2	3.5244	1.2	1E+30	0.875
Urea ≤	0.325	0.00979	0.325	0.375	0.753571429
Minerales ≤	20	0.0979	20	1E+30	19.675



Modelo Primal de Finalización

CASO (FINALIZACIÓN PARA GANADO DE 480 kg)

Precio resultado por Kg = \$2.77

	Maíz	Sorgo	Pollinaza	Heno de Avena	Heno de Alfalfa	Pasta de Soya	Rastrojo de Maíz	Harina de Sangre	Pan	Urea	Minerales		
% del Concentrado	22.27	20.70	14.49			3.11		1.04	37.26	0.10	1.04		
% del Total	17.81	16.56	11.59	8.28	0.83	2.48	10.89	0.83	29.81	0.08	0.83		
FUNCIÓN OBJETIVO	2.26752843	2.108	1.4756	1.054	0.1054	0.3162	1.386367099	0.1054	3.7944	0.01054	0.1054		
Costo(\$/kg)	3.5	3.4	0.7	1.6	3.65	6.54	1	9	1.2	0.325	20		
RESTRICCIONES													RHS
Min. ENg + ENm (Mcal)	0.104658	0.088659	0.059821	0.039983	0.045933	0.090361	0.030137	0.060281	0.095886	0	0	≥	1
Min. PM (g)	0.098	0.126	0.245	0.095	0.186	0.518	0.066	0.938	0.107	0.286	0	≥	0.822
Min. Calcio (grs)	0	0.0004	0.0316	0.0024	0.0141	0.0029	0.0057	0.0036	0.0014	0	0.2	≥	0.046
Min. Fosforo (grs)	0	0.0018	0.0178	0.0022	0.0024	0.0068	0.001	0.0082	0.0026	0	0.08	≥	0.024
Consumo MS (Kg).	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	=	10.54
Min. Conc. (Kg)	0.2	0.2	0.2	-0.8	-0.8	0.2	-0.8	0.2	0.2	0.2	0.2	=	0
Forraje (kg)	-0.2	-0.2	-0.2	0.8	0.8	-0.2	0.8	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	=	0
Min. Pollinaza (kg)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	≥	1.2648
Min. Urea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	≥	0.01054
Min. Harina de Sangre	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	≥	0.1054
Min. Pasta de Soya	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	≥	0.3162
Min. PAN	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	≥	2.108
Min. Heno de Alfalfa	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	≥	0.1054
Min. Maíz	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≥	0.527
Min. Sorgo	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≥	2.108
Min. De Heno de Avena	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	≥	1.054
Min. Rastrojo	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	≥	1.054
Min. Minerales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	≥	0.1054
Max. Pollinaza (kg)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	≤	1.4756
Max. Urea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	≤	0.08432
Max. Harina de Sangre	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	≤	0.1581
Max. Pasta de Soya	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	≤	0.7378
Max. PAN	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	≤	3.7944
Max. Heno de Alfalfa	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	≤	1.054
Max. Maíz	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤	5.27
Max. Sorgo	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤	5.27
Max. De Heno de Avena	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	≤	1.2648



Max. Rastrojo	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	≤	4.216
Max. Minerales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	≤	0.1581
No negatividad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	≥	1

Costos (\$/Kg)	7.93635	7.16720	1.03292	1.68640	0.38471	2.06795	1.38637	0.94860	4.55328	0.00343	2.10800	29.27520		
Min. ENg + ENm (Mcal)	0.23731	0.18689	0.08827	0.04214	0.00484	0.02857	0.04178	0.00635	0.36383	0.00000	0.00000	1.00000	≥	1
Min. PM (g)	0.22222	0.26561	0.36152	0.10013	0.01960	0.16379	0.09150	0.09887	0.40600	0.00301	0.00000	1.73225	≥	0.822
Min. Calcio (grs)	0.00000	0.00084	0.04663	0.00253	0.00149	0.00092	0.00790	0.00038	0.00531	0.00000	0.02108	0.08708	≥	0.046
Min. Fosforo (grs)	0.00000	0.00379	0.02627	0.00232	0.00025	0.00215	0.00139	0.00086	0.00987	0.00000	0.00843	0.05533	≥	0.024
Consumo MS (Kg).	2.26753	2.10800	1.47560	1.05400	0.10540	0.31620	1.38637	0.10540	3.79440	0.01054	0.10540	12.72884	=	10.54
Min. Conc. (Kg)	0.45351	0.42160	0.29512	-0.84320	-0.08432	0.06324	-1.10909	0.02108	0.75888	0.00211	0.02108	0.00000	=	0
Forraje (kg)	-0.45351	-0.42160	-0.29512	0.84320	0.08432	-0.06324	1.10909	-0.02108	-0.75888	-0.00211	-0.02108	0.00000	=	0
Min. Pollinaza (kg)	0	0	1.4756	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4756	≥	1.2648
Min. Urea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01054	0	0.01054	≥	0.01054
Min. Harina de Sangre	0	0	0	0	0	0	0	0.1054	0	0	0	0.1054	≥	0.1054
Min. Pasta de Soya	0	0	0	0	0	0.3162	0	0	0	0	0	0.3162	≥	0.3162
Min. PAN	0	0	0	0	0	0	0	0	3.7944	0	0	3.7944	≥	2.108
Min. Heno de Alfalfa	0	0	0	0	0.1054	0	0	0	0	0	0	0.1054	≥	0.1054
Min. Maiz	2.26753	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.2675	≥	0.527
Min. Sorgo	0	2.108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.108	≥	2.108
Min. De Heno de Avena	0	0	0	1.054	0	0	0	0	0	0	0	1.054	≥	1.054
Min. Rastrojo	0	0	0	0	0	0	1.38637	0	0	0	0	1.38637	≥	1.054
Min. Minerales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1054	0.1054	≥	0.1054
Max. Pollinaza (kg)	0	0	1.4756	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4756	≤	1.4756
Max. Urea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01054	0	0.01054	≤	0.08432
Max. Harina de Sangre	0	0	0	0	0	0	0	0.1054	0	0	0	0.1054	≤	0.1581
Max. Pasta de Soya	0	0	0	0	0	0.3162	0	0	0	0	0	0.3162	≤	0.7378
Max. PAN	0	0	0	0	0	0	0	0	3.7944	0	0	3.7944	≤	3.7944
Max. Heno de Alfalfa	0	0	0	0	0.1054	0	0	0	0	0	0	0.1054	≤	1.054
Max. Maiz	2.26753	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.26753	≤	5.27
Max. Sorgo	0	2.108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.108	≤	5.27
Max. De Heno de Avena	0	0	0	1.054	0	0	0	0	0	0	0	1.054	≤	1.2648
Max. Rastrojo	0	0	0	0	0	0	1.38637	0	0	0	0	1.38637	≤	4.216
Max. Minerales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1054	0.1054	≤	0.1581



Modelo Dual para Finalización

CASO (FINALIZACIÓN PARA GANADO DE 420 KG)

Precio resultado por Kg = \$2.77

	Min. ENg (Mcal)	Min. PM (g)	Min. Calcio (grs)	Min. Fosforo (grs)	CMS (Kg)	Min. Concen. (Kg)	Forraje (kg)	Min. Poll (kg)	Min. Urea	Min. Harina de Sangre	Min. Pasta de Soya	Min. PAN	Min. Heno de Alfalfa	Min. Maiz	Min. Sorgo	Min. De Heno de Avena	Min. Rastr	Min. Min	Max. Poll (kg)	Max. Urea			
FUNCIÓN OBJETIVO	13.9	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	0.00	0.46	0.00	5.40	0.00	0.00	2.18	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Precio Neto(\$/kg)	1	1.73	0.09	0.06	12.7	0.00	0.00	1.48	0.01	0.11	0.32	3.79	0.11	2.27	2.11	1.05	1.39	0.11	1.48	0.01			
RESTRIC.																							
Maíz	0.10	0.10	0	0	1	0.2	-0.2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	≤	3.5
Sorgo	0.09	0.13	0.00	0.00	1	0.2	-0.2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	≤	3.4
Pollinaza	0.06	0.25	0.03	0.02	1	0.2	-0.2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	≤	0.7
Heno de Avena	0.04	0.10	0.00	0.00	1	-0.8	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	≤	1.6
Heno de Alfalfa	0.05	0.19	0.01	0.00	1	-0.8	0.8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	≤	3.65
Pasta de Soya	0.09	0.52	0.00	0.01	1	0.2	-0.2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤	6.54
Rastrojo de Maíz	0.03	0.07	0.01	0.00	1	-0.8	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	≤	1
Harina de sangre	0.06	0.94	0.00	0.01	1	0.2	-0.2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤	9
Pan	0.10	0.11	0.00	0.00	1	0.2	-0.2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤	1.2
Urea	0	0.29	0	0	1	0.2	-0.2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	≤	0.325
Minerales	0	0	0.2	0.08	1	0.2	-0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	≤	20	

