

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



“Análisis de la eficiencia de conversión alimenticia, ganancia de peso y rendimiento de la canal de razas obtenidas mediante cruzamientos de bovinos de carne”

POR

LUÍS CARLOS ESTRADA BORJA

MONOGRAFIA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

“Análisis de la eficiencia de conversión alimenticia, ganancia de peso y rendimiento de la canal de razas obtenidas mediante cruzamientos de bovinos de carne”

POR

LUIS CARLOS ESTRADA BORJA

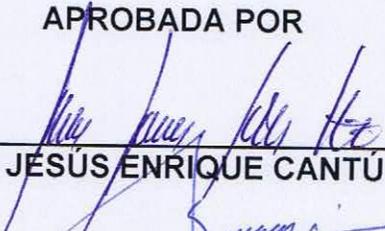
MONOGRAFIA

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

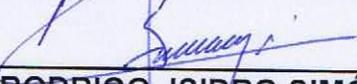
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

PRESIDENTE:


DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO

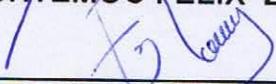
VOCAL:

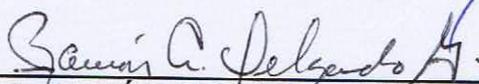

M.V.Z. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

VOCAL:


M.V.Z. CUAUHTÉMOC FÉLIX ZORRILLA

VOCAL SUPLENTE:


I.Z. JORGE HORACIO BORUNDA RAMOS


M.C. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

“Análisis de la eficiencia de conversión alimenticia, ganancia de peso y rendimiento de la canal de razas obtenidas mediante cruzamientos de bovinos de carne”

POR

LUIS CARLOS ESTRADA BORJA

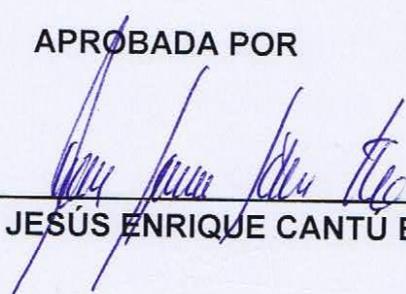
MONOGRAFIA

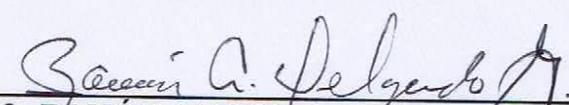
QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:


DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO


M.C. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2016

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por nunca soltar mi mano y guiarme por el buen camino y rodearme de personas buenas que me quieren.

A mis padres, Luz María Borja Martínez y Carlos Juan Estrada Gutiérrez por haberme dado la vida y apoyarme incondicionalmente para obtener un logro tan grande como es el convertirme en un profesionista.

A mis hermanas, Laura Patricia Estrada Borja y Paulina Cecilia Estrada Borja, por ser parte de mi familia por su afecto y cariño dándome su ayuda incondicional.

A mis Abuelos, por siempre apoyarme y estar al pendiente de mis pasos.

A Anaïs González, por ser parte de mi vida y por su apoyo incondicional gracias.

A mi Alma Mater, por aceptarme ser parte de ella y darme una formación como profesionista.

Al Dr. Jesús Enrique Cantú Brito, por brindarme todo su apoyo y permitirme ser parte de su proyecto para realizar esta monografía de titulación.

A todos los maestros A todos ellos por brindarme su conocimiento, su amistad y consejos, a todos muchas gracias.

A mis Amigos, a ellos por su ayuda y conocimientos que me brindaron a lo largo de mi carrera hicieron de esta experiencia una de las más especiales.

A toda mi familia, gracias a todos por sus consejos, toda su ayuda y su apoyo, mil gracias a todos los que estuvieron y siguen estando conmigo.

DEDICATORIAS

A DIOS, por darme la oportunidad de vivir por estar en mi camino cada paso que doy, por permitirme llegar a este punto y haberme dado salud para lograr los objetivos que me he propuesto.

A mis padres, por ser pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, por su incondicional apoyo que me han dado todo el tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

A mis maestros, por la gran motivación, por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra de formación profesional, al Dr. Jesús Enrique Cantú Brito por su apoyo ofrecido en este trabajo.

A mis abuelos, por quererme y apoyarme a mi abuela Doña Lucila Gutiérrez (QEPD) que siempre se preocupó porque me fuera bien en mis estudios.

RESUMEN

La presente monografía se realizó en la UAAAN-UL, de febrero a septiembre de 2015, teniendo como objetivo general, realizar una extensiva e intensiva compilación de la información y documentación disponible sobre la conversión alimenticia, ganancia de peso por día, consumo de alimento y rendimiento de la canal de algunas razas de ganado de carne obtenidas por cruzamientos (*Bos indicus* y *Bos taurus*) a través de apoyos bibliográficos, documentos, revistas indexadas periódicas, journals y del Internet tanto del idioma español como en inglés. De acuerdo a la información obtenida en la monografía, se considera que dentro de las razas más eficientes en cuanto a ganancia de peso por día se tienen la Tuli con 1.70, seguida de la Beefmaster con 1.67-1.74 y Brangrus y Santa Gertrudis con 1.42-1.44, respecto a la conversión alimenticia las más eficientes son las razas Tuli y Braunvieh con 5.50, seguidos de la Tropicarne con 6.1 y la Simbrah con 6.51 y respecto al rendimiento de la canal las más sobresalientes fueron las razas; Gelbray con 64%, Beefmaster y Braunvieh con 63.5%, y la más baja la Bradford con solo 51% de rendimiento de la canal. Es necesario que los productores de bovinos inviertan en la adquisición de animales sobresalientes seleccionados sobre una serie de atributos que indican eficiencia en parámetros productivos entre los que se tienen; la ganancia de peso por día (gpd), conversión alimenticia (kg alim./kg de ganancia), área del ojo de la chuleta, proporción de carne magra, rendimiento de la canal, entre otras, las cuales indican los índices de eficiencia de producción que actualmente ningún productor debe dejar de pasar por alto. Se hace necesario llevar a cabo estudios y programas de selección y mejoramiento genético de los bovinos de carne más precisos, basados en índices de eficiencia, y en especial de los programas de cruzamientos al incrementar la eficiencia de la producción, la eficiencia de utilización del alimento formará parte de uno de los mayores componentes de los programas de selección.

Palabras clave; Ganado de carne, conversión alimenticia, nutrición, alimento residual, porcentaje de canal.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE	iv
INDICE DE CUADROS	v
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo	3
2. REVISION DE LITERATURA	5
2.1 Índices de la medición de la eficiencia del uso de alimento	8
2.1.1 Consumo de materia seca por día (CMS)	10
2.1.2 Eficiencia de alimentación neta (EAN)	11
2.1.3 Eficiencia de la utilización del alimento	13
2.1.4 Conversión alimenticia (CA)	15
2.1.5 Tasa de conversión de alimento (TCA)	20
2.1.6 Ganancia de peso por día (GPD)	20
2.1.7 Consumo del alimento residual (Rechazos) (CAR)	28
2.1.8 Promedio residual de ganancia diaria de peso (PRGDP)	33
2.1.9 Rendimiento de la canal (RC)	35
3. CONCLUSIONES	47
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

INDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1	Consumo de materia seca (Kg/MS/día) por día en dos periodos de engorda el primer periodo de 1967-1976 y el segundo 1977-1986 para diferentes razas de ganado de carne obtenidas por cruzamientos.	11
Cuadro 2	Análisis de la eficiencia del consumo de alimento y ganancia de peso en dos tipos de novillos sobre el costo total de la terminación.	17
Cuadro 3	Conversión alimenticia (Kg/MS/Kg de ganancia) en dos periodos de engorda el primer periodo de 1967-1976 y el segundo 1977-1986 para diferentes razas de ganado de carne obtenidas por cruzamientos.	17
Cuadro 4	Estudio de diferentes tipos de razas de carne en South África en un periodo de 112 día en pruebas de crecimiento para Ganancia de Peso por día y Conversión alimenticia, de varias razas de cruzamiento de ganado de carne.	18
Cuadro 5	Efecto del sexo del ganado sobre el desempeño del ganado de carne y sobre la conversión alimenticia.	19
Cuadro 6	Efecto del sexo y edad al sacrificio sobre el consumo, eficiencia y calidad de la canal en toros y vaquillas Charoláis x Simmental.	24
Cuadro 7	Ganancia de peso por día en dos periodos de engorda el primer periodo de 1967-1976 y el segundo 1977-1986 para diferentes razas de ganado de carne obtenidas por cruzamientos.	25
Cuadro 8	Comparación del desempeño de hembras de la raza Beefmaster en dos periodo de tiempo	26

el primero de 1980-1992 y el segundo de 1993 a 1998, en esquemas de evaluación de la progenie y desempeño de desarrollo en South Africa.

Cuadro 9	Comparación del desempeño de hembras de la raza Simbrah en dos periodo de tiempo el primero de 1980-1992 y el segundo de 1993 a 1998, en esquemas de evaluación de la progenie y desempeño de desarrollo en South África.	27
Cuadro 10	Resultados del estudio de diferentes caracteres como la ganancia de post destete, peso al sacrificio y peso de la canal caliente (HCW por sus siglas en ingles).	28
Cuadro 11	Relación del el alimento residual (Rechazos) sobre mediciones de desempeño en corral de engorda sobre la eficiencia, y alimentación de novillos.	31
Cuadro 12	Resultados de dos pruebas de desempeño de toros Angus y Brangus en etapa de postdestete.	31
Cuadro 13	Tres razas de ganado obtenidas por cruzamientos evaluadas para peso inicial, consumo diario, ganancia de peso por día y conversión alimenticia en lotes de engorda de terminación de novillos.	32
Cuadro 14	Características de desempeño de vaquillas sobre la clasificación de RFI bajo, medio y alto, durante un periodo de prueba de 70 días	32
Cuadro 15	Porcentaje de rendimiento de la canal estimada sobre un tiempo aproximado de dos horas sin alimento, antes del sacrificio para diferentes tipos de animales de carne.	37
Cuadro 16	Resultados obtenidos sobre el rendimiento de la canal en razas de ganado cruzado como la	38

Beefmaster, Brangus, Bonsmara y Romosinuano

Cuadro 17	Relación entre los porcentaje de rendimiento de la canal en cinco categorías de grado de rendimiento en bovinos productores de carne.	39
Cuadro 18	Resultados obtenidos en ganado Brangus y ganado cruzado de Charoláis en el rendimiento de la canal, peso caliente de la canal y área del ojo del rybeve	40
Cuadro 19	Conversión alimenticia, ganancia de peso por día, consumo de alimento y rendimiento de la canal de algunas razas de ganado de carne obtenidas por cruzamientos de <i>Bos taurus</i> y <i>Bos indicus</i>.	42
Cuadro 20	Efecto de la clasificación de RFI sobre el desempeño y eficiencia del alimento en vaquillas alimentadas con dietas altas en grano.	44
Cuadro 21	Efecto de la raza de ganado de carne de cruzamientos sobre la utilización de la energía del alimento y su transformación a Kg de becerros destetados, en un periodo de tres años	45
Cuadro 22	Evaluación de genética nueva vs genética vieja en toros de la raza Wagyu sobre caracteres de valor del rendimiento de la canal, incluyendo ganancia de peso por día y % del rendimiento de la canal	46

1. INTRODUCCIÓN

Como los costos de alimentación son uno de los factores más importantes que influyen en la rentabilidad de la producción de ganado de carne, existen muchos esfuerzos para reducir estos costos. Mejorar la eficiencia de la alimentación se logra por medio de una serie de estrategias de alimentación y tecnologías de mejoramiento genético.

Aunque el consumo de alimento residual (RFI por sus siglas en inglés) se ha convertido en uno de los rasgos de eficacia más importante de la alimentación para ganado de carne, existen limitaciones con RFI para la selección directa para mejorar la eficacia de la alimentación toda la industria de engorda de ganado. Estas limitaciones son el alto costo y la dificultad de registrar el consumo de alimento diario de los animales, además del tiempo y contar con instalaciones adecuadas.

Rentabilidad de la producción depende de tanto de los ingresos y egresos o salidas. Proporcionar alimentación a los animales tiene el mayor costo dentro de los sistemas de producción animal. Este punto ha sido reconocido en las industrias de cerdo y aves de corral, en el que fácilmente se pueden cuantificar los costos de alimentación. Esas industrias han realizado mejoras significativas en la eficiencia del uso del alimento por medios genéticos y no genéticos. Aunque el costo de proporcionar la alimentación en pastoreo en ganado de carne de engorda

resulta ser más difícil de cuantificar y es todavía mucho más complejo en sistemas extensivos de producción basada en el pastoreo.

El mejoramiento en la eficiencia de utilización del alimento puede ayudar considerablemente a contribuir en la reducción de los costos de producción. La medición del consumo de alimento en el animal individual es difícil y costoso. Recientes avances en computación y electrónica y sobre todo en los registros confiables de consumo de alimento automático han hecho posible que la medición del consumo de alimento sea más fácil (Arthur y Herd, 2008).

Además de lo anterior, se hace necesario que en muchos sistemas de producción a gran escala, la selección del tipo de animal a engordar se ve fuertemente influenciada por la decisión de los administradores más que de los Médico Veterinarios, por lo que en muchas industrias ganaderas se tienen pérdidas económicas considerables, por lo que cuando se dispone de grandes cantidades de forraje de buena calidad, se podrán emplear animales de razas europeas, más sin embargo, cuando no se dispone de forrajes de buena calidad es preferible utilizar razas obtenidas por cruzamientos, como Santa Gertrudis, Beefmaster, Simbrah, Brangus, Bradford, Charbray, etc. entre muchas otras ya que se ha reportado que son más eficientes en la utilización de forrajes de más baja calidad.

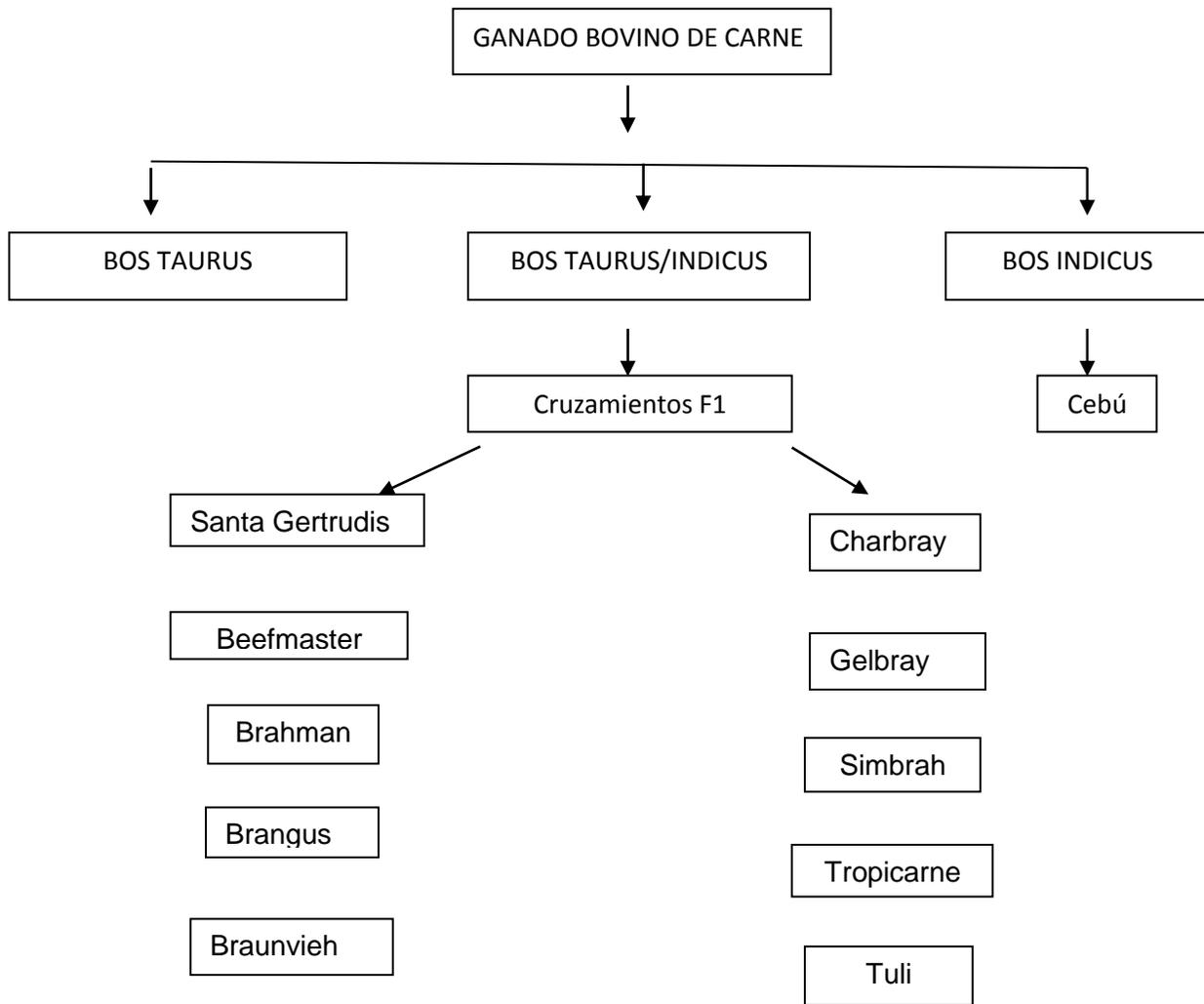
El objetivo de esta monografía es proporcionar la información sobre los índices de eficiencia alimenticia en las principales razas de ganado de carne obtenidas por cruzamientos (*Bos taurus* y *Bos indicus*).

1.1 Objetivo

Obtener los índices de eficiencia en ganado de carne de las principales razas obtenidas por cruzamientos de *Bos taurus* y *Bos indicus*.

- 1) Obtener el consumo de alimento por día (DFI) (Daily feed intake),
- 2) Documentar la conversión alimenticia (FCR) (Feed conversion ratio),
- 3) Consultar los rechazos (RFI) (Residual feed intake), y
- 4) Ganancia de peso por día (ADG) (Average daily gain)
- 5) Investigar el rendimiento de la canal, (%) en diversas razas de ganado de carne obtenidas por cruzamientos.

De acuerdo con Morris (2003), la clasificación e identificación de las razas de carne tiene su origen en el esquema que a continuación se muestra y dentro de las razas que se incluyeron en esta monografía se tienen las siguientes por ser aquellas de las que se disponía documentación e información y que son consideradas como las razas europeas (*Bos taurus*) cruzadas con (*Bos indicus*).



2. REVISION DE LITERATURA

Actualmente, no se puede ser competitivo, si no se es eficiente y por lo tanto la medición de los índices de eficiencia de producción se relacionan a una disminución de la superficie establecida de forrajes, incremento de la población humana, incremento del bio-combustible como fuente de energía, incremento en los costos de alimentación incluyendo los forrajes y el aumento de otros insumos como los costos de la gasolina y diesel, transporte y fertilizantes entre otros.

La comparación entre razas de carne por sus características de desempeño, pueden mejorar la habilidad del productor para hacer decisiones económicamente redituables al seleccionar razas más eficientes. Debido a la variabilidad de los datos sobre la eficiencia de transformación en diversas razas de carne, se hace necesario realizar una comparación entre razas a través del análisis de la literatura disponible respecto al consumo por día (FI), ganancia de peso por día (ADG), conversión alimenticia (Consumo/ganancia), y rechazos de alimento (Chewning *et al.*, 1990).

Información sobre los parámetros productivos que indican los índices de eficiencia en ganado de carne se tienen; consumo por día (DFI) (Daily feed intake), conversión alimenticia (FCR) (Feed conversion ratio), rechazos (RFI) (Residual feed intake), ganancia de peso por día (ADG) (Average daily gain) y otros indicadores sobre la calidad de la canal y de la carne producida.

La regulación del consumo de alimento y la eficiencia en la utilización de los alimentos por animales involucra una serie de procesos complejos y rutas metabólicas que están influenciadas por la genética del animal, así como también por numerosos factores ambientales y de manejo. El consumo de alimento está asociado de forma positiva con la productividad y la talla corporal del animal, de tal manera que la selección para incrementar el crecimiento puede también incrementar los requerimientos de energía y el apetito, resultando en una mejora mínima en la eficiencia del aprovechamiento de los alimentos (Castilhos *et al.*, 2010). Por el contrario, la selección para menor consumo de alimento, reducirá el mérito genético para crecimiento, resultando en efectos negativos sobre la productividad.

Se hace necesario cuantificar el impacto de la selección genética para mejorar la eficiencia alimenticia en animales de razas obtenidas por cruzamientos ya sea en animales jóvenes, animales en crecimiento sobre el desempeño de la población de vacas productoras de carne, ya que al seleccionar las razas más eficientes se podrá estar fijando caracteres de mayor importancia económica en los hatos haciéndolos más eficientes y productivos (Herd *et al.*, 1997).

La rentabilidad de un sistema de producción de carne está determinada por el balance entre los costos de producción y los ingresos de la empresa. El alimento parece ser la variable más costosa en la producción animal (Arthur *et al.*, 2005), resultando, por lo tanto, en un aumento del interés de mejorar la eficiencia en la alimentación a través del manejo de los animales y de la genética (Berry,

2008). El mejoramiento de la eficiencia en animales jóvenes ha sido generalmente el enfoque de la mayoría de los estudios (Crowley *et al.*, 2010) incluyendo el impacto de la selección para mejorar la eficiencia alimenticia sobre otras características en el desempeño de animales jóvenes.

Considerables avances en investigación han sido realizados para definir la variación en el RFI usando diferentes tipos biológicos de ganado de carne, de ahí la importancia de mejorar la eficiencia alimenticia del ganado, que permita reducir los costos y sobre todo aumentar la eficiencia del sistema de producción.

Un punto importante en la engorda de animales de carne, lo representa los costos del alimento y sobre todo el de los granos el cual afecta la rentabilidad de las empresas engordadoras, además de que la engorda es afectada por el consumo de alimento, crecimiento y eficiencia del uso del alimento, así como factores ambientales tales como la dieta, la edad y condiciones climáticas (Crews, 2005). Es importante conocer si el consumo, crecimiento y eficiencia del uso del alimento afectan la ganancia de peso por día ya que Durunna *et al.*, (2011), reportan que el forraje residual consumido es una característica heredable en novillos (Durunna *et al.*, 2011).

La competencia de los mercados y el incremento de las exigencias respecto a la calidad de la carne producida por parte del consumidor, ha obligado a muchos productores de carne a invertir en la adquisición de animales sobresalientes para ser utilizados como sementales en los cruzamientos futuros, los cuales han sido

seleccionados sobre una serie de atributos que indican eficiencia en parámetros tanto reproductivos como productivos entre los que se tienen la ganancia de peso por día (gpd), conversión alimenticia (kg alim./kg de ganancia), área del ojo de la chuleta, proporción de carne magra, entre otras, las cuales indican los índices de eficiencia de producción que actualmente ningún productor debe dejar de pasar por alto.

La alimentación del ganado representa históricamente entre un 50-70% de los costos de producción en la empresa ganadera de carne y por lo tanto, un mejoramiento de aproximadamente un 10% en la eficiencia de producción trae como resultado una disminución de los costos de producción y por lo tanto una mayor utilidad, además de que al utilizar menor cantidad de recursos para producir se incrementa la seguridad alimentaria global en el mundo

2.1 Índices de la medición de la eficiencia del uso de alimento

La ganancia de peso por día y el consumo de MS/día, son típicamente las mediciones relacionadas con la eficiencia del uso del alimento (Crews, 2005), sin embargo, la eficiencia del uso del alimento por los animales, repercute entre los ingresos y egresos del alimento consumido por el animal y ganancias obtenidas.

Un enfoque alternativo para medir la eficiencia alimenticia involucra la separación de los requerimientos de energía para mantenimiento y producción. Para ello se utilizan métodos estadísticos que permiten calcular el consumo

esperado de alimento en base al peso y productividad del animal, definiendo el consumo residual de alimento (RFI) como la diferencia entre el consumo de alimento real y el esperado. De esta manera, los animales eficientes son aquellos que consumen menor cantidad de alimento al esperado para un peso y tasa de crecimiento dado. Y viceversa, los animales ineficientes son aquellos que consumen mayor cantidad de alimento al esperado (García *et al.*, 2014).

Los mayores costos de producción de las empresas ganaderas, es el pastoreo extensivo o los costos del alimento en los corrales de engorda. La reducción del consumo de alimento sin detrimento de otras variables importantes como la ganancia de peso por día (kg/día), sería muy benéfico para cualquier sistema de empresa de engorda de carne (Duff, s/f).

Existen actualmente tres métodos en uso para determinar la eficiencia de los animales en el consumo de alimento de las novillas en ganado carne de vacuno. El consumo residual (RFI) es el residuo de un modelo de regresión sobre el consumo de alimento en ADG y $BW^{-0.75}$. La ganancia diaria promedio residual (R-ADG) es el residuo de la regresión en un modelo de regresión de ADG donde el consumo de alimento y $BW^{-0.75}$. La relación entre la conversión del alimento se calcula como el promedio de consumo de alimento dividido por la ganancia de peso por día. Todas estas medidas requieren evaluaciones en la alimentación individual (Randel y Welsh, 2014).

2.1.1 Consumo de materia seca por día (CMS)

Se define como la cantidad de material seco que es proporcionado a los animales y se expresa como la cantidad de alimento en kg de MS/día por animal, y las necesidades de MS se expresan en porcentaje del peso vivo que en bovinos varía entre el 2.7 y el 3.0%, animales en baja condición pueden consumir el 3% de su PV, mientras que ganado con un grado mayor de crecimiento requerirá menos. El porcentaje de materia seca, se refiere a la cantidad de alimento menos el agua contenido en dicho alimento, que no dejamos de recordar que es agua estructurada, que contiene vitaminas, minerales, etc. (Reiling, 2011).

La medición de la materia seca es una herramienta fácil a nivel de establo que, cuando se utiliza apropiadamente, puede asegurar la constancia de la ración día a día. El medir de forma precisa la materia seca le permitirá hacer los ajustes necesarios a la ración, lo cual puede dar como resultado un consumo, salud y producción óptimas (Reiling, 2011).

Una regla universal es que el ganado consume entre el 2-3% de su peso vivo de materia seca por día, esto dependiente del peso actual. Animales de peso ligero que están depositando más músculo y menos grasa, típicamente consumirán un porcentaje más alto de materia seca en relación a su peso vivo, en comparación con animales ya cercanos a alcanzar el peso vivo del mercado y de terminación. Por ejemplo, un novillo de 350 kg de PV puede llegar a consumir hasta el 3% de su PV es decir hasta 10.5 kg/MS/día, mientras que un novillo de

700 kg de PV se espera que consuma solo el 2% que corresponde a consumir solo 14.0 kg/MS/día (Reiling, 2011). En el cuadro 1 se muestran los consumos de algunas razas de cruzamientos por día.

Cuadro 1. Consumo de materia seca (Kg/MS/día) por día en dos periodos de engorda el primer periodo de 1967-1976 y el segundo 1977-1986 para diferentes razas de ganado de carne obtenidas por cruzamientos (Chewning *et al.*, 1990).

Raza de ganado	Consumo/día (Kg/día)	Desv. estandar
Periodo 1		
Santa Gertrudis	10.58	0.08
Periodo 2		
Santa Gertrudis	10.26	0.15
Brangus	10.27	0.12
Beefmaster	9.65	0.17

La cantidad de nutrientes específicos contenidos en un alimento se expresan en materia seca, para que el contenido de humedad no interfiera con los cálculos. Pero luego del balance alimentario, esta cantidad se lleva de nuevo a base húmeda, “como ofrecido”. La composición del alimento se puede obtener por un análisis químico directo en un laboratorio, o utilizando tablas con promedios del alimento, las cuales son menos precisas pero más baratas (Cerdas, 2013).

2.1.2 Eficiencia de alimentación neta (EAN)

El RFI ha mostrado ser moderadamente heredable y genéticamente independiente del peso corporal y el nivel de producción. En bovinos carne en

crecimiento, el RFI está asociado con diferencias en producción de calor, producción de metano y composición de la ganancia del peso corporal (acumulación de grasa).

Es la relación entre la ganancia de peso y el consumo de materia seca (DMI) (Dry matter intake). La obtención del valor mientras más alto mejor (0.12 - 0.22). Es simplemente recíproco de la conversión alimenticia y en donde el alimento es el denominador, el cual debe ser maximizado. Un punto importante que recordar es que al tener ganado más eficiente se tendrá una menor FCR y una mayor eficiencia del uso del alimento (Walker, 2014).

Al constituir el alimento entre el 70 y 90 % de los costos directos, la cantidad consumida por kilogramo de producción ó eficiencia de conversión alimenticia (ECA) es una de las principales variables que determinan el resultado económico en los engordes de bovinos. Este indicador es utilizado para evaluar el resultado físico de un ciclo de alimentación ya finalizado, debido a que involucra varios aspectos del mismo, como la calidad nutritiva, de la mezcla y la estrategia de suministro de la ración, y la genética, sanidad y manejo de los animales. Cualquier déficit en alguna de estas variables se refleja en una mayor cantidad de alimento por unidad producida y consecuentemente menor ECA (Mac Loughlin, 2013.)

La ECA (Eficiencia en el Consumo de Alimento) es uno de los indicadores que mejor expresa la eficiencia física de un ciclo de alimentación. Cuando se

utiliza alguna de las ecuaciones que de ella derivan para realizar evaluaciones económicas y tomar decisiones durante el engorde, es de primordial importancia incluir los efectos que los cambios diarios en la composición de la res producen sobre la valorización de la misma.

El concepto de consumo residual de alimento (RFI, del inglés Residual Feed Intake), comúnmente llamado “eficiencia alimenticia neta”, fue introducido en la década de los 60’s (Koch *et al.*, 1963) como un criterio alternativo de selección que permite detectar a aquellos animales más eficientes en el uso del alimento, independientemente del peso metabólico y nivel de producción. El RFI es la diferencia entre el consumo de alimento real y el consumo de alimento esperado para un peso y nivel productivo determinado. Se ha estimado que esta característica es moderadamente heredable (0.28-0.58) (Crews *et al.*, 2005), e independiente del crecimiento, también se ha demostrado que el RFI no afecta negativamente otras características económicamente importantes como la calidad de carne producida (Baker *et al.*, 2006).

2.1.3 Eficiencia de la utilización del alimento

Una medida efectiva de medir la eficiencia alimenticia es a través del Consumo Neto del Alimento (NFI por sus siglas en inglés) y es calculado como la cantidad actual de alimento consumido por el animal, menos la cantidad esperada

de la tasa de crecimiento y peso vivo de los animales. Es una medición más efectiva de la eficiencia del alimento que la tasa de conversión del alimento (FCR), la cual mide la cantidad de alimento requerido por cada kg de peso ganado. Generalmente, animales más grandes consumen menos alimento por kg de peso ganado. La selección basada en FCR permite la creación de razas de carne de hembras grandes con altos requerimientos de alimento (Duff, s/f; Moore, 2005).

En un estudio conducido por el Centro de Investigación y Cooperación para la calidad de la carne en bovinos, compararon el consumo diario y el NFR de nueve razas de sementales, durante un periodo de 59 días, encontrando que la raza más sobresaliente fue la Hereford con una GPD (Kg/día) de 1.57 y una NFI de -0.30, mientras que de las razas de cruzamiento la Santa Gertrudis obtuvo una GPD de 1.48 y un NFI de -0.27, y la raza Brahman fue la menos eficiente con una GDP de 1.12 y un NFI de -0.61 (Duff, s/f).

Así mismo, se ha observado que el RFI tiene efecto significativo reduciendo el impacto medioambiental de la ganadería, ya que animales con mejor eficiencia alimenticia (bajo RFI) tienden a producir menor cantidad de metano (Nkrumah *et al.*, 2006; Hegarty *et al.*, 2007). Aunque en un inicio el concepto de RFI se había utilizado principalmente en la selección de monogástricos debido a la dificultad de medir el consumo de alimento individual en el caso de los rumiantes, el incremento actual en el costo de los insumos para la alimentación y el reciente desarrollo de sistemas electrónicos de radiofrecuencia como el sistema GrowSafe (GrowSafe

Systems Ltd., Airdrie, Alberta, Canada) este indicador de eficiencia ha recobrado interés (Basarab et al., 2003).

En este sentido, estudios recientes han mostrado que la selección de animales con un RFI bajo (animales eficientes) puede ser considerada como una estrategia viable para seleccionar animales genéticamente más eficientes, ya que se ha observado que vaquillas que son seleccionadas por un RFI bajo, al llegar a la madurez son más eficientes en el uso de los alimentos que aquellos con un RFI alto (Archer *et al.*, 2002). De igual manera, la progenie tiende a comportarse más eficientemente (Basarab *et al.*, 2007). Considerando lo anterior, los objetivos de este experimento fueron: a) Evaluar la eficiencia alimenticia de toretes Angus en una prueba de comportamiento y b) Determinar la viabilidad de la implementación de estas evaluaciones en pruebas de comportamiento.

2.1.4 Conversión alimenticia (CA)

Al respecto estudios realizados en South África con la raza Santa Gertrudis, en esquemas de pruebas de desempeño, encontraron que la FCR en animales seleccionados genéticamente superiores han logrado significativamente progresos en la fase "C" del estudio encontraron toros sobresalientes de menos de 5.5 y algunos ejemplares de la prueba habían roto la barrera de los 4.0 de FCR con 3.8 (Siendo el más sobresaliente en South África para todas las razas) (Santa Gertrudis, S/F).

La relación entre ganancia y consumo puede ser la clave para medir la eficiencia. También conocido como la relación de conversión del alimento (FCR) es una medida de la evaluación de la eficiencia de los animales en convertir los nutrientes del alimento en el aumento de masa corporal (Faucitano *et al.*, 2008).

Un ejemplo para evaluar la eficiencia en pesos, lo representa dos novillos que tienen la misma ganancia de peso por día (1.59 kg/día), sin embargo, el novillo A consume 9.53 kg/MS/día y el novillo B consume 12.70 kg/MS/día tal como se muestra en el cuadro 2 (Morris, 2003).

Este ejemplo, indica que el novillo B le cuesta al productor 119 dólares más que el novillo A para alcanzar el mismo peso de terminación. Y pone de manifiesto la importancia de mejorar y maximizar la eficiencia del alimento del ganado en los corrales de engorda, lo que puede hacer que el productor entre en números rojos o bien en excelentes ganancias (Morris, 2003).

Cuadro 2. Análisis de la eficiencia del consumo de alimento y ganancia de peso en dos tipos de novillos sobre el costo total de la terminación (Morris, 2003).

	Novillo A	Novillo B
Consumo de alimento, kg	9.53	12.70
Ganancia de peso por día (kg/día)	1.59	1.59
Relación Alimento: ganancia	6:1	8:1
Costo de la ración por día (centavos/lb)	0.085	0.085
Días de alimentación	200	200
Costo por día, \$	\$1.79	\$2.38
Costo total a la terminación (Dólares)	\$357	\$476

De acuerdo con Chewning *et al.*, (1990) evaluaron la conversión alimenticia (Kg/MS/Kg de ganancia) en dos periodos de engorda el primer periodo de 1967-1976 y el segundo 1977-1986 para diferentes razas de ganado de carne obtenidas por cruzamientos, dichos resultados se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Conversión alimenticia (Kg/MS/Kg de ganancia) en dos periodos de engorda el primer periodo de 1967-1976 y el segundo 1977-1986 para diferentes razas de ganado de carne obtenidas por cruzamientos (Chewning *et al.*, 1990).

Raza de ganado	Conversión alimenticia (Kg de alim/Kg de ganancia)	Desv. Estándar
Periodo 1		
Santa Gertrudis	7.60	0.09
Periodo 2		
Santa Gertrudis	7.29	0.10
Brangus	7.48	0.09
Beefmaster	7.59	0.12

En estudios realizados en South África, con toros de la raza Brangus, la raza que mejor comportamiento tuvo fue la Brangus en el crecimiento Post-destete y alcanzando una FCR de 5.85 y una ganancia por día de 1,720 g/día en los lotes de engorda de ganado (Lubout, 2011).

Bosman (2002), estudiaron diferentes tipos de razas de carne en South África en un periodo de 112 días en pruebas de crecimiento para Ganancia de Peso por día y Conversión alimenticia, de muchas razas de ganado de carne entre las que se encontraron las razas de cruzamiento Braunvieh, Gelbvieh, Beefmaster, Brangus, Santa Gertrudis y Simbrah, cuyos resultados se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Estudio de diferentes tipos de razas de carne en South África en un periodo de 112 día en pruebas de crecimiento para Ganancia de Peso por día y Conversión alimenticia, de varias razas de cruzamiento de ganado de carne (Bosman, 2002).

Tipo y origen	Raza de bovino	No. de animales	GPD (g)	Conversión alimenticia (FCR)
Bos taurus x Bos indicus	Beefmaster	37	1725	6.48
	Brangus	20	1580	6.47
	Santa Gertrudis	587	1730	6.35
	Simbrah	174	1590	6.35
	Braunvieh	46	1725	7.03
	Gelbvieh	116	1880	6.68

En un estudio realizado por Lingyan *et al.*, (2014), donde evaluaron el efecto de los niveles nutricionales y el sexo del animal sobre el desempeño y conversión alimenticia de animales F1 Angus con ganado amarillo chino, encontraron mayor peso y conversión el novillos que en vaquillas, sin embargo, no fueron estadísticamente diferentes, tal y como se muestra en el cuadro 5, donde se puede observar que la ganancia de peso en novillos fue de 0.82 y la conversión alimenticia de 6.33, mientras que en vaquillas fue de 0.74 y la conversión alimenticia de 7.39, mientras que en vaquillas y el peso final fue de 299.61 y 288.05 de novillos y vaquillas respectivamente.

Cuadro 5. Efecto del sexo del ganado sobre el desempeño del ganado de carne y sobre la conversión alimenticia (Lingyan *et al.*, 2014).

Variable	Novillos	Vaquillas	Error estándar de la media
PV inicial, kg	149.19	149.10	5.24
PV final, kg	299.61	288,05	7.99
Consumo MS, kg/d	5.04	5.10	0.02
Ganancia de peso, kg	0.82	0.74	0.03
Conv. Alimenticia	6.33	7.39	0.49

Bures y Barton (2010), evaluaron el efecto del sexo y edad al sacrificio sobre el consumo, eficiencia y calidad de la canal en toros y vaquillas Charoláis x Simmental (n = 12), sometidos a las mismas condiciones de manejo y alimentación en dos edades al sacrificio a los 14 y 18 meses. En el cuadro 6 se muestran los resultados obtenidos en este estudio.

Los resultados anteriores muestran que los toros fueron 40 kg más pesados que las vaquillas. Como lo era de esperar, los toros fueron más pesados que las vaquillas ($P < 0.001$). Respecto a la edad al sacrificio los animales a la edad del sacrificio de 14 meses fueron ligeramente más ligeros que los sacrificados a los 18 meses ($P < 0.001$). Comparado con las vaquillas, los toros ganaron peso más rápidamente ($P < 0.001$) pero también consumieron más kilogramos de materia seca ($P < 0.05$). La interacción edad al sacrificio y el sexo del animal fue significativa al ($P < 0.01$), así como para la tasa de conversión alimenticia (FCR), mientras que la tasa de conversión fue más baja en vaquillas sacrificadas a los 14 meses que las sacrificadas a los 18 meses ($P < 0.001$), sin embargo, no existieron diferencias en la tasa de conversión respecto a la edad de los toros al sacrificio (Bures y Barton, 2010).

La mejor manera de calcular este índice es a través de la siguiente ecuación:

$$CA = \text{Consumo de MS} / \text{GPD}$$

2.1.5 Tasa de conversión de alimento (TCA)

Los becerros hijos de padres con un RFI bajo (-0.20 vs 0.17 kg/d), consumieron menos alimento (9.2 vs 9.8 kg/d) y tuvieron menor CA (7.0 vs 7.6 kg/d) comparados con becerros de padres seleccionados por un RFI alto, aunque la GDP y peso corporal de los becerros fue similar. Ellos concluyeron que la selección para mejorar el RFI puede facilitar mejorías en la eficiencia alimenticia y rentabilidad de la progenie en corrales de engorda.

2.1.6 Ganancia de peso por día (GPD)

La ganancia de peso de los animales es equivalente a ingresos en bovinos de carne y se puede definir simplemente como la tasa de ganancia de peso en un día a través de un periodo específico de tiempo, por ejemplo, un becerro pesa 300 kg el primero de junio y después el 31 de julio pesa 350 kg, entonces se dice que obtuvo una ganancia de 50 kg en 60 días, lo cual se traduce en un aumento de peso por día de 0.833 kg/día (Parish, 2013).

La ganancia diaria es afectada por muchos factores. Entre los que se tienen: La dieta del animal (incluyendo forrajes, suplementos a base de cereales, suplementos de vitaminas y minerales y aditivos para piensos). Tipo y raza de ganado, época del año, sí el ganado ha recibido promotores del crecimiento o implantes o es alimentada con ionóforos. Estas tecnologías para aumentar el GDP en dietas existentes se conocen como aditivos, sin embargo, en la mayoría de los casos la GDP debe ser alrededor 1,3 libras por día es necesario (Parish, 2013).

La genética juega un papel importante en la determinación de la GDP. Las razas continentales de ganado generalmente ganan peso más rápidamente que otra raza grupos. Dentro de las razas, las diferencias esperadas en la progenie se basan en la genética individual y predecir la tasa de crecimiento a través de diferencias entre el desempeño individual de los animales. Las cruzas de *Bos taurus* y *Bos indicus* se pueden utilizar para aprovechar la heterosis (donde el desempeño de los becerros es mejor que la media de sus padres). La influencia de la genética sobre la GDP no se detiene allí. La genética de ganado y la interacción del medio ambiente interactúan el efecto de rasgos tales como GDP. Incluso antes de que nazca un becerro, la dieta materna y el entorno, afectan tanto el desarrollo embrionario como fetal de tal manera que el el desarrollo de por vida de ese animal se ve afectada. Así, como en el post destete la GDP es afectada por la genética, el ambiente y otros factores (Parish, 2013).

La obtención de este índice es una simple ecuación:

$$\text{GPD} = (\text{Peso final} - \text{Peso inicial}) / (\text{Días o período de alimentación})$$

En estudio realizado por Speers (2003), encontraron que en la raza Simbrah con seis novillos tuvieron un incremento promedio de 1.24 kg/día y un rendimiento de la canal de 56.6- 57.9% siendo la más sobresaliente de las razas de las pruebas

En un estudio en Australia (Arthur *et al.*, 2001), la progenie de padres seleccionados por RFI bajo tuvieron un peso al año (384 vs 381kg) y ganancia

diaria de peso (GDP; 1.44 vs 1.40 kg/d) similar, pero consumieron 11.3% menos alimento y tuvieron una CA 15.4% más baja comparados con la progenie de padres seleccionados por un RFI alto. Richardson *et al.* (1998) evaluaron el comportamiento y eficiencia alimenticia de becerros consumiendo una dieta alta en granos.

Walter *et al.* (2012) examinaron la variación en cuanto a comportamiento, eficiencia alimenticia y rasgos de la canal en 508 novillos Brangus en engorda. Los novillos clasificados por tener un RFI bajo, consumieron 16% menos alimento y tuvieron una relación ganancia:consumo 18% más alta que los novillos con un RFI alto. Como se esperaba, la GDP y el peso de la canal caliente no fueron afectados por el RFI. Comparando los novillos

Las razas europeas generalmente ganan más peso rápidamente que otro grupo de razas de carne y entre razas, la diferencia esperada de la progenie es basada sobre las tasas de crecimiento sobre la genética individual de cada raza y las diferencias entre los individuos (Parish, 2013).

El rango de promedio de GDP varía entre 0.73 a 1.94 kg/día, aunque en corrales de engorda comercial puede llegar hasta 2.035 kg de ganancia por día, esto en Nebraska. USA (Loyd, 2009).

El monitoreo de la GDP puede ayudar a identificar problemas en la producción. Si el ganado esta manifestando un comportamiento por debajo de su rendimiento, respecto a las expectativas de la GDP, luego investigar por qué esto

está ocurriendo. Desarrollar objetivos razonables respecto a la GPD y luego el monitoreo del progreso hacia metas de producción. Este es un ejercicio útil si esa información es posteriormente utilizada en forma interna en las tomas de decisiones de producción y comercialización, así como de la selección del ganado para cruzamientos futuros. Recuerde que debe centrarse en algo más que GPD y que los niveles de uso de insumos afectan los costos de internos de productividad. Hay que asegurarse de balancear ambos aspectos de la producción para una mejor rentabilidad (Parish, 2013).

En un estudio realizado (Chewning *et al.*, 1990) para Ganancia de peso por día en dos periodos de engorda el primer periodo de 1967-1976 y el segundo 1977-1986 para diferentes razas de ganado de carne obtenidas por cruzamientos encontraron que la raza más sobresaliente era la Santa Gertrudis en los dos periodos, tal y como se muestra en el cuadro 6.

En estudios en South África con Santa Gertrudis, con razas muy sobresalientes encontraron incrementos en los lotes de engorda de hasta 2.0 kg de GPD (Santa Gertrudis SA, S/F).

Cuadro 6. Ganancia de peso por día en dos periodos de engorda el primer periodo de 1967-1976 y el segundo 1977-1986 para diferentes razas de ganado de carne obtenidas por cruzamientos (Chewning *et al.*, 1990).

Raza de ganado	Ganancia de peso/día (Kg/día)	Desv. Estándar
Periodo 1		
Santa Gertrudis	1.42	0.02
Periodo 2		

Santa Gertrudis	1.42	0.02
Brangus	1.39	0.02
Beefmaster	1.28	0.03

En el cuadro 8 se muestran los resultados de un estudio realizado en South África con una ganado de la raza Beefmaster, en pruebas para funcionamiento y desempeño en doce años de estudio divididos en dos periodo de tiempo el primero de 1980-1992 y el segundo de 1993 a 1998, esto según resultados de los estudios realizados por (Bosman, 1994 y Bergh *et al.*, 1999).

Los resultados de este estudio de muestran en el cuadro 7, en el cual se muestra que en el primer periodo los Beefmaster con una muestra de 9,436 hembras tuvieron una ganancia de peso de 1.74 kg/día y una conversión alimenticia de 6.40 con un peso final de 466 kg de PV, mientras que en el segundo periodo los Beefmaster con una muestra de 8,959 hembras tuvieron una ganancia de peso de 1.69 kg/día y una conversión alimenticia de 6.59 con un peso final de 478 kg de PV.

Cuadro 7. Comparación del desempeño de hembras de la raza Beefmaster en dos periodo de tiempo el primero de 1980-1992 y el segundo de 1993 a 1998, en esquemas de evaluación de la progenie y desempeño de desarrollo en South África (Bosman, 1994; Bergh *et al.*, 1999).

Tratamiento	1980-1992		1993-1998	
	Beefmaster	Prom.	Beefmaster	Prom.
No. de hembras en el estudio	9436	---	8959	---
Peso al nacimiento (kg)	34	35	35	36
Peso al destete (kg)	220	203	224	215
% de destete (%)	82.6	83.3	--	--
Intervalo entre partos (días)	442	438	434	423
Edad a primer destete (Meses)	36	35	33	34
Peso final (kg)	466	--	478	455
DPG (g/día)	1743	--	1697	1653
FCR	6.40	--	6.59	6.68
Circunferencia escrotal (mm)	338	--	339	347

En otro estudio realizado en South África (Cuadro 8) con una ganado de la raza Simbrah, en pruebas para funcionamiento y desempeño en doce años de estudio divididos en dos periodo de tiempo el primero de 1980-1992 y el segundo de 1993 a 1998, esto según resultados de los estudios realizados por Bosman, 1994 y Bergh *et al.*, 1999.

Cuadro 8. Comparación del desempeño de hembras de la raza Simbrah en dos periodo de tiempo el primero de 1980-1992 y el segundo de 1993 a 1998, en esquemas de evaluación de la progenie y desempeño de desarrollo en South África (Bosman, 1994; Bergh *et al.*, 1999).

Tratamiento	1980-1992		1993-1998	
	Simbrah	Prom.	Simbrah	Prom.
Peso al nacimiento (kg)	35	35	36	36
Peso al destete (kg)	231	203	232	215
% de destete (%)	32	35	34	34
Intervalo entre partos (días)	406	438	420	423
Edad a primer destete (Meses)	89.9	83.3	--	--
Peso final (kg)	489	--	462	455
DPG (g/día)	1904	--	1594	1653
FCR	5.87	--	6.51	6.68
Circunferencia escrotal (mm)	345	--	346	347

Los resultados de este estudio de muestran en el cuadro 9, en el cual se muestra que en el primer periodo los Simbrah, con hembras con 35 kg de peso al nacimiento y tuvieron una ganancia de peso de 1.90 kg/día y una conversión alimenticia de 5.87 con un peso final de 489 kg de PV, mientras que en el segundo periodo los Simbrah, con un peso al nacer de 36 kg, las hembras tuvieron una ganancia de peso de 1.59 kg/día y una conversión alimenticia de 6.51 con un peso final de 462 kg de PV.

En otro estudio realizado en South África con una ganado de la raza Bonsmara (Resultado de la crusa de Africander y Shorthorn y Hereford), en pruebas para funcionamiento y desempeño en doce años de estudio divididos en dos periodo de tiempo el primero de 1980-1992 y el segundo de 1993 a 1998, esto según resultados de los estudios realizados por Bosman, 1994 y Bergh *et al.*, 1999.

Los resultados de este estudio de muestran en el cuadro 10, en el cual se muestra que en el primer periodo los Bonsmara, con hembras con 35 kg de peso al nacimiento de un tamaño de muestra de 7,766 y tuvieron una ganancia de peso de 1.65 kg/día y una conversión alimenticia de 6.47 con un peso a los 20 meses de 240 kg de PV a los 20 meses, mientras que en el segundo periodo con 8959 hembras de la raza Bonsmara, con un peso al nacer de 36 kg, las hembras tuvieron una ganancia de peso de 1.61 kg/día y una conversión alimenticia de 6.69 con un peso a los 20 meses de 248 kg de PV. (Cuadro 9).

Cuadro 9. Comparación del desempeño de hembras de la raza Bonsmara en dos periodo de tiempo el primero de 1980-1992 y el segundo de 1993 a 1998, en esquemas de evaluación de la progenie y desempeño de desarrollo en South África (Bosman, 1994; Bergh *et al.*, 1999).

Tratamiento	1980-1992		1993-1998	
	Bonsmara	Prom.	Bonsmara	Prom.
No. de hembras en el estudio	7,766	---	8959	---
Peso al nacimiento (kg)	35	35	36	36
Peso al destete (kg)	205	203	214	223
% de destete (%)	85.5	83.3	--	--
Intervalo entre partos (días)	427	438	416	423
Edad al destete (Meses)	33	35	33	34
Peso de los 20 meses (hembras)	240	239	248	252
Peso de la vaca al nacimiento (kg)	474	468	486	490
Peso de la vaca al destete (kg)	475	--	499	501
DPG (g/día)	1653	--	1613	1653
FCR	6.47	--	6.69	6.68
Circunferencia escrotal (mm)	344	--	346	347

En otro estudio realizado por Casas *et al.*, (2010) cuyos objetivos fueron evaluar la caracterización de los diversos tipos biológicos de ganado en lo referente a la ganancia de peso postdestete y composición de la canal en razas de ganado cruzado como la Beefmaster, Brangus, Bonsmara y Romosinuano, con un tamaño de muestra de aproximadamente 903 animales y los resultado encontrados se presentan en el cuadro 10

Cuadro 10. Resultados del estudio de diferentes caracteres como la ganancia de postdestete, peso al sacrificio y peso de la canal caliente (HCW por sus siglas en ingles) (Casas *et al.*, 2010).

Raza de ganado	Ganancia de peso postdestete, kg/d	Peso al sacrificio, kg	Peso de la canal caliente, kg
Brangus	1.33	594	366
Beefmaster	1.28	580	352
Bonsmara	1.24	556	339
Romosinuano	1.25	544	331

2.1.7 Consumo del alimento residual (Rechazos) (CAR)

El CAR (RFI por sus siglas en inglés Residual Feed Intake). Es la diferencia entre el consumo actual y el consumo predicho basado en la ganancia, peso vivo del animal y la composición. Si el valor es negativo es mejor ya que se requiere de menos alimento del estimado o predicho. Es la diferencia entre el consumo actual de alimento y el consumo esperado (Maddock y Lamb, 2012). Nkrumah *et al.*, (2006) lo definen como la diferencia entre el alimento consumido y el esperado de un animal basado en su peso vivo, tasa de crecimiento a través de un periodo específico.

Este índice es moderadamente heredable y de acuerdo con Arthur *et al.*, (2001), líneas de ganado seleccionadas por bajos rechazos, tuvieron pesos y desempeño similar después de dos generaciones y aun consumiendo el 11% menos alimento. Además existe un fuerte correlación entre los rechazos evaluados después del destete y los rechazos medidos en el crecimiento de hembras adultas (Archer *et al.*, 2002).

Crozier y ZoBell (2010), mencionan que cuando se decide seleccionar sementales y hembras para utilizarlos como obtención de una genética superior, el alimento residual del consumo el cual describe la diferencia entre el consumo esperado por el animal y lo que realmente consume. Otro concepto utilizado es que este término representa el alimento requerido por un animal para mantener su

peso vivo y que permita además un crecimiento adicional (Herd et al., 2003). Un animal con valor bajo o negativo RFI, es caracterizado como un animal muy eficiente en el uso del alimento, mientras que una animal con valor alto de RFI será menos eficiente.

La heredabilidad (h^2) de este carácter es de regular a moderada, sin embargo, existen muchos factores que afectan los valores individuales de RFI, algunos de estos factores lo representa la selección del tipo de animal y de animales cruzados, el problema en que este valor varia dramáticamente entre las distintas razas por lo que es recomendable aproximarse a las Asociaciones de razas para identificar cuales razas están siendo seleccionadas en base a valores de RFI (Crozier y ZoBell, 2010).

El mayor impacto para los ganaderos al utilizar valores de RFI en un programa de selección es que reduce los costos de alimentación. Esto ocurre porque el ganado con bajos valores de RFI consumen menos alimento. Se ha demostrado en numerosos estudios que la "selección de RFI inferior o bajo disminuirá el consumo de alimento por el ganado joven y vacas, sin desarrollar efectos perjudiciales sobre el crecimiento o el tamaño del animal (Herd et al., 2003).

La Heredabilidad de este carácter (RFI) es de 0.19, 0.42 para el carácter consumo diario de alimento, de 0.24 para el FCR y de 0.40 para la ganancia por día post-destete (Elzo, 2010).

Sin embargo, existen dudas sobre como el incremento del tamaño de los animales basado en como la genética ha impactado el desempeño de la progenie, el consumo y la eficiencia del alimento (Walker, 2014) (Cuadros 11 y 12).

Lancaster *et al.*, (2005) evaluaron en dos experimentos o pruebas toros de las razas Angus (n=214) y Brangus (n=26) con un peso inicial de 368.4 ± 46.1 kg y una edad en días de entre los 261 y 289 días, los resultados obtenidos de este experimento se muestran en el cuadro 13, en el cual obtuvieron GDP de 1.44 y 1.73, una conversión alimenticia de 6.05 y 5.91 con un consumo de MS/día de 8.51 y 10.07.

Cuadro 11. Relación del el alimento residual (Rechazos) sobre mediciones de desempeño en corral de engorda sobre la eficiencia, y alimentación de novillos (Nkrumah *et al.*, 2006).

Variable	Grupos de acuerdo a los rechazos (RFI)		
	11	8	8
No. De novillos			
RFI, kg/día	1.25 ± 0.13	-0.08 ± 0.17	
Conversión alimenticia (kg MS/Kg de ganancia)	7.98 ± 0.23	7.04 ± 0.29	6.53 ± 0.30
Eficiencia parcial del crecimiento	0.26 ± 0.01	0.31 ± 0.01	0.38 ± 0.01
CMS, Kg/día	11.62 ± 0.30	11.07 ± 0.39	9.62 ± 0.36
Peso metabólico (W) ^{.75}	89.04 ± 2.57	92.21 ± 2.77	93.75 ± 2.87
Ganancia/día, kg/d	1.46 ± 0.20	1.51 ± 0.16	1.48 ± 0.16
Duración de alimentación, min/día	73.95 ± 4.34	65.03 ± 4.69	47.76 ± 4.85

El objetivo de este estudio consistió en caracterizar la eficiencia de la alimentación en dos tratamientos en animales en crecimiento. Toros con baja tasa de eficiencia tuvieron menor duración y frecuencia del alimento que los toros con

alta conversión alimenticia. Lo anterior, trae como consecuencia que la evaluación de los rechazos sea una herramienta útil al momento de la selección de animales con el objetivo de mejorar la eficiencia de la utilización del alimento.

Cuadro 12. Resultados de dos pruebas de desempeño de toros Angus y Brangus en etapa de postdestete (Lancaster *et al.*, 2005).

Variable	Prueba 1	Prueba 2
Edad inicial, días	261.2 ± 25.1	289.6 ± 33.5
Peso inicial	368.7 ± 43.4	368.3 ± 48.0
Peso final	489.4 ± 48.3	525.6 ± 58.7
GDD, kg/d	1.44 ± 0.26	1.73 ± 0.28
CMS/día, kg/día	8.51 ± 1.10	10.07 ± 1.35
Rechazos, kg/día	0.00 ± 0.62	0.00 ± 0.80
CA, CMS/Ganancia	6.05 ± 0.96	5.91 ± 0.79

En un estudio realizado por Moore y colaboradores (2005,) sobre el consumo individual, conversión alimenticia y ganancia de peso por día en 469 animales de 9 razas de ganado de carne, de las cuales tres fueron la Brahaman, la Charbray y la Santa Gertrudis, cuyos resultados se muestran en el cuadro 13.

En un estudio realizado por (Meyer *et al.*, 2008), para evaluar el efecto de las vaquillas y vacas adultas sobre el desempeño y clasificación de RFI durante 70 días de periodo de evaluación de la prueba, encontraron en los tres niveles bajo, medio y alto de RFI los siguientes resultados Cuadro 14.

Cuadro 13. Tres razas de ganado obtenidas por cruzamientos evaluadas para peso inicial, consumo diario, ganancia de peso por día y conversión alimenticia en lotes de engorda de terminación de novillos (Moore y colaboradores, 2005).

Raza de novillo	Peso inicial, kg	Ganancia de peso/día (kg/día)	Consumo por día (kg)	FCR	FCRADJ	NFI
Brahman	371.2	1.12	9.96	8.9	5.2	-0.61
Charbray	NE	1.31	11.01	NE	NE	NE
Santa Gertrudis	426.3	1.48	12.17	8.5	5.3	-0.27

Cuadro 14. Características de desempeño de vaquillas sobre la clasificación de RFI bajo, medio y alto, durante un periodo de prueba de 70 días (Meyer *et al.*, 2008).

Variable	Clasificación (RFI)		
	Bajo RFI	Mediano RFI	Alto RFI
No. De vaquillas	27	23	24
Edad inicial, d	294.7 ± 4.3	299.4 ± 4.7	288.8 ± 4.6
Peso inicial (kg)	280.6 ± 2.15	285 ± 6.6	285.9 ± 6.4
Peso final (Kg)	338.05 ± 6.5	345.5 ± 7.05	345.2 ± 6.5
Condición corporal	5.80 ± 0.06	5.85 ± 0.06	5.88 ± 0.06
GPD (Kg/día)	0.89 ± 0.035	0.92 ± 0.035	0.90 ± 0.035
CMS/día (kg)	9.375	10.87	11.83
CA (Consumo/ganancia)	10.53	11.81	13.14
RFI, kg/día	- 1.135± 0.75	0.01 ± 0.075	1.17±0.075

Scholtz *et al.*, (2012), mencionan que un posible carácter para mejorar la producción a través de la selección con cruzamientos es el (RFI) rechazos, concepto que en ganado de carne también es referido como el consumo neto del alimento y es definido como la diferencia entre el consumo de alimento requerido actual contra el consumo predicho, en relación a la tasa observada de ganancia y peso vivo del animal. Un RFI bajo indica un animal más eficiente y muchos estudios han encontrado que la heredabilidad (h^2) de ese carácter varía de 0.28-0.58.

Steyn *et al.*, (2014), evaluaron el RFI como un carácter potencial en programas de mejoramiento determinando las correlaciones entre crecimiento y otras eficiencias en South África con Ganado Bonsmara, encontrando una h^2 para

RFI, FCR y KR de 0.27 ± 0.02 , 0.23 ± 0.02 y 0.18 ± 0.02 respectivamente. Sin embargo, las correlaciones genéticas entre RFI y FCR fueron de 0.65 ± 0.04 , que realmente se considera una heredabilidad alta y que se puede utilizar en futuros cruzamientos con el fin de aumentar la eficiencia del ganado de carne.

2.1.8 Promedio residual de ganancia diaria de peso (PRGDP)

La eficiencia en la producción es una meta en la selección y desarrollo del ganado de carne, sin embargo, existen dos filosofías con diferente significado para conceptualizar el término “Eficiente” El primer enfoque se relaciona con el mantenimiento de la eficiencia si un hato de carne es eficiente entonces sus vacas y vaquillas tendrán crías eficientes. El segundo enfoque es la eficiencia de la producción, el cual como ya se describió, se relaciona entre los kilogramos de alimento y la carne producida al menor costo (Dahlke et al., 2010).

Estos mismos autores lo definen como la diferencia entre la ganancia de peso actual y la ganancia de peso predicha sobre la base del consumo de materia seca, para mantenimiento del peso vivo y la cubierta de grasa (Dahlke et al., 2010). Al igual que el en RFI, una ecuación de regresión es desarrollada utilizando la ganancia de peso actual, consumo del alimento y los promedios de peso en la prueba, así como también el espesor de la grasa subcutánea y se comparan y se corre a través de la ecuación, el promedio de un animal generalmente tiene R-ADG de “0” si ese animal tiene una valor positivo es favorable ya que tiene mayor

ganancia por cantidad de alimento consumido y por la composición de % de grasa en su cuerpo.

Animales con R-ADG negativo son animales inferiores debido a que su ganancia de peso es menor a la cantidad de forraje o alimento que consumen. Lo relevante de la realización de este tipo de pruebas radica en tener todos los datos de los registros de los animales y las mismas condiciones de manejo, clima, alimentación y sanidad (Dahlke et al., 2010).

En algunas Asociaciones de razas puras como la Brangus, los estudios sobre el consumo de alimento y su relación con la eficiencia del uso del alimento, están recientemente siendo introducidos como prioridad en las pruebas de selección de animales para la formación de futuros sementales, además de implementar un protocolo de evaluación genética en el cual se evalúa el consumo de alimento y su transformación a ganancia de peso, utilizando grandes bases de datos de las universidades cooperantes entre las que están: University of Illinois, North Carolina State University, y Iowa State University (Northcutt y Bowman, 2010).

La importancia económica de la selección por R-ADG permite a los productores caracterizar la genética que desempeñará una mayor eficiencia en la alimentación postdestete. Además de proveer un balance apropiado para identificar ganado que, con una dada cierta cantidad de alimento, podrá

transformar ese en niveles aceptables de carne y hacer más eficiente y rentable la industria (Northcutt y Bowman, 2010).

2.1.9 Rendimiento de la canal (RC)

La canal de bovino de uso internacional se define como las estructuras anatómicas que quedan luego de que un bovino vivo ha sido insensibilizado, sacrificado humanitariamente, desollado (eliminado la piel completa), eviscerado, y desprendido la cabeza (en la articulación occipito-atloidea), lo mismo que las manos (a nivel del carpo), las patas (a nivel del tarso), y la cola (a nivel de la tercera vértebra caudal) (Aja, 2001). Generalmente, el peso de la canal es tomado inmediatamente después del desollado y desviscerado y comúnmente es conocido como el peso de carne caliente.

Existen una serie de factores que afectan el % del rendimiento de la canal, incluyendo que tanto alimento había consumido el animal antes del sacrificio, las razas de ganado, la cantidad de grasa y musculo, tipo y tamaño de los huesos y piel y la cual puede ser calculada por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de rendimiento de la canal} = (\text{Peso de la canal} / \text{Peso vivo}) \times 100$$

Existen diferencias entre razas de ganado de carne y entre edades y sexo de los animales por ejemplo, estas varían entre los 58-62% (las vaquillas

generalmente son 1% menos de rendimiento de la canal que los novillos) (Cornell University, 2016).

Como se mencionó anteriormente, existen muchos otros factores que afectan el porcentaje del rendimiento de la canal, incluyendo los siguientes factores McKiernan et al., (2007): el sexo del animal, la edad, el peso al sacrificio, el porcentaje de grasa corporal, la musculatura y el estado fisiológico, la raza, tipo de alimento entre otros. Estos mismos autores mencionan que existen estimaciones del porcentaje de rendimiento de la canal dependiendo de muchos factores así como el tipo de animal, y para lo cual han asignado una tabla con una escala de 1 a 6 de la cantidad de grasa tal y como se muestra el cuadro 15.

Cuadro 15. Porcentaje de rendimiento de la canal estimado sobre un tiempo aproximado de dos horas sin alimento, antes del sacrificio para diferentes tipos de animales de carne.

Evaluación de grasa	Animales de sobre año	Ganado joven/novillos y vaquillas	Novillos pesados	Vacas de menos de 200 kg	Vacas 200-250 kg	Vacas a 250 kg	Toros
1	49-50	50-53	48-52	38-40	41-44	42-45	48-54
2	50-53	51-54	50-53	39-41	42-45	43-48	53-57
3	51-55	52-55	51-54	40-41	45-50	44-48	54-58
4	52-56	52-56	52-55	41-44	46-53	48-50	
	53-57	54-57	53-56	43-48	47-52	49-51	
5 y 6		55-58	54-57	46-49	49-51	50-55	
		56-59	55-58	47-50	50-58	51-56	

El tipo de animal, ya sea *Bos taurus* o *Bos indicus* afecta en gran medida el porcentaje de la canal ya que por ejemplo razas europeas comparadas con las Británicas particularmente presentan mayores rendimientos, mientras que el *Bos indicus* normalmente contienen menores rendimientos entre el 1 y 3% menos McKiernan et al., (2007).

En resumen de acuerdo con Halfman (2015), los factores que juegan un papel importante en el rendimiento de la canal, son algunos que afectan el peso vivo y algunos otros los que afectan el peso de la canal. Los factores que juegan un papel importante son los que incluyen el relleno de intestinos, encogimiento, limpieza, cobertura de grasa, grado de musculatura y contenido de forraje de la ración de acabado.

El efecto de la raza es importante ya que comparaciones significativas de efectos raza de porcentajes de la canal entre razas europeas y de cruzamientos son difíciles de realizar sin saber las razones de las diferencias. Por ejemplo, una raza típicamente puede tener un mayor porcentaje de rendimiento ya que esa raza tiende a llevar más acabado en un peso dado. Si la grasa corporal es cortada, el porcentaje de la canal de dos razas puede ser similar. En ganado lechero el rendimiento de la canal es comúnmente de tres por ciento menos que el porcentaje de la canal de bovinos para carne. En este caso el ganado lechero tiende a carecer de acabado y musculatura y por lo tanto tienen un menor porcentaje de rendimiento de la canal (Jones et al., 1984).

Casas et al., (2010) estudiaron el rendimiento de la canal de varias razas de ganado y en cuyos objetivos fueron evaluar la caracterización de los diversos tipos biológicos de ganado en lo referente a el rendimiento de la canal en razas de ganado cruzado como la Beefmaster, Brangus, Bonsmara y Romosinuano, con un tamaño de muestra de aproximadamente 903 animales y los resultados encontrados se presentan en el cuadro 16

Cuadro 16. Resultados obtenidos sobre el rendimiento de la canal en razas de ganado cruzado como la Beefmaster, Brangus, Bonsmara y Romosinuano obtenidos por Casas et al., (2010).

Tipo de raza	Porcentaje de rendimiento de la canal (%)
Brangus	61.7
Beefmaster	60.8
Bonsmara	61.2
Romosinuano	60.8

Por ejemplo, un novillo de 700 kg produce una canal de 357.5 kg, entonces el % del rendimiento de la canal será de $51.07\% = 357.5 / 700 \times 100\% = 51.07$

Por lo tanto el novillo de 700 kg PV x 51.07% de rendimiento de la canal tendrá un peso = 357.5 kg de peso de la canal.

Cornell University (2016), relaciona los porcentaje de rendimiento de la canal en cinco categorías de grado de rendimiento en bovinos productores de carne tal y como se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro 17. Relación entre los porcentaje de rendimiento de la canal en cinco categorías de grado de rendimiento en bovinos productores de carne.

Grado de rendimiento de la canal	Rendimiento de cortes de la canal (%)
1	79.8
2	75.2-79.7
3	70.6 - 75.1
4	66.0 – 70.5
5	65.9 o menor

En un estudio realizado por Baker et al., (1982-83) utilizando dos tipos de razas de ganado el Brangus y ganado Charoláis cruzado con un cuarto de Brahman y un cuarto de British, con un tamaño de muestra de 181 Brangus y 182 animales cruzados, evaluaron la relación entre el tipo de ganado sobre el tamaño, ganancia de peso por día, rendimiento de la canal, consumo de alimento, área del ojo del rybeye, entre otras. Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 18, en el cual se puede observar que el ganado Brangus obtuvo un rendimiento de la canal de 65.5% mientras que el Charoláis cruzado obtuvo 64.8%.

Cuadro 18. Resultados obtenidos en ganado Brangus y ganado cruzado de Charoláis en el rendimiento de la canal, peso caliente de la canal y área del ojo del rybeye obtenidos por Baker et al., (1983).

Variable evaluada	Ganado tipo Brangus	Ganado Charolais cruzado
No. de animales	181	182
Peso inicial, kg	359.5	347.5
Peso final, kg	507.5	521
Consumo de alimento	383	346
Consumo de alimento por día, kg MS	9.5	9.1
Duración de la prueba, días	119	132
Ganancia diaria de peso, kg/día	1.24	1.31
Rendimiento de la canal, %	65.5	64.8
Peso de la canal caliente, kg	332	337.5
Área del ojo del rybeye, sq. in	11.9	12.5

De acuerdo con McKiernan et al., (2007), el rendimiento de la canal es un factor utilizado para calcular el peso de la canal a partir de un peso vivo estimado y también es utilizado para comparar los precios del peso vivo relacionados con el precio de la canal. La habilidad para determinar el porcentaje de la canal permite al productor estimar el precio del animal en pie.

En el cuadro 19 se muestran los resultados obtenidos de esta monografía y en el cual se puede observar después del análisis de la información los datos recabados sobre; eficiencia de conversión alimenticia, ganancia de peso y rendimiento de la canal de las razas obtenidas mediante cruzamientos de bovinos de carne que se incluyeron en esta monografía por ser aquellas de las que se disponía documentación e información y que son las obtenidas por cruzamientos de *Bos taurus* con *Bos indicus* (Cuadro 19).

De acuerdo a la información documentada en la presente monografía, se considera que dentro de las razas más eficientes en cuanto a ganancia de peso por día se tienen la Tuli con 1.70, seguida de la Beefmaster con 1.67-1.74 y Brangrus y Santa Gertrudis con 1.42-1.44, respecto a la conversión alimenticia las más eficientes son las razas Tuli y Braunvieh con 5.50, seguidos de la Tropicarne con 6.1 y la Simbrah con 6.51 y respecto al rendimiento de la canal las más sobresalientes fueron las razas; Gelbray con 64%, Beefmaster y Braunvieh con 63.5%, y la más baja la Bradford con solo 51% de rendimiento de la canal.

Cuadro 19. Conversión alimenticia, ganancia de peso por día, consumo de alimento y rendimiento de la canal de algunas razas de ganado de carne obtenidas por cruzamientos F1 de *Bos taurus* y *Bos indicus*.

RAZAS	GANANCIA DE PESO/DÍA (KG/DIA)	CONVERSIÓN ALIMENTICIA (Kg alim./kg de ganancia)	CONSUMO DE ALIMENTO (Kg/día)	Rendimiento de la canal (%)	Fuente
Beefmaster	1.67-1.74	6.4-6.9	9.65	63.5	Moore <i>et al.</i> , 2005
Bradford	1.42	8.45	9.55	51.05	Marinho, 2010; Pascoal <i>et al.</i> , 2011
Brahman	1.064-1.12	10.60	10.142	58.6-59.5	Schutt <i>et al.</i> , 2009
Brangus	1.44-1.68	8.605	8.51	62.5-63.7	Lancaster <i>et al.</i> , 2005
Braunvieh	1.17-1.66	5.50	8-9	63.3-65.2	SA Stud Book, 2013
Charbray	1.31	8.5	6.5	60.0	Moore <i>et al.</i> , S/F
Criollo	0.5-0.7	14.5	16.0	48.3-50	Vaca y Carreón, 2004
Gelbray	1.32-1.61	7.63	10.19	62.9-64.3	DeRounen <i>et al.</i> , S/F
Nellore	0.888-1.17	7.63-8.03	6.7-8.68	58.5-59.0	Santana <i>et al.</i> , 2013
Santa gertrudis	1.42-1.48	5.5-7.60	8.6-10.58	57.4-63.0	Moore <i>et al.</i> , 2005
Simbrah	1.24-1.59	6.51	6.1	58-64.0	Bosman, 1994; Bergh <i>et al.</i> , 1999
Tropicame	0.9-1.2	6.1	9.0	58-63	Nuñez <i>et al.</i> , 2010
Tuli	1.70	5.42	6.5-10.4	60.2	Strydom <i>et al.</i> , 2008
Wagyu	1.32-1.511	6.37-6.6	9.56	60.2	Elías Calles <i>et al.</i> , 2000

Mendes (2010), en un estudio en el cual comparó el efecto de la raza de ganado de 39 vaquillas Simbrah, 34 Braford y 34 Brangus sobre el desempeño y eficiencia de alimento. Los resultados de este estudio se muestran en el cuadro 20, en el cual se puede observar que la raza más sobresaliente en la GPD fueron la Brangus y Simbrah con 1.53 kg GPD y la Bradford la menor con un nada despreciable ganancia de 1.42, kg/día, en lo referente al consumo de materia seca por día las tres razas mostraron un desempeño similar, sin embargo, en lo referente al peso vivo al final de la etapa la raza Simbrah fue la más pesada con 406 kg de PV y la más liviana la Bradford con 379 kg de PV. Encontrando que el efecto raza mostro diferencias ($P < 0.01$) al peso vivo inicial y final, ganancia/consumo de alimento, RFIp y RFIC, siendo las razas más altas las vaquillas Simbrah para ganancia de peso/consumo de alimento en comparación con las razas Braford y Brangus.

En lo referente a la conversión alimenticia la raza Bradford obtuvo 6.7, la Brangus 6.4 y la Simbrah 6.18, siendo esta última la más eficiente en CA. Por otro lado, las vaquillas Simbrah fueron más eficientes que Bradford y Brangus para RFIp. El valor de RFIC muestra que vaquillas Simbrah son más eficientes que las vaquillas Bradford y Brangus, en comparación con Simbrah (0.59), Braford (0.73 cm) y Brangus (0.73 cm) (Mendes, 2010).

Cuadro 20. Efecto de la raza de ganado sobre el desempeño y eficiencia de alimento, en vaquillas alimentadas con dietas altas en grano (Mendes, 2010).

Parámetro	Bradford	Brangus	Simbrah	Desvest
No. de vaquillas	34	34	39	
Tratamientos para desempeño				
Peso vivo inicial, Kg	277	283	299	5.39
Peso vivo final, Kg	379	389	406	9.58
GPD, kg/d	1.42	1.53	1.53	0.08
Consumo de MS, kg/d	9.55	9.86	9.47	0.34
Tratamientos para eficiencia de alimento				
Ganancia/Alimento	0.153	0.155	0.162	0.01
RFIp, kg/d	0.173	0.226	-0.409	0.28
RFIc, kg/d	0.094	0.200	-0.225	0.25

RFIp = Consumo residual obtenido con el modelo; RFIc = Consumo residual ajustado por el modelo.

El rendimiento del tipo de Ganado *Bos indicus* es mayor en comparación con las razas Británicas debido a su tracto digestivo más ligero. Agregar 1 a 2 % de ganado *Bos indicus* a razas europeas con más del 50% ya que estas tienden a producir canales más grandes que las razas británicas, debido a una musculatura más pesada. Agregar 1-3% si el contenido de musculo de las razas europeas es suficiente o es muy pesado (Elzo, 2010).

En un estudio realizado por (Jenkins y Ferrell, 1992), se seleccionaron nueve razas que previamente se habían caracterizado por tener una tendencia alta de potencial genético sobre la tasa de crecimiento y producción de pesos al destete (Kg totales al destete) en un periodo de tres años. Los resultados de este estudio indicaron que las razas Braunvieh y Gelbvieh tuvieron los más grandes rendimientos.

El objetivo de este estudio consistió en determinar si existían diferencias entre nueve razas de carne sobre la eficiencia de conversión de la energía del alimento transformado a kilogramos de PV de becerros destetados, en un periodo de tres años. Los resultados se muestran en el cuadro 21.

Cuadro 21. Efecto de la raza de ganado de carne de cruzamientos sobre la utilización de la energía del alimento y su transformación a Kg de becerros destetados, en un periodo de tres años (Jenkins y Ferrell, 1992).

Razas de ganado	Consumo total de alimento (Mcal)	Peso total al destete en tres años (Lb)	Eficiencia de transformación (lb/Mcal)
Braunvieh	22,624	1,243	0.057
Gelbvieh	22,036	1,170	0.055

En un estudio realizado por Elías Calles *et al.*, 2000 con sementales de linajes viejos y nuevos de la raza Wagyu, evaluaron la GPD, % de rendimiento de la canal, área del ojo del Ryb Eye entre otras características encontrando que el número de toros viejos (n=88) y toros de nueva genética (n=25) fueron evaluados bajo las mismas condiciones y encontraron que los linajes o genética más vieja obtuvo mejores resultados en todos los datos de rendimiento tal y como se muestra en el cuadro 22.

El ganado Japonés de la raza Wagyu (Café *et al.*, 2009), se caracteriza por su habilidad en producir carne altamente palatable y que contiene grandes cantidades de marmoleo y cuya genética está disponible ya en Norte América, por lo que este estudio tuvo como objetivo evaluar linajes genéticos nuevos vs viejos de sementales con el objetivo de mejorar la calidad y sabor de la carne, con una

reducción de colesterol y contribuir a la selección de animales que el consumidor actual demanda.

Cuadro 22. Evaluación de genética nueva vs genética vieja en toros de la raza Wagyu sobre caracteres de valor del rendimiento de la canal, incluyendo ganancia de peso por día y % del rendimiento de la canal (Elías Calles *et al.*, 2000).

Variable	Toros con genética nueva n=25	Toros con genética vieja n= 88
GPD, kg/día	1.32 ±.03	1.31± .02
% de rendimiento de la canal	60.2 .34	40.4 .17
Área del Ryb Eye, cm ²	98.8 ±3.2	89,5± 2.5
Grosor de la grasa, cm	2.21± .13	2.44± .08
Brillantes de la carne	4.06± .15	3.35 ±.08
Textura	4.02 ±.14	3.40± .07
Marmoleo	900 ± 26.7	771 ± 13.9

El mejoramiento genético por mucho tiempo se ha enfocado a la selección de animales por aspectos como ganancia diaria de peso, tasa de crecimiento o peso a la comercialización, sin atender la eficiencia alimenticia (Arthur *et al.*, 2001a), debido principalmente a la dificultad y alto costo de medir el consumo de alimento de manera individual. Sin embargo, en años recientes, el cambio climático ha reducido la disponibilidad de pastizales, en particular en regiones áridas y semiáridas, y el estado de Chihuahua no ha sido la excepción (Pinedo *et al.*, 2013). Aunado a lo anterior, los recientes incrementos en el costo de los insumos ha impactado de manera negativa la rentabilidad de las empresas ganaderas. Bajo esta situación, tanto investigadores como productores se han visto forzados a buscar alternativas de solución.

Grandes y marcadas diferencias significativas fueron encontradas entre razas de ganado de carne Angus, Hereford, sus cruces recíprocos y cruces con Red Poll, Suizo Europeo, Gelbvieh, Maine Anjou, y sementales Chianina para caracteres como el peso vivo, altura o talla del animal y condición corporal a diferentes edades. Estos rasgos se relacionan con la eficiencia de la producción de carne. Tales diferencias pueden ser explotadas en sistemas de cría con producción específica y requerimientos del mercado para optimizar la producción carne (Arango et al., 2002).

3. CONCLUSIONES

Existen diferencias significativas en las razas de sementales en lo referente al consumo de alimento y eficiencia del uso del alimento en pruebas en corrales de engorda. El comportamiento de las razas de cruzamiento con Brahman que tuvieron menor peso y crecimiento durante de la prueba y consumieron menos alimento pero al final de la engorda, tuvieron la más baja eficiencia neta del uso del alimento.

La identificación y reproducción de ganado con mérito genético para RFI mejorará la eficiencia del ciclo productivo y la rentabilidad de los sistemas de producción mediante la reducción en los costos de alimentación, sin afectar el valor de la canal.

A existido una tendencia de mejorar la calidad de la canal y la ternura de la carne con el uso de toros Angus y Brahman, comparados con toros de razas Gelviah y Gelbray. Estos combinan habilidades para los corrales de engorda y características de la canal entre esas razas de toros, las cuales deberán ser consideradas cuando sean asignadas las hembras en sistemas de cruzamientos.

Se hace necesario en programas de selección un mejor uso del índice de eficiencia denominado "Eficiencia neta de alimentación" desafortunadamente este índice no es muy común de medir, sin embargo, auxilia a los productores en la identificación de razas de ganado más eficientes tanto en animales jóvenes como

adultos, que permitan producir progenie más eficiente, manteniendo una aceptable condición corporal sin que afecte negativamente la fertilidad.

Finalmente, es necesaria mayor investigación para examinar los efectos de la selección por RFI (Rechazos) postdestete sobre la eficiencia en el ciclo productivo bajo condiciones medioambientales más restrictivas (baja calidad de forrajes).

El costo de la alimentación es un factor muy significativo de la rentabilidad de las empresas ganaderas productoras de carne. Existen métodos de medición de la ENC (Eficiencia Neta del Consumo) directa e indirectamente, para ayudar en la selección de animales y permitir el mejoramiento de la eficiencia de alimentación en todo el hato. La selección para este carácter deberá realizarse en conjunto con otros caracteres de importancia económica tales como el temperamento, tasa de crecimiento y la fertilidad

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arango J. A., L. V. Cundiff, and L. D. Van Vleck. 2002. Comparisons of Angus-, Braunvieh-, Chianina-, Hereford-, Gelbvieh-, Maine Anjou-, and Red Poll-sired cows for weight, weight adjusted for body condition score, height, and body condition score. *J. Anim. Sci.* 80:3133–3141.
2. Archer, J.A., A. Reverter, R.M. Herd, D.J. Johnston, and P.F. Arthur. 2002. Genetic variation in feed intake and efficiency of mature beef cows and relationships with post-weaning measurements. *Proc. 7th World Cong. Genet. Appl. Livest. Prod. Comm.* 10-7, Montpellier, France.
3. Arthur, P. F., Archer, J. A., Johnston, D. J., Herd, R. M., Richardson, E. C. and Parnell, P. F. 2001a. Genetic and phenotypic variance and covariance components for feed intake, feed efficiency, and other postweaning traits in Angus cattle. *J. Anim. Sci.* 79: 2805–2811
4. Arthur P. F., Herd R. M., Wilkins J. F., Archer J. A. 2005. Maternal productivity for Angus cows divergently selected for post-weaning residual feed intake. *Aust. J. Exp. Agric.* 45:985–993.
5. Arthur, J P.F.and R.M. Herd. 2008. Residual feed intake in beef cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia R. Bras. Zootec.* vol.37 no.spe Viçosa July 2008. En Línea: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008001300031>
6. Arthur, P.F., J.A. Archer, R.M. Herd, and G.J. Melville. 2001. Response to selection for net feed intake in beef cattle. *Proc. Of Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet.* 14:135-138
7. Aja-Guardiola S, Gómez AA y López PG. 2001. Estimación práctica del rendimiento de la canal de bovino y su costo. *Memoras del XXV Congreso Nacional de Buiatría.* Veracruz. México. 16-19 agosto 2001.
8. Basarab, J. A., M. A. Price, J. L. Aalhus, E. K. Okine, W. M. Snelling, and K. L. Lyle. 2003. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 83:189-204.
9. Basarab, J.A., D. McCartney, E. Okine, V. Baron. 2007. Relationships between progeny residual feed intake and dam productivity traits. *Can. J. Anim. Sci.* 83:189-204.

10. Baker, S. D., J. I. Szasz, T. A. Klein, P. S. Kuber, C. W. Hunt, J. B. Glaze, Jr., D. Falk, R. Richard, J. C. Miller, R. A. Battaglia, and R. A. Hill. 2006. Residual feed intake of purebred Angus steers: Effects on meat quality and palatability. *J. Anim. Sci.* 84:938—945.
11. Baker F.S. Jr., W.E Kunkle, A.Z. Palmer and R.W. Lee. 1983. Finishing Brangus type and Charolais crossbred steers for tender trim beef. Feedlot trial. AREC. Quincy and Animal Science Department, Gainesville, FL. USA pp 23-30.
12. Bergh, L., 1999. The national beef cattle performance testing scheme. In: *Beef Breeding in South Africa. Commemorating 40 Years of Beef Cattle Performance Testing 1959 – 1999.* Eds. Scholtz, M. M., Bergh, L. & Bosman, D. J. Agricultural Research Council Animal Improvement Institute, Irene. pp. 81 – 82.
13. Berry, D. P. 2008. Improving feed efficiency in cattle with residual feed intake. Pages 67–99 in *Recent Advances in Animal Nutrition 2008.* P. Garnsworthy, ed. University of Nottingham Press, Nottingham, UK.
14. Bosman, D.J., 1994. The value of measuring feed efficiency. In: *National Beef Cattle Performance and Progeny Testing Scheme 1980-1992 Results.* Ed. Bosman, D. J. Livestock Improvement Scheme, Irene. pp. 7.
15. Bosman, D.J., 2002. Cattle breeds and types for the feedlot. Chapter 6 in: *Feedlot management.* Ed. Leeuw, K-J. Agricultural Research Council Animal Production Institute, Irene. pp. 84-90.
7
16. Bureš D. and L. Bartoň. 2010. Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls and heifers slaughtered at different ages. *Czech J. Anim. Sci.*, 57, 2012 (1): 34–43. En línea: <http://www.agriculturejournals.cz/web/cjas.htm?volume=57&firstPage=34&type=publishedArticle>
17. Cafe L. M., D. W. Hennessy, H. Hearnshaw, S. G. Morris and P. L. Greenwood. 2009. Consequences of prenatal and preweaning growth for feedlot growth, intake and efficiency of Piedmontese and Wagyu-

18. Castilhos, A.M., Branco, R.H., Corvino, T.L.S., Razook, A.G., Bonilha, S.F.M., Figueiredo, L.A. 2010. Feed efficiency of Nellore cattle selected for postweaning weight. *R. Bras. Zootec.* 39:2486-2493.
19. Casas E, Thallman R M, Kuehn L A, and Cundiff L V. 2010. Postweaning growth and carcass traits in crossbred cattle from Hereford, Angus, Brangus, Beefmaster, Bonsmara, and Romosinuano maternal grandsires. *J Anim Sci.* 88(1):102-108. En línea: <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/tocs/88/1>
20. Cerdas-Ramírez R. 2013. Formulación de raciones para carne y leche. Desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste, Costa Rica *InterSedes Vol.14 No. 29* San José Sep./Dec. 2013
21. Cornell University . 2016. Yields and Dressing Percentages. Cornell Small Farms Program. Cornell Cooperative Extension and is based at Cornell University in Ithaca En línea: <http://smallfarms.cornell.edu/2012/07/10/yields-and-dressing-percentages/>
22. Crozier J. and D.R. ZoBell. 2010. Residual Feed Intake as a Selection Tool. Utah State University. AG/Beef/2010-01 May. En línea: https://extension.usu.edu/files/publications/publication/AG_Beef_2010-01.pdf
23. Chewning J. J., A. H. Brown, Jr., Z. B. Johnson and C. J. Brown. 1990. Breed means for average daily gain, feed conversion and intake of beef bulls during postweaning feedlot performance tests. *J. Sci.* 68:1500-1504. En línea: <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/pdfs/68/6/1500>
24. Crews, D.H., Jr. 2005. Genetics of efficient feed utilization and national cattle evaluation: A review. *Genet. Mol. Res.* 4:152-165.
25. Crowley J. J. Kenny D. A., McGee M., Crews D. H. Jr., Evans R. D., Berry D. P. 2010. Phenotypic and genetic parameters for different measures of feed efficiency in different breeds of Irish performance-tested beef bulls. *J. Anim. Sci.* 88:885–89
26. Dahlke G., D. Strohbehn and S. Hoyer. 2010. Phenotypic Feed Efficiency. Iowa Beef Center, Iowa State University. En línea: http://www.iowabeefcenter.org/Docs_cows/IBC41.pdf

27. DeRounen S. M., Pas, W. E. Wyatt, Pas, T. D. Bidner, and M. A. Persica. 2000. Feedlot and Carcass Performance of Angus-, Brangus-, Gelbvieh, and Gelbray-Sired Crossbred Steers. ScienceDirect. Vol 16, Issue 1. En línea: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1080744615316545>
28. Durunna O. N, Mujibi F. D. N, Goonewardene L, Okine E. K, Basarab J. A, Wang Z, S. S. Moore. 2011. Feed efficiency differences and re-ranking exist in beef steers fed grower and finisher diets. Journal of Animal Science 89, 158–167
29. Christian Duff. Sin fecha. Selection for Improved Feed Efficiency. Tropical Beef Technology Services North Australia Program 3 (MLA)-Agricultural Business Research Institute. En línea: <http://tbts.une.edu.au/pdfs/Article%20-%20Braford%20-%20Net%20Feed%20Intake.pdf>
30. Elias Calles J. A., C. T. Gaskins, J. R. Busboom, S. K. Duckett, J. D. Cronrath, J. J. Reeves, and R. W. Wright, Jr. 2000. Differences among Wagyu sires for USDA carcass traits and palatability attributes of cooked ribeye steaks. J. Anim. Sci. 78:1710–1715
31. Elzo, Mauricio A. 2010. Post-weaning feed efficiency. Animal breeding and genetics. Professor at University of Florida. The Brahman Journal. September 21 de 2010.
32. Faucitano L., P. Y. Chouinard, J. Fortin, I. B. Mandell, C. Lafrenière, C. L. Girard and R. Berthiaume (2008). Comparison of alternative beef production systems based on forage finishing or grain-forage diets with or without growth promotants: 2. Meat quality, fatty acid composition, and overall palatability. J. Anim. Sci. 86:1678-1689.
33. García G. I. A., A. Corral L., F. Rodríguez A. y Fco. Nuñez G. 2014. Búsqueda de alternativas para la producción de carne de bovino con eficiencia. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Avances de proyectos: Validación de un sistema de cruzamientos de razas para asegurar la sustentabilidad de los sistemas de producción. Fundación Produce Chihuahua.
34. Jenkins T.G., and C. L. Ferrell. 1992. Lactation characteristics of nine breeds of cattle fed various quantities of dietary energy. J Anim Sci 1992;(70):1652-1659.

35. Jones, S.D.M., J.A. Newman, A.K.W. Tong, A.H. Martin, and W.M. Robertson. 1984. Feedlot performance, carcass composition and efficiency of muscle gain in bulls and steers of difference mature size slaughtered at similar levels of fatness. *Can. J. Anim. Sci.* 64:621 - See more at: <http://www.thebeefsite.com/articles/759/dressing-percentage-of-slaughter-cattle/#sthash.6EuVjeEh.dpuf>
36. Hegarty, R. S., J. P. Goopy, R. M. Herd, and B. McCorkell. 2007. Cattle selected for lower residual feed intake have reduced daily methane production. *J. Anim. Sci.* 85:1479-1486.
37. Herd R.M., P.F. Arthur, J.A. Archer and E.C. Richardson. 1997. Genetic improvement in feed efficiency in beef cattle. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia 1997* University of New England, Armidale NSW 2351, Australia
38. Herd, R. M., J. A. Archer and P. F. Arthur. 2003. Reducing the cost of beef production through genetic improvement in residual feed intake: Opportunity and challenges to application. *Journal of Animal Science.* 81: E9-E17.
39. Halfaman B. 2015. Common Factors that Affect Dressing Percentage of Beef Carcasses. WI Beef Information Center. University of Wisconsin Extension. En linea: <http://fyi.uwex.edu/wbic/2015/07/09/common-factors-that-affect-dressing-percentage-of-beef-carcasses/>
40. Lancaster P.A, G.E. Cartens, D.H. Crews y S.A. Woods. 2005. Evaluation of feed efficiency traits in growing bulls and relationships with feeding behavior and ultrasound carcass estimates. *Proceedings; Western Section, American Society of Animal Science.* Vol. 56. pp 461-464.
41. Lingyan Li, Y. Zhu, X. Wang, Yang He and B. Cao. 2014. Effects of different dietary energy and protein levels and sex on growth performance, carcass characteristics and meat quality of F1 Angus X Chinese yellow Cattle. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 5(1):21
42. Loyd, A. N. 2009. Relationships between residual feed intake and performance of heifers of diverse breedtypes and Brahman cows. M.S. Thesis. Texas A&M University, College Station. August.

43. Lubout P. 2011. Brangus: an easy-care solution for commercial cattlemen. *Farmers Weekly*. 1 July, En línea: <http://www.brangus.org.za/index.php/2015/06/22/brangus-an-easy-care-solution-for-commercial-cattlemen> pp 88-89.
44. Maddock T. D. and G. C. Lamb. 2012. The Economy impact of feed efficiency in beef cattle. AN217, Animal Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. En línea: <http://edis.ifas.ufl.edu/an217>. pp 1-3.
45. Mac Loughlin R. J. 2013. Conversión alimenticia como herramienta de decisión durante los engordes de bovinos. Impacto sobre los precios de venta y el resultado económico. Trabajo presentado en el VII Congreso de Conservación de Forrajes y Nutrición. Octubre 3 y 4 de 2013. Rosario. Argentina. En línea: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/105-Conversion_decision_engordes.pdf
46. McKiernan B., B. Gaden and B. Sundstrom. 2007. Dressing percentages for cattle. Primefact 340, Dressing percentages for cattle. En línea: <http://www.dpi.nsw.gov.au/agriculture/livestock/beef/appraisal/publications/dressing-percentages-cattle>
47. Mendes, Egleu Diomedes Marinho. 2010. Characterization of Feeding Behavior Traits and Associations with Performance and Feed Efficiency in Finishing Beef Cattle. Master's thesis, Texas A&M University. En línea electrónicamente de: <http://hdl.handle.net/1969.1/ETD-TAMU-2010-08-8157>.
48. Meyer, A. M., M. S. Kerley, and R. L. Kallenbach. 2008. The effect of residual feed intake classification on forage intake in grazing beef cows. *J. Anim. Sci.* 86:2670-2679.
49. Moore K.L., D.J. Johnston and H.M. Burrow. 2005. Sire Breed Differences For Net Feed Intake In Feedlot Finished Beef Cattle. Cooperative Research Centre for Cattle and Beef Quality. *Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet.* 16:76-79
50. Moore, K.L. et al (2005) "Sire breed differences for net feed intake in feedlot finished beef cattle." *Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet.*
51. Morris, S. T. 2003. Feed Conversion Efficiency in Beef Production Systems. Nutritional Management of Pastoral Animal Production and Health

Institute of Veterinary, Animal & Biomedical Sciences, Massey University. En línea:

52. Northcutt S. and B. Bowman, 2010. Angus feed efficiency selection tool: RADG. By the Numbers. American Angus Association. En línea: <https://www.angus.org/Nce/Documents/ByTheNumbersRadg.pdf>

53. Nkrumah J. D. E. K. Okine, G. W. Mathison, K. Schmid, C. Li, J. A. Basarab, M. A. Price, Z. Wang and S. S. Moore. 2006. Relationships of feedlot feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 84(1):145-153.

54. Núñez-Domínguez, R. Hernández-Rodríguez, Bertha A. Ramírez-Valverde, R. Ruíz- Flores, Agustín; García-Muñiz, José G. López-Ordaz, Rufino, 2010. Productividad de vacas Tropicarne con diferente potencial genético para peso corporal al primer servicio. *Revista Científica.* 6:640-648. En línea: <http://www.redalyc.org/pdf/959/95916206011.pdf>

55. Parish J. 2013. Putting average daily gain in context. *Cattle Business in Mississippi. "Beef Production Strategies".* En Línea: msucares.com/livestock/beef/mca_apr2013.pdf

56. Pascoal L. L., J. F. Piva, L. J. Restle, F. N. Vaz, R. Z. Vaz y P. S. Pacheco. 2011. Carcass boneless yield of Braford steers, classified according to fat coverage class. *Rev. Brasileira de Zootecnia.* Vol. 40 No.6 En línea:(Directory of open Acces Journals) <https://doaj.org/toc/1806-9290/40/6>

57. Pinedo, A.C., Q.N.S. Hernández, C.A Melgoza, V.M. Rentería, S.V.C. Vélez, N.C. Morales, R.M. Quintana, E. E. Santellano y E .Esparza. 2013. Diagnóstico Actual Y Sustentabilidad de los Pastizales del estado de Chihuahua ante el Cambio Climático. *Cuerpo Académico de Recursos*

58. Richardson, E. C., R. M. Herd, J. A. Archer, R. T. Woodgate, and P. F. Arthur. 1998. Steers bred for improved net feed efficiency eat less for the same feedlot performance. *Anim. Prod. Aust.* 22:213.–216.

59. Randel R. D. and T. H. Welsh Jr.. 2014. Interactions of feed efficiency with beef heifer reproductive development. *Joint Alpharma-Beef Species Symposium: J. Anim. Sci.* 2013.91:1323–1328. doi:10.2527/jas2012-5679

60. Reiling B. A. 2011. Market beef performance measures and values. University of Nebraska. Lincon Extension Publications. Feeding and Nutrition. Issued June 2011. En Línea: Research Council Animal Improvement Institute, Irene. pp. 81 – 82.
61. SA. Stud Book Annual Logix Beef Report. 2013. 30 breeds registered at SA Stud Book, of which 28 breeds participated in Logix Beef. En línea: <http://www.braunviehsa.co.za/docs/Beef%20Recording%20Annual%20Report2013c.pdf>
62. Santa Gertrudis. S/F. Santa Gertrudis in South Africa. En línea: <http://www.santagertrudis.co.za/the-breed/santa-gertrudis-in-south-africa/>
63. Santana, Miguel Henrique De Almeida, Rossi Junior Paulo; Almeida, Rodrigo De; Schuntzemberger, y Amanda M. De Souza. 2013. Blood cell and metabolic profile of Nellore bulls and their correlations with residual feed intake and feed conversion ratio. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.14(3):527-537 <http://www.rbspa.ufba.br> ISSN 1519 9940 527
64. Scholtz M.M., Y. Steyn, E. van Marle-Köster and H.E. Theron. 2012. Improved production efficiency in cattle to reduce their carbon footprint for beef production. South African J. Anim. Sci. 42(Issue 5, Supplement 1). En línea: <http://www.ajol.info/index.php/sajas/issue/archive>
65. Schutt K. M. P. F. Arthur A, C and H. M. Burrow A. 2009, Brahman and Brahman crossbred cattle grown on pasture and in feedlots in subtropical and temperate Australia. Anim. Produc. Sci. 49:452–460. En línea: <http://www.publish.csiro.au/?paper=EA08083>
66. Peter Speers. 2003. Simmental high performers in feedlot study. Australian Simmental Breeders Association En línea: http://www.wsff.info/files/simbeef_info_kit/simm_feedlot.pdf
67. Steyn, Y. E. van Marle-Köster, and H. E. Theron. 2014. Residual feed intake as selection tool in South African Bonsmaracattle.repository.up.ac.za/.../Steyn_Residual_2014.pdf?
68. Strydom, P. E., Frylinck, L., Van der Westhuizen, J., and Burrow, H. M. 2008. Growth performance, feed efficiency and carcass and meat quality of tropically adapted breed types from different farming systems in South Africa. Australian J. Experiment. Agric. 48:599–607. En línea: <http://www.arc.agric.za/>

Documents/ARC%20Institutional%20Review%202015/Annual%20Reports/ARC%20Publications%202008-2009.pdf

69. Vaca, R. J. L. y Carreón, Ch. R. R. 2004. Rendimiento de canales en Bovinos Criollos del Chaco boliviano (Camiri – Provincia Cordillera – Santa Cruz - Bolivia). Veterinaria Montevideo. 39(155-156):21-26.
70. Walter, J.T., A.N. Hafsa, G.E. Carstens, J.C. Bailey, J.W. Behrens, J.G. Moreno, D.S. Hale, R.K. Miller, J.E. Sawyer, and D. Anderson. 2012. Effects of residual feed intake on feedlot performance, feed efficiency, carcass traits and net revenue in Angus-based composite steers. J. Anim. Sci.90(Suppl 1): 17.
71. Walker, R. S. 2014. Effects of Cow Size on Offspring Feed Intake and Efficiency. LSU AgCenter Hill Farm Research Station, Homer, LA, En línea: http://animal.ifas.ufl.edu/beef_extension/bcsc/2014/ppt/walker.pdf