

Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales
Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable

Comparación de un subproducto de la industria de los cereales como alternativa al maíz en la alimentación de bovinos de engorda y uso de dos modificadores del metabolismo.

Trabajo de Titulación

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de Maestro en Salud y Producción Animal Sustentable

Presenta

MVZ. Alan Lara Hernández

Dirigido por:

Dr. Héctor Mario Andrade Montemayor

Agosto 9 de 2013

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.

INDICE	Paginas
Resumen y palabras claves	iii - iv
Summary and Key words	v
Índice	vi - vii
Índice de Cuadros	viii - ix
Índice de Graficas	x
Índice de Esquemas	xi
Índice de Dibujos	xi
1.-Introducción	1 – 3
2.- Antecedentes	4
2.1.- Ganadería de Engorda en México	4
2.2.- Sistemas de Engorda de Ganado Bovino	4 – 5
2.3.- Características de Alimentación en los Sistemas Intensivos de engorda	5 – 7
2.4.- Situación Actual del mercado de granos y carne	7
2.4.1.- Mundial	7 – 9
2.4.2.- Nacional	9 – 10
2.4.3.- Carne de Bovino Internacional	11
2.4.4.- Carne de Bovino Nacional	12 – 13
2.5.- Posibles Alternativas a granos de cereales	13 – 16
2.6.- Factores que influyen en la calidad de la canal	17
2.6.1.- Raza	17
2.6.2.- Alimentación	17 – 18
2.6.3.- Anabólicos	18 – 20
2.7.- Calidad de Carne	20
2.7.1.- Proceso de conversión de musculo a carne	21 – 22
2.7.2.- Identificación Visual	22 – 23
2.7.3.- Olor	23
2.7.4.- Firmeza	24
2.7.5.- Jugosidad	24
2.7.6.- Ternura	24

2.7.7.- Sabor	24
2.8.- Evaluación de Canales	25
3.- Objetivo General	26
4.- Objetivo Particular	26
5.- Justificación	27
6.- Material y Métodos	28
Primera Fase	
6.1.- Tratamientos	28
6.2.- Dietas	30 – 31
6.3.- Modificadores del Metabolismo	31
6.4.- Manejo	31 – 32
6.5.- Clasificación de Carne	33
6.5.1.- Peso Canal Caliente	34
6.5.2.- Peso Canal Fría	34
6.5.3.- Rendimiento de la Canal	34
6.5.4.- Ojo del área de la chuleta	34 – 35
6.5.5.- Espesor de la grasa dorsal o subcutánea	35
6.5.6.- Marmoleo	36
6.5.7.- Color	36
6.5.8.- Conformación	37
6.5.9.- Color de Grasa	37
6.5.19.- Espesor de la grasa subcutánea	38
Segunda Fase	
6.6.- Análisis de laboratorio	38
6.6.1.- Composición Nutricional	38
6.6.2.- Degradabilidad <i>in vitro</i>	38
6.6.3.- Cinética de la degradación	39
6.6.4.- Producción de Gas	39
6.6.5.- Producción de AGV's	39
6.6.6.- Análisis Estadísticos y modelos de degradación	40
6.6.7.- Variabilidad de Respuesta para pruebas de	40

comportamiento	
7.- Resultados y Discusiones	41
Primera Fase	
7.1.- Etapa de Comportamiento de desarrollo	41 – 45
7.2.- Etapa de Comportamiento de Finalización	45 – 49
7.3.- Evaluación de Carne	50 – 53
Segunda Fase	
7.4.- Pruebas de Laboratorio	54
7.4.1.- Caracterización del Grano de Maíz y Subproducto de Cereales	54 – 60
8.- Conclusiones	61 – 63
9.- Bibliografía	64 – 67
10.- Anexos	68 – 72

INDICE DE CUADROS	Paginas
1.- Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México 2011- 2020.	10
2.- Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México 2011 – 2020 en carne de Bovino.	13
3.- Adaptación a las dietas ofrecidas	30
4.- Composición de las raciones experimentales de desarrollo y características nutricionales.	30
5.- Composición de las raciones experimentales de finalización y características nutricionales	31
6.- Composición y características nutricionales de las raciones de Desarrollo.	41
7.- Efecto del tipo de anabólico en el comportamiento productivo de toros durante la etapa de desarrollo	43
8.- Efecto del tipo de dieta	43
9.- Efecto del tipo de dieta en el consumo de alimento en etapa de desarrollo en 130 días	44
10.- Efecto del tipo de anabólico en el consumo de alimento en etapa de desarrollo en 130 días	45
11.- Composición y características nutricionales de las raciones de finalización	46
12.- Efecto del tipo de anabólico en etapa de finalización en 46 días	46
13.- Efecto del tipo de dieta en etapa de finalización en 46 días	47
14.- Efecto del tipo de dieta (SC vs Maíz) en diferentes variables asociadas al consumo de alimento durante la etapa de finalización (kg)	48
15.- Efecto del tipo de anabólico (acetato de trembolona con benzoato de estradiol vs Methandianona) en diferentes variables asociadas al consumo de alimento durante la etapa de finalización (kg)	49
16.- Evaluación de canales de ganado bovinos en base a la dieta ofrecida	50

17.- Evaluación de canales de ganado bovino en base al tipo de modificador metabólico	52
18.- Efecto del tiempo de transito en la merma y días requeridos para recuperar el peso de compra.	53
19.- Composición química bromatológica de GM molido y SC	54
20.- Relación de degradación y Producción de gas entre GM y SC <i>in vitro</i>	55
21.- Correlación GM y SC entre la degradación de MS la producción de gas (ml/gr de MS y la disminución en el contenido de MS en el tiempo (100 – degradación de MS) <i>in vitro</i> .	56
22.- Producción de AGV's, CO ₂ y CH ₄ /grMS <i>in vitro</i>	58

INDICE DE GRAFICAS	Paginas
1.- Exportación del Maíz a nivel mundial de 1990 con su tendencia para el 2020	8
2.- Precio promedio al productor de Maíz en EU	9
3.- Superficie cosechada y Rendimientos	9
4.- Precio de Becerro para engorda en EU	11
5.- Producción de consumo de carne de Bovino	13
6.- Relación de degradación y Producción de Gas entre GM y SC <i>in vitro</i>	56

INDICE DE ESQUEMAS	Paginas
1.- Ruta metabólica de Hidratos de Carbono en los Rumiantes	16
2.- Distribución de los 40 toros en el Experimento	29
3.- Distribución de los corrales para los diferentes tipos de tratamientos	29

INDICE FOTOS O DIBUJOS	Paginas
1.- Dibujo que muestra el sitio correcto de aplicación del implante	32
2.- Plantilla cuadriculada para la evaluación de ojo de la chuleta	35
3.- Estimación del espesor de la grasa dorsal	35
4.- Diferentes grados de marmoleo que puede presentar la carne de bovino	36
5.- Gama de Colores para determinar el color de la carne de la canal	36
6.- Conformación de las canales de Bovino de Engorda en los diferentes grados de conformación	37
7.- gama de colores para determinar el color de la grasa	37
8.- Degradación <i>in vitro</i> vista con microscopio electrónico de barrido a las 0, 26 y 72 horas.	60

Comparación de un subproducto de la industria de cereales como alternativa al maíz en la alimentación de bovinos de engorda y uso de dos modificadores del metabolismo

Comparison of a product of the grain industry as an alternative to corn in feeding beef cattle and use of two modifiers of metabolism.

Resumen:

Con el objeto de comparar un subproducto de cereales (SC) como sustituto del grano de maíz (GM) en la alimentación de bovinos de engorda, se evaluaron y compararon sus características químicas bromatológicas, cinética de degradación y la producción de gas *in vitro*, así como la producción de ácidos grasos volátiles (AGV's), bióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄) productos de la fermentación así como las características y calidad de canal. Los contenidos de PC (9.05 vs 7.74 %), de FDN (18.19 vs 16.66 % de FDN) y FDA (5.05 vs 3.28) fueron superiores en el SC. La cinética de degradación de la materia seca (MS) del SC presentó una fracción de rápida degradación (a) menor (P<0.05) al GM (2.36% vs 3.22%) así como la tasa fraccional de degradación (/h) (c) (0.131 vs 0.037/h), y la fracción de lenta degradación (b) C (21.91% vs 39.13%). La producción potencial de gas fue mayor (P<0,05) en el GM (129.65 vs 89.73 ml/g MS), con un tiempo lag (4.69 y 1.56 h). La producción de AGV's (µmol/ml/g MS) fue similar (P>0.05) entre ambos ingredientes, la producción de CO₂ como porcentaje del gas producido (67 vs 62%) y de CH₄ (33 vs 37%) como porcentaje del gas producido, fue mayor en el GM (P<0,01), cabe señalar la importancia de éstos gases en el efecto invernadero y en la pérdida de energía (CH₄). Las pruebas de comportamiento *in vivo* en 40 toros en engorda fueron distribuidos al azar con arreglo factorial dos por dos con dos modificadores del metabolismo siendo el Acetato de Trembolona con Benzoato de Estradiol y dos dietas las cuales su principal ingrediente era el subproducto y el grano de maíz, las pruebas duraron 176 días obteniendo ganancias de peso hasta 213.69 kg de peso vivo con una ganancia diaria de peso de 1.2 kg de peso vivo.

Se realizaron pruebas de calidad de carne de acuerdo a la NMX-FF-078-SCFI-2002 para evaluar los dos tratamientos utilizados, obteniendo una interacción de la dieta consumida con el tipo de anabólico, pero sin presentar diferencias significativas en la calidad de la carne evaluando: peso vivo, peso canal caliente, peso canal fría, rendimiento de canal, ojo del área de la chuleta (mayor y menor), grasa subcutánea, conformación, engrasamiento, color de la grasa, color de la carne y marmoleo.

Palabras clave

Grano de Maíz, Subproducto de Cereales, Ganancia Diaria de Peso, Ganancia de Peso, Methandianona, Acetato de trembolona con Benzoato de Estradiol, Ácidos Grasos Volátiles

Summary: In order to compare a product of cereals (SC) as a replacement for corn grain (GM) in feedlot cattle feed, were evaluated and compared bromatological chemical characteristics, kinetics of degradation and in vitro gas production and as the production of volatile fatty acids (VFA), carbon dioxide (CO₂) and methane (CH₄) fermentation products and the characteristics and quality of channel. The contents of PC (9.05 vs 7.74%), NDF (18.19 vs 16.66% NDF) and ADF (5.05 vs 3.28) were higher in the SC. The kinetics of degradation of dry matter (DM) of SC submitted a rapid degradation fraction (a) lower (P <0.05) to GM (2.36% vs. 3.22%) and fractional degradation rate (/ h) (c) (0.131 vs. 0.037 / h) and slowly degradable fraction (b) C (21.91% vs. 39.13%). The potential gas production was higher (P <0.05) in the GM (129.65 vs. 89.73 ml / g DM), with a time lag (4.69 and 1.56 h). The production of VFA (mol / ml / g DM) was similar (P > 0.05) between the two ingredients, the production of CO₂ as a percentage of the gas produced (67 vs 62%) and CH₄ (33 vs 37%) as a percentage of gas produced was higher in the GM (P <0.01), is the importance of these gases in the greenhouse and energy loss (CH₄). Behavioral testing in vivo in 40 fattening bulls were randomized factorial arrangement with two two by two metabolic modifiers being with Trenbolone Acetate and Estradiol Benzoate two diets the cueles its main ingredient was the by-product and grain corn, lasted 176 days testing profiting from weight to live weight 213.69 kg with a daily weight gain of 1.2 kg of body weight.

Were tested meat quality according to the NMX-FF-078-SCFI-2002 to evaluate the two treatments used, obtaining an interaction of diet consumed anabolic type, but without showing significant differences in the quality of evaluating meat: live weight, hot carcass weight, cold carcass weight, carcass yield, eye cutlet area (major and minor), subcutaneous fat, conformation, fatness, fat color, meat color and marbling

Key words: Corn Grain, cereal by-product, daily gain, weight gain, Methandianona, trenbolone acetate with estradiol benzoate, volatile fatty acids.

1.- Introducción

En la actualidad la producción de carne a nivel nacional se lleva a cabo en sistemas de producción intensivo en confinamiento, en este tipo de sistema la alimentación se basa principalmente en dietas con grandes cantidades de grano o concentrados (80 a 90%), el cual tiene un costo de producción muy elevado. El buen manejo y la alta producción de carne llegan a justificar el elevado costo de granos que existe en el mercado.

En el 2009 el consumo per cápita de carne fue de 15kg (Almanza, 2010), se espera que la demanda en el 2025 sea de 1.95 millones de toneladas métricas, lo cual implica un incremento en la producción, sin embargo, en la actualidad una parte importante de la demanda, ha sido cubierta por la importación (Peck, 2008). En ese sentido, la producción nacional cubre el 80 al 85% de la demanda nacional, lo cual presenta una tendencia a disminuir a partir de la reducción en el número de corrales de engorda del país debido al incremento en los precio de los granos principalmente de importación y el bajo precio del ganado en pie (Owens, 2008; Griffin et al. 2008)

Algunas de las formas para poder dar viabilidad estos sistemas de producción es la utilización de subproductos agroindustriales que sean disponibles en la región y de precios accesibles al productor, y por otro lado el evaluar elementos que permitan una mayor eficiencia en la conversión alimenticia y mayor ganancia de peso, disminuyendo el costo de producción por kilogramo de carne, siendo los moduladores de crecimiento una de las herramientas mayormente utilizadas (Raun y Preston, 1998; NRC, 2005), estos permiten una mayor ganancia diaria de peso, presentando un efecto anabólico e incrementado la síntesis de proteína muscular, lo que permite un menor costo por kilogramo producido debido a la mejor conversión alimenticia (Raun y Preston, 1998).

En el estado de Querétaro, los sistemas de producción de carne de bovino en corral, depende en forma importante (80 a 90%) del uso de concentrados con elevados niveles de granos de cereales y oleaginosas, además de algunos

subproductos, en la región de Ezequiel Montes, que es considerada la de mayor producción de carne del Estado.

El sistema de producción preponderante tal y como se mencionó con anterioridad es el sistema intensivo en corral, utilizando animales en su mayoría de razas cebuinas (*Bos Indicus*) con razas Europeas (*Bos Taurus*), o cruza de estas razas, la mayor parte del ganado de engorda proviene de otros Estados de la república. En la mayor parte de los corrales del ganado inicia con un peso que va de 200 a 280 kg, con algunas excepciones sobre todo dependiendo de la época del año, en los que se compra ganado de más de 300 kg, para finalizar en ambos casos con 450 a 500 kg. La alimentación consiste en raciones en las que los concentrados corresponden al 70 a 90% de la ración, los cuales se elaboran con elevados contenidos de granos de cereales, principalmente maíz y/o sorgo (siendo esto más del 50% del concentrado).

El problema principal en este sistema es que en la actualidad el incremento en los precios de los granos de cereales y leguminosas ha sido de más de un 50% y en algunos casos hasta el 100%, sin embargo, en el precio de la carne al productor, lo cual ha generado graves problemas económicos, que en muchos de los casos ha llevado al cierre de las unidades de producción (UP), y disminución en la disponibilidad de carne en el mercado, la cual se tiene que cubrir con importaciones.

La alimentación representa más del 70% de los costos de producción, por lo tanto, el incremento en el precio de los granos incide en forma importante en la producción. En forma tradicional se han utilizado granos de cereales tales como el maíz y el sorgo, y de leguminosas como la soya, de las cuales con excepción del sorgo son en su mayoría de importación, por lo que la fluctuación e incremento en el precio del dólar han provocado un mayor incremento en los precios y costos de las raciones. En ese sentido, es de gran importancia la búsqueda de alternativas de bajo costo que sustituyan al menos una parte de estos granos y permitan una mayor viabilidad a este sistema de producción.

Entre estas alternativas se puede considerar una gran variedad de subproductos de la industria del cereal y de panadería, así como la industria alcoholera, y aceitera, los cuales no han sido estudiados a profundidad (Suavant *et al.*,2005), para conocer sus características y comportamiento digestivo, así como el nivel de sustitución por otros granos en raciones para bovinos, por lo que el objetivo de este trabajo fue caracterizar diversos subproductos de la industria, como alternativas de bajo costo al maíz, sorgo y soya.

Por otra parte, existen diversos elementos que pueden mejorar la eficiencia alimenticia, incrementando la síntesis de proteína y por lo tanto la ganancia de peso, lo cual redunde directamente en un menor costo por kilogramo de peso producido lo cual puede dar otra alternativa de sobrevivencia al productor de carne. Estos elementos son conocidos como moduladores del crecimiento, los cuales incrementa el anabolismo y la síntesis de proteína muscular y en algunos de los casos provocan una disminución en el contenido de grasa produciendo carnes magras. En otros casos incrementa la síntesis de proteína muscular pero no afectan el contenido de grasa de marmoleo, permitiendo obtener carnes para mercados selectos. En los últimos años se han probado una gran variedad de estos moduladores de crecimiento entre estos podemos utilizar solo aquellos que están permitidos por las leyes sanitarias del país, como es el caso del Clorhidrato de zilpaterol y ractopamina como β – adrenérgicos, además del uso de algunos ionoforos que controlan el pH ruminal (Shimada, 2003).

2.- Antecedentes

2.1.- Ganadería de engorda en México

Desde los orígenes mismos de la ganadería, México ha dependido del exterior para mejorar la productividad de sus animales. Así, es referida la importación de las primeras 50 cabezas de ganado bovino en 1521, por Gregorio Villalobos, durante la conquista de la Nueva España (COVECA, 2010).

Desde ese momento y hasta finales del siglo XIX, este ganado de origen español prevaleció como única raza existente, reconocido como "criollo". Posteriormente, en 1896 se realizaron las primeras importaciones de ganado especializado en la producción de carne, principalmente Hereford y Suizo Pardo, para la región norte del país. Asimismo, en 1923 se efectuó la primera importación de ganado cebuino, en 1925 arribó a México el ganado Angus y, en 1929-1930 fueron importados los primeros Charolais.

Desde ese entonces y hasta 1950, la ganadería bovina ha registrado varios descensos trascendentales en su productividad. Se citan la depresión ganadera de finales del siglo XVI, las sequías de finales del siglo XVIII, la Guerra de Independencia, el movimiento armado de la Revolución Mexicana y, la fiebre aftosa y el reparto agrario (COVECA, 2010).

Actualmente, la industria productora de carne de res no sólo continúa importando semen y pie de cría, sino que además se ha recurrido al exterior para abastecer la demanda de carne (COVECA, 2010).

2.2.- Sistema de Engorda de Ganado Bovino

La engorda de ganado bovino puede darse en tres diferentes tipos de sistemas:

- Extensivo: Aprovechamiento de las condiciones naturales, se requieren de grandes extensiones de pastizales, sin embargo las ganancias de peso y la calidad de la carne resultan inferiores a los obtenidos en otros sistemas. Los animales permanecen un tiempo más prolongado para ser ofrecidos al mercado, pero el costo de producción es inferior puesto que no se requiere de mucha mano de obra, ni de concentrados y no exige costosas

instalaciones, siendo del 70 a 75% del país que maneja este sistema (COVECA, 2010)

- Semi-intensivos: Tiene como base el pastoreo donde combina el engorde extensivo y el engorde intensivo, y tiene dos modalidades:
 - 1) *Suplementación*: se le proporciona diariamente determinada cantidad de alimentos en comederos fijos en los mismos pastizales.
 - 2) *Encierro*: los animales pastan medio día, y el otro medio día y toda la noche son encerrados en corrales, en donde se les alimenta con mezclas alimenticias (Arronis, 2000; FIRA, 2009)
- Intensivo: Mantiene al ganado en confinamiento por un periodo de 90 días, con una alimentación a base de raciones balanceadas especialmente preparadas. Para este sistema se requiere solo de una reducida superficie de terreno para engordar un gran número de animales en periodos de tiempo muy cortos, en este sistema los animales obtienen más peso debido a la tranquilidad, al menor ejercicio, y por ende menor desgaste de energía (FIRA, 2009).

2.3.- Características alimenticio en los sistemas de engorda intensivo

El empleo de sistemas de confinamiento total, sobre todo al combinarlos con alimentación en agostaderos, praderas o ambas, son una alternativa a los sistemas tradicionales UP en pastoreo solo. Probablemente el periodo más adecuado para emplear este método se la finalización de los 250 a 300kg hasta el peso de mercado (Shimada, 2003).

En muchos países industrializados la mayor parte de los animales para abasto se engordan en esta forma. Su popularidad no están grande en los países en desarrollo, dada la escasez y gran costo de los alimentos (granos, pastas de oleaginosas, forrajes de corte); sin embargo, la adopción del sistema puede ser recomendable si se hace por periodos muy cortos (60 a 90 días). Por otro lado, con el empleo de desechos pecuarios (estiércol, Pollinaza), nitrógeno no proteico (urea, sales de amonio) y residuos fibrosos (pajas, rastrojos, pulpas, bagazos), pueden elaborarse dietas económicas, aunque la engorda se alarga a seis o siete

meses. Bajo este último criterio, algunos productores han tenido resultados satisfactorios al alimentar a sus animales con partes iguales de cereal molido, Pollinaza (residuos de caseta de pollo de engorda) y rastrojo (Shimada, 2003).

A diferencia de los animales cuya finalización se hace en praderas, los animales que se alimentan en confinamiento necesitan complementarse con vitamina E, para evitar que la carne que producen tenga características indeseables en su coloración (Shimada, 2003).

El empleo de anabólicos esteroides como estimulantes del crecimiento es una práctica generalizada entre los engordadores de ganado, especialmente aquellos en confinamiento. Se aplican en forma de implantes (comprimidos que se depositan por vía subcutánea en la base de la oreja) y existen varias presentaciones comerciales que se basan en cuatro productos: acetato de trembolona, estradiol solo o combinado con progesterona o testosterona, estradiol 17 β solo o combinado con acetato de trembolona, y lactona del ácido resorcílico (zearalanona) (Shimada, 2003).

La acción general de los implantes permita que los novillos incrementen sus ganancias de peso de 7 a 15%, sin afectar el consumo del alimento ni las características de la canal así producida; las vaquillas tienen respuestas más moderadas. Para estas últimas puede emplearse acetato de melengestrol, que al estimular a los ovarios a producir estrógenos, origina un mayor crecimiento. Este producto se usa también para la sincronización de estros, ya que evita la ruptura del folículo maduro y con ello interrumpe el ciclo estral. El anabólico no tiene ningún efecto en las hembras gestantes ni tampoco en los novillos (Shimada, 2003).

El uso de buffers o bicarbonato de sodio se utiliza como regulador del pH ruminal en animales que consumen grandes cantidades de grano en las dietas, tal práctica reduce la acidosis metabólica enfermedad metabólica ocasionada en el ganado produciendo laminitis y muerte de la microflora ruminal causando disminución en la producción (Shimada, 2003).

En los últimos años aparecieron en el mercado una serie de productos Químicos farmacéuticos cuya acción principal consiste en modular las rutas metabólicas de los microorganismos ruminales o de las células animales. Entre tales productos se encuentran los ionóforos (monesina sódica, lasalocida), que favorece la fermentación de tipo Propiónico en el rumen (a costa del ácido acético) con lo que se obtienen dos tipos de respuestas animales: si el alimento es de calidad nutritiva pobre, aumenta la ganancia diaria y no se modifica el consumo; si la ración es de gran valor nutritivo, disminuye el consumo de alimento sin alterar la ganancia diaria de peso de los animales; en ambos casos se mejora la eficiencia alimenticia. El empleo de los productos mezclados en la ración completa se ha generalizado rápidamente entre los engordadores de ganado de corral; en condiciones de agostadero se realiza mediante su incorporación en mezclas de sales mineralizadas, o en forma de bolos de liberación controlada. Otros productos incluyen los adrenérgicos beta-agonistas, sustancias en proceso de introducción al mercado (Shimada, 2003).

2.4.- Situación actual de mercado de granos y carne

2.4.1.- Mundial:

La producción mundial de maíz, registró una tasa media de crecimiento anual de 2% en el periodo de análisis, muy superior a la experimentada por la superficie cosechada que tuvo un ritmo de crecimiento de tan sólo 0.6% anual. Lo anterior se explica por la dinámica de crecimiento de los rendimientos que fue de 1.4% anual; esto, gracias a la utilización de semillas mejoradas y tecnologías de punta (ASERCA / SAGARPA, 2010).

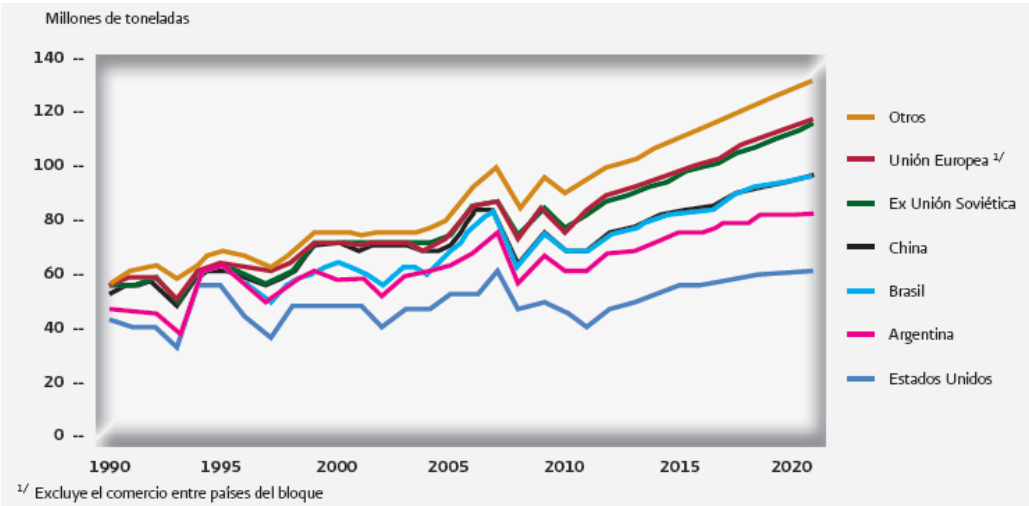
Los principales países productores de maíz son: Estados Unidos de América, que contribuyó con el 40% de la producción total, seguido de lejos por China con el 19%, Brasil con 6% y México con 3% (ASERCA / SAGARPA, 2010).

Después de la contracción de los mercados agropecuarios en 2009 derivado de la crisis financiera global, en 2010 se observa una importante recuperación en la demanda de alimentos e insumos agropecuarios. La caída en

los rendimientos esperados de maíz en la cosecha de EU. 2010/11, llevaron a los precios internacionales a alcanzar cifras elevadas (ASERCA / SAGARPA, 2010).

El incremento en los precios incentivaré la producción de cultivos en EU. En 2011 se espera que una producción elevada de maíz, trigo, algodón y soya; lo que apoyará la recuperación de inventarios y eliminará la presión en los precios.

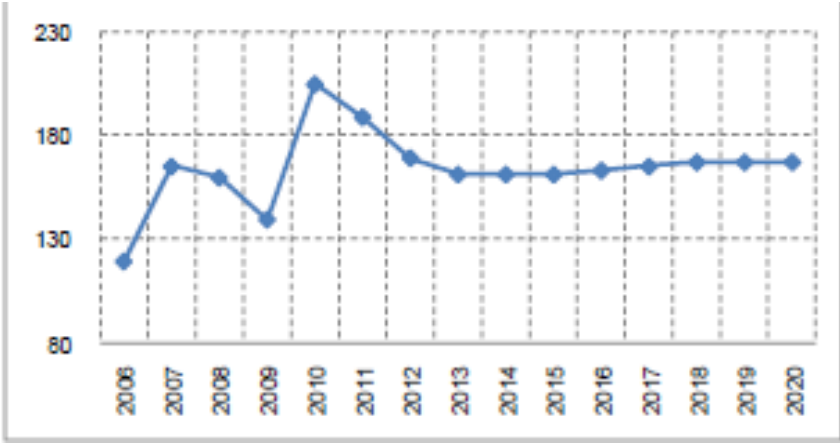
Se observa un incremento en la demanda mundial y en el comercio exterior de maíz. Se estima que el comercio mundial pase de 93.2 mtm en 2010/11 a 113.2 mtm en 2020/21. Se prevé que las exportaciones de EU. incrementen y se mantenga como el principal exportador mundial de este grano. Se estima que la producción mundial de este grano incremente a lo largo del tiempo. En EU. se espera que ésta pase de 318.6 mtm a más de 388 mtm.



Grafica 1.- Exportación de Maíz a Nivel Mundial de 1990 con su tendencia para el 2020 (FIRA, 2011)

Se estima que las importaciones de maíz a México aumentarán de 9.8 millones de toneladas en 2011/12 a cerca de 16 millones para 2021/22. Las importaciones de sorgo de México aumentarán rápidamente de niveles actuales a 4.2 millones de toneladas en 2021/22. En general, el crecimiento de las importaciones de México representará casi un quinto del crecimiento del comercio internacional de granos forrajeros durante la próxima década. Esto refleja el

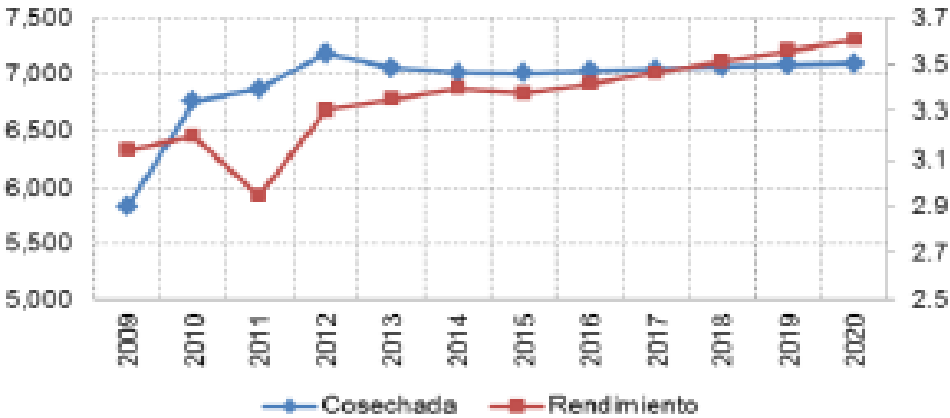
aumento en el consumo de cárnicos por parte de los mexicanos (SFA - SAGARPA, 2011).



Grafica 2.- Precio promedio al productor de Maíz en EU (dólares por tonelada) (SFA - SAGARPA, 2011)

2.4.2.-Nacional:

México es el principal productor de maíz blanco en el mundo. Asimismo, éste es el cultivo más importante del país ya que representa aproximadamente el 35% de la superficie sembrada durante un año agrícola, tanto para cultivos cíclicos como perennes. Además, se consumen anualmente alrededor de 20 mtm de los cuales 5.4 mtm son para consumo humano y 2.4mtm para el sector pecuario (SFA - SAGARPA, 2011).



Grafica 3.- Superficie cosechada y Rendimientos (Miles de Hectáreas, ton/hec).

Dadas las condiciones actuales, se estima que en promedio, los inventarios finales de maíz blanco oscilen en aproximadamente 2 mtm por año agrícola. Además, a lo largo del periodo 2012 al 2020, se estima que México será autosuficiente en este grano. Finalmente, se prevé que el ingreso de los productores sea positivo a pesar del incremento en los costos de producción (SFA - SAGARPA, 2011).

Asimismo, a pesar de la caída en los rendimientos en el ciclo OI 2010/11 en Sinaloa, se estima que el precio pagado al productor permitirá a los productores mantener utilidades.

Cuadro 1.- Perspectivas de largo plazo para el sector Agropecuario de México 2011- 2020

Año agrícola	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Superficie plantada	(miles de hectáreas)											
Sinaloa	561	530	543	537	527	529	532	535	538	541	543	545
Jalisco	534	528	540	555	543	538	537	538	538	539	539	539
Chiapas	606	611	615	642	625	615	609	607	605	604	603	602
Veracruz	569	575	580	593	576	565	560	557	556	555	553	552
Resto	5,041	5,206	5,292	5,454	5,374	5,352	5,353	5,377	5,396	5,420	5,438	5,455
Nacional	7,311	7,450	7,570	7,780	7,645	7,599	7,590	7,614	7,632	7,659	7,676	7,692
Superficie cosechada												
Sinaloa	532	523	365	518	508	510	513	517	519	522	524	526
Jalisco	462	498	515	530	518	514	513	513	513	514	514	514
Chiapas	605	600	609	635	618	608	602	600	599	598	597	595
Veracruz	519	505	544	556	540	530	525	523	521	520	519	518
Resto	3,714	4,628	4,797	4,944	4,872	4,851	4,853	4,874	4,891	4,914	4,929	4,944
Nacional	5,832	6,754	6,866	7,183	7,057	7,014	7,006	7,027	7,044	7,068	7,083	7,098
Rendimientos	(toneladas por hectárea)											
Sinaloa	9.8	9.9	8.0	10.3	10.4	10.4	10.3	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7
Jalisco	4.7	5.7	5.7	5.8	5.9	6.0	5.9	6.0	6.1	6.1	6.2	6.3
Chiapas	1.8	1.9	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Veracruz	2.2	1.8	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Resto	2.4	2.5	2.5	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	2.9
Nacional	3.1	3.2	3.0	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.6	3.6
Producción	(miles de toneladas)											
Sinaloa	5,184	5,178	2,933	5,322	5,273	5,327	5,269	5,336	5,403	5,484	5,547	5,608
Jalisco	2,190	2,824	2,941	3,091	3,060	3,069	3,050	3,082	3,117	3,154	3,187	3,219
Chiapas	1,080	1,140	1,278	1,372	1,347	1,334	1,307	1,310	1,308	1,316	1,324	1,331
Veracruz	1,124	909	1,039	1,094	1,069	1,056	1,029	1,031	1,038	1,045	1,052	1,058
Resto	8,756	11,570	12,069	12,872	12,900	13,043	13,001	13,263	13,546	13,840	14,114	14,383
Nacional	18,333	21,613	20,256	23,751	23,650	23,829	23,855	24,023	24,411	24,841	25,223	25,598
Consumo												
Total	19,602	20,120	20,071	22,615	22,924	23,112	23,019	23,295	23,618	23,989	24,320	24,628

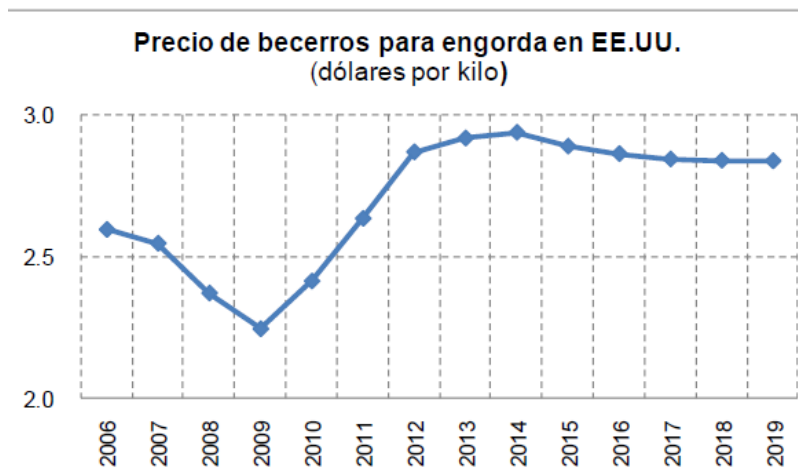
SFA-SAGARPA Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México 2011- 2020

2.4.3.-Carne de Bovino Internacional

En 2008, así como desde 2010 a la fecha, los productores de carne de bovino en EU. enfrentaron un aumento en sus costos de producción debido al incremento en los precios de granos. Se estima que la producción de carne disminuya en 2011 y 2012, para después incrementar a lo largo del periodo de estudio.

Estados Unidos es el tercer exportador mundial de carne de bovino, después de Brasil y Australia. Al mismo tiempo, EU. es el principal importador de carne de bovino, principalmente de crianza en pastizal, seguido por Rusia y Japón, Unión Europea, Corea del Sur y Canadá.

En EU el precio de becerros disminuyó de 2005 a 2009, al pasar de us\$2.65 a US\$2.25/kg. Sin embargo, en 2010 esta tendencia se revirtió al incrementar 13% y ubicarse en US\$2.54/kg. En 2011, el precio incremento 8.5%. Además, se estima que el precio del ganado para engorda en ese país incremente a lo largo del tiempo (SFA - SAGARPA, 2011).



Grafica 4.- Precio de Becerro para engorda en EU (dólares por kilo)

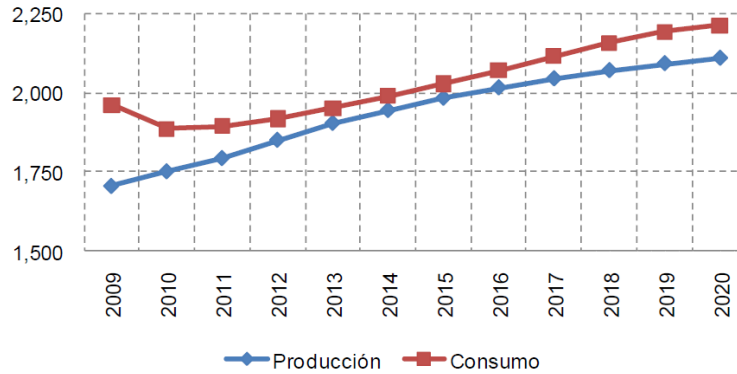
2.4.4.- Carne de Bovino Nacional

En 2011, se estima un inventario inicial total de 31.7 millones de cabezas, de las cuales 6.4 millones pertenecen al hato para la producción de carne; 4.4 millones en la actividad de doble propósito, y 2.3 millones en la producción lechera especializada. Se estima que el inventario total incremente a una tasa media anual de crecimiento (TMAC) de 1.4%.(FIRA, 2009; SFA - SAGARPA, 2011).

En 2020, se proyecta que existan 6.8 millones de cabezas para la producción de carne, 4.1 millones en doble propósito, y 2.5 millones de vacas lecheras especializadas. Se estima que el número de terneros nacidos crezca de 11.4 millones a 11.8 millones durante el periodo de 2011 a 2020. Del inventario de 2010, 1.2 millones de becerros fueron exportados a Estados Unidos y se espera que este año la cifra alcance las 1.4 millones derivado de una mejora en la rentabilidad de los productores, a pesar del incremento en los costos de producción. Se estima un nivel de exportación anual de 1.3 millones de cabezas (FIRA, 2009; SFA - SAGARPA, 2011).

La importancia del mercado de Estados Unidos radica, entre otros factores, en la generación de un precio de referencia que proporciona una señal futura a los ganaderos para expandir o contraer el hato. Se prevé que los precios del engordador sigan este mismo patrón (FIRA, 2009; SFA - SAGARPA, 2011).

En 2011, aproximadamente 8.4 millones de cabezas de ganado serán sacrificadas, lo que producirá alrededor de 1.79 mtm de carne, alcanzando un máximo histórico. En los próximos tres años, se espera que la producción de carne incremente a una mayor velocidad respecto al largo plazo. Al final del periodo de estudio se estima que esta cifra supere las 1.9 mtm (FIRA, 2009; SFA - SAGARPA, 2011).



Grafica 5.- Producción y Consumo de Carne de Bovino (miles de toneladas)

(SFA - SAGARPA, 2011).

Con respecto al consumo de carne de bovino, se proyecta un ligero aumento de éste a lo largo del periodo de estudio. En 2011, se prevé un consumo aproximado de 1.9 mtm y en 2020 se estima que éste alcance 2.2 mtm. La diferencia entre la producción de carne doméstica y el consumo interno está constituida por las importaciones. En los próximos años se prevé que el nivel de importaciones disminuya (FIRA, 2009; SFA - SAGARPA, 2011).

Cuadro 2.- Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México 2011 – 2020 en Carne de Bovino

Año calendario	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Carne	(miles de toneladas métricas)											
Producción	1,705.0	1,751.2	1,792.7	1,850.0	1,903.3	1,943.5	1,982.1	2,015.0	2,043.5	2,069.1	2,091.0	2,107.9
Importaciones	296.7	220.1	189.3	156.6	136.5	134.7	134.3	143.5	160.1	176.5	190.1	192.2
Consumo doméstico	1,960.8	1,885.3	1,894.0	1,918.3	1,951.1	1,989.6	2,027.8	2,070.0	2,115.2	2,157.4	2,193.1	2,212.1
Exportaciones	40.9	86.0	88.0	88.4	88.7	88.7	88.7	88.6	88.4	88.2	88.0	88.0

SFA-SAGARPA *Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México 2011- 2020*

2.5.- Posibles alternativas a granos de cereales

Las actividades agropecuarias y agroindustriales dan origen a una serie muy amplia de esquilmos y subproductos que se pueden emplear de diversas maneras para formular alimentos para los animales. Los principales esquilmos

derivan en su mayor parte de cereales. El cultivo del maíz es el que contribuye con mayor cantidad de material. Además, existe un volumen importante de pajas de sorgo, trigo, frijol, arroz, cebada, soya, cáscara de algodón y subproductos de la industria azucarera como melaza, puntas de caña y bagazos, estos últimos en las zonas costeras de nuestro país (SAGARPA, 2007)

Si estos residuos de cosecha se someten a diversos tratamientos, de acuerdo a ciertos principios sencillos y se mezclan con otros subproductos para elevar su valor nutritivo, representan una alternativa viable para la alimentación de las diversas especies pecuarias. En la mayoría de los casos, se puede reducir el tiempo necesario para enviar el animal al mercado, hacer un uso racional e integral de los recursos agrícolas y ganaderos del predio, mejorar el manejo de las praderas o pastizales, disminuir el costo de producción y obtener finalmente un mayor beneficio económico para el productor (SAGARPA, 2007).

Es importante tener en cuenta que las dietas utilizadas en animales en confinamiento o sistemas de producción intensiva son a base de granos y pocos forrajes para tener una producción más rápida que si estuvieran en sistemas semi-intensivos o en pastoreo. Es importante tener en cuenta las rutas metabólicas de los carbohidratos ya que es la fuente principal de alimentación que tiene los animales.

Metabolismo de Carbohidratos: Los carbohidratos o hidratos de carbono o azúcares o sacáridos o glúcidos, son compuestos orgánicos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno. Desde el punto de vista químico se definen como derivados aldehídicos o cetónicos de alcoholes polihídricos, o sea, con varios grupos –OH (Laguna y Piña, 2002; Roskoski, 2001). .

Rutas centrales del metabolismo: Son básicamente las mismas en muchos organismos muy distintos, y explican las cantidades relativamente grandes de transferencia de masa y de generación de energía que se producen en el interior de una célula; son las rutas principales desde el punto de vista cuantitativo.

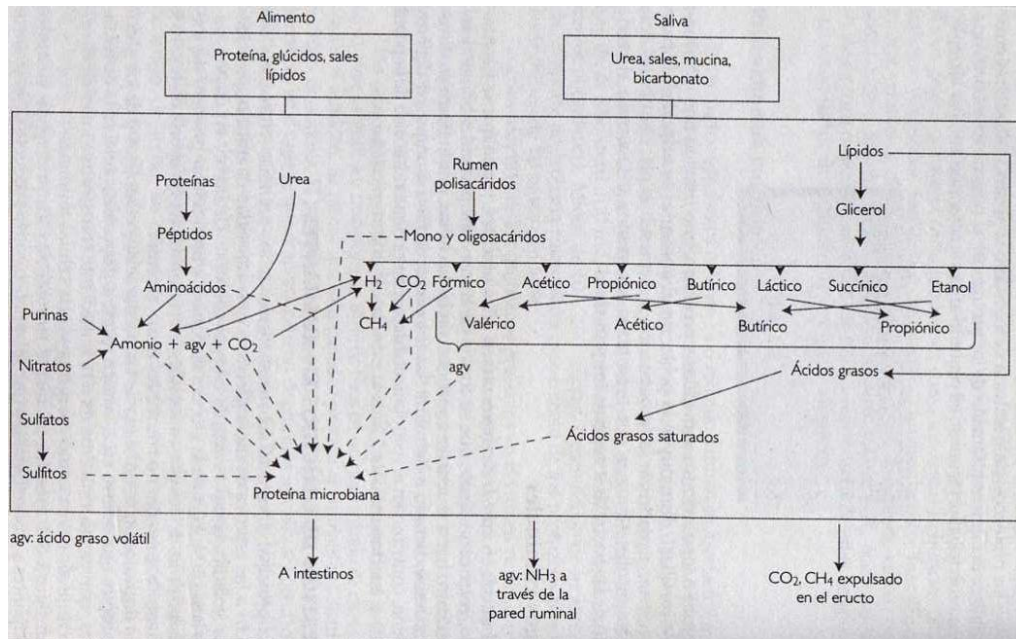
Durante la glucólisis, una ruta que se encuentra en casi todos los organismos, se captura una cantidad pequeña de energía al convertirse una molécula de glucosa en dos moléculas de piruvato. El glucógeno, que es una forma de almacenamiento de glucosa en los animales vertebrados, se sintetiza por glucogénesis cuando la concentración de glucosa es alta y se degrada por glucogenólisis cuando el aporte de glucosa es pequeño. La glucosa puede también sintetizarse a partir de precursores distintos de los carbohidratos mediante reacciones denominadas gluconeogénesis. La ruta de las pentosas fosfato permite a las células convertir la glucosa-6-fosfato, un derivado de la glucosa, en ribosa-5-fosfato que es el azúcar que se utiliza para sintetizar los nucleótidos y los ácidos nucleicos y otros monosacáridos, además de producir NADPH que es un agente reductor importante.

La síntesis y utilización de la glucosa, el combustible principal de la mayoría de los organismos, son el centro del metabolismo de los carbohidratos. En los vertebrados, la glucosa se transporta en la sangre por todo el cuerpo. Cuando las reservas de energía celular son bajas, la glucosa se degrada en la ruta glucolítica. Las moléculas de glucosa que no se requieren para producir energía de forma inmediata se almacenan en forma de glucógeno en el hígado y en el músculo.

Dependiendo de los requerimientos metabólicos de la célula, la glucosa también puede utilizarse para sintetizar otros monosacáridos, ácidos grasos y determinados aminoácidos. Por esta razón, la glucólisis es un ejemplo de ruta anfibólica, las cuales son rutas que operan como procesos anabólicos y catabólicos (McKee, 2003).

La principal diferencia del metabolismo de los animales rumiantes con respecto a las especies de monogástricos es la capacidad de utilizar los ácidos grasos volátiles como fuente de energía corporal. De hecho, en dichos animales entre 50 y 80% de la glucosa disponible a nivel celular proviene del metabolismo de los ácidos grasos volátiles, en contraste con un aporte menor a 10% en el caso de los animales no rumiantes como el cerdo.

La degradación microbiana de los polisacáridos complejos de los glúcidos simples que ocurre en el rumen, pone a disposición una serie de metabolitos, que ya sea en forma directa o mediante transformaciones en el epitelio ruminal, sirven como energéticos a las células animales.



Esquema 1.- Ruta metabólica de Hidratos de Carbono en los Rumiantes (Shimada, 2003)

Al ser los rumiantes animales herbívoros, la composición de su ingesta varía de acuerdo con las especies vegetales que consumen y el estado de madurez de las plantas. Sin embargo, en términos generales, los glúcidos estructurales constituyen alrededor de 75% de la materia seca de los forrajes su principal alimento.

2.6.- Factores que influyen en la calidad de la canal

2.6.1.- Raza

El alto grado de diversidad genética en los sistemas de producción, aunque tienen una ventaja con respecto a la producción, representa una importante fuente de variación con respecto a la suavidad de la carne (Baird, 2006).

Mientras que la mayoría de las razas *Bos taurus* deben considerarse en los sistemas de mejoramiento enfocados al consumidor, los productores que deseen ofrecer carne suave y de alta calidad, y deben enfatizar en aquellas razas que tengan valores bajos de fuerza de corte (shear force) y alto grado de marmoleo (Baird, 2006). Los sistemas de cruzamiento de razas que resultan en ganado con 50 a 75% de ganado de raza Inglesa y 25 a 50% de una raza con influencia continental, son recomendados para equilibrar las ventajas de desempeño y el grado de rendimiento de las razas inglesas (Baird, 2006).

Una estrategia efectiva para mejorar la suavidad de la carne a través del uso selectivo de razas, es la cruce moderada con razas *Bos indicus*, limitando a $\frac{3}{8}$ (37.5%) o menos. Esta práctica es efectiva en reducir la incidencia de problemas de suavidad.

Estimaciones de heredabilidad de varios estudios sugieren que la suavidad es moderadamente heredable ($h^2 = 0.24$ a 0.53) en poblaciones de razas *Bos taurus* y cruces de *Bos taurus* con *Bos indicus*. Sin embargo, en poblaciones de Brahman, la heredabilidad es menor ($h^2 = 0.14$ a 0.17). El tiempo y gastos asociados con cambiar la suavidad a través de métodos de selección tradicional, ha sido un impedimento al mejoramiento genético para obtener carne con suavidad (Baird, 2006)

2.6.2. -Alimentación

El ganado engordado con grano de maíz produce canales con un color brillante, la carne magra de textura más fina, grasa de color blanco y mas marmoleo, que en general, mejoran la aceptabilidad de la carne al detalle.

Además, las raciones con alto contenido de grano mejoran la suavidad y el sabor. La mayor parte de la investigación llevada a cabo para caracterizar la relación entre días de estancia en corral y las características de palatabilidad de la carne sugiere que la mayor mejora en la suavidad y sabor ocurren durante los primeros 100 a 120 días de engorda, y que mayores estancias tienen poco impacto en la suavidad o el sabor. Por lo tanto, para minimizar la incidencia de cortes duros, el ganado que se finaliza debe ser sacrificado a edad de sacrificio de acuerdo a la madurez preferentemente a menos de 24 meses de edad (Leal, 2007).

2.6.3.- Anabólicos

Los modificadores metabólicos o anabólicos son estimulantes del crecimiento, debido a una acción sobre el anabolismo proteico, que prácticamente se traduce a una mayor cantidad de músculo o carne en proporción apreciable, con un contenido menor de grasa (Bavera *et al.*, 2002).

Numerosos países con sistemas intensivos de producción de carne utilizan anabólicos para mejorar la producción, especialmente la velocidad de crecimiento y conversión alimenticia. El objetivo es acortar el periodo de producción y disminuir el insumo más caro: el tiempo (Bavera *et al.*, 2002).

Se define como anabólico esteroide cualquier compuesto o mezcla de compuestos que afectan la función metabólica del animal para incrementar la cantidad de proteína corporal. Los anabólicos pueden ser de origen endógeno (naturales) o sintéticos. Entre los primeros se encuentran las hormonas naturales que incluyen el estradiol (17 beta y 17 alfa), la testosterona, la progesterona, la somatotropina y los factores liberadores de esta última (Bavera *et al.*, 2002)

En este mismo grupo se encuentran los agonistas Beta adrenérgicos, como la epinefrina y norepinefrina, secretadas por la médula adrenal y las terminaciones nerviosas simpáticas. Su mecanismo de acción consiste en aumentar la ganancia de peso y la retención de nitrógeno. Los anabólicos esteroides sintéticos abarcan: el grupo de los estilbénicos (dietilestilbestrol y dienestrol) y los no estilbénicos (menengestrol, zeranol y trembolona) y los β – adrenérgicos (clembuterol, cimaterol y fenoterol).

El modo de acción de los andrógenos: Son principalmente miotróficos (actúan directamente sobre células musculares). La hormona penetra en la célula, se fija a un receptor del citoplasma; va al núcleo. Se estimula la producción de un RNA mensajero, que elabora una enzima que actúa en el proceso de síntesis proteica (Bavera *et al.*, 2002).

Se produce una hipertrofia muscular con disminución de los aminoácidos plasmáticos y de la urea plasmática con un balance nitrogenado positivo, con disminución en la excreción de orina y aumento de la somatotrofina STH (Bavera *et al.*, 2002).

Por otra parte los estrógenos: Tienen una acción más indirecta. Actuarían a nivel de la hipófisis, estimulando la producción de somatotrofina (STH), tirotrófina y adrenocorticotrofina (ACTH). Trenkle (1970), reportó un aumento considerable en la concentración de la hormona del crecimiento en el plasma, después que bovinos u ovinos fueron tratados con estrógenos (Bavera *et al.*, 2002).

Se ha establecido que altas concentraciones de la hormona del crecimiento aumentan la retención de nitrógeno, lo cual resulta en un incremento de la producción de carne magra sin efectos adversos en la calidad de la res (Bavera *et al.*, 2002)

. Los estrógenos naturales son hormonas fenólicoesteroides sintetizadas en las gónadas y la corteza suprarrenal de todos los mamíferos que ejercen un efecto en las funciones del organismo.

Existen otros compuestos que tienen actividad estrogénica pero que no son hormonas fenólicoesteroides, como los estilbenos (dietilestilbestrol) y lactonas del ácido resorsílico (zeranol) (Bavera *et al.*, 2002).

A pesar de su eficacia, los estrógenos y sustancias estrogénicas como el ácido resorcílico por ejemplo, tienen una aplicación restringida en varios países debido a la posibilidad de que se acumulen residuos de estos productos en la carne, poniendo en riesgo la salud del consumidor.

Ha habido preocupación en la industria de la carne con respecto a que los implantes androgénicos, usados solos o en combinación con estrógeno, que puedan reducir el marmoleo o afectar otros factores que influyen en la aceptabilidad. Un programa agresivo de implante reduce la grasa en la canal (afecta el marmoleo), y puede tener una influencia en la clasificación de la canal. Los implantes anabólicos resultan en ambos, efectos benéficos y perjudiciales en la calidad de la carne. Mientras que el área del ojo del lomo (ribeye) es mayor con ganado implantado (especialmente con implantes con alto contenido de trembolona), la deposición de grasa y el marmoleo se reducen. Además, uno de

los efectos más severos que afectan la calidad de la carne en ganado implantado, es un aumento en la incidencia de cortes oscuros. Sin embargo, se puede compensar la reducción en la calidad de la carne, si al ganado se le da más días de estancia en el corral. La reducción en la calidad de la canal que resulta del implante es reducida conforme aumenta la grasa dorsal de 1.0 a 1.4 cm al sacrificio (0.5 pulgadas). Esto permite que un buen programa de implante sea económicamente benéfico para el productor (Leal, 2007).

Los β – agonistas aprobados para su uso en México, como la ractopamina y el zilpaterol NOM-061-ZOO-1999 pueden ser usados para mejorar el desempeño y obtener canales más magras, que son solicitadas en algunos mercados de México, especialmente del centro del país. Generalmente, su uso se limita a 28 a 30 días antes del sacrificio. Mientras que la ractopamina no tiene tiempo de retiro de la ración de finalización, el zilpaterol debe retirarse 3 días antes del sacrificio, para evitar la presencia de residuos en la canal (Leal, 2007)

2.7.- Calidad de Carne

En general, la composición de la carne se establece durante la vida del animal, mientras que su calidad se ve fuertemente afectada por factores *ante-mortem* y *post-mortem*.

Los atributos organolépticos son de gran importancia cuando se habla de carne fresca. Se asocia como atributos de calidad de la carne el color (intensidad y coloración), la terneza, la jugosidad, la apariencia (grasa intramuscular, memorización, exudación), el sabor y el aroma. Mientras que la industria centra más la atención en factores como pH, la capacidad de retención de agua (CRA), textura, estabilidad oxidativa y ausencia de sabores anómalos. Estos atributos están influenciadas por factores como la raza, la edad, la dieta, el manejo *ante-mortem*, los procesos de matanza y las practicas de manejo *post-mortem*. Para definir la calidad de la carne se deben considerar las cualidades que constituyen el valor sensorial (calidad organoléptica) y nutritivo (calidad nutritiva) (Hernández, 2010).

2.7.1.- El proceso de conversión de musculo a carne.

Se lleva a cabo en tres fases: la fase de demora del *rigor* o *pre-rigor*, que es, tras el sacrificio del animal en que las proteínas del musculo todavía no han sufrido cambios y el musculo aun es estirable y elástico. La fase de *rigor mortis* que consta a su vez de dos etapas, el acortamiento de los sarcomeros (formación de enlaces entrecruzados entre filamentos finos y gruesos) y la rigidez (tensión continua de las fibras musculares). Así, en esta fase se forma el complejo proteico actina/miosina por agotamiento del ATP (adenosin trifosfato), se produce acido láctico y el musculo se vuelve duro (Andujar *et al.*, 2003). Finalmente la fase de resolución o maduración, la extensibilidad de los músculos se recupera y la carne sufre un proceso de ablandamiento paulatino (Ouali y Sentandreu, 2002). Durante esta última etapa, la textura y el sabor mejoran sustancialmente después de un periodo de almacenamiento en temperatura de refrigeración (Vázquez y Vanaclocha, 2004). Aunque, dependiendo de la velocidad con que se lleve a cabo el metabolismo *post mortem*, la carne puede experimentar una gran variedad de cambios que definirán su calidad y esto tiene un gran impacto económico durante su venta como carne fresca o procesada.

Sin embargo, el cambio de pH durante la transformación *post-mortem* del musculo a carne es posiblemente la causa más importante de la variación existente en la calidad, afectando sustancialmente al color y a la capacidad de retención de agua (CRA).

La carne se ha clasificado en cuatro grandes categorías de calidad (Pálida, blanda y exudativa (PSE); Oscura, firme y seca (DFD); Rojiza - rosácea, blanda y exudativa (RSE) Roja, firme y no exudativa (RFN)) (Kauffman *et al.*, 1992),

En este contexto, la detección rápida de la calidad de la carne es de suma importancia para la industria ya que esto permite optimizar las condiciones de procesamiento y distribución. Los músculos *Longissimus dorsi* y *Semimembranosos* son los más susceptibles a sufrir problemas de PSE y hace que estos tengan una menor aceptación por su apariencia (Bravo-Sierra *et al.*, 2005). La calidad DFD es una de las principales causas de perdida en bovinos de

engorda por motivo de las grandes distancias que recorren los carros a las plantas de sacrificio así como también el maltrato por el manejo realizado al subir a los animales al transporte y el descenso en las plantas de sacrificio, ya que muchos con cuentan con las condiciones necesarias para que los animales sufran el menos estrés posible.

2.7.2.- Identificación visual

La identificación visual de la carne de calidad se basa en su color, marmoleo y capacidad de retención de agua. El marmoleo consiste en pequeñas vetas de grasa intramuscular visibles en el corte de carne. El marmoleo tiene un efecto positivo en la jugosidad y el sabor de la carne. La carne debe presentar un color normal y uniforme a lo largo de todo el corte (FAO, 2012).

La energía requerida para la actividad muscular en un animal vivo se obtiene de los azúcares (glucógeno) presentes en el músculo. En un animal sano descansado, el nivel de glucógeno de sus músculos es alto. Una vez sacrificado el animal, este glucógeno se convierte en ácido láctico y el músculo y la canal se vuelven rígidos (*rigor mortis*). Este ácido láctico es necesario para producir carne tierna, y de buen sabor, calidad y color. Pero si el animal está estresado antes y durante el sacrificio, se consume todo el glucógeno y se reduce el nivel de ácido láctico que se desarrolla en la carne luego de su sacrificio. Esto puede tener efectos adversos muy graves en la calidad de la carne (FAO, 2001) por ejemplo:

- **Pálida, blanda y exudativa (PSE):** Este tipo de carne se caracteriza porque sufre una caída rápida de pH después del sacrificio que combinada con una elevada temperatura provoca la desnaturalización de aproximadamente el 20 % de las proteínas sarcoplasmáticas y miofibrilares. Esta condición hace a la carne altamente exudativa, le da una apariencia pálida al desnaturalizarse la mioglobina y una textura blanda, poco apetecible para los consumidores. La aparición de este tipo de carne es por factores de manejo tanto del animal vivo (transporte, manejo violento, sacrificio con aturdimiento defectuoso) como de la canal inmediatamente

después del sacrificio (enfriamiento deficiente) pueden influir en la incidencia y magnitud de esta condición (Hernández, 2010).

- **Oscura, firme y seca (DFD):** Carne típica de animales sometidos a situaciones de estrés moderado pero prolongado en el tiempo (transportes inadecuados en grandes distancias o ayunos largos), lo que hace que las reservas de glucógeno antes del sacrificio sean mínimas. El valor de pH se mantiene alto (> 6.0) debido a que el músculo no tiene suficiente sustrato (glucógeno) para utilizar en la glucólisis anaerobia y no se produce ácido láctico o se produce en muy poca cantidad. Presenta una alta retención de agua al estar el pH alejado del punto isoeléctrico de las proteínas musculares, la mioglobina se desnaturaliza en menor medida provocando una carne oscura y son muy sensibles a contaminación microbiana lo que hace difícil su conservación bajo refrigeración (Hernández, 2010).
- **Roja, firme y no exudativa (RFN):** Calidad de carne que se considera como la ideal, se trata de una carne roja, firme y normal. Esta característica la hacen adecuada tanto para el consumo en fresco como para la fabricación de productos cárnicos (Hernández, 2010).
- **Rojiza - rosácea, blanda y exudativa (RSE):** Esta carne se caracteriza por tener niveles de desnaturalización de proteína y pérdidas por goteo similares a las carnes PSE pero esta mantiene una coloración característica, debido posiblemente a un enfriamiento rápido de la canal después del sacrificio o por disposición genética (Hernández, 2010).

2.7.3.- Olor

Otro factor indicador de calidad es el olor. El producto debe tener un olor normal, que diferirá según la especie (p.ej., vacuno, cerdo, pollo), pero que variará sólo ligeramente de una especie a otra. Deberá evitarse la carne que desprenda cualquier tipo de olor rancio o extraño (FAO, 2012)

2.7.4.- Firmeza

La carne debe aparecer más firme que blanda. Cuando se maneja el empacado para uso y distribución al por menor, debe tener una consistencia firme pero no dura. Debe ceder a la presión, pero no estar blanda (FAO, 2012).

2.7.5.- Jugosidad

La jugosidad depende de la cantidad de agua retenida por un producto cárnico cocinado. La jugosidad incrementa el sabor, contribuye a la blandura de la carne haciendo que sea más fácil de masticar, y estimula la producción de saliva. La retención de agua y el contenido de lípidos determina la jugosidad. El veteadado y la grasa presente en los bordes ayuda a retener el agua. Las pérdidas de agua se deben a la evaporación y goteo. El envejecimiento *post-mortem* de la carne puede incrementar la retención de agua y, en consecuencia, aumentar la jugosidad (FAO, 2012).

2.7.6.- Terneza

Está relacionada con diversos factores como la edad y el sexo del animal o la posición de los músculos. Un factor que incide positivamente en la terneza de la carne es el envejecimiento *post-mortem*. Las canales se envejecen almacenándolas a temperaturas de refrigeración durante un cierto período de tiempo después de la matanza y el enfriamiento inicial (FAO, 2012)

2.7.7.- Sabor

El sabor y el aroma se conjugan para producir la sensación que el consumidor experimenta al comer. Esta sensación proviene del olor que penetra a través de la nariz y del gusto salado, dulce, agrio y amargo que se percibe en la boca. En el sabor de la carne incide el tipo de especie animal, dieta, método de cocción y método de preservación (p.ej., ahumado o curado) (FAO, 2012)

2.8.- Evaluación de Canales.

En principio, los sistemas de clasificación de canales bovinas se han diseñado teniendo en cuenta las condiciones productivas, el tipo de ganado y, en especial, las necesidades propias y la orientación del sistema de mercadeo.

Los sistemas de clasificación han venido involucrando criterios inherentes a la calidad de la carne como: terneza, marmoleo, textura, color, raza o cruce de ganado; en respuesta a las necesidades y exigencias de los consumidores y cumpliendo con los requerimientos de los mercados nacional e internacional.

La clasificación objetiva de la carne no solo permite al consumidor saber lo que es ingiriendo sino que también ofrece al productor de ganado el conocer la calidad misma de su proceso.

En la mayoría de los países la clasificación es realizada mediante inspección visual de la canal. Un inspector certificado o clasificador utiliza plantillas para determinar primero el color de la grasa y de la carne así como para medir el área del musculo *longissimus dorsi* o ribeye, el espesor de la grasa dorsal y finalmente la madurez o edad del animal así como su conformación se integran al diagnóstico para determinar el grado de calidad de la canal. En México, la clasificación de la carne de bovinos en canal se rige por la norma mexicana NMX-FF-078-SCFI-2002. Según se establece, esta norma tiene cobertura nacional y se instrumentará en los rastros y plantas de sacrificio TIF (Tipo Inspección Federal) registrados por SAGARPA que operan bajo condiciones de sanidad e higiene establecidas en la norma oficial mexicana NOM-008-ZOO-1998 (Amador y Palacios, 2006). En la cual nos hablan de las adecuadas instalaciones en corrales y sitios de recepción de animales proporcionan mejores condiciones de manejo y, por lo tanto, favorecen la calidad de los productos y subproductos cárnicos, así como también las instalaciones y equipamiento apropiados son indispensables para el procesamiento adecuado y facilitan la correcta inspección ante y post-mortem de los animales en beneficio de la salud pública. Menciona que es necesaria la actualización sobre los requisitos de construcción y equipamiento en los establecimientos de sacrificio de animales, así como aquellos que se dediquen a la industrialización de productos y subproductos.

3.- Objetivo General

Evaluar un subproducto de la industria de los cereales como alternativa al maíz en alimentación de bovinos de engorda y evaluar el efecto dos modificadores metabólicos en el comportamiento y eficiencia productiva de Bovinos.

4.- Objetivos Particulares

1. Evaluar la sustitución del subproducto de la industria de los cereales (SC) por el Grano de Maíz (GM) en dietas para bovinos de engorda sobre el comportamiento productivo y calidad de la canal.
2. Evaluar dos modificadores metabólicos en el comportamiento productivo y características de la Canal.
3. Caracterizar nutricionalmente el SC y compararlo con el GM.

5.- Justificación

1. La alimentación representa el 80% de los costos de producción de bovinos de engorda, por el incremento en el precio de los granos que representan el 50% de la dieta en bovinos de engorda, impacta de forma importante en los costos de producción. En ese sentido, toma importancia la búsqueda de alternativas de bajo costo que sustituyan al menos una parte de estos granos sin afectar la producción y permita una mayor viabilidad a este sistema.
2. Los modificadores metabólicos son elementos que pueden mejorar la eficiencia alimenticia, incrementando la síntesis de proteína y por lo tanto la ganancia de peso, lo cual impacta en el costo por kilogramo de peso ganado, sin embargo, en algunos casos provocan una disminución en el contenido de grasa subcutánea, y por lo tanto calidad de la canal, por lo que es necesario evaluar diferentes modificadores permitidos por la ley (NOM – 064–ZOO–1999 y NOM–004–ZOO–2000), que permitan una mayor eficiencia alimenticia con el menor efecto en la calidad de la canal.
3. La evaluación de canales y calidad de canal es importante tenerla en cuenta si es que se pretende introducir al mercado de carnes selectas en las cuales presenta un incremento en el precio de la carne.

6.- MATERIAL Y MÉTODOS:

Se evaluó un subproducto de la industria de los cereales para consumo humano, con la finalidad de sustituir al maíz en dietas para bovinos de engorda en sistemas intensivos o *feed lot*, la de dich

o subproducto consistió en dos pruebas la primer fue una prueba de comportamiento en la que sustituyo totalmente el maíz por el subproducto en dietas de ganado de engorda, así como el uso de dos modificadores del metabolismo y finalizó con evaluación de canales, la segunda parte fue evaluación en el laboratorio mediante pruebas *in vitro* de él subproducto.

Las pruebas de comportamiento se realizaron en las instalaciones de la unidad de producción Amazcala y las pruebas *in vitro* en el laboratorio de nutrición animal de la Facultad de Ciencias Naturales

PRIMERA FASE

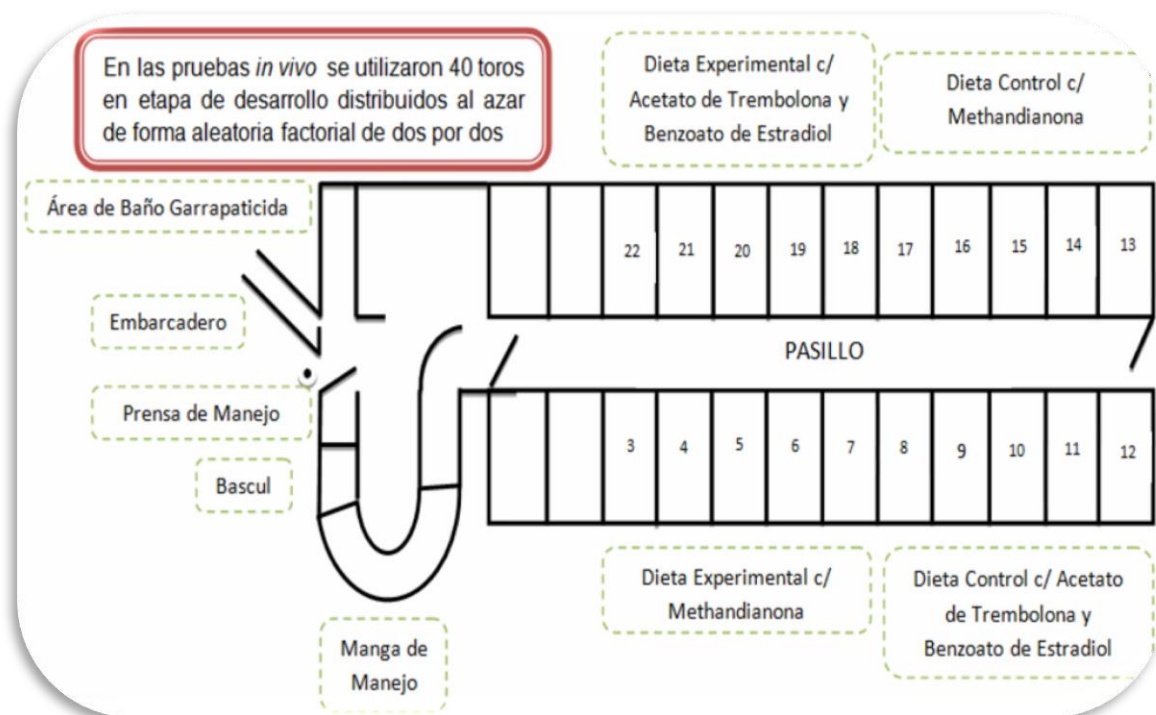
6.1.- Tratamientos

Se utilizaron 40 toros provenientes de la Sierra Queretana, con un peso promedio de inicio de 250 ± 29.5 kilogramos, siendo cruzamientos de raza Europeo – Cebú, Suizo – Cebú y Cebú con las siguientes características.

Los Tratamientos consistieron en ofrecer dos dietas y dos modificadores metabólicos que posteriormente se mencionaran, este diseño fue completamente al azar con arreglo factorial 2x2 (Esquema 1) (dos dietas y dos modificadores metabólicos) los animales se colocaron de la siguiente forma en los corrales, ocupando solo los corrales del 3 al 22, siendo dos animales por corral. (Esquema 2)



Esquema 2. Distribución de los 40 toros en el experimento



Esquema 3. Distribución de los corrales para los diferentes tipos de tratamientos.

6.2.- Dietas

A los 40 animales se les ofreció agua y forraje a libre acceso durante una semana, los animales se distribuyeron al azar, pasada la semana de recepción se procedió hacer la adaptación de las dos dietas (experimental y control) iniciando la adaptación con 80% de forraje y 20% de la ración experimental y cada 2 días hasta llegar al 100% de la dieta esto fue en un periodo de 2 semanas (Esquema 2)

Cuadro 3.- Adaptación a las dietas ofrecidas

Días	Forraje %	Concentrado %
1 – 2	20	80
3 – 4	30	70
5 – 6	40	60
7 – 8	50	50
9 – 10	60	40
11 – 12	70	30
13 – 14	80	20

La composición de las raciones para la fase de desarrollo se presenta en el cuadro 4, la diferencia consistió en la sustitución de grano de maíz en la ración control por el subproducto del cereal.

Cuadro 4.- Composición de las raciones experimentales de desarrollo y características nutricionales

Ingredientes	Precio/Kg	MS%	Control	Experimental
			Kg / Tonelada	Kg / Tonelada
Maíz	5.50	90	437.70	-----
Subproductos de Cereales	4.50	90	-----	437.70
Pollinaza	2.70	85	112.2	112.2
Rastrojo de maíz	0.70	85	225.0	225.0
DDG	5.40	90	60.0	60.0
Melaza	3.50	70	50.0	50.0
Cebo	10.30	80	40.0	40.0
H. Pluma	8.90	85	25.0	25.0
Bicarbonato de Sodio	5.00	90	25.0	25.0
Minerales	35.0	90	25.0	25.0

Las raciones de la fase de finalización se presentan el cuadro 5 al igual que las raciones de desarrollo el grano de maíz de la dieta control fue sustituido en su totalidad por el subproducto de la industria de los cereales y se agregó como un ingrediente nuevo Zilpaterol (Zilmax®) en ambas raciones.

Las dietas fueron ofrecidas en la mañana y en la tarde de forma restringida.

Cuadro 5.- Composición de las raciones experimentales de Finalización y características nutricionales

			Control	Experimental
Ingredientes	Precio/Kg	MS%	Kg / Tonelada	Kg / Tonelada
Maíz	5.50	90	535.338	-----
Subproductos de Cereales	4.50	90	-----	535.338
Rastrojo de maíz	0.70	85	180.0	180.0
DDG	5.40	90	120.0	120.0
Melaza	3.50	70	50.0	50.0
Cebo	10.30	80	40.0	40.0
H. Pluma	8.90	85	24.662	24.662
Bicarbonato de Sodio	5.00	90	25.0	25.0
Minerales C/ Zilmax®	223.00	90	25.0	25.0

6.3.- Modificadores del Metabolismo

Se utilizaron dos modificadores metabólicos de nombre comercial Synovex®-M (Acetato de Trembolona 20mg y Progesterona 200mg) y Dianabol® (Methandianona 25mg)

6.4.- Manejo

Después de un periodo de descanso, se colocaron en la manga de manejo y se realizó la selección de que tratamiento de modificador metabólico le tocaba que sería uno a uno. El primer paso fue hacer el pesado de animales dependiendo el peso del animal a los que le tocaron el Anabólico Methandianona (25mg) (Dianabol®) que la dosis fue de 1ml/50kg de peso vivo y el Acetato de Trembolona (20mg) con Progesterona (200mg) (Synovex-M®) que corresponde a un implante

por animal por vía subcutánea en la parte posterior de la oreja con duración de 180 días (**Figura. 1**).

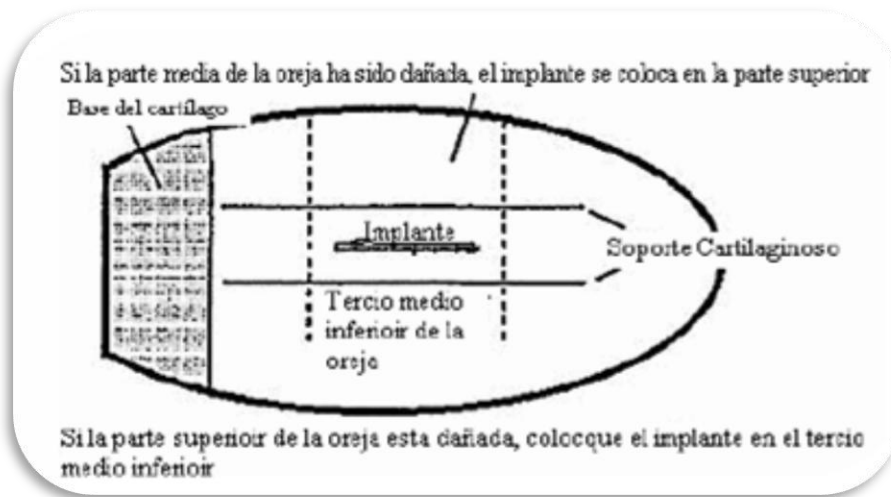


Figura 1. Dibujo que muestra el sitio correcto de aplicación del implante (Firmes 2006).

Después se les aplicó todos los animales de Vitamina ADE (Vigantol® ADE Fuerte) con una dosis de 2-4 ml de peso vivo por vía subcutánea así como también se le dio tratamiento preventivo con vacunaciones que fueron Bovi-Shield® 4 (Vacuna de virus vivo modificado con antígenos de IBR, DVB tipo I y II, PI3, y VRSB) con una dosis de 2ml por animal, Bovimune®Clostri-10 (Bacterina toxoide para la prevención de las enfermedades causadas por *Clostridium chauvoei*, *septicum*, *sordellii*, *novyi*, *tetani*, *haemolyticum*, *perfringens* tipo "A", "B", "C" y "D") y Bovimune® Single Shot (Bacterina toxoide contra *Pasteurella (Mannheimia) haemolytica* serotipos A1, A2 y sus toxoides, *Pasteurella multocida* serotipo A1, *Haemophilus somnus (Histophilus somni)* y *Salmonella Dublín*), las dos últimas vacunas la dosis requerida fue de 5ml por animal. Y por último se realizó un despunte a los animales que presentaban la cornamenta muy grande, con una pinza descornadora.

6.5.- Clasificación de Carne

La evaluación de una canal fue determinada por la consideración de varias características:

Evaluación Objetiva y de rendimiento

1. Peso vivo en pie (PVG)
2. Peso canal caliente (PCC)
3. Peso canal Fría (PCF)
4. Rendimiento en canal
5. Anchura del *Longissimus dorsi* (cm) Diámetro mayor
6. Profundidad del *Longissimus dorsi* (cm) Diámetro menor
7. Espesor de la gras subcutánea (mm)
8. Ojo del área de la chuleta (cm²)

Evaluación Organoléptica y/o subjetiva

9. Conformación
10. Engrasamiento
11. Color de la grasa
12. Color de la carne
13. Marmoleo.

6.5.1.- Peso Canal Caliente

Este se toma cuando el animal es sacrificado y se le retiran vísceras, miembros locomotores distales, cabeza y piel. Se divide la canal longitudinalmente y se pesa con una báscula digital.

6.5.2.- Peso Canal Fría

Este se toma después de que pasa la canal en refrigeración de 24 a 48 hrs en las cámaras del centro de sacrificio este debiendo de estar a 4°C al termino de las horas de refrigeración se vuelve a pesar la canal con una bascula digital.

6.5.3.- Rendimiento de la Canal

Este se calcula tomando el peso de la canal caliente entre el peso de la canal fría y por último se multiplica por 100 y da el rendimiento de la canal.

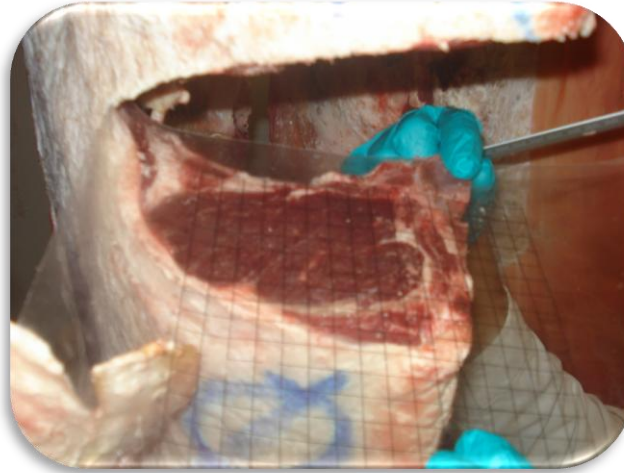
- **Rendimiento de canal = $(PCC/PCF) * 100$**

Hay otra forma de evaluación de rendimiento que comúnmente lo utiliza los ganaderos que es el rendimiento comercial que se calcula tomando en cuenta el peso de la canal fría entre el peso vivo al sacrificio del animal por cien.

- **Rendimiento Comercial = $(PCF/PVS) * 100$**

6.5.4.- Ojo del área de la chuleta

Con una plantilla cuadrículada se estima el área del *Longissimus dorsi* este se marca sobre la plantilla el contorno del musculo para más tarde contar los cuadrados llenos y parcialmente llenos dentro del contorno del ribeye (*Longissimus dorsi*).



**Figura 2.- Plantilla cuadriculada para la evaluación de ojo de la chuleta
(*Longissimus dorsi*)**

6.5.5.- Espesor de la grasa dorsal o subcutánea

En la figura 3 se muestra el procedimiento para estimar el espesor de la grasa dorsal. Se dibuja una bisectriz a lo largo del musculo de interés, después dibuja una línea perpendicular a la bisectriz partiendo de un punto a $\frac{3}{4}$ de longitud de la bisectriz. Finalmente, se mide el espesor de la grasa dorsal en el punto donde la perpendicular interceptó la capa de grasa dorsal.



Figura 3.- Estimando el espesor de la grasa dorsal

6.5.6.- Marmoleo

Se utilizó una platilla con diferentes grados de marmoleo enumerados dependiendo a la cantidad de grasa que presentaba el musculo *Longissimus Dorsi* (Figura 4).



Figura.- 4: Diferentes grados de marmoleo que puede presentar la carne de bovino.

6.5.7.- Color

Se utilizó una plantilla para estimar el color de la carne (Figura 5).

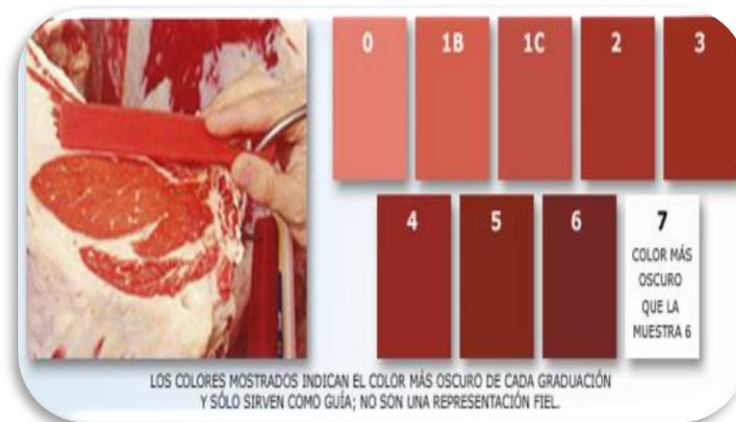


Figura 5.- Gama de colores para determinar el color de la carne de la canal

6.5.8.- Conformación

La clasificación es totalmente objetiva ya que esta depende el punto de vista de las personas que se encuentran evaluando (Figura 6)

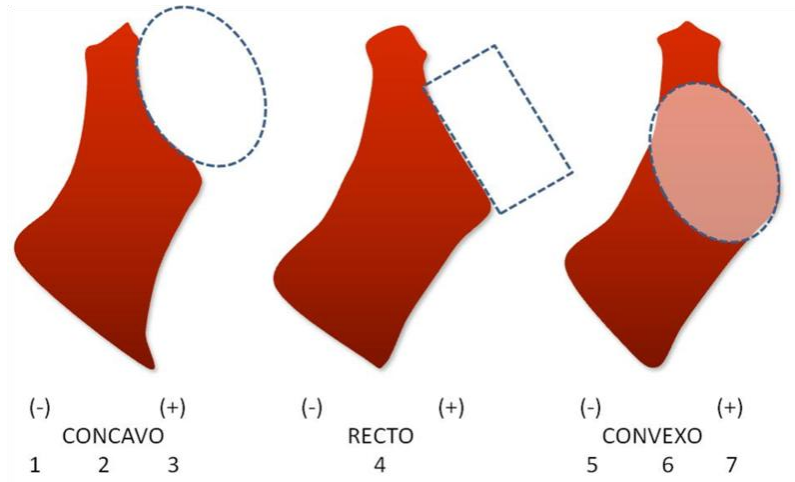


Figura 6.- Conformación de las canales de bovinos de engorda en los diferentes grados de conformación

6.5.9.- Color de Grasa

Se realizó la clasificación por medio de una plantilla con los diferentes grados de coloración de la grasa (Figura 7)



Figura 7.- Gama de colores para determinar el color de la grasa.

6.5.10.-Espesor de la gras subcutánea (mm)

Se realizo la medición de grasa subcutánea con un calibrador vernier

SEGUNDA FASE

6.6.- ANÁLISIS DE LABORATORIO

6.6.1. - Composición Nutricional

Las muestras de los ingredientes, concentrados, alimento ofrecido y alimento rechazado se colectaron diario hasta el día que se sacrificaron los animales, fueron secados en estufa de aire forzado a 60°C y a 100°C durante 48 horas y pesadas al finalizar el tiempo. Posterior a esto las muestras se molieron en molino Willey con criba de 2mm. Se realizó las caracterización de los ingredientes y alimentos completos ya sean ofrecidos, rechazados y concentrados de cada dieta (3 muestras con 3 repeticiones): las determinación fueron materia seca (MS), cenizas, materia orgánica (MO) y proteína cruda (PC) (N x 6.25) de acuerdo a AOAC (1984), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y hemicelulosa según Van Soest *et al.* (1991), así como también el nitrógeno unida a FDN y FDA de acuerdo a Licitra *et al.* (1996).

6.6.2.- Degradabilidad *in vitro*

La degradabilidad *in vitro* se realizó en el Laboratorio de Morfofisiología Animal de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro; la metodología utilizada fue la recomendada por Mehrez y Orskov (1977). Se utilizaron bolsas Ankom F57 (Ankom Technology® previamente pesadas y numeradas, en las que se colocó muestra de los ingredientes, concentrados, alimento completo ofrecido y alimento completo rechazado, se utilizaron 2 bolsas con muestra y una muestra blanco por cada tiempo de muestreo (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 36, 48 y 72 horas), utilizando un total de 29 bolsas filtro por frasco, 20 contenían 1g de muestra y 9 blancos.

6.6.3.- Cinética de la degradación

La degradabilidad de la MS, PC, FDN y FDA se estimó de acuerdo a la ecuación recomendada por Orskov y McDonald (1979):

$$Dg = a + b (1 - e^{-ct})$$

Donde:

- Dg = Degradación del nutriente en el tiempo de incubación t (%)
- A = Fracción soluble o rápidamente degradable (%)
- B = Fracción potencialmente degradable (%)
- C = Velocidad o ritmo de degradación de la fracción b (tasa/h)
- T = Tiempo (h)

6.6.4.- Producción de Gas

La producción de gas (ml/g MS) se realizó en un equipo automatizado (Gas production system de Ankom Technology®) con la metodología recomendada por Williams (2000). Utilizando 1g de muestra por frasco, los buffer recomendados por Kansas State (Ankom®) con un total de buffer A 124.5 ml y buffer B 25.5 ml en cada frasco respectivamente y 37.5 ml de líquido ruminal, se mantuvieron las condiciones anaerobias con inyección de CO₂ y los frascos fueron mantenidos a una temperatura de 39°C en baño maría. Los parámetros utilizados fueron: mediciones durante 48h, intervalo de vida 30s, intervalo de muestreo 15mn, tiempo de apertura de la válvula 250mns.

6.6.5.- Producción AGV's

Se realizó mediante la cuantificación de una muestra del líquido de cada frasco al finalizar la prueba, esto fue por medio de cromatografía de gases de acuerdo a la técnica modificada de Jaroslav *et al* (2000). Para calcular el contenido de CH₄ y CO₂ se utilizó el modelo de estequiometria recomendado por Van Soest (1982).

6.6.6.- Análisis estadístico y modelos de degradación

El modelo utilizado para determinar la cinética de degradación de la MS fue el recomendado por Orskov y McDonald (1979), en la producción de gas se utilizó el modelo modificado por McDonald (1981), con un tiempo lag (tiempo de espera).

Para realizar una comparación de parámetros en las ecuaciones se utilizaron pruebas de t de *student* (Daniels, 1998), y para la comparación de la composición nutricional y AGV's, CO₂ y CH₄, se realizó un ANOVA siguiendo un diseño completamente al azar (Steel y Torrie, 1986).

6.6.7.-Variables de Respuesta para Pruebas de Campo

Los animales ya separados en sus corrales se alimentaron como ya se mencionó anteriormente, a esto se le tomaran las respuestas de campo que son consumos de alimento, desperdicio del alimento, ganancias diarias de peso, ganancias por periodo, ganancia de peso del mes.

7.- Resultados y Discusiones

FASE UNO

7.1 Etapa de Comportamiento de desarrollo

Se habla de dos dietas, una que es la ración control que se encuentra hecha a base de grano de maíz, esta ración presento una relación 80% concentrado y 20% de forraje, y la ración experimental a base de subproducto de cereales las cuales fueron formuladas de acuerdo a NRC 2000. La dieta experimental consistió en ser similar en contenido de proteína, energía y vitaminas y minerales e ingredientes, en donde se substituyó el 100% del maíz por el Subproducto de cereales, con la finalidad de reducir el costo sin afectar la ganancia y eficiencia alimenticia. El Cuadro 6 muestra la composición nutricional de las dos dietas mostrando que presentan las mismas características nutricionales.

Cuadro 6.- Composición y características nutricionales de las raciones de Desarrollo.

Ingrediente	Control	Experimental	Media	EEM \pm
Análisis				
MS %	88.93	91.15	90.04	1.11
MO	91.63	91.46	91.54	0.85
PC	14.30	14.43	14.36	0.65
FDN	34.73	30.70	32.71	2.01
FDA	15.48	13.73	21.10	7.37
Hemicelulosa	19.24	16.97	11.60	5.36
Cenizas	8.37	8.52	8.44	0.07
PC-FDN	2.75	2.46	2.58	0.12
PC-FDA	1.44	1.50	1.47	0.03

El Cuadro 7 presenta el efecto de la aplicación de dos diferentes anabólicos que son, Methandadiona y Acetato de Trembolona con benzoato de Estradiol. En el caso de la Methandianona se ha utilizado mediados del siglo

pasado, con la desventaja de que su aplicación se realiza cada 30 días, lo cual significa movilización y manejo del ganado, esto afecta en la GDP ya que se genera un estrés en los animales al movilizarlos. En el caso del Acetato de Trembolona y Benzoato de estadio se aplica en forma de implante, este viene en presentaciones de 90 y 180 días de efecto, lo cual evita el manejo de los animales y permite un mejor desarrollo del animal. Las ganancias de peso fueron similares ya que no presentó una diferencia significativa hablando estadísticamente, este efecto puede ser motivo del crecimiento compensatorio que presentan los animales cuando llegan de zonas con poco alimento y al entrar el programa de engorda esto tienden a tener una ganancia de peso mayor que otros animales que se encuentra con una alimentación normal. El crecimiento compensatorio se define como el rápido incremento en la tasa de crecimiento relativo a la edad, en animales alimentados en forma adecuada a sus requerimientos luego de un periodo de restricción nutricional suficiente para deprimir el desarrollo continuo (Randall et al., 1998; Wilson y Osbourne, 1960). El mayor énfasis de los estudios realizados en torno a este fenómeno se dirige a considerar animales explotados bajo confinamiento (Carstens et al., 1991; Luna-Pinto y Cronjé, 2000), en donde el crecimiento compensatorio ha sido empleado como una estrategia para manipular los costos y/o las características de la canal, a través de la relación nutrición-alimentación del animal en producción, durante esta fase, se reporta un incremento en el tamaño de algunas estructuras, básicamente hígado y tracto gastrointestinal, aumento en los requerimientos de energía de mantenimiento, mayor deposición de tejido graso/muscular y cambios en las concentraciones hormonales en plasma. Se requiere de 70 a 90 días luego de cesar la restricción nutricional para que estas estructuras puedan adquirir el peso y el tamaño normales (Ryan, 1990).

En la evaluación estadística se utilizó como covariable el peso inicial de los animales al comenzar la prueba en la etapa de desarrollo.

Cuadro 7.- Efecto del tipo de anabólico en el comportamiento productivo de toros durante la etapa de desarrollo

	Acetato de Trembolona con Benzoato de Estradiol	Methandianona	EEM \pm	P
Días	130	130		
Peso Inicial kg	259.5	258.3	2.69	NS
Peso Final kg	413.8	399.2	6.43	NS
Ganancia de Peso kg	187.6	173.0	6.43	NS
Ganancia Diaria Peso kg/d	1.44	1.33	0.05	NS

EEM; Error estándar de la media; Significancia = P: NS: P>0.05, *P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001

La sustitución del 100% del GM en la dieta control por el SC, el cual no presento ningún efecto en el peso de los animales en el periodo de desarrollo, ni en la ganancia de peso, esto es a que las dos dietas eran Isoproteicas e Isoenergéticas. En el Cuadro 8 se muestra la ganancia de peso en 130 días de la fase de desarrollo y la ganancia diaria de peso.

Cuadro 8.- Efecto del tipo de dieta en el comportamiento productivo de toros durante la etapa de desarrollo.

	Control (GM)	Experimental (SC)	EEM \pm	P
Días	130	130		
Peso Inicial kg	257.9	259.9	2.68	NS
Peso Final kg	407.5	405.5	6.39	NS
Ganancia de Peso kg	181.3	179.3	6.39	NS
Ganancia Diaria de peso kg	1.39	1.37	0.04	NS

EEM; Error estándar de la media; Significancia: P: NS: No significativo, *P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001

En el Cuadro 9 se presentan los consumos de los animales en la fase de desarrollo. En la tabla se observa que los animales con dietas control consumieron mayor cantidad de alimento tanto en Base Húmeda (BH) como Base Seca (BS) pero el consumir más alimento no quiere decir que tenga mayor peso (cuadro 8) en relación a esto se observa que a pesar de mayor consumo entre un grupo y otro sus conversiones alimenticias fueron similares. El consumo de materia orgánica (MO), Cenizas, Proteína Cruda (PC) y las Fracciones Fibrosas (FDN, FDA) son diferentes, pero es importante tener en cuenta la cantidad de PC que

consumieron los animales ya que la proteína es la que nos ayuda a aumentar la cantidad de musculo en el animal pero a pesar de esto los animales tuvieron las ganancias de peso similares como se muestra en las tablas anteriores.

Al hacer la comparación de consumos con las ganancias de peso la relación que se puede tener no solamente son las ganancias de peso si no en lo económico ya que los costos de producción se elevan por que el precio del maíz es mayor a las del subproducto ya que los animales que consumen más alimento produce un gasto económico mayor por la compra de los ingredientes para hacer el volumen de alimento que consumen. Si se busca tener menos costos en el gasto de alimento comparando las ganancias de peso y consumos de alimento se recomienda el subproducto ya que tiene un menor costo y las ganancias de peso son iguales.

Cuadro 9.- Efecto del tipo de dieta en el consumo de alimento en 130 días

Consumos	Dieta	Control	Experimental	EEM \pm	P
Peso Inicial (Covariable)		257.9	259.9	2.68	NS
Peso Final		407.6	409.4	7.22	NS
Consumo BH		1550	1545	1.89	NS
Consumo BS		1265	1157	1.43	*
Consumo BS/día		9.72	8.90	0.01	*
Conversión Alimenticia BH		8.71	8.78	0.35	NS
Conversión Alimenticia BS		7.11	6.57	0.27	NS
Consumo Cenizas		105.5	98.58	0.12	*
Consumo Cenizas/día		0.81	0.75	0.001	*
Consumo MO		807.2	1059	51.80	***
Consumo MO/día		6.20	8.14	0.39	***
Consumo PC		181.0	167.1	0.19	*
Consumo PC/día		1.39	1.28	0.001	*
Consumo FDN		695.8	479.6	0.58	*
Consumo FDN/día		5.35	3.68	0.005	*
Consumo FDA		232.8	181.0	0.22	*
Consumo FDA/día		1.79	1.39	0.002	*

BS: Base Seca; BH: Base Húmeda; MO: Materia Orgánica; PC: Proteína Cruda; FDN: Fibra Detergente Neutra; FDA: Fibra Detergente Acida; EEM; Error estándar de la media; Significancia: P: NS: No significativo, *P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001

El Cuadro 10 habla del efecto que presenta el anabólico en el consumo de alimento donde podemos observar que el Acetato de Trembolona con Benzoato

de Estradiol (ATB) dio mejores tasas de crecimiento en el animal que la Methandianona hay estudios en animales de corral que el efecto del ATB aumenta las tasas de crecimiento (Herschler *et al.*, 1995), reportaron que una relación mayor de ATB: estradiol (10:1 vs. 5:1) mejoró la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia de novillos y becerros.

Cuadro 10.- Efecto del anabólico en el consumo de alimento en etapa de desarrollo en 130 días.

Consumos/kg	Anabólico	Acetato de Trembolona con Benzoato de Estradiol	Methandianona	EEM ±	P
Peso Inicial (Covariable)		259.5	258.3	2.69	NS
Peso Final		418.0	399.0	7.26	NS
Consumo BH		1550	1544	1.90	*
Consumo BS		1213	1209	1.44	*
Consumo BS/día		9.33	9.29	0.01	*
Conversión Alimenticia BH		8.42	9.07	0.35	NS
Conversión Alimenticia BS		6.58	7.10	0.27	NS
Consumo Cenizas		102.3	101.9	0.12	*
Consumo Cenizas/día		0.787	0.783	0.001	*
Consumo MO		1002	864.6	52.13	NS
Consumo MO/día		7.70	6.65	0.40	NS
Consumo PC		174.3	173.7	0.19	*
Consumo PC/día		1.34	1.33	0.002	*
Consumo FDN		588.7	586.7	0.58	*
Consumo FDN/día		4.52	4.51	0.005	*
Consumo FDA		207.3	206.5	0.22	*
Consumo FDA/día		1.59	1.58	0.002	*

BS: Base Seca; BH: Base Húmeda; MO: Materia Orgánica; PC: Proteína Cruda; FDN: Fibra Detergente Neutra; FDA: Fibra Detergente Acida; EEM; Error estándar de la media; Significancia: P: NS: No significativo, *P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001

7.2.- Etapa de Comportamiento de Finalización

Las raciones fueron formuladas de acuerdo a NRC 2000. La dietas consistieron en ser similar en contenido de proteína, energía y vitaminas y minerales e ingredientes, además se agregó un modificador metabólico en las vitaminas y minerales que es el Zilpaterol, se substituyó el 100% del maíz por el Subproducto de cereales, con la finalidad de reducir el costo sin afectar la

ganancia y eficiencia alimenticia. En el Cuadro 11 se muestra la composición nutricional de las dos dietas mostrando sus características nutricionales

Cuadro 11.- Composición y características nutricionales de las raciones de finalización

Ingrediente	Control	Experimental	Media	EEM \pm
Análisis				
MS %	89.84	87.60	88.72	1.52
MO	95.44	92.57	94.00	2.02
PC	13.10	12.69	12.89	0.28
FDN	25.33	20.11	22.72	3.69
FDA	7.79	6.04	4.19	5.08
Hemicelulosa	17.53	14.07	18.52	1.4
Cenizas	7.45	7.42	7.43	0.02
PC-FDN	3.67	1.76	2.71	1.35
PC-FDA	1.59	0.77	1.18	0.57

En la evaluación estadística se utilizó como covarible el peso inicial de los animales al comenzar la prueba en la etapa de finalización.

En el Cuadro 12 se muestran las ganancias de peso a 46 días y las ganancias de peso diario que presentaron los animales en la etapa de finalización, como se muestra los dos tratamientos no presentaron diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 12.- Efecto del tipo de anabólico en etapa de finalización en 46 días

	Acetato de Trembolona con benzoato de Estradiol	Methandianona	EEM \pm	P
Peso Inicial	413.8	399.2	6.43	NS
Peso Final	460.4	445.9	6.87	NS
Ganancia de peso	31.75	35.32	2.07	NS
Ganancia diaria de peso	0.69	0.76	0.04	NS

EEM; Error estándar de la media; Significancia: P; NS: No significativo, *P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001

En el Cuadro 13 se muestra el efecto de la dieta en las ganancias de peso de los animales a los 46 días la cual tuvo interacción entre la dieta y el anabólico esto quiere decir que los animales no presentaron efecto alguno con la dieta ofrecida y el anabólico utilizado.

El uso de Clorhidrato de Zilpaterol en vaquillas, novillos y toretes bajo condiciones de corral de engorda y de pastoreo ha demostrado la obtención de resultados positivos y consistentes. En promedio, el peso de las canales aumenta 12 Kg (con un rango de 6.5 a 20.4 Kg) en comparación con los animales que no consumen Zilpaterol (Intervet, 2004)

El amplio rango en la respuesta observada depende de las diferentes condiciones que se presentan en la producción del ganado bovino de carne: potencial genético para producir, programa de alimentación (incluyendo la densidad energética de la ración), eficiencia del mezclado de las dietas, instalaciones, programa de implantación y programa sanitario (Intervet, 2004)

Cuadro 13.- Efecto del tipo de dieta en etapa de finalización en 46 días

	Control	Experimental	EEM ±	P
Peso Inicial	407.5	405.5	6.39	NS
Peso Final	458.2	448.1	6.83	NS
Ganancia de Peso	37.80	29.27	2.05	Interacción
Ganancia Diaria de peso	0.82	0.63	0.04	Interacción

EEM; Error estándar de la media; Significancia: P: NS: No significativo, *P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001

En los Cuadros 14 y 15 presenta el efecto de la dieta en los dos grupos, los animales que consumieron la dieta control presentaron valores mayores que la dieta experimental, los consumos presentaron interacciones con el anabólico. Entonces los animales que consumieron dieta control los costos son mayores por el ingrediente ya que este tiene mayor precio que experimental aunque el efecto de ganancias de peso son iguales y no hay diferencias estadísticas. Como se mencionó anteriormente el efecto del anabólico aumento el consumo de alimento en los animales.

Cuadro 14.- Efecto del tipo de dieta (SC vs Maíz) en diferentes variables asociadas al consumo de alimento durante la etapa de finalización (Kg)

Consumos	Dieta	Control	Experimental	EEM \pm	P
Peso Inicial (Covariable)		407.5.5	405.5	0.00	NS
Peso Final		458.3	448.0	3.98	*
Consumo BH		1139	1138	0.33	Interacción
Consumo BS		981.9	895.1	0.24	Interacción
Consumo BS/día		21.34	19.45	0.005	Interacción
Conversión Alimenticia BH		24.75	24.74	0.007	Interacción
Conversión Alimenticia BS		21.34	19.45	0.005	Interacción
Consumo Cenizas		72.83	66.62	0.02	Interacción
Consumo Cenizas/día		1.58	1.44	0.001	Interacción
Consumo MO		9.36	8.28	0.21	Interacción
Consumo MO/día		20.36	18.01	0.005	Interacción
Consumo PC		128.6	113.5	0.048	Interacción
Consumo PC/día		2.79	2.46	0.001	Interacción
Consumo FDN		248.8	179.9	0.06	Interacción
Consumo FDN/día		5.40	3.91	0.002	Interacción
Consumo FDA		76.47	47.93	0.02	Interacción
Consumo FDA/día		1.66	1.04	0.00	Interacción

BS: Base Seca; BH: Base Húmeda; MO: Materia Orgánica; PC: Proteína Cruda; FDN: Fibra Detergente Neutra; FDA: Fibra Detergente Acida; EEM; Error estándar de la media; Significancia: P: NS: No significativo, *P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001

Cuadro 15.- Efecto del tipo de Anabólico (Acetato de trembolona con Benzoato de estradiol vs Methandianona) en diferentes variables asociadas al consumo de aliento en etapa de finalización (Kg)

Consumos	Anabólico	Acetato de Trembolona con Benzoato de Estradiol	Methandianona	EEM \pm	P
Peso Inicial (Covariable)		413.8	399.2	0.00	NS
Peso Final		460.4	445.9	4.10	Interacción
Consumo BH		1139	1138	0.34	Interacción
Consumo BS		928.8	928.2	0.24	Interacción
Consumo BS/día		20.40	20.39	0.005	Interacción
Conversión Alimenticia BH		24.76	24.74	0.007	Interacción
Conversión Alimenticia BS		20.40	20.39	0.005	Interacción
Consumo Cenizas		69.77	69.68	0.03	Interacción
Consumo Cenizas/día		1.517	1.515	0.001	Interacción
Consumo MO		883.0	882.5	0.21	Interacción
Consumo MO/día		19.19	19.18	0.005	Interacción
Consumo PC		121.1	121.0	0.04	Interacción
Consumo PC/día		2.633	2.630	0.001	Interacción
Consumo FDN		214.5	214.2	0.07	Interacción
Consumo FDN/día		4.66	4.65	0.002	Interacción
Consumo FDA		62.22	62.18	0.02	Interacción
Consumo FDA/día		1.353	1.352	0.00	Interacción

BS: Base Seca; BH: Base Húmeda; MO: Materia Orgánica; PC: Proteína Cruda; FDN: Fibra Detergente Neutra; FDA: Fibra Detergente Acida; EEM; Error estándar de la media; Significancia: P: NS: No significativo, *P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001

7.3.- Resultados de evaluación de Carne

La evaluación de carne se realizó en base a los datos obtenidos a nivel de campo en la planta de sacrificio tipo inspección federal

Cuadro 16- Evaluación de canales de bovinos en base a la dieta ofrecida

Evaluación	Dieta Control	Experimental	EEM \pm	P
Peso Canal Caliente	272.1	266.6	1.56	Interacción
Peso Canal Fría	270.5	264.9	2.62	NS
Diámetro Mayor	13.39	11.69	0.81	NS
Diámetro Menor	8.25	7.51	0.34	NS
Color de Grasa	2.25	2.40	0.27	NS
Grasa Subcutánea (mm)	0.27	0.26	0.03	Interacción
Marmoleo	2.06	1.36	0.18	Interacción
Color de Carne	4.72	3.74	0.70	NS
Conformación	2.33	2.64	0.22	NS
Ojo del Área de la Chuleta (cm²)	94.85	108.9	8.52	NS
Rendimiento	62.89	61.65	0.37	Interacción
Merma de Transporte	8.35	7.94	0.56	NS

(P>0.05 = NS, P<0.05 = *, P<0.01 = **, P<0.001 = ***)

En el Cuadro 16 se observa que los animales alimentados con dieta control y experimental tuvieron interacciones en lo que fue PCC, grasa subcutánea, marmoleo y rendimiento, estas interacciones fueron dadas por el tipo de modificador metabólico administrado (Cuadro 13). En la evaluación de marmoleo se obtuvo como resultado que los animales que consumieron dietas a base de GM con Acetato de Trembolona con Benzoato de Estradiol el depósito de grasa tanto subcutánea como marmoleo es mayor que el de los animales que consumieron dietas a base de SC con Methandianona esto puede ser por efecto del maíz la cantidad de almidones que puede presentar además este no presenta ningún cambio en su estructura organoléptica como es en el SC que lleva un tratamiento térmico y este hace que su composición cambie. Cabe recordar que el uso de anabólicos de origen estrogénico controla el metabolismo de la energía. El tratamiento de rumiantes con estrógenos elevan las concentraciones plasmáticas de insulina y de hormona del crecimiento. Esto resulta en aumento de la síntesis

de proteína muscular, lo que se evidencia por un incremento de la captación de aminoácidos. Por tanto, los efectos de los estrógenos no serían directos sobre la célula muscular, sino mediados a través principalmente de la hormona del crecimiento, resultando en un balance nitrogenado positivo, aumento de la deposición de proteínas y una mayor retención de calcio y fósforo (Bacera, 2002).

La utilización de granos incrementa las tasas de crecimiento y engorda, permitiendo sacrificar animales de menor edad. Con la edad, sobre todo en animales que consumen pasturas, se depositan pigmentos carotenos en la grasa, y ésta va cambiando del color blanco al amarillo. Estas diferencias se acentúan aún más cuando se analizan animales que consumieron granos (Schaaque *et al.*, 1993) ya que estos últimos presentan niveles de carotenos (< 5 ppm) muy inferiores a los de las pasturas y mayores cantidades de grasa (>500 ppm) (Realini, 2004)

Si se busca un mercado de cortes selectos, por ejemplo el marmoleo que es una de las características más importantes ya que este da la suavidad y el sabor de los cortes, en segundo esta la grasa subcutánea que para los carniceros esto son perdidas ya que estas personas las retiran por que los clientes o consumidores no aprecian esto. Los restaurantes o establecimientos que venden cortes selectos piden que tengan una mayor cantidad de grasa ya que es la que da jugosidad, ternura y sabor de la carne. Se observó que los animales con Methandianona dan canales más magras y podría decirse que estas canales por sus características son más para uso comercial y las que presentan acetato de trembolona para uso en cortes finos. Hay que tener en cuenta el tipo de raza de los animales ya que todas las razas cebuinas, depositan grasa a menor edad y peso corporal que las razas Europeas como el Charoláis, Limousine o Simmental. En el experimento había animales de cruza cebuinas con Europeas y Europeas, que este puede ser un factor importante en la cantidad de grasa depositada en musculo tanto intramuscular como subcutánea.

En el Cuadro 17 se tiene como diferencia la cantidad de merma que presentan las canales de los animales en el experimento, se observa que los animales con Methandianona son animales que presentan mayor pérdida de

peso, es comúnmente llamada merma. La merma se puede clasificar de dos formas: exudativa y tisular. La merma exudativa, es aquella causada por la pérdida de orina y heces, la pérdida tisular es la pérdida de fluidos de las células y el ganado requiere más tiempo para recuperar este tipo de merma (Kawas, 2006).

La merma es mayor en ganado que es dietado y transportado, en comparación con ganado que es solamente desprovisto de alimento. En ambos casos, las pérdidas fecales y urinarias son similares. Los factores que afectan la proporción de la merma: tiempo de tránsito, distancia, edad, sexo y tipo-condición (Kawas, 2006)

CUADRO 17.- Evaluación de canales de ganado Bovino en base al tipo de modificador metabólico.

Evaluación	Anabólico	Acetato de trembolona y Benzoato de Estradiol	Methandianona	EEM \pm	P
Peso Canal Caliente		265.12	273.5	1.52	Interacción
Peso Canal Fría		265.64	268.82	2.56	NS
Diámetro Mayor		11.73	13.35	0.80	NS
Diámetro Menor		7.55	8.21	0.34	NS
Color de Grasa		2.32	2.33	0.26	NS
Grasa Subcutánea (mm)		0.27	0.25	0.03	Interacción
Marmoleo		2.10	1.32	0.17	Interacción
Color de Carne		3.73	4.73	0.68	NS
Conformación		2.36	2.60	0.21	NS
Ojo del Área de la Chuleta (cm ²)		104.35	99.44	8.32	NS
Rendimiento		61.34	63.20	0.36	Interacción
Merma de Transporte		7.11	9.17	0.55	*

(P>0.05 = NS, P<0.05 = *, P<0.01 = **, P<0.001 = ***)

El factor que más afecta las mermas del ganado es el tiempo de tránsito durante el transporte. Consecuentemente, los chóferes que conducen las jaulas ganaderas deben entregar el ganado lo antes posible. Fox *et al.*, (1985) reportaron las siguientes estimaciones de merma con respecto al tiempo de tránsito:

Cuadro 18.- Efecto del tiempo de tránsito en la merma y días requeridos para recuperar el peso de compra

Tiempo de Tránsito (horas)	Merma (%)	Días requeridos para recuperar el peso de compra
1	2	0
2-8	4-6	4-8
8-16	6-8	8-16
16-24	8-10	16-24
24-32	10-12	24-30

Fuente: Fox et al. (1985)

FASE DOS

7.4.- Pruebas de Laboratorio

7.4.1.- Caracterización de GM y SC

En el Cuadro 19 se muestra la composición química bromatológica del GM en comparación con el SC observando diferencias ($P < 0.05$) en sus contenidos de: MS, PC, FDN, FDA, Hemicelulosa, PC- FDN y PC – FDA. En sus contenidos de MO y Cenizas no fueron diferentes ($P > 0.05$). El SC respecto al GM, tiene una mayor degradación de la MS en especial en su fracción soluble (a) ($P < 0.01$), como lo muestra en el Cuadro 2, Guada (1993) menciona que la mayor parte de los tratamientos térmicos a los que son sometidos los cereales pueden modificar la cinética de degradación de sus componente en el rumen.

Cuadro 19.- Composición química bromatológica del GM molido y SC.

Ingrediente / Análisis	GM	SC	Media	EEM \pm	P
MS %	86.58	92.01	88.75	2.98	***
MO	85.417	85.415	85.416	0.42	NS
PC	7.74	9.13	8.30	0.77	**
FDN	17.42	17.51	17.46	0.45	NS
FDA	3.28	4.95	3.95	0.92	**
Hemicelulosa	13.79	13.34	18.01	5.94	**
Cenizas	1.17	6.59	3.34	2.99	***
PC-FDN	1.16	2.01	1.50	0.46	***
PC-FDA	0.37	0.56	0.44	0.11	**

^{a,b} diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas ($P > 0.05 = NS$, $P < 0.05 = *$, $P < 0.01 = **$, $P < 0.001 = ***$)

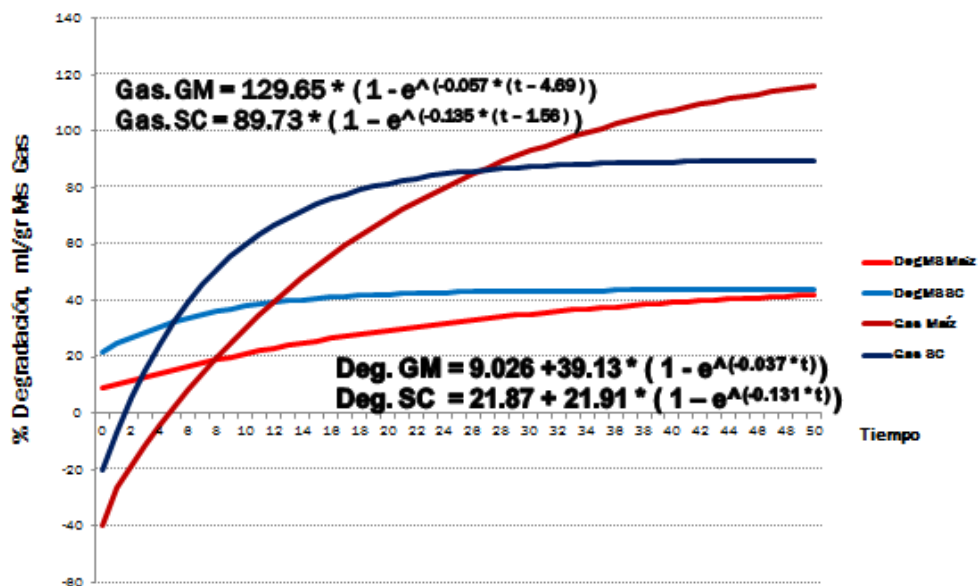
La combinación de calor, humedad y presión que se realiza en el tratamiento de los cereales, puede provocar diferentes efectos en sus componentes, como es la de gelatinización del almidón que unido a la mayor superficie de exposición lograda durante el molido o quebrado previo a la aplicación de humedad y calor, podrían aumentar la degradación enzimática microbiana en el rumen (Frederick *et al.*, 1973), velocidad de fermentación

ruminal (Hinman y Johnson, 1974), sin embargo, se tomó en cuenta que el SC al ser una mezcla de cereales como: maíz, trigo, arroz entre otros, la tasa de degradación de cada uno de estos no es la misma (Andrade-Montemayor. 2005; Offner, 2003.), de tal manera que no se puede establecer una tasa de degradación constante en el SC la cual dependerá de la mezcla y tratamiento realizado anteriormente a su utilización (Cuadro 20 y Figura 4).

Cuadro 20.- Relación de degradación y Producción de Gas entre el GM y SC *in vitro*.

MS	a	b	C (/h)	Degradación Potencial a+b (72h)	Degradación Efectiva (25h)	TI (h)	N	R ²	EEM ±
Cinética de la degradación de MS %									
GM	9.026 ^b	39.13 ^a	0.037 ^b	48.156 ^a	27.828 ^b	---	66	94.44	2.30
SC	21.87 ^a	21.91 ^b	0.131 ^a	43.78 ^b	38.654 ^a	---	66	93.03	1.63
Producción de gas (ml/gr MS)									
GM	--	129.65 ^a	0.057 ^b	129,65 ^a	76.186 ^a	4.69 ^a	1043	95.58	7.33
SC	--	89.73 ^b	0.130 ^a	89.73 ^b	68.617 ^b	1.56 ^b	1043	98.17	2.15

^{a,b} diferentes letras entre renglones son diferentes (P<0.05), a = Fracción soluble %, b = fracción de lenta degradación%, c = tasa fraccional de la degradación (/h) o de la producción de gas (ml/h), tl = tiempo lag h.



Grafica 6.- Relación de degradación y Producción de Gas entre el GM y SC *in vitro*.

Las correlaciones observadas en el Cuadro 21 entre la degradación y la producción de gas en GM y SC fueron elevadas ($r= 0.994$ a $r=1.000$) esto indica que la técnica de producción de gas respecto a la técnica de degradación se encuentran altamente relacionados observando que al degradarse la partícula la producción de gas incrementó a través del tiempo transcurrido.

Cuadro 21.- Correlación GM y SC, entre la degradación de MS, la producción de gas (ml/gr de MS, y la disminución en el contenido de MS en el tiempo (100-Degradación de MS) *in vitro*.

GM	100 – Degradación MS	Producción de gas	Degradación
100 – Degradación MS	1	-0.994	-1.000
Producción de gas		1	0.994
Degradación			1
SC	100 – Degradación MS	Producción de gas	Degradación
100 – Degradación MS	1	-1	-1
Producción de gas		1	1
Degradación			1

En el rumen el almidón es fermentado a AGV's y la proteína degradada a cetoácidos y amoníaco, este último la principal fuente de nitrógeno para la síntesis microbiana. La intensidad del proceso degradativo es variable y depende de la magnitud de la fracción potencialmente degradable y de su tiempo de retención en el rumen (Guada, 1993), con respecto a la producción de AGV's (Cuadro 22) así como su composición NS ($P > 0.05$), sin embargo, la producción de gas, CO_2 y CH_4 (ml/g MS) fue superior en el GM, el CO_2 y CH_4 son gases de efecto invernadero, producto de la fermentación entérica, por lo que el uso de SC tendría este beneficio, lo que nos sugiere que el SC podría ser una sustituto viable para el GM, sin embargo, se requiere de la realización de pruebas *in vivo* que corroboren esto

El ganado bovino emite gas metano porque en su proceso digestivo, que ocurre bajo condiciones anaeróbicas, participan diferentes tipos de bacterias. Éstas, degradan la celulosa ingerida a glucosa, que fermentan luego a ácido acético y reducen el dióxido de carbono, formando metano en el proceso. La emisión de metano representa energía alimenticia que se transforma en forma de gas y no es aprovechada por el animal (McCaughey et al, 1997-1999; Montenegro, 2000).

Johnson y Johnson en el 2000 indican que los dos principales factores responsables de las variaciones en la producción de metano son: la cantidad de carbohidratos fermentados en el retículo-rumen, lo cual implica diversas interacciones dieta-animal, que afectan el balance entre las tasas de fermentación de estos carbohidratos y la tasa de pasaje. El otro mecanismo es la relación de ácidos grasos volátiles (AGV) producidos, la cual regula la producción de hidrógeno y la subsecuente producción de metano. El aspecto de mayor impacto en la metanogénesis es la relación ácido acético: ácido Propiónico. Si esta relación llega a 0.5 la pérdida energética puede ser de 0%. Pero si todos los carbohidratos fuesen fermentados a ácido acético y no se produjera propiónico las pérdidas energéticas podrían llegar a ser del 33%.

Cuando las sustancias reducidas son transferidas de bacterias ruminales fermentadoras de carbohidratos a bacterias metanógenas, el acetato se

incrementa y generalmente el propionato disminuye. El acetato es preponderante bajo dichas condiciones pero no se considera precursor significativo de metano en el rumen (Van kessell y Russel, 1996). Moss *et al* (2000) señalan que el acetato y el butirato promueven la producción de metano, mientras que la formación de propionato puede ser considerada como una forma competitiva en el uso del H₂ en el rumen.

Cuadro 22.- Producción de AGV's, CO₂ y CH₄ / grMS *in vitro*.

	GM	SC	Media	EEM ±	P
AGV's Totales μmol/ml	250.2	221.8	0.0236	8.351	NS
% Acético	56.9	66.2	61.534	2.978	NS
% Propiónico	33.79	24.64	29.218	3.476	NS
% Butírico	9.30	9.18	9.246	0.573	NS
μmolCO ₂	0.50	0.53	0.519	0.014	NS
μmolCH ₄	0.24	0.31	0.2809	0.026	NS
% CO ₂	67.35	62.98	65.170	0.040	NS
% CH ₄	32.64	37.01	34.830	1.441	NS
Gas/ ml/g MS	129.65	89.73	84.520	0.010	**

(P>0.05 = NS, P<0.05 = *, P<0.01 = **, P<0.001 = ***)

En las imágenes de microscopio electrónico de barrido se muestra la degradación *in vitro* que tiene el GM y SC a las 0, 36 y 72 horas. En las imágenes del GM se pueden observar almidones, las estructuras que lo rodean son estructuras de fibra que presenta el GM, a determinado tiempo se van observando menos cantidades de almidón y más estructuras fibrosas. En comparación al SC se observan pocas estructuras de almidón ya que este lleva un proceso térmico y modifica las estructuras del ingrediente, aunque también se observa cómo se van degradando y llegando a un punto donde no vemos presencia de almidones.

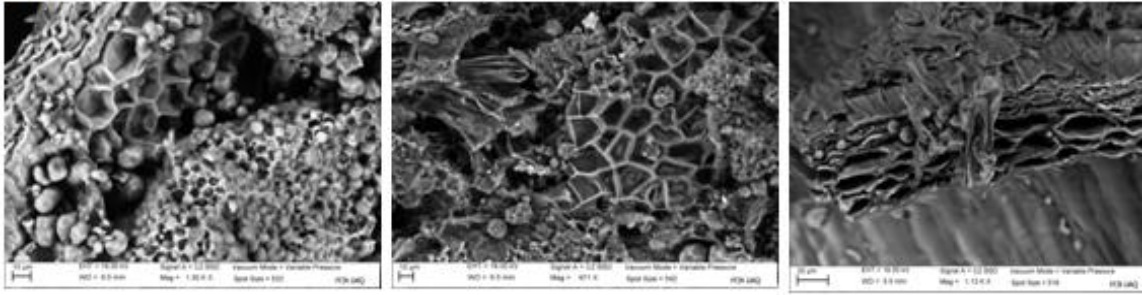
El almidón está organizado en partículas discretas conocidas como gránulos cuya morfología, composición química y estructura molecular (arreglo relativo de las moléculas en estado sólido), son distintas a una especie a otra (Hoseney y Col, 1986; Tang y Col, 2002).

Debido a que la amilopectina es el componente más abundante en el almidón, este polímero es responsable de que el granulo presente (Hoseney y Col,

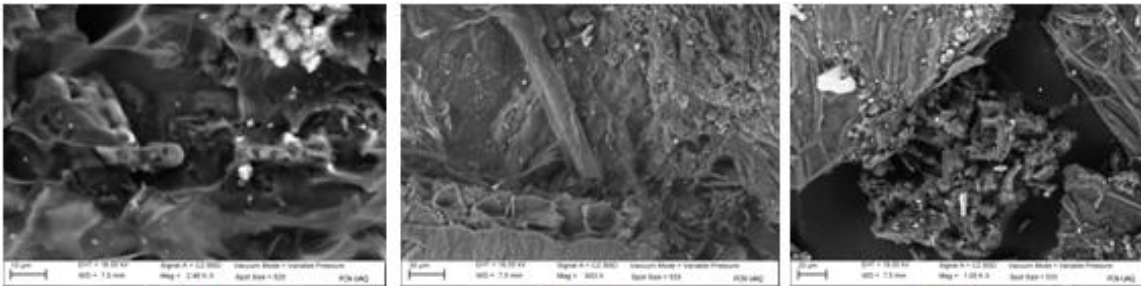
1986; Tang y Col, 2002): Una estructura organizada en forma de anillo, las moléculas de amilopectina se alinean a lo largo de un eje imaginario que se extiende el punto de origen del granulo hasta el exterior del mismo.

Se puede encontrar gránulos con forma ovalada, redonda, esférica, lenticular, poligonal, e incluso formas irregulares. Su tamaño es aproximadamente 1-100µm como largos. Los gránulos a partir 1 – 20 µm se consideran pequeños y de 20 - 100µm como largos. La distribución de los gránulos usualmente se clasifican como unimodal y bimodal. La distribución bimodal se caracteriza por poseer gránulos largos y pequeños de una misma fuente botánica, mientras que la clasificación unimodal solamente posee un tamaño. Esta distribución ha hecho que se clasifiquen gránulos de almidón de tipo A, que usualmente son mayores a 10µm de diámetro y tienen formas redondas o lenticulares y los gránulos tipo B, que por lo general son menores al 10µm de diámetro, con formas esféricas y poligonales (Buléon y col, 1998; Fredriksson y col, 1998; Gallant y Bouchet 1986; Han y col, 2002; Jacobds y Delcour, 1998; Lindeboom y col, 2004; Morrison y Karkalas, 1990; Singh y col, 2003; Swinkels, 1985,; Tester y Karkalas, 2002; Zobel y Stephen, 1996)

GM



SC



0 hr

36 hr

72 hr

Figura 8. Degradación *in vitro* vista con microscopio electrónico de barrido a las 0, 36 y 72 horas.

Conclusiones

La utilización subproductos agroindustriales en la alimentación de bovinos de engorda es una alternativa importante para las épocas donde el grano de maíz tiene precios demasiados altos ya que puede tener ganancias de peso similares en los animales que consumen estos alimentos pero si el subproducto presenta el mismo precio que el maíz es mejor utilizar el grano de maíz, se presentan interacciones del anabólico con la dieta que hacen que estos no tengan diferencias estadísticas en el experimento.

La utilización del subproducto de la industria de los cereales en la engorda de bovino es aceptable si lo que se busca vender animales en pie ya que este producto se ocupar muy bien y no hay complicaciones algunas en la salud del animal pero si se busca una calidad de canal o calidad de carne este no presenta cambio alguno por las interacciones que presentaron los resultados. Para el mercado nacional o mercados tradicionales cualquiera de los dos productos ayudan ya que la deposición de grasa tanto intramuscular y subcutánea es mínima y que para este tipo de mercado es bueno ya que por lo general los consumidores piden que se retire la grasa subcutánea por aspecto de vista y limpieza de la carne , para los restaurantes y establecimiento gourmet es lo que piden mayor cantidad de grasa intramuscular ya que es la que da ternura, jugosidad y sabor a la carne. Hay que tener en cuenta que los anabólicos utilizados presentaron un efecto importante en estas características ya que los dos son esteroides estrógenos que ayudan a tener mayor eficiencia en la conversión alimenticia y captación de nitrógeno en el musculo lo que hace que el musculo tenga mayor tamaño. Se pudo observar que los animales que se les aplico Methandianona eran animales más grandes, pesados, pero sus características de carne no eran las más deseadas para el área de cortes finos.

Las evaluaciones de los dos ingredientes a nivel de laboratorio fueron bastante interesantes ya que el grano de maíz y el subproducto son ingredientes diferentes al hacer su análisis químico bromatológico y a pesar de eso se obtuvo resultados iguales en las pruebas de comportamiento y evaluación de canales. En

la degradación y digestión *in vitro* el SC presento una efectividad mayor efectividad ya que este producto lleva un proceso de cocción que hace que se modifique su estructura organoléptica, lo éste tiene una degradación efectiva a las 25 hrs y el GM no lo presento porque no tiene ninguna modificación en su estructura organoléptica solo se modifica su estado físico lo cual hace que los microorganismos tarden mas en degradarlo, este presento una degradación efectiva mucho menor que el SC, pero su degradación potencial será mucho mayor que la del SC ya que este llega a un punto en el que no seguirá degradándose más que el del maíz se puede decir que si el GM permaneciera mayor tiempo en el rumen del animal este podría tener mayor efecto que el del SC.

Otra parte importante de este experimento fue la evaluación de la producción de CO₂, y CH₄ que son gases que afectan el medio ambiente contribuyendo con los gases de efecto invernadero, se puede observar que hay una mayor producción de gas con el GM que con el SC esta va relacionado a la degradación que tiene el ingrediente, en esta prueba se le agrego el tiempo de espera en la producción esto no quiere decir que el producto no produjera gas al momento de correr la prueba sino hasta que presento valores positivos este empezó a marcar la producción de gas, el SC presento una rápida producción de gas pero así como su degradación este llego a un punto donde se estabilizo y no produjo mayor cantidad de gas en cambio el GM si produjo, mientras transcurría más tiempo (grafica cuatro) se puede ver cómo es que puede seguir aumentando. Si se alimentaran los animales con éste SC en la etapa de desarrollo y en la finalización con GM se podría disminuir un poco las emisiones de CO₂ y CH₄, ya que se menciona en muchas literaturas que los bovinos o rumiantes son los que aporta 20% de gases de efecto invernadero al planeta.

La producción de los tres principales AGV's producidos a nivel ruminal son importantes no solamente en producción de carne si no en la producción de leche ya que el SC en comparación del GM este produce mayor cantidad de estos AGV's en el cuadro 22 no se observan cambios estadísticos por el tamaño de muestra obtenido si este presentara la misma cantidad el SC tendría mayor

producción de AGV's que el GM y si valoramos que este cuesta menos y produce mayor cantidad para los productores de leche sería una fuente muy buena de alimentación de ganado lechero pero hace falta hacer pruebas *in vivo* para poder tener datos que nos den la pauta para poder utilizarlo sin problema alguno.

La alimentación de los animales en el periodo de producción de desarrollo con los precios que se muestran en el Cuadro 4 tenemos que la dieta del SC tiene una diferencia de \$437.7 pesos por tonelada de alimento producido esto si se multiplica por la cantidad de toneladas de alimento que los animales consumieron en la etapa de desarrollo 1,984.7 kg da como resultado un ahorro de \$868.7 pesos por animal en esta etapa. En etapa de finalización tiene una diferencia de \$535.38 por tonelada de alimento producido se esto se multiplica por el alimento consumido que fue de 702.29 kg da como resultado \$375.99 pesos. Si este dinero se multiplicara por la cantidad de animales que existen en las engordas de más de mil cabezas de animales claro que hay un ahorro de dinero. Para los pequeños productores también es un ahorro ya que ese dinero que no se gasta en el momento lo puede seguir ocupando para comprar medicamentos, insecticidas etc. Lo cual ayuda a la economía del productor.

Se puede concluir que la alimentación con SC en animales de producción de proteína animal para consumo humano puede ser utilizada ya que las respuestas tanto *in vivo* como *in vitro* fueron similares, sin presentar cambios negativos. Los usos de anabólicos ayudan a hacer más eficiente a los animales en la producción de carne de buena calidad todo depende del interés o mercado que se quiera llegar. El conocimiento de la producción de gas de efecto invernadero que los rumiantes aportan al medio ambiente es significativo y da una pauta así para poder buscar nuevas alternativas para que estos sean más eficientes y produzcan menos gases que dañen el medio.

9. Bibliografía

- Almanza Gaviña C.J. 2010. El consumo de carne en México, EL Economista.
- Amador Gómez I, Palacios Gómez A. 2006. Evaluación Comparativa de los Sistemas de Clasificación de las Canales Bovinas, CARTA FEDEGAN, Edición Especial TLC.
- Andujar, G., Pérez D. & Venegas, O. 2009. Los cambios post mortem y la transformación del musculo en carne. En: *Química y bioquímica de la carne y los productos cárnicos*. 125 p. Instituto de Investigaciones para la industria alimentaria. Editorial Universitaria. La Habana, Cuba.
- Andrade–Montemayor. H. 2005. Valoración nutritiva de dos sistemas de alimentación y evaluación del uso de fuentes alternativas de proteína vegetal en la alimentación de caprinos. Tesis doctoral. Departamento de producción Animal. Universidad de Murcia, España.
- A.O. A. C. Association of Analytical Communities 1990. Official Methods of Analysis. 14th Edition. Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC. Pp: 152-157.
- Arronis V. 2000. Recomendaciones Sobre sistemas intensivos de Producción de carne: estabulación, semiestabulación y suplementación estratégica en pastoreo.
- Baird, B. 2006. Pre-harvest cattle management practices enhance beef tenderness. National Cattlemen’s Beef Association. July-August.
- Bavera G, Bocco O, Beguet H y Petryna A. 2002. Promotores del crecimiento y Modificadores del metabolismo. Cursos de Producción de Carne Bovina, F. A. V. UNRC.
- Bravo-Sierra, P. A., Ruiz-Cabrera, M. A., Gonzalez-Garcia R. & Grajales-Lagunes, A. 2005. Influencia de la temperatura de refrigeracion (*pre-rigor*) sobre la incidencia de la carne PSE. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 4, 181-189.
- C.E.F. P. 2009. Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. El mercado del maíz y la agroindustria de la tortillas. Cámara de Diputados. H. Congreso de la Unión.
- COVECA, Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. Monografía de carne de Bovino. 2010.
- Daniels W.W. 1999. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud, Editorial. LIMUSA. 3^{ra} edición. Pp.873
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura, 2012. Calidad de la Carne.

- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2001. Directrices para el manejo, transporte, y sacrificio humanitario del ganado.
- FIRA, Financiera Rural. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial, 2009. Bovino y sus derivados.
- Fox, D. G., C. J. Sniffen, P. J. VanSoest, P. D. George, J. R. Russell, and M. J. Thonney. 1985. Cornell cattle systems. I. Northeast Regional Agricultural Engineering Service.
- Frederick, H.M.; Theurer, B. y Hale, W.H. 1973. Effect of Moisture, Pressure, and Temperature on Enzymatic Starch Degradation of Barley and Sorghum Grain. *J. Dairy Sci.* 56, 595.
- Guada, J. A. 1993. Efectos del procesado sobre la degradabilidad ruminal de proteína y almidón. IX Curso de Especialización FEDNA. Barcelona, España.
- Hernández C.A. 2010. Control de calidad y seguridad de la carne y productos cárnicos curados mediante el uso de sensores enzimáticos. Tesis Doctoral. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Hinman, D.D. y Johnson, R.R. 1974. Influence of processing methods on digestion of sorghum starch in high concentrate beef cattle ration. *J. Anim. Sci.* 39, 417.
- Hosney RC, Zeleznack KJ y Yost DA. 1986. A note the gelatinization of starch. *Starch/Stärke* 38: 407 – 409.
- Intervet, 2004. Boletín Veterinario de Intervet. Productividad Animal. Pp. 1 – 12.
- Jaroslav J.; Stránská, E. Procházková-Francisci y E. Rosová, 2000. V. Blood cultures evaluation by gas chromatography of volatile fatty acids. *Med Sci Monit*; 6(3): 605-610.
- Johnson KA, Johnson DE. Methane emissions from cattle. *J Anim Sci*, 1995; 73: 2483-2492
- Kauffman, R. G., Cassens, R. G., Sherer, A. & Meeker, D. L. 1992. Variations in pork quality. pp. 1-8. NPPC Publication, Des Moines, USA.
- Kawas J.R. 2006. Estrés por Transporte y Manejo del Ganado: Como reducir las Mermas. X Seminario Internacional de Actualización sobre Engorda de Ganado Bovino en Corral.
- Laguna, J., Piña, E. Bioquímica de Laguna. Manual Moderno. México. 2002.
- Leal R. 2007. Practicas de Manejo para mejorar la calidad de la canal. XI Seminario Internacional de Actualización Sobre Engorda de ganado Bovino en Corral.

- Licitra. G., T. M. Hernández y P. J. Van Soest. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 57: 347-358.
- McCaughey W, Wittenberg K, Corrigan D. Methane production by steers on pasture. *Can J An Sc*, 1997; 76 (3): 519-524.
- McCaughey W, Wittenberg K, Corrigan D. Impact of pasture type on methane production by lactating beef cows. *Can J An Sc*, 1999; 79 (2): 221-226.
- McDonal, I. 1981. A revised model for estimation of protein degradability in the rumen. *J. Agric. Sci., Camb.* 96: 251.
- McKee, T., McKee J. *Bioquímica. La base molecular de la vida.* McGraw-Hill Interamericana. 3 ed. España. 2003.
- Mehrez, A. Z. y E. R. Orskov. 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci., Camb.* 88:645-650.
- Montenegro J, Abarca S. Fijación de carbono, emisión de metano y de óxido nitroso en sistemas de producción bovina en Costa Rica. En: *Intensificación de la ganadería en Centroamérica: beneficios económicos y ambientales.* CATIE – FAO – SIDE. Ed Nuestra Tierra. 2000. 334 p.
- Moss AR, Givens DI. The effect of supplementing grass silage with soya bean meal on digestibility, *in sacco* degradability, rumen fermentation and methane production in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 2002; 97: 127- 143
- NRC, 2005. *Nutrient Requirements of Beef Cattle. Seventh Revised Edition.* National Academy Press. Washington, D. C.
- Ouali, A. & Sentandreu, M. A. 2002. Overview of muscle peptidases and their potential role in meat texture development. In: *Research advances in the quality of meat and meat products.* Ed. F. Toldra. pp. 33-63. Research Signpost. Trivandrum, India.
- Offner, A., A. Baach y D. Sauvant. 2003. Quantitative review of *in situ* starch degradation in the rumen. *Anim. Feed Sci. Technol.* 106: 81-93.
- Orskov, E. R. y I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci., Camb.* 92: 499-503.
- Roskoski, R. *Bioquímica.* McGraw-Hill Interamericana. México. 2001
- SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación 2010. *Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en la Producción de Carne de Ganado Bovino en Confinamiento.* 3^{ra} Edición. Pps. 126.

- SENASICA. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en la Producción de Carne de Ganado Bovino en Confinamiento. 3^{ra} Edición. Pps. 126.
- SFA SAGARPA, Subsecretaria de Fomento a los Agronegocios SAGARPA. Perspectivas a Largo plazo para el sector Agropecuario de México 2011 – 2020. 2011.
- Shimada Miyasaka A. 2003. Nutrición Animal. México: Trillas: 2003. Pp.96 – 106, 134 – 176, 323 – 324.
- Stell R.G.D y Torrie J.H. 1986. Bioestadística. Principios y procedimientos. Editorial McGraw Hill. 2^{da} Edición. Pps. 611
- Tang H, Wantanabe K y Mytsunaga T. 2002. Characterization of storage starches from quinoa, barley and adzuki seeds. *Carbohydr Polym.* 49: 13 – 22
- Van Kessel JS, Russell JB. The effect of pH on ruminal methanogenesis. *FEMS Microbiology Ecology*, 1996; 20: 205-210.
- Van Soest, J. P. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd Edit. Ithaca, New York. USA. Cornell University press.
- Van Soest, J.P., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy. Sci.* 74:3583-3597.
- Vázquez, R. L. & Vanaclocha, A. C. 2004. Tecnología de Mataderos. Mundi-prensa Libros, S. A., Madrid España.
- Williams. B. A. 2000. Cumulative Gas-production Techniques for Forage Evaluation. en Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. Edited by D.I. Givens., E. Owen., R.F.E. Axford and H.M. Omed. CABI Publishing. Pags:189-208.
- Dan S. Hale, Kyla Goodson, and Jeff W. Savell. Beef Quality and Yield Grades. Consultado 2009. Disponible en: <http://meat.tamu.edu/beefgrading/>
- Canadian Beef in Corporation, Copyright 2012. Disponible en: <http://www.canadianbeef.info/us/es/quality/default>.

10. APENDICE:

Fundación Produce

promueve tecnología alternativa para engorda de bovinos

Uso de ingredientes regionales alternativos en raciones a bajo costo y comparación de dos moduladores de crecimiento en toros de la sierra de Querétaro en sistemas de engorda en corral

Fase 1: Pruebas de comportamiento iniciación y desarrollo

Andrade-Montemayor H.M**; Lara Hernández A; Mendoza Mendoza J.C.; Méndez y Gomez Humaran M.C.
Facultad de Ciencias Naturales, Lic. en Medicina Veterinaria, Universidad Autónoma de Querétaro. Ave. De la Ciencias S/N, Juriquilla. Del. Santa Rosa Jauregui. Querétaro. CP76230. Correspondencia al autor: e-mail: **andrademontemayor@yahoo.com.mx. (Tel: 442-1921200).

Introducción

La producción de carne en el centro y norte de la república Mexicana se lleva a cabo principalmente en sistemas de producción intensivos en corral, en estos sistemas la alimentación consiste principalmente en raciones con elevado contenido de concentrados (80 a 90%), lo cual indica un elevado costo de producción, sin embargo, cuando estos sistemas se manejan adecuadamente el elevado rendimiento cárnico puede justificar este costo.

En el año 2005 el consumo per cápita de carne fue de 15 kg, esperando que la demanda en el 2025 sea de 1.95 millones de toneladas métricas, lo cual implica un incremento en la producción ya sea en el número de animales o en la eficiencia de la producción, sin embargo, en la actualidad una parte importante de la demanda, ha sido cubierta por la importación (Peck. 2008). En ese sentido, la producción nacional cubre del 80 al 85% de la demanda nacional, lo cual presenta una tendencia a disminuir a partir de la reducción en el número de corrales de engorda del país debido al incremento en los precios de los granos principalmente de importación y el bajo precio del ganado en pie (Owens, 2008; Griffin et al. 2008).

Algunas de las formas para poder dar viabilidad a estos sistemas de producción es la utilización de subproductos agroindustriales que sean disponibles en la región y de precios accesibles al productor, y por otro lado el evaluar elementos que permitan una mayor eficiencia en la conversión alimenticia y mayor ganancia de peso, disminuyendo el costo de producción por kilogramo de carne, siendo los moduladores de crecimiento una de las herramientas mayormente usada (Raun y Preston, 1998; NRC 2005), estos permiten una mayor ganancia diaria de peso, presentando un efecto anabólico e incrementando la síntesis de proteína muscular, lo que permite un menor costo por kilogramo producido debido a la mejor conversión alimenticia (Raun y Preston, 1998). Debido a lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue comparar el efecto de la inclusión de diferentes subproductos agroindustriales, con menor costo que los granos de cereales utilizados en las dietas tradicionales, y la comparación de diferentes modificadores metabólicos para mejorar la eficiencia alimenticia.



De Frente al Campo

5



El Comité Organizador de las Reuniones Nacionales de Investigación e Innovación Pecuaria, Agrícola, Forestal y Acuícola Pesquera

Otorga la presente

Constancia a:

LARA-HERNÁNDEZ A, MENDOZA MENDOZA JC, BERNAL-SANTOS G,
KAWAS GJR Y ANDRADE-MONTEMAYOR HM

Por su participación con el trabajo:

EVALUACIÓN DE UN SUBPRODUCTO DE LA INDUSTRIA DE CEREALES COMO ALTERNATIVA AL MAÍZ EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS DE ENGORDA EN ETAPA DE DESARROLLO Y DE DOS MODIFICADORES DEL METABOLISMO.

Dr. Pedro Brajcich Gallegos
Presidente del Comité Organizador



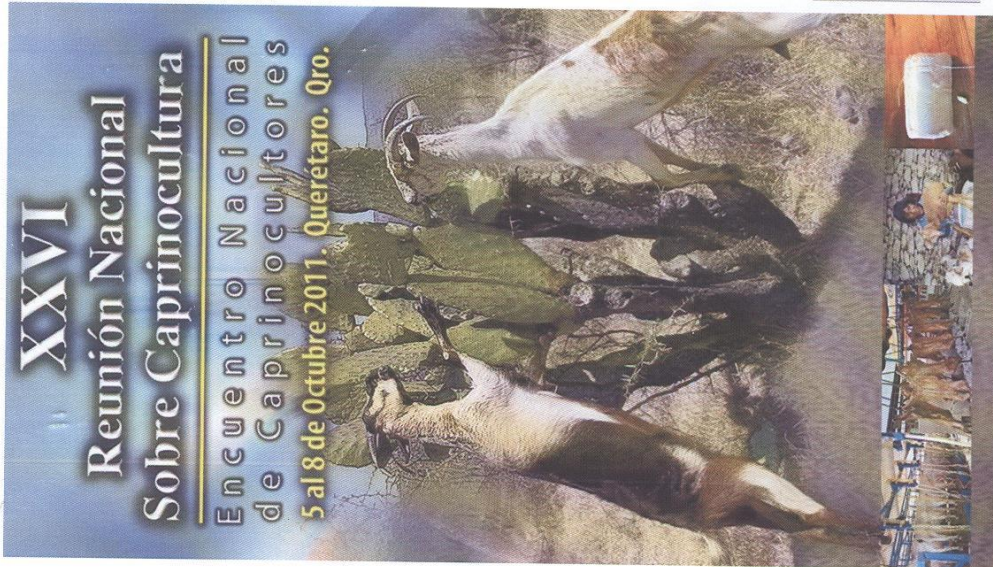
Querétaro 2012

Reuniones Nacionales de Investigación e Innovación Pecuaria, Agrícola, Forestal y Acuícola-Pesquera

10 al 13 de Septiembre



"Innovando para la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental"



Asociación Mexicana para la Producción de Caprinos, A. C.
Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales

Otorgan la presente

Constancia

A:

Lara-Hernández A., Mendoza Mendoza J. C., Córdova Torres A. V., Kawas G. J. R., Andrade-Montemayor H. M.

Por su participación como **ponente**

en la XXVI Reunión Nacional de Caprinocultores con duración de 32 horas, N° registro CONCERTVET CB 002/11

Santiago de Querétaro, Qro., 8 de octubre de 2011


Dr. María Andrea Cerrillo Solo
 Presidenta de la Asociación Mexicana para la Producción de Caprinos A.C.


Dr. Héctor Mario Andrade Montemayor
 Vicepresidente de la Asociación Mexicana para la Producción de Caprinos A.C. y Presidente del Comité Organizador de la XXVI Reunión Nacional Sobre Caprinocultura


Dr. Miguel Ángel Pérez Razo
 Tesorero de la Asociación Mexicana para la Producción de Caprinos A.C.


Biol. Jaime Ángeles
 Director de la Facultad de Ciencias Naturales


Dr. Tere Casañá Reis de Souza
 Coordinadora de la Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



Otorga la presente

Constancia

MVZ. ALAN LARA HERNANDEZ



Por su participación como Ponente en el evento académico denominado "1er Foro Perspectivas en Salud y Producción Agropecuaria Sustentable en el Trópico" realizado del 15 al 16 de Agosto, en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chiapas. Se extiende la presente en la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a los 16 días del mes de Agosto de 2012.

"Por la conciencia de la necesidad de servir"

"Por la conciencia de la necesidad de servir"

Yamasaki Maza

MC. Alberto Yamasaki Maza

Director

MC. Alfredo Castellanos Coutiño

Secretario Académico

LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
A TRAVÉS DE LA SECRETARÍA DE RECTORÍA



OTORGA LA PRESENTE

CONSTANCIA

a:

Alan Lara Hernández

Por su participación como responsable del proyecto: *"Evaluación de un subproducto de la agroindustria de los cereales en la alimentación de bovinos de engorda"*

Realizado a través del
FONDO DE PROYECTOS ESPECIALES DE RECTORÍA
FOPER 2012

Centro Universitario
29 de abril 2013


DR. GILBERTO HERRERA RUIZ
RECTOR


DRA. REBÉCA DEL ROCÍO PENICHE VERA
SECRETARIA DE LA RECTORÍA