

**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  
europeas de bovinos de carne”**

**POR:**

**RENÉ ALEJANDRO BUSTAMANTE PÉREZ**

***MONOGRAFÍA***

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**JUNIO DE 2015**

**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 europeas de bovinos de carne”**

POR

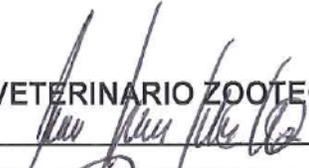
**RENÉ ALEJANDRO BUSTAMANTE PÉREZ**

**MONOGRAFÍA**

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

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

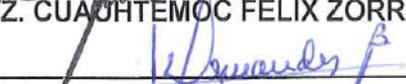
PRESIDENTE:

  
\_\_\_\_\_  
DR. JESÚS ENRIQUE CANTU BRITO

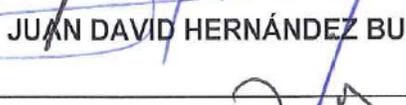
VOCAL:

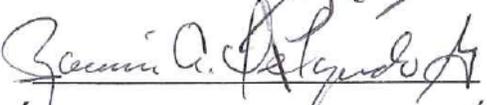
  
\_\_\_\_\_  
MVZ. CUAUHTÉMOC FELIX ZORRILLA

VOCAL:

  
\_\_\_\_\_  
Ph.D. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE

VOCAL:

  
\_\_\_\_\_  
IZ. JORGE HORACIO BORUNDA RAMOS

  
\_\_\_\_\_  
MCV. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

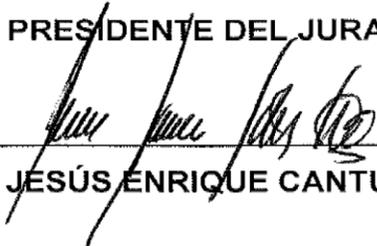
**División Regional de Ciencia Animal**

**MONOGRAFÍA**

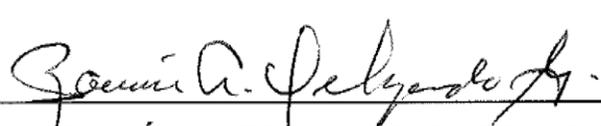
**“Análisis de la eficiencia de conversión alimenticia,  
ganancia de peso y rendimiento de la canal de razas  
europeas de bovinos de carne”**

**APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA**

**PRESIDENTE DEL JURADO**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JESÚS ENRIQUE CANTU BRITO**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ**



**Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**JUNIO DE 2015**

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero a Dios, por haberme permitido llegar a esta etapa de mi vida, ser un profesionalista.

Al MVZ José de Jesús Quezada Aguirre, al Dr. Jesús Enrique Cantú Brito, Ing. Jorge Borunda Ramos y al por su apoyo incondicional, por siempre estar a mi lado apoyándome y a todos los maestros que colaboraron para llevar a termino mi carrera.

Agradezco al DR. JESÚS ENRIQUE CANTU BRITO por haberme asesorado y guiado para llevar a feliz término este trabajo de observación de manera satisfactoria, teniéndolo para siempre como amigo y maestro.

## **DEDICATORIAS**

A mis padres y hermanos que sin su apoyo incondicional no hubiera sido posible llegar a esta etapa de mi carrera, a los que directa e indirectamente ayudaron a que llegara este momento, a los que me dijeron que si podía y a los que me dijeron que no también por hacer que mi impulso por seguir adelante fuera mas fuerte.

## RESUMEN.

La presente monografía se realizó en las Instalaciones de la UAAAN-UL, de febrero a junio de 2015, teniendo como objetivo general realizar una 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 de origen europeo *Bostaurus* a través de apoyos bibliográficos, documentos, revistas indexadas periódicas, journals y del Internet tanto del idioma español como en inglés.

Como parte de la revisión de la literatura y documentación de información concerniente a los productores bovinos 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, 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.

De acuerdo a la información obtenida en la revisión de literatura se considera que dentro de las razas más eficientes en cuanto a ganancia de peso por día se tienen la Belgian Blue, Simmental, Romagnola y Gelviah, respecto a la conversión alimenticia las más eficientes son la raza Belgian Blue, Salers, y Romagnola y respecto al rendimiento de la canal las más sobresalientes son la raza Belgian Blue, Romagnola, Gelviah, y Chianina todas con un rendimiento superior al 64%.

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.

Se concluye que 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 en conversión alimenticia, ganancia diaria de peso y rendimiento de la canal para incrementar la eficiencia de la producción, utilizando las razas más sobresalientes o la que mejor se adapte al productor de acuerdo a lo que el requiera.

**Palabras clave;** Conversión alimenticia, Ganancia de peso por día, Eficiencia de utilización, Rendimiento de la canal.

## INDICE GENERAL

	PAGINA
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
RESUMEN.....	iii
INDICE GENERAL .....	v
INDICE DE CUADROS .....	vi
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	2
ANTECEDENTES .....	4
Índices de la medición de la eficiencia del uso de alimento.....	5
Consumo de materia seca por día (CMS).....	5
Eficiencia de alimentación neta (EAN).....	7
Eficiencia de la utilización del alimento.....	7
Conversión alimenticia (CA).....	8
Tasa de conversión de alimento (TCA).....	11
Ganancia de peso por día (GPD).....	12
Consumo del alimento residual (rechazos) (CAR).....	13
Promedio residual de ganancia diaria de peso (PRGDP).....	17
Conversión alimenticia ajustada (CAA).....	17
Rendimiento de la canal.....	19
Estudios realizados para comparar razas de bovinos de carne...	22
Sistemas intensivos de engorda y la tasa de conversión alimenticia.....	28
Otras características de importancia.....	31
Cuadro comparativo de las razas consultadas.....	33
CONCLUSIONES.....	34
Tablas.....	35
LITERATURA CITADA.....	39

## INDICE DE CUADROS.

NUMERO	PÁGINA	
1	Consumo de materia seca 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 de origen europeo (Chewning et al., 1990).....	6
2	Efecto del sexo del ganado sobre el desempeño del ganado de carne y sobre la conversión alimenticia (Lingyan et al., (2014).....	8
3	Efecto del sexo y edad al sacrificio sobre el consumo, eficiencia y calidad de la canal en toros y vaquillas Charoláis x Simmental (Bures y Barton, 2010).....	9
4	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 de origen europeo (Chewning et al., 1990).....	11
5	Ganancia de peso por día (GPD) en dos periodos de engorda el primer periodo de 1967-1976 y el segundo 1977-1986 para diferentes razas de ganado de carne de origen europeo (Chewning et al., 1990).....	13
6	Score de rechazos o de Consumo de Alimento Residual alimento (Walker, sin fecha).....	14
7	Relación del alimento residual (Rechazos) sobre mediciones de desempeño en corral de engorda sobre la eficiencia, y alimentación de novillos (Nkrumah et al., 2006).....	15

8	Impactos negativos y positivos de la clasificación del Alimento residual sobre PV, ganancia de PV, consumo de MS y eficiencia del alimento en vaquillas(Nkrumah et al., 2006).....	16
9	Promedios de consumo de forraje para MS en vacas con bajo y alto forraje residual (Lamb et al., 2011; Shaffer et al., 2010).....	16
10	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).....	17
11	Características de desempeño de vacas multíparas sobre la clasificación de RFI bajo, medio y alto, durante un periodo de prueba de 70 días (Meyer et al., 2008).....	18
12	Comparación de términos de la eficiencia del alimento en ganado de carne (USDA, 2013).....	19
13	Rendimiento de la canal en ganado criollo por clase de animal (Vaca y Carreón, 2004).....	21
14	Parámetros <i>ante</i> y <i>postmortem</i> de bovinos criollos finalizados en dos explotaciones de Sonora (Torrescano et al., 2010).....	22
15	Diferencias entre tasa de crecimiento y calidad de la canal entre grupos de ganado de carne (McEwen, S/F).....	23
16	Resultados obtenidos de la evaluación de 96 animales de cuatro razas de bovino de carne del efecto de la raza sobre la ganancia de peso vivo, características de la canal al sacrificio y composición de la canal Barton et al., (2006).	23
17	Efecto de la raza de bovinos sobre el consumo y conversión alimenticia en toros Charolais y Holstein alimentados desde los 5 a los 18 meses de edad (Pfuhl et al., 2007).....	24
18	Desempeño <i>in vivo</i> de 48 toros de doble músculo de la raza	

	Piedmontese con 4 tratamientos sobre la eficiencia de transformación de kg de alimento a kg de carne (Dal Maso et al., 2009).....	25
19	Efecto de la clasificación de RFI sobre el desempeño y eficiencia del alimento en vaquillas alimentadas con dietas altas en grano (Marinho, 2010).....	26
20	Efecto de la raza de ganado Angus sobre el desempeño y eficiencia de alimento, en vaquillas alimentadas con dietas altas en grano(Marinho, 2010).....	27
21	Efecto de la raza de ganado de carne 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, 1993).....	28
22	Diferencias de peso de ganado en PV (kg) de cuatro estados fisiológicos en razas de ganado de carne a través de 30 años (Walker, 2014).....	30
23	Promedios y desviación estándar del crecimiento, características del peso vivo como peso al nacimiento, peso al destete, fenotipo del semental, sobre la respuesta al crecimiento y eficiencia de alimento (Café et al., 2009)...	30
24	Efecto de crecimiento y desempeño en corral de engorda, sobre la tasa de eficiencia del utilización del alimento en ganado de carne, en dos razas de carne Wagyu y Piedmontese, y en vaquillas y novillos (Café et al., 2009)..	31
25	Conversión alimenticia, ganancia de peso por día, consumo de alimento y rendimiento de la canal de algunas razas de ganado de carne de origen europeo ( <i>Bostaurus</i> ).....	33

## INTRODUCCIÓN

A través, del tiempo el desarrollo de la ganadería de carne, se ha ido manifestando en un incremento gradual pero consistente de la eficiencia en la conversión alimenticia y la ganancia de peso en la creación de distintas razas de ganado bovino de carne, que actualmente pueden ser explotadas en casi cualquier sistema de producción del mundo incluyendo nuestro país.

Algunos investigadores, siempre justifican un incremento en la eficiencia de conversión de los bovinos debido a que siempre existen factores que impactan a la ganadería de carne como los es; la disminución del número de hectáreas para la producción de forraje, incremento de la población humana, aumento de la utilización de forrajes como combustible, incremento de los costos del alimento y forrajes, así como el aumento de otros insumos como los combustibles, transportes y fertilizantes, mano de obra especializada entre otros.

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.

Lo anterior, se relaciona en que dentro del sistemas de producción, la provisión de alimento para los animales representa uno de los mayores costos de la empresa productora de carne y por lo tanto proporciona información sobre el alimento consumido y el desempeño y funcionamiento del ganado y la cual es útil para la investigación y desarrollo de futuros esquemas de cría y engorda de ganado.

Hoy en día, no es posible 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 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. Un mejoramiento del 1% en la eficiencia del uso del alimento, tiene el mismo impacto económico que el mejoramiento del 3% de la ganancia de peso.

Los parámetros productivos que indican los índices de eficiencia en ganado de carne son: 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.

Por lo anterior, la presente monografía tiene como objetivo general proporcionar la información obtenida a través de una compilación de datos referentes a los índices de eficiencia en las principales razas de ganado bovino de carne, con el fin de disponer de una mayor información sobre la eficiencia de las distintas razas de ganado al momento de llevar a cabo la selección de la raza.

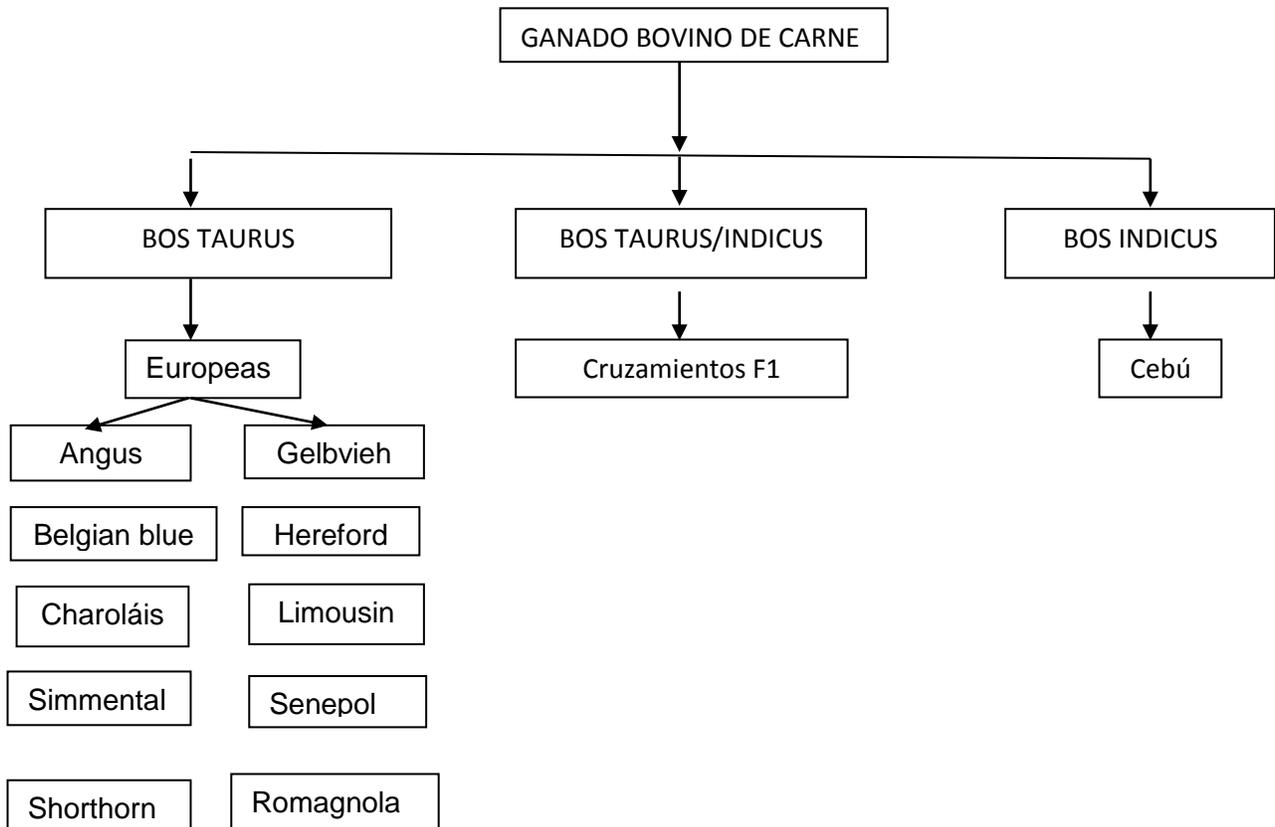
## OBJETIVOS

Obtener los índices de eficiencia en ganado de carne de las principales razas europeas:

- 1) Consumo por día (DFI) (Daily feed intake),

- 2) Conversión alimenticia (FCR) (Feed conversion ratio),
- 3) Rechazos (RFI) (Residual feed intake), y
- 4) Ganancia de peso por día (ADG) (Average daily gain) en diversas razas de ganado de carne.
- 5) Rendimiento de la canal (%)

De acuerdo con Morris (Beef Cattle Seminar) en el 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*), véase en el siguiente diagrama.



## ANTECEDENTES

Una empresa bien manejada y rentable, es generalmente más eficiente que sus competidores. En el caso del ganado de carne, la competencia puede provenir de dos fuentes: otros productores quienes venden clases similares de ganado, y por otras especies productoras de proteína animal como el puerco, aves y caprinos y ovinos, que compiten con la carne de bovino en el mercado (Maddock, 2012).

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.

Por lo tanto es imperativo cuantificar el impacto de la selección genética para mejorar la eficiencia alimenticia en animales de razas de origen europeo, 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.

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).

El consumo de alimento y la eficiencia de utilización son características económicamente importantes debido a que el alimento es una de las variables de mayor importancia en los costos del sistema de producción. La eficiencia del alimento, puede ser medida como (RFI) el residuo del alimento consumido, el cual se obtiene mediante la diferencia entre el consumo actual de materia seca (CMS) de un animal y el consumo esperado basado en su tasa de crecimiento y PV (Peso vivo, kg). La tasa de conversión alimenticia (FCR) representa lo inverso de la eficiencia neta del alimento y es, la relación entre el consumo de materia seca y la ganancia de peso por día (GPD) (Sherman *et al.*, 2010).

### **Índices de la medición de la eficiencia del uso de alimento.**

La eficiencia implica una relación directa entre las entradas y salidas, entre ingresos y egresos, entre alimento consumido y ganancia obtenida, etc. La ganancia de peso por día y el consumo de MS/día, son típicamente las mediciones relacionadas con la eficiencia del uso del alimento.

Sin embargo, la eficiencia de producción es una meta en la selección y desarrollo de la ganadería que implica dos filosofías; la primera relacionada al mantenimiento de la eficiencia y la otra en eficiencia de producción. El mantenimiento de la eficiencia soporta la importancia primaria de que hatos de vacas que se consideran de bajo mantenimiento, pueden subsistir con bajos insumos, y aún producir una considerable producción de becerros. La eficiencia de producción por otro lado, soporta la teoría de que el ganado en corrales de engorda que consumen un mínimo de kilogramos de alimento y producen una cantidad máxima de kilos de carne en el producto son más sustentables (USDA, 2013).

La eficiencia del alimento es definida de dos maneras. Los nuevos términos son - (RFI por sus siglas en inglés Residual Feed Intake) y (R-ADG, Residual Average Daily Gain) es decir, Consumo de alimento residual y promedio residual de la ganancia de peso por día (USDA, 2013).

**Consumo de materia seca por día (CMS):** (DMI por sus siglas en inglés Dry Matter Intake) y se define como la cantidad de alimento en kg de MS/día por

animal y es extremadamente importante porque detectar animales que se quedan sin alimento antes del periodo establecido comprometerán las tasa de crecimiento predichas y por el contrario, excesos de alimento y rechazos pueden resultar en un incremento de los costos e inclusive problemas digestivos y acidosis (Reiling, 2011).

Chewning *et al.*, (1990), en un estudio de dos periodos 1967-1976 y 1977 -1986 encontraron diferencias en la cantidad de consumo de materia seca en razas de origen europeo, tal y como se muestra en el cuadro 1. Lo anterior, se puede interpretar de cómo la selección y el mejoramiento genético de los animales ha permitido un aumento en el consumo de MS/Día de los animales.

Cuadro 1. Consumo de materia seca 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 de origen europeo.

Raza de ganado	Consumo de MS (Kg/día)	Desv. Estándar
<b>Periodo 1</b>		
Charolais	10.83	0.08
Hereford	9.27	0.06
Polled heredord	9.28	0.06
Angus	9.82	0.06
<b>Periodo 2</b>		
Maine-Anjou	11.10	0.16
Charolais	11.0	0.08
Simmental	11.58	0.07
Angus	10.95	0.06
Polled Hereford	10.26	0.06
Hereford	10.15	0.06

(Chewning *et al.*, 1990).

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).

**Eficiencia de alimentación neta (EAN):** 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.

Por lo tanto, animales livianos con bajos requerimientos de mantenimiento y producción requerirán de una menor cantidad de alimento para crecer a la misma tasa de animales más pesados cuyos requerimientos también son más elevados (Morris, 2003).

La EAN es moderadamente hereditable. Líneas de toros seleccionadas para un bajo EAN tienen pesos y desempeño muy similares después de dos generaciones, pero consumiendo un 11% menor de alimento (Archer *et al.*, 2002). Además, existe una fuerte y estrecha correlación con la EAN medida después del destete y rechazos (RFI) medidos en hembras de razas maduras (Archer *et al.*, 2002). La selección para RFI no incrementa el peso de los toros maduros, ni afecta otros caracteres fenotípicos en ganado de carne.

**Eficiencia de la utilización del alimento:** (EFU por sus siglas en inglés), Este parámetro es simplemente recíproco de la tasa de conversión alimenticia y donde el alimento es el denominador y el cual debe ser maximizado. Cuando se comparan la eficiencia en diferentes estudios o ranchos, es importante ser claros

en los términos que se están utilizando, y en el tipo de unidades que estamos utilizando y expresando tanto en las entradas como salidas (Smeaton, 2003).

**Conversión alimenticia (CA):** (FCR por sus siglas en inglés Feed Conversion Ratio), y representa el consumo de materia seca por ganancia de kilo producida y el rango varía entre 4.5 y 7.5 (Mientras el valor sea más bajo mejor). Es útil para evaluar los efectos de la calidad de la dieta, ambiente y prácticas de manejo (Implantes, ionophoros) sobre la eficiencia en el crecimiento y finalización de los animales, sin embargo, tiene un valor limitado como característica de eficiencia en el mejoramiento genético a pesar de que es moderadamente heredable (Crews, 2005).

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 en novillos que en vaquillas, sin embargo, no fueron estadísticamente diferentes, tal y como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Efecto del sexo del ganado sobre el desempeño del ganado de carne y sobre la conversión alimenticia.

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

(Lingyan *et al.*, (2014).

El sexo del animal también puede influir la CA, sobre todo en la composición de la ganancia del peso vivo. La ganancia del PV en toros contiene más proteína y

menos grasa que en novillos y diferencias similares ocurre entre novillos y vaquillas (Morris, 2003).

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 3 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 ( $P < 0.01$ ), 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:

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

Cuadro 3. Efecto del sexo y edad al sacrificio sobre el consumo, eficiencia y calidad de la canal en toros y vaquillas Charoláis x Simmental.

Variable		Toros (B)				Vaquillas (H)		SEM	Significancia (P < 0.05)*
		LSM	LSM	LSM	LSM	SEM			
Edad		14 M	18 M	14 M	18 M	4.7			
Edad	Inicial	254.3	252.5	251.7	246.5	4.9		A	
	(días)								
Edad al sacrificio		408.8	526.0	406.2	530.2	13.8		S	
	(días)								
Peso inicial (kg)		344.3	345.7	306.0	307.8	16.5		S, A	
Peso final (kg)		554.3	698.0	478.7	553.7	0.06		S	
Ganancia/día		1.35	1.31	1.14	0.93	0.46		S	
	(kg/día)								
CMS (kg/día)		8.71	9.10	7.80	8.27	0.26		S, A, x S x A	
Conversión		6.47	7.01	6.85	8.92	17.1		S, A, S x A	
	alimenticia								
	(CMS/ganancia)								
Peso al sacrificio		534.3	683.8	463.5	543.3	8.9		S, A	
	(kg)								
Peso de la canal		302.3	388.2	256.1	299.6	6.5		S	
	caliente (kg)								
Grasa interna		23.7	25.6	37.8	47.8	0.3		S, A	
	(g/kg peso al sacrificio)								

\*S = Significancia por efecto de sexo (toros- vaquillas); A= Significancia por efecto de la edad al sacrificio (14-18 meses); S x A = Significancia por el efecto de la interacción.

(Bures y Barton, 2010).

Chewning *et al.*, (1990), realizaron un estudio para evaluar 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 de origen europeo, (Cuadro 4) encontrando que en general en los resultados obtenidos en el periodo dos las razas evaluadas fueron más eficientes, lo anterior, debido en parte a la selección y mejoramiento genético de las razas a través de los años, lo que redunda en un menor consumo de alimento por cada Kg de ganancia de peso.

Cuadro 4. 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 de origen europeo.

Raza de ganado	Conversión alimenticia (Kg de alim/Kg de ganancia)	Desv. estandar
Periodo 1		
Charolais	7.30	0.06
Hereford	7.13	0.05
Polled heredord	7.17	0.04
Angus	7.81	0.04
Periodo 2		
Maine-Anjou	6.73	0.11
Charolais	6.68	0.05
Simmental	7.10	0.04
Angus	7.46	0.04
Polled Hereford	7.10	0.04
Hereford	7.10	0.06

(Chewning *et al.*, 1990).

**Tasa de conversión de alimento (TCA):** Es una medida de que tan vendible es el producto que ha sido producido por cada unidad de alimento consumido y representa en ganado de carne la relación entre el alimento consumido (kg) sobre la ganancia de peso vivo en el animal (Maddock y Lamb, 2012).

Un becerro que consume 7.5 kg de alimento por día y aumenta 1.5 kg de peso vivo al día, tendría una conversión de 5:1. Este índice representa una medición neta de la eficiencia del alimento y es a menudo utilizado como herramienta para evaluar grupos de ganado en etapas de crecimiento y terminado, con el fin de determinar costos de producción y disminuir con ello los costos de producción (Maddock y Lamb, 2012).

**Ganancia de peso por día (GPD):** (ADG por sus siglas en inglés Average Daily Gain), se define con el incremento de peso vivo del animal por día y normalmente se expresa en la ganancia (gramos/día). Es simplemente la tasa de ganancia de peso por día sobre un periodo específico de tiempo. Por ejemplo si un becerro de 300 kg de peso vivo el primero de junio y más tarde aumenta a 375 kg al 31 de julio del mismo año, entonces se dice que ese animal aumentó 75 kg en 60 días.

Se divide los 75 kg de ganancia entre los 60 días de la prueba y se obtiene una ganancia de 1.25 kg por día (Parish, 2013). La obtención de este índice es una simple ecuación:

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

La GPD, es afectada por muchos factores, decir, es multifactorial. La dieta del animal (que incluye forrajes, suplementos basados en granos, suplementos vitamínicos y minerales, y aditivos, entre otros), por lo que es importante la determinación de la GDP. La genética juega un papel clave en la determinación. 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 GPD 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.

Este indicador ayuda a predecir qué tan rápido ganará peso un determinado animal y si aproximadamente el 93% de la variabilidad del costo de los granos

como maíz, sorgo, etc que inciden sobre las utilidades, este indicador entonces resulta crítico y básico en su evaluación (Carstens y Tedeschi, 2009).

Chewning *et al.*, (1990), realizaron un estudio para evaluar la ganancia de peso por día (Kg/ganancia/día) Kg/día, en dos periodos de engorda el primer periodo de 1967-1976 y el segundo 1977-1986 para diferentes razas de ganado de carne de origen europeo, (Cuadro 5) encontrando que en general en los resultados obtenidos muestran que en el periodo dos las razas evaluadas fueron más eficientes, respecto a la ganancia de peso por día, teniendo diferencias de hasta 250 gr más de ganancia que en el periodo uno, lo anterior se asume, debido en parte a la selección y mejoramiento genético de las razas a través de los años, lo que redundaba en un menor consumo de alimento por cada Kg de ganancia de peso.

Cuadro 5. Ganancia de peso por día (GPD) en dos periodos de engorda el primer periodo de 1967-1976 y el segundo 1977-1986 para diferentes razas de ganado de carne de origen europeo.

Raza de ganado	Ganancia de peso/día (Kg/día)	Desv. Estándar
Periodo 1		
Charolais	1.51	0.01
Hereford	1.31	0.01
Polled hereford	1.31	0.01
Angus	1.27	0.01
Periodo 2		
Maine-Anjou	1.67	0.03
Charolais	1.66	0.01
Simmental	1.64	0.01
Angus	1.48	0.01
Polled Hereford	1.45	0.01
Hereford	1.43	0.01

(Chewning *et al.*, 1990).

**Consumo del alimento residual (Rechazos) (CAR):** (RFI por sus siglas en ingles 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).

RFI también llamado “eficiencia neta del alimento”, describe como el consumo de alimento de un animal difiere de su respuesta de como utiliza el consumo de alimento basado en sus requerimientos de mantenimiento y crecimiento. Un bajo RFI es más deseable que un alto RFI, debido a que ese animal consumirá menos alimento produciendo la misma ganancia de peso o mayor que otros animales alimentados con la misma cantidad y calidad de la ración (Carstens y Tedeschi, 2009).

En el próximo cuadro se muestran los valores de los scores reportados para Consumo del Alimento Residual (Rechazos).

Cuadro 6. Escore de rechazos o de Consumo de Alimento Residual.

Escore	Consumo de Alimento residual
1	Menor consumo para mantenimiento y crecimiento
5	Consumo intermedio para mantenimiento y crecimiento
10	Mayor consumo para mantenimiento y crecimiento

(Walker, sin fecha).

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, sin fecha). En los cuadros 7 y 8 se

muestran los impactos negativos y positivos, así como la relación del alimento residual (Rechazos) sobre mediciones de desempeño en corral de engorda sobre la eficiencia, y alimentación de novillos (Nkrumah *et al.*, 2006).

Cuadro 7. Relación del alimento residual (Rechazos) sobre mediciones de desempeño en corral de engorda sobre la eficiencia, y alimentación de novillos.

Variable	Grupos de acuerdo a los rechazos (RFI)			
	No. De novillos	11	8	8
RFI, kg/día		1.25 ± 0.13	-0.08 ± 0.17	
Tasa de 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) <sup>75</sup>		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

(Nkrumah *et al.*, 2006).

En un estudio y revisión de literatura realizado por Lamb *et al.*, (2011), muestran tres cuadros de resultados sobre la eficiencia del uso del alimento, término que ha venido creciendo en importancia, desde que el costo de los alimentos se ha incrementado grandemente y por lo cual se hace necesario utilizar razas más eficientes. En el cuadro 9, se muestran los promedios de consumo de forraje para MS en vacas con bajo y alto forraje residual (Lamb *et al.*, 2011).

Cuadro 8. Impactos negativos y positivos de la clasificación del Alimento residual sobre PV, ganancia de PV, consumo de MS y eficiencia del alimento en vaquillas.

Parámetro	Clasificación de acuerdo al RFI (Rechazos)		
	NEGATIVO	POSITIVO	DESVEST.
No. de animales	19	19	--
Peso vivo, kg	617	619	6.11
Ganancia de PV, kg	120	116	2.37
Ganancia de peso /día	1.7	1.7	--
Consumo, kg/día	7.10	7.64	0.18
Relación consumo/ganancia	9.2:1	9.9:1	--
RFI	- 0.32	0.32	0.10

(Nkrumah *et al.*, 2006).

Cuadro 9. Promedios de consumo de forraje para MS en vacas con bajo y alto forraje residual.

Variable	Vacas con Bajo RFI	Vacas con Alto RFI
Consumo, lb/día		
Experimento 1	27.28	34.32
Experimento 2	27.50	31.02

(Lamb *et al.*, 2011; Shaffer *et al.*, 2010).

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 10.

Cuadro 10. Características de desempeño de vaquillas sobre la clasificación de RFI bajo, medio y alto, durante un periodo de prueba de 70 días.

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

(Meyer *et al.*, 2008).

Meyer *et al.*, (2008) en otro estudio muy similar pero con vacas de ganado de carne encontró los siguientes valores de la clasificación de RFI bajo, medio y alto basado en la eficiencia de alimento de las categorías de RFI sobre el desempeño de las vacas, área del rybeye a los cero y 70 días, días al destete y días a la primera ovulación tal y como se muestran los resultados en el Cuadro 11.

**Promedio residual de ganancia diaria de peso (PRGDP):**(RADG por sus siglas en ingles Residual Average Daily Gain) el cual es definido como la diferencia entre la ganancia de peso actual y la ganancia estimada basada en el consumo, peso vivo y composición del animal (Shine, 2012).

**Conversión alimenticia ajustada (CAA):** (Adj. F:G por sus siglas en inglés Adjusted Feed Conversion) Es igual a la base del valor Alimento:Ganancia multiplicado por el peso del grupo metabólico dividido entre el peso metabólico individual y la ecuación para calcularlo es la siguiente:

Adj. F:G = (Promedio del grupo de PV <sup>(0.75)</sup> / Peso vivo individual <sup>(0.75)</sup>) x Alimento individual hacia la ganancia.

Cuadro 11. Características de desempeño de vacas multíparas sobre la clasificación de RFI bajo, medio y alto, durante un periodo de prueba de 70 días

Variable	Clasificación (RFI)		
	Bajo RFI	Mediano RFI	Alto RFI
No. De vacas	27	23	24
Edad inicial, d	1127.2 ± 6.7	1128.2 ± 7.2	1112.5 ± 7.1
Peso inicial (kg)	466.45 ± 8.7	462.75 ± 9.45	486.75 ± 9.25
Peso final (Kg)	480.6 ± 9.25	479.94 ± 10.0	494.65 ± 9.8
Condición corporal	4.4 ± 0.1	4.4 ± 0.1	4.4 ± 0.1
GPD (Kg/día)	0.20 ± 0.06	0.265 ± 0.06	0.185 ± 0.06
CMS/día (kg)	11.35 ± 0.45	12.75 ± 0.48	12.65 ± 0.49
RFI por vaca, kg/día	- 0.595 ± 0.31	0.55 ± 0.34	0.13 ± 0.32
Días al destete	36.9 ± 4.4	35.0 ± 4.7	28.8 ± 4.7
Área del rybeye, cm <sup>2</sup>			
Día 0	30.46 ± 1.02	29.48 ± 1.11	30.75 ± 1.04
Día 70	28.77 ± 0.97	30.32 ± 1.08	30.07 ± 1.01
Días a 1 <sup>a</sup> . ovulación	75.7 ± 4.5	73.8 ± 4.5	76.0 ± 6.3

(Meyer *et al.*, 2008).

Se hace notar que este ajuste intenta remover las diferencias de la edad o tamaño de los animales cuando son colocados en la prueba. Este índice actualmente es utilizado por la Federación del Mejoramiento del Ganado de carne y mientras más bajo sea el valor mejor.

Cuadro 12. Comparación de términos de la eficiencia del alimento en ganado de carne.

Método*	Más deseable	Menos deseable	Diferencia
C.A.N.	Valores más bajos Ejemplo: 3.8 kg	Valores más altos Ejemplo: 7.2	3.4 kg de alimento
C.A. Ajustada	Valores más bajos Ejemplo: 3.65 kg	Valores más altos Ejemplo: 7.7	4.05 kg de alimento
C.A.R.	Valores negativos Ejemplo -2.2	Valores positivos Ejemplo: 2.5	2.35 kg de alimento
P.R.G.D.P.	Valores positivos Ejemplo 0.9	Valores negativos Ejemplo: -0.6	0.75 kg de GPD
Consumo Ajustado	Valores positivos Ejemplo -1.7	Valores positivos Ejemplo: 1.1	1.40 kg de alimento

\* C.A.= Conversión alimenticia neta; C.A.R.= Consumo alimenticio residual; P.R.G.D.P.= Promedio residual de ganancia diaria de peso.

(USDA, 2013).

**Rendimiento de la canal:** (Dressing Percentage por sus siglas en ingles), se define como el peso de la canal caliente como un porcentaje del peso vivo del animal al momento del sacrificio. Los porcentajes de rendimiento de la canal en ganado de carne típicamente varía entre el 60 y 64% para la mayoría de las razas de carne y de 63% para novillos (Barham *et al.*, 2008). Mientras más elevado sea el valor es más deseable. Para calcular este porcentaje, el peso de la canal caliente es dividido por el peso vivo del animal y expresado en porcentaje (%).

Por ejemplo un novillo de 650 kg produce una canal de 397.5 kg, entonces el porcentaje del rendimiento de la canal será de 59.6%

$$397.5 / 650 \times 100 \% = 59.6 \%$$

Por lo tanto el novillo de 650 kg PV x 59.6% de Rend. de Canal = 387.5 kg de peso de la canal.

Es también utilizado para comparar los precios del ganado en peso vivo y los precios de la canal. La habilidad para determinar el porcentaje de rendimiento de la canal permite al productor estimar el peso de la canal de un animal vivo. El término "Yield" es a menudo también utilizado para obtener el rendimiento de la canal.

El rendimiento de la canal en ganado de carne es un factor económico de gran importancia. El porcentaje (%) de rendimiento como un porcentaje del peso de venta es uno de los factores que tienen gran influencia en los costos de la canal. Una disminución en el rendimiento, se espera que vaya acompañada de una disminución del grado de la canal al sacrificio, y algunas clases de mercados esperan un rendimiento mucho mayor que otros.

Tanto la ganancia de peso por día como el rendimiento de la canal son cualidades altamente deseables para ser consideradas en la siguiente generación y su heredabilidad es alrededor del 50% ( $h^2 = 50\%$ ). La heredabilidad para los caracteres de importancia en el uso de eficiencia del alimento son los siguientes: 0.19 para Rechazos, 0.42 para Consumo diario de alimento, 0.24 para CA (FCR), y 0.46 para ganancia postdestete.

De acuerdo con (Rolfe *et al.*, 2011) se hace necesario llevar a cabo mejores mediciones sobre la eficiencia del alimento, ya que los productores no solo desean bajar los costos del alimento, sino también disminuir la cantidad de desperdicios o residuos, que por un lado tienen un costo y por otro la contaminación ambiental.

En un estudio realizado en 2002 en Bolivia en el departamento de Santa Cruz con ganado criollo encontraron que el rendimiento de la canal variaba dependiendo de la clase de animal tal y como se muestra en el cuadro 13.

Cuadro 13. Rendimiento de la canal en ganado criollo por clase de animal.

Clase	No.	(%)	Peso vivo (Kg)	Peso de la canal (kg)	Rend. Canal (%)
Vaca	282	61.8	330.5± 2.8	159.1 ±1.5	48.3 ±0.02
Vaquilla	30	6.6	247.7 ± 6.6	125.2± 3.7	50.5 ±0.04
Novillo	107	23.5	303.5 ± 5.8	153.1± 3.1	50.4 ±0.02
Toro	37	8.1	301.2± 12.9	152.7 ±7.2	50.5 ±0.04
Total	456	100	316.4 ± 2.5	154.9 ±1.3	49.1 ±0.01
ANAVA			P < (0.001)	P < (0.001)	P < (0.001)

. (Vaca y Carreón, 2004).

En un estudio realizado en Sonora, México, cuyo propósito fue llevar a cabo una evaluación objetiva de las características de la canal y la calidad de la carne de bovinos criollos producidos en Sonora, para conocer los atributos de la carne que se comercializa actualmente en esta zona de México. Los resultados muestran que el número de novillos y de vaquillas sacrificados criollos, procedentes de dos productores es muy similar; sin embargo, existieron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en los pesos en pie, canal caliente y fría, sobresaliendo los datos del productor B (Cuadro 14). Esto puede deberse a diferencias genéticas (11) o al tipo de alimentación que recibieron los animales, como puede observarse en los pesos en pie, donde los animales del productor B presentaron los pesos más altos (Torrescano *et al.*, 2010).

Por otra parte, los rendimientos en canal de los animales del productor B fueron superiores al 60 %, que es un indicador de que el proceso de engorda y de faenado fueron buenos, ya que se encuentran dentro de la escala de 60 a 64 % establecido como normal. El rendimiento en canal es de gran importancia económica en el mercado, debido a que se utiliza como un indicador de la ganancia para el producto (Torrescano *et al.*, 2010).

Cuadro 14. Parámetros *ante y postmortem* de bovinos criollos finalizados en dos explotaciones de Sonora, México.

Variable	Productor A	Productor B
Sexo:		
Novillos, %	47	49
Vaquillas, %	53	51
Peso vivo, kg	495.26b ± 40.10	504.97a ± 51.10
Peso caliente, kg	292.85b ± 26.97	324.33a ± 29.70
Peso frío, kg	289.01b ± 28.70	317.81a ± 29.50
Rend. De la canal, %	58.30	62.90
Perdidas por Refrigeración, %	1.31	2.01
Área de Rib eye, cm <sup>2</sup>	80.66a ± 12.6	82.15a ± 10.86
Grasa Dorsal, mm	9.40a ± 0.52	9.00a ± 0.48
Dureza, kgf	8.54a ± 1.63	7.90a ± 1.97
Color:		
L*	35.04b ± 1.99	37.28a ± 2.18
a*	21.42a ± 2.96	21.15a ± 2.92
b*	10.95b ± 1.27	12.19a ± 1.15

ab Letras diferentes entre columnas indican diferencias al ( $P < 0.05$ ).

(Torrescano *et al.*, 2010).

### Estudios realizados para comparar razas de bovinos de carne.

Se han llevado a cabo numerosos estudios para comparar la eficiencia de diferentes razas de ganado de carne para incrementar la producción de carne a una precio más bajo.

McEwen (S/F), evaluó y comparó el peso vivo, calidad de la canal y rendimiento de novillos Belgian Blue x Holstein y novillos cruzados Charoláis en un periodo de 77 días, encontrando que los Charoláis fueron más sobresalientes (Cuadro 15).

Cuadro 15. Diferencias entre tasa de crecimiento y calidad de la canal entre grupos de ganado de carne.

Característica	Belgian X Holstein	Charoláis cruzados
Peso inicial (kg)	437.73	387.90
Peso final (Kg)	697.35	707.93
Días de la prueba	207	178
GPD (Kg/día)	1.32	1.78
CMS/día (kg)	8.54	9.90
Conversión Alimenticia (Consumo/ganancia)	6.92	5.49
Rendimiento de la canal (%)	57.34	54.89

(McEwen, S/F).

Barton *et al.*, (2006), estudiaron el efecto de la raza sobre la ganancia de peso vivo, características de la canal al sacrificio y composición de la canal en cuatro razas de ganado de carne que fueron: Angus, Charoláis, Hereford y Simmental en un periodo de dos años con 96 animales, con un peso al sacrificio de 550 kg para razas más precoces, Angus y Hereford y de 630 para razas de maduración más tardía Charolais y Simmental. Los resultados se muestran en la cuadro 16.

Cuadro 16. Resultados obtenidos de la evaluación de 96 animales de cuatro razas de bovino de carne del efecto de la raza sobre la ganancia de peso vivo, características de la canal al sacrificio y composición de la canal.

Variable	Razas			
	Angus	Charoláis	Simmental	Hereford
Peso inicial (kg)	391.3 ± 5.78	297.5± 6.61	320.7±6.18	285.0±6.29
Peso al sacrificio (Kg)	562.3±5.53	620.7±5.91	632.4±5.92	540.0±5.78
Edad al sacrificio (Días)	433.7±5.36	526.3±6.13	515.5±5.73	482.5±5.83
GPD (Kg/día)	1.170±0.04	1.428±0.04	1.419±0.04	1.315±0.04

Barton *et al.*, (2006).

En otro estudio realizado por Pfuhl *et al.*, (2007), donde evaluaron sementales, de dos razas de ganado, una lechera la Holstein y una de carne la Charoláis (n=18) desde los 5 hasta los 18 meses que se llevo al sacrificio, encontraron que los toros Charoláis ganaron por día (GPD g/día) 1377 g, mientras que los toros Holstein fueron 84.7 kg más ligeros, con una ganancia de 1197 g/día. Respecto al uso de energía por kg de PV ganado, los toros Charoláis tuvieron un 14% menos que los toros Holstein, sin embargo, los toros Holstein requirieron menor gasto de energía por kg de proteína ganada en el peso de la canal caliente, tal y como se muestra en el cuadro 17.

Cuadro 17. Efecto de la raza de bovinos sobre el consumo y conversión alimenticia en toros Charolais y Holstein alimentados desde los 5 a los 18 meses de edad.

Variable	Holstein Alemán (n=18)		Charoláis (n=18)	
	Media	Desvest	Media	Desvest
Consumo de los 5-18 meses				
Concentrado, kg	2784	195.3	2778	144.3
Heno, kg	946.9	64.58	936.7	48.83
GPD, g/d	1196	104.1	1377	95.30
Consumo diario de energía:				
MS, g/d	8064	535	8033	396
PC, g/d	1277	84.79	1272	62.79
Energía, MJ ME/d	94.80	6.30	64.50	4.70
Conversión alimenticia	6.74	0.45	5.84	0.33
Rendimiento de la canal, %	53.9	0.9	60.3	2.01
Peso de la canal fría, kg	351.8	23.4	445.8	33.6

(Pfuhl *et al.*, 2007).

Los resultados anteriores indican que tanto la raza Holstein como la Charolais son razas de talla grande, y tardías a la pubertad, y que bajo las mismas condiciones de alimentación y manejo mostraron diferencia en conversión alimenticia, rendimiento de la canal y calidad de la carne a una edad al sacrificio de 18 meses.

El ganado Holstein acumula más grasa interna así como mayores depósitos de energía. Los Charoláis son más capaces de transformar la energía del alimento a proteína en musculo en la canal. Lo anterior, indica diferentes mecanismos de acumulación entre las razas de leche y carne, y puede ser el punto de partida para realizar investigaciones adicionales para poder identificar claramente los diferentes mecanismos de utilización de nutrientes en ganado bovino, lo que permitirá en el futuro ser una herramienta útil en el mejoramiento de la utilización y eficiencia de la alimentación y en la selección de razas de carne más adaptadas (Pfuhl *et al.*, (2007).

Dal Maso *et al.*, (2009), realizaron un estudio con 48 toros de la raza doble músculo, Piedmontese divididos en 4 grupos con dos diferentes raciones alimenticias diferentes de la densidad de la proteína cruda (CLA= 80 g/ y HSO de 65 g/d), cuyos resultados se muestran en el cuadro 18.

Cuadro 18. Desempeño *in vivo* de 48 toros de doble músculo de la raza Piedmontese con 4 tratamientos sobre la eficiencia de transformación de kg de alimento a kg de carne.

<i>In vivo:</i>		Tratamientos			
		HP <sub>HSO</sub>	HP <sub>CLA</sub>	LP <sub>HSO</sub>	LP <sub>CLA</sub>
Peso inicial		281	280	276	277
PV, Kg					
Peso final PV,		692	657	655	670
kg					
GDP/día, kg/d		1.228	1.129	1.132	1.174
Consumo de		8.82	8.66	8.94	8.76
MS/día					
FCR, kg		7.18	7.68	7.90	7.48
DM/kg de					
ganancia					
Rendimiento		67.7	67.6	66.8	67.2
de la canal, %					

Nota: HP= High protein; LP= Low Protein

(Dal Maso *et al.*, 2009).

Para cuantificar mejor la magnitud de las diferencias entre el desempeño de los animales y datos sobre comportamiento del alimento, los animales fueron clasificados en grupos de acuerdo a su RFI: RFI bajo, medio y alto tal y como se muestra en el cuadro 19, encontrando que no existieron diferencias entre los grupos al peso vivo inicial, sin embargo, se encontraron diferencias para consumo de MS y Ganancia/Alimento entre los grupos. Las vaquillas con fenotipo de RFI bajo consumieron en promedio un 20% menos alimento y ganaron 28% más kilogramos de peso por kilogramo de alimento consumido comparado con vaquillas de RFI alto (Marinho, 2010).

Cuadro 19. Efecto de la clasificación de RFI sobre el desempeño y eficiencia del alimento en vaquillas alimentadas con dietas altas en grano.

Parámetro	Bajo RFI	Mediano RFI	Alto RFI	Desvest
No. de vaquillas	37	52	33	
Tratamientos para desempeño				
Peso vivo inicial, Kg.	281	286	283	5.83
Peso vivo final, Kg	389	394	390	7.64
GPD, kg/d	1.54	1.54	1.52	0.05
Consumo de MS, kg/d	8.6	9.8	10.7	0.20
Tratamientos para eficiencia de alimento				
Ganancia/Alimento	0.18	0.16	0.14	0.01
RFI <sub>p</sub> , kg/d	-1.111	0.34	1.064	0.09
RFI <sub>c</sub> , kg/d	-1.069	0.001	0.936	0.08

RFI<sub>p</sub> = Consumo residual obtenido con el modelo; RFI<sub>c</sub> = Consumo residual ajustado por el modelo.

(Marinho, 2010).

También se han realizado estudios para evaluar las diferencias obtenidas del efecto de la raza de ganado sobre el desempeño y eficiencia de alimento, tal y como se muestran en el cuadro 20, encontrando que el efecto raza mostro diferencias ( $P \leq 0.01$ ) al peso vivo inicial y final, ganancia/consumo de alimento, RFIp y RFIc, siendo las razas más altas las vaquillas Angus y Simbrah para ganancia de peso/consumo de alimento en comparación con las razas Braford y Brangus. Las vaquillas Simbrah fueron más eficientes que Angus, Braford y Brangus para RFIp. El valor de RFIc muestra que vaquillas Simbrah y Angus son más eficientes que las vaquillas Braford y Brangus, además esto se relaciona con la cantidad de grasa en el lomo de Angus (0.95 cm) en comparación con Simbrah (0.59), Braford (0.73 cm) y Brangus (0.73 cm) (Marinho, 2010).

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

Parámetro	Angus
No. de vaquillas	15
Tratamientos para desempeño	
Peso vivo inicial, Kg	276
Peso vivo final, Kg	391
GPD, kg/d	1.63
Consumo de MS, kg/d	9.92
Tratamientos para eficiencia de alimento	
Ganancia/Alimento	0.167
RFI <sub>p</sub> , kg/d	-0.007
RFI <sub>c</sub> , kg/d	-0.242

RFI<sub>p</sub> = Consumo residual obtenido con el modelo; RFI<sub>c</sub> = Consumo residual ajustado por el modelo.

(Marinho, 2010).

## Sistemas intensivos de engorda y la tasa de conversión alimenticia.

En teoría, los sistemas intensivos de acabado y engorda deben utilizar razas de ganado que sean capaces de convertir eficientemente forraje o alimento a peso de la canal o del peso vivo (kg). Existen un número de factores que tienen influencia sobre la tasa de conversión de alimento o la eficiencia de utilización tales como el peso vivo al inicio de la engorda, sexo, ganancia del PV, la raza del animal y factores medio-ambientales (Smeaton, 2003).

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 sobre la utilización de la energía del alimento y su transformación a Kg de becerros destetados, en un periodo de tres años.

Razas de ganado	Consumo total de alimento (Mcal)	Peso total al destete en tres años (Lb)	Eficiencia de transformación (lb/Mcal)
Angus	22,435	1,078	0.049
Braunvieh	22,624	1,243	0.057
Charoláis	17,117	1,243	0.055
Gelbvieh	22,036	1,170	0.055
Hereford	20,890	985	0.048
Limousin	21,786	1,199	0.056
Red Poll	20,119	1,130	0.058
Pinzgauer	20,186	1,102	0.056
Simmental	20,975	1,047	0.050

(Jenkins y Ferrell, 1993).

En un estudio realizado por (Jenkins y Ferrell, 1993), 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 peso al destete (Kg totales al destete) en un periodo de tres años. Los resultados de este estudio indicaron que las razas Braunvieh y Charoláis tuvieron los más grandes rendimientos, mientras que la raza Hereford fue las más baja.

Las razas de carne Hereford, Angus y Simmental fueron las menos eficientes en la conversión de la energía del alimento hacia pesos al destete de los becerros. Entre las razas evaluadas existe una diferencia aproximadamente del 16% entre las razas más eficientes y las menos eficientes. Estos resultados indican que las diferencias de transformación de alimento a carne (productos vendibles) pueden ser afectadas por el nivel de disponibilidad de la energía en la selección de las diferentes razas. Por tal razón, los productores de ganado de carne de becerros al destete realizan esfuerzos para mejorar o maximizar la ganancia de peso de las crías y por ende el peso al destete de los becerros. Utilizando información sobre la eficiencia de utilización en conjunto con otras mediciones, el productor será capaz de seleccionar e identificar cuales razas son más favorables para su sistema de producción y por ende incrementar la cantidad y cosecha de becerros, que al final le redituaran en un mayor ingreso para su explotación (Jenkins y Ferrell, 1993).

De acuerdo con Walker (2014), los factores que afectan la eficiencia del alimento son multifactoriales incluyendo los siguientes: Estado de producción, El ambiente, la genética, Método de pastoreo, Edad del animal, El clima, La raza de ganado, Composición del Alimento/forraje y el sistema de alimentación, entre otros.

En un periodo de 30 años se han mejorado sustantivamente los pesos del ganado de carne y las diferencias se muestran en el cuadro 22 del año 1975 al 2005.

Cuadro 22. Diferencias de peso de ganado en PV (kg) de cuatro estados fisiológicos en razas de ganado de carne a través de 30 años.

Tipo de animal	Años		
	1975	2005	Diferencias
Novillo	534	648.5	+114.5
Vaquilla	434.5	586	+151.5
Vaca	523.5	675	+151.5
Sementales	670	884.5	+214.5

(Walker, 2014).

Café *et al.*, (2009), evaluaron dos razas de carne Wagyu y Piedmontese y el efecto del bajo y alto peso al nacimiento sobre la ganancia de peso por día y la tasa de conversión alimenticia, así como el efecto tanto en novillos y vaquillas, los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 23.

Cuadro 23. Promedios y desviación estándar del crecimiento, características del peso vivo como peso al nacimiento, peso al destete, fenotipo del semental, sobre la respuesta al crecimiento y eficiencia de alimento.

Variable	n	PVN (kg)	GPD, predestete (g)	PD (kg)	GPD, PD (g)	PV inicio (kg)	GPD Corral (kg)	PV Final (kg)
Bajo	77	28.0 ±3.9	655±189	170±44	552±78	476±54	1.56±0.315	649±78.6
Alto	77	38.4±4.3	763±186	197±42	595±79	526±51	1.76±0.363	720±83.4
Lento	75	32.7±6.4	548±124	149±30	608±77	487±56	1.64±0.332	669±85.6
Rápido	79	33.6±6.8	859±113	215±30	541±70	515±56	1.68±0.373	699±88.8
Wagyu	81	31.6±6.2	713±177	183±41	569±81	499±60	1.63±0.315	678±86.2
Piedmontese	73	34.9±6.7	705±214	183±49	578±80	504±55	1.70±0.390	692±90.6
Vaquillas	76	31.3±5.3	655±186	171±45	538±73	470±49	1.41±0.208	624±58.7
Novillos	78	35.0±7.3	762±179	195±41	608±74	532±49	1.41±0.285	743±71.0

(Café *et al.*, 2009).

En ese mismo estudio Café *et al.*, (2009), evaluaron el efecto de crecimiento y desempeño en corral de engorda, sobre la tasa de eficiencia de utilización del alimento en ganado de carne, evaluaron dos razas de carne Wagyu y Piedmontese y el efecto del bajo y alto peso al nacimiento sobre la ganancia de

peso por día y la tasa de conversión alimenticia, así como el efecto tanto en novillos y vaquillas

Cuadro 24. Efecto de crecimiento y desempeño en corral de engorda, sobre la tasa de eficiencia del utilización del alimento en ganado de carne, en dos razas de carne Wagyu y Piedmontese, en vaquillas y novillos.

Variable	n	PV inicio (kg)	PV Final (kg)	GPD Corral (kg)	CMS (kg/MS/d)	FCR (kg/MS/d)	FCR Ajustado, (kg/MS/d)
Bajo	77	562	649	1.29	11.5	9.2	9.6
Alto	77	619	712	1.39	12.5	9.7	9.3
Lento	75	576	665	1.32	12.0	9.3	9.5
Rápido	79	605	696	1.36	12.11	9.6	9.4
Wagyu	81	585	674	1.33	12.0	9.4	9.4
Piedmontese	73	596	687	1.35	12.1	9.5	9.5
Vaquillas	76	561	616	1.07	10.6	10.5	10.8
Novillos	78	620	745	1.61	13.4	8.5	8.1

(Café *et al.*, 2009).

Dentro de los resultados obtenidos razón y objetivo principal de esta monografía, en el cuadro 25 se muestran las principales razas consultadas, así como los valores obtenidos reportados en la literatura que fue consultada y cuyas citas se anexan en la última columna del cuadro 25 tales como la conversión alimenticia, ganancia de peso por día, consumo de alimento y rendimiento de la canal de algunas razas de ganado de carne de origen europeo ( *Bos taurus*).

#### **Otras características de importancia.**

Por ejemplo, el Blonde d'Aquitaine, en comparación con otras razas tiene menor mortalidad de crías al nacer con solo el 2%, mientras que Limousin (3.1%), Charolais (2.9%).

Los niveles de grasa dorsal fueron de 2.4 mm similar a Limousin pero debajo de otras razas como Simmental con 3.6 mm; Charolais 3.3 mm y Hereford con 3.8 mm. En lo referente al tamaño del área de la chuleta (Tamaño del área del rib-eye) los Blonde obtuvieron 92.8 cm<sup>2</sup> con 576 kg de PV, Charolais 87.4 con 627 kg de PV, Limousin 86.1 cm<sup>2</sup> con 557 kg, Simmental 80.6 cm<sup>2</sup> con 650 kg y Hereford 71.2 con 587 kg de PV. (De Bruyn *et al.*, 1995).

En ganado angus, para crecer 1 kg de peso vivo ganado por día, de un novillo de 350 kg, se requieren de 8.6 kg MS/día de los cuales 4.4 kg de MS son para el mantenimiento y 4.2 kg MS para ganancia de peso, sin embargo en novillos de 200 kg de PV requieren de 5.9 kg/MS/Día de los cuales 3.1 kg MS son requeridos para el mantenimiento y 2.8 para ganancia de peso de 1 kg/día (Morris, 2003).

Al final de la monografía, en el apéndice, se muestran cuatro cuadros, en donde se especifican las características de importancia zootécnica para los productores de carne como son: Peso al nacimiento (BW), Peso pre-destete (PWW), Peso al destete (WW), peso a los 12 y 18 meses, peso de las vacas al destete, entre otras. Estos cuadros son el resultado de la evaluación de una prueba realizada por SA Stud Book en 28 razas participantes en el año 2013 en Logix Beef, y se consideró pertinente anexarlos como producto del proceso de consecución de información y documentación del presente trabajo, ya que puede ser información disponible ya en el idioma español y útil como consultas futuras.

### CUADRO COMPARATIVO DE LA REVISIÓN.

RAZAS	GANANCIA DE PESO/DÍA (KG/DIA)	CONVERSIÓN ALIMENTICIA (Kg alim./kg de ganancia)	CONSUMO DE ALIMENTO (Kg/día)	Rendimiento de la canal (%)	Fuente
Africander	1.23-1.4	7.28-7.96	7.87-7.96	56.6	De Bruyn et al., 1995
Angus	1.27-1.56	7.81	9.56-9.82	61.6-63.8	Wheeler et al., 1996
Belgian blue	1.6-1.8	5.0-6.0	8.7-9.2	65-66.1	Keane y Moloney, 2010
Blonde d aquitaine	2.16	5.73-6.5	8.6	65-70	Keane, 2011
Bonsmara	1.61-1.65	6.47-6.69	5.57	61.2	Bosman, 1994; Bergh et al., 1999; Casas et al., 2010
Charolais	1.33-1.5	5.84-7.30	8.033	59.7-64.0	Barck, 2014
Criollo	0.5-0.7	14.5	16.0	48.3-50	Vaca y Carreón, 2004
Chianina	2.0	5.5	9-10	64	Asociación Mexicana de Criadores de Razas Italianas, S/F
Gelbvieh	1.55-1.97	6.82	9.6	62.0-64.4	Wheeler et al., 1996
Hereford	1.57	6.52	10.15	63.2	Duff, S/F
Limousin	1.3-1.45	6.46	6.7-9.33	58.8-60	Keane, 2011
Maine-anjou	1.3-1.67	6.73	11.10	63.13-63.6	American Maine Anjou Association, 2005
Piedmontese	1.026-1.187	6.16	7.53	63.2	Dal Maso, 2009
Polled hereford	1.19-1.31	7.56-8.19	9.39-9.76	56.9	Archer et al., 1997
Romagnola	2.17	5.53	7.1	64.90-65	Keane, 2011
Romosinuano	1.25-1.30	7.0	5.60-6.52	60.8	Casas et al., 2010; Quiceno et al., 2012
Salers	1.3	5.1	7-8.3	60-62.32	Wheeler et al., 1996; Jenkins et al., 1993
Senepol	1.18-1.62	5.22	7.9-8.7	58.6	Cianzio, 2002
Shorthorn	1.48-1.52	1.45	9.5	57.2	Duff, S/F; Wheeler et al., 1996
Simmental	1.64-1.83	7.10-7.27	11.58	58.6	De Bruyn et al., 1995

## CONCLUSIONES

Se encontró que las razas que tienen mayor ganancia de peso son las siguientes y se presentan de menor a mayor GDP, Bosmara(1.6kg/día), Simmental(1.64kg/día), Chianina(2kg/día), Blonde d aquitaine(2.16kg/día), Romagnola(2.17kg/día). En cambio las razas que más destacaron en la investigación de acuerdo a la conversión alimenticia en el mismo orden son: Shorthorn(1.45kg/día), Salers(5.1kg/día), Romagnola(5.3kg/día), Senepol(5.22kg/día) y Chianina(5.5kg/día).

De acuerdo al rendimiento de la canal ras razas mayor rendimiento presentaron son: Belgian blue(65%), Romagnola(64%), Maine- anjou(63%), Gelbvieh(62%) y por último el Angus(61%).

De acuerdo al consumo de alimento las razas que menos kg/día consumen son: Romousiano (5.6kg/día), Bosmara (5.57kg/día), Limousin (6.7/kg/día), Salers (7kg/día) y Romagnola (7.1kg/día).

Siendo estas razas animales de talla grande se debe mencionar que no todas las antes mencionadas son aptas para explotarse en cualquier agostadero ya que los que se presentan en México son muy variables en cuanto a tipo, altura y vegetación.

**Tabla 1: Número de machos con mediciones de peso y el valor promedio por raza.**

RAZA	Nacer		Pre-Destete		Destete		Al Año		18 Meses	
	No. De Animales	Peso	No. De Animales	Peso	No. De Animales	Peso	No. De Animales	Peso	No. De Animales	Peso
Angus	2941	35.9	60	158	19877	250	504	336	389	510
Afrigus	98	33.7			93	195	15	280	9*	440
Afrikaner	198	31.1	52	129	527	208	65	260	31	366
Ankole					63	198				
Afrisim	71	38.8			140	247	6*	285		
Braunvieh	277	40	22	154	116	251	50	310	37	458
Borguni	41	28.9			20	187	1*	218		
Beefmaster	5812	34.7			4783	245	1237	322	1666	434
Bonsmara	19565	36.2	1140	135	17568	234	1898	291	1530	398
Boran	2866	30			573	215	144	258	130	366
Beef Shorthorn	45	42.3	21	132	45	234	19	339	16	504
Charbray	16	36.4			5*	276	1*	385	2*	539
Charolais	665	41	1*	241	610	241	382	343	226	455
Drakensberger	1628	35.6	111	139	1338	232	763	261	419	362
Dexter	227	26			33	180			1*	286
Gelbivieh	105	36.6	92	154	3*	209	2*	296	17	336
Hereford	960	37.5	86	154	597	231	133	315	70	445
Hugenoot	211	38.7	19	130	138	246	39	259	29	343
Nguni	1414	26.1	118	93	1348	167	216	220	87	268
Pinzgauer	182	36			77	217	3*	424	2*	539
Pinzly	84	27.3			36	203				
Romagnola	36	41.9			101	281	24	343	5*	474
Red Poll	42	36.3			22	236	6*	250	7*	457
South Devon	197	36.7			166	237	2*	331	28	403
Senepol	238	37.1			103	217	25	322	5*	389
Sussex	950	38.5	35	122	718	240	441	355	443	498
Tuli	1048	32.6	7*	135	724	209	224	256	213	347
Wagyu	118	30.5			1*	232				
<b>Total &amp; Valor Promedio</b>	<b>40035</b>	<b>35.1</b>	<b>1764</b>	<b>135</b>	<b>31825</b>	<b>232</b>	<b>6200</b>	<b>301</b>	<b>5362</b>	<b>421</b>

**Tabla 2: Número de hembras con mediciones de peso, y el valor promedio por raza.**

RAZA	Nacer		Pre-Destete		Destete		Al Año		18 Meses		AFC		ICP	
	No. De Animales	Peso	No. De Animales	Peso	No. De Animales	Peso	No. De Animales	Peso	No. De Animales	Peso	No. De Animales	Peso	No. De Animales	Peso
Angus	2790	34.3	73	156	1973	240	833	295	545	402	1147	29.5	4270	399
Afrigus	87	31.2			69	188	44	195	50	251	37	30.3	173	400
Afrikaner	214	30	49	116	651	192	162	235	263	302	214	32.8	1263	452
Ankole	82	35.8					17	297	25	348	29	28.6	236	400
Afrisim					58	184					27	34	132	377
Braunvieh	278	37.3	20	148	132	243	80	270			102	30.6	505	449
Borguni	29	26.6			25	180	1*	206			20	31.3	3*	373
Beefmaster	5478	32.8			4787	230	2182	270			2127	29.8	9661	405
Bonsmara	18499	34.1	1199	125	17437	219	12411	258	10305	336	7663	30.2	31590	410
Boran	2935	28.4			707	196	331	215	236	309	1718	31.1	5099	416
Beef Shorthorn	53	39.3	22	123	33	231	23	272	15	375	20	30.2	80	402
Charbray	13	32.3	2*	191	6*	286	1*	384	4*	404	7*	30.6	10	377
Charolais	680	39	1*	227	630	234	431	290	252	373	204	32.5	1163	434
Drakensberger	1691	33.5	92	126	1362	214	1144	228	768	313	479	32.8	2762	419
Dexter	221	24.3			28	161					123	24.3	462	437
Gelbivieh	129	35.1	96	143	4*	216	2*	308	28	308	11	32.9	217	417
Hereford	967	35.7	101	143	536	223	325	300	163	379	411	29.6	1522	387
Hugenoot	205	36.6	27	122	139	229	109	274	73	355	63	33.5	374	479
Murray Grey											1*	33.5	1*	359
Nguni	1412	24.8	101	85	1528	153	494	173	372	227	2575	29.7	12137	400
Pinzgauer	194	34.8			80	205	70	264	51	302	61	30.7	264	484
Pinzly	75	26.6			108	177	2*	223	3*	240	17	33.5	108	414
Romagnola	32	39.8			89	263			3*	439	15	32.1	323	422
Red Poll	28	36.1			14	222	12	251	18	365	3*	24.2	64	445
South Devon	209	34.4			178	221	7*	324	82	349	95	33.7	284	384
Senepol	298	35.2			132	199	94	263	83	323	132	30.6	317	454
Sussex	878	37.1	26	119	691	223	494	295	630	353	355	30.5	1476	416
Tuli	1007	31	8*	126	767	194	374	210	486	295	385	31.5	1630	391
Wagyu	113	28.5									37	26.9	151	420
<b>Total &amp; Valor Promedio.</b>	<b>38597</b>	<b>33</b>	<b>1817</b>	<b>126</b>	<b>32164</b>	<b>217</b>	<b>19643</b>	<b>258</b>	<b>14455</b>	<b>334</b>	<b>18078</b>	<b>30</b>	<b>76277</b>	<b>409</b>

**Tabla 3: Resultados de las pruebas centrales (solo animales machos).**

RAZA	ANIMALES	PESO FINAL (kg)	ADG (g)	FCR (kg/kg)	ALTURA (mm)	LARGO (mm)	GROSOR DE LA PIEL (mm)	CIRCUNFERENCIA ESCROTAL (mm)	NUMERO DE ANIMALES RTU	ESPESOR DE LA GRASA DE COSTILLA (mm)	ESPESOR DE LA GRASA DE CADERA (mm)	AREA MUSCULAR DEL OJO (Cm2)	MANCHADO (%)
Angus	53	461	1907	5.95	1262	1436	12	341	8*	2.3	3.4	75	2.8
Afrikaner	1*	339	1245	7.96	1193	1329	15	333					
Afrisim	10	435	1600	6.67	1232	1415	16	345	5*	1.1	1.6	64	2.9
Braunvieh	19	426	1822	5.64	1215	1426	14	343	13	2.1	3.7	66	2.9
Beefmaster	12	448	1710	7.36	1218	1422	15	353	12	2.6	4	69	2.9
Bonsmara	534	403	1673	5.74	1194	1413	15	337	401	2.9	4.8	67	2.6
Beef shorthorn	7*	474	1861	6.6	1249	1402	12	329	2*	3.2	5.9	62	3.6
Charolais	3*	460	1913	5.64	1245	1440	14	317	3*	2.7	4.2	73	4.6
Drakensberger	63	375	1526	5.95	1169	1386	15	320	61	2.2	3.1	57	2.4
Dexter	6*	344	1340	5.83	1083	1267	15	302					
Hereford	43	451	1805	5.4	1265	1428	15	339	11	4.2	5.5	69	3
Hugenoot	20	455	1788	6.37	1207	1398	17	329	19	1.4	2.2	70	2.3
Nguni	12	324	1299	6.62	1105	1337	14	287	12	2.7	4.1	58	2.4
Pinzgauer	7*	445	1855	6.09	1192	1385	18	336	5*	2.5	4	66	2.8
Pinzyl	4*	375	1473	7.13	1155	1337	16	344	4*	4	5.8	67	3.7
Romagnola	11	455	1769	5.84	1283	1454	14	336	3*	2.6	3.8	72	2.2
South Devon	5*	450	1773	5.58	1177	1410	12	344	1*	3.8	5.1	72	1.9
Senepol	8*	412	1545	5.95	1196	1428	14	335	5*	3.1	5.9	63	1.4
Sussex	24	397	1764	5.46	1197	1392	15	329	19	1.5	2.6	65	4.5
Wagyu	1*	391	1511	6.37	1200	1422	11	264	1*	1.9	2.8	73	4.3
<b>Total y Valor Promedio</b>	<b>843</b>	<b>410</b>	<b>1659</b>	<b>5.83</b>	<b>1201</b>	<b>1396</b>	<b>15</b>	<b>328</b>	<b>585</b>	<b>2.7</b>	<b>4.4</b>	<b>66</b>	<b>2.7</b>

**Tabla 4: Resultados de las pruebas a nivel de rancho (solo Machos).**

RAZA	ANIMALES	PESO FINAL (kg)	ADG (g)	ALTURA (mm)	LARGO (mm)	GROSOR DE LA PIEL (mm)	CIRCUNFERENCIA ESCROTA L (mm)	NUMERO DE ANIMALES RTU	ESPESOR DE LA GRASA DE COSTILLA (mm)	ESPESOR DE LA GRASA DE CADERA (mm)	AREA MUSCULAR DEL OJO (Cm2)	MANCHADO (%)
Angus	412	470	1428	1251	1435	14	348	171	3.6	5	76	3.3
Afrikaner	170	328	818	1169	1303	15	326					
Afrisim	40	425	1670	1181	1400	17	334					
Beefmaster	659	378	914	1167	1371	13	337	68	3	4	54	2
Bonsmara	7862	413	1362	1173	1400	15	340	930	3.1	5	68	2.3
Boran	35	348	643	1154	1303	14	312	10	2.4	3.3	58	2.3
Charolais	39	452	1679	1263	1433	12	319					
Drakensberger	208	407	1200	1165	1390	15	332	31	3.3	5.1	59	2.4
Dexter	10	271	751	1039	1260	13	274	10	1.6	1.9	42	2.1
Hereford	137	463	1409	1264	1426	14	333	50	3.7	5.3	66	2.6
Hugenoot	17	474	1420	1225	1489	19	347	17	0.4	0.5	75	2.7
Nguni	141	277	648	1102	1258	13	298	32	1.7	2	45	2.2
South Devon	47	431	1048	1182	1385	12	363					
Sussex	194	409	1138	1177	1410	15	332	43	3.1	5.1	67	2.6
Tuli	186	353	821	1169	1335	13	304					
<b>Total y Valor Promedio</b>	<b>10157</b>	<b>409</b>	<b>1130</b>	<b>1176</b>	<b>1373</b>	<b>15</b>	<b>327</b>	<b>1362</b>	<b>3.1</b>	<b>4.8</b>	<b>67</b>	<b>2.43</b>

## LITERATURA CITADA

- American Maine Anjou Association. 2005. Feedlot Genetics. DeRouche Cattle Company Genetics. En Línea: <http://www.maine-anjou.org/carcass.html>
- 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.
- Archer J. A., P. F. Arthur, R. M. Herd, P. F. Parnell and W. S. Pitchford. 1997. Optimum postweaning test for measurement of growth rate, feed intake, and feed efficiency in British breed cattle. *J anim sci*, 75:2024-2032.
- 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.
- Arthur, J P.F.; 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>
- 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
- Asociación Mexicana de Criadores de Razas Italianas. S/F. La Raza Chianina. "Una nueva genética, con altos rendimientos y mejor eficiencia" Av. Benito Juárez 940 Ote. Terrenos de la Expo Guadalupe N.L.
- Barham, B., et al. 2008. Arkansas Steer Feedout Program 2006-2007. Arkansas Animal Science Department Report. Division of Agriculture. AES: Research Series 563.
- Bartoň, L. D. Řehák, V. Teslík, D. Bureš, R. Zahradková. 2006. Effect of breed on growth performance and carcass composition of Aberdeen Angus, Charolais, Hereford and Simmental Bulls. *Czech J. Anim. Sci.*, 51, 2006 (2): 47–53
- 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
- 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.

- 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.
- 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, (1): 34–43
- 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-sired cattle. *Animal Production Science*, 2009, 49: 461–467
- Casas E, Thallman R M, Kuehn L A, 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.* Jan;88(1):102-8.
- Carstens G. E, Tedeschi L. O. 2009. Defining feed efficiency in beef cattle. Presentation at Beef Improvement Federation Conference. 2006. Available at: <http://www.bifconference.com/bif2006/pdfs/Carstens.pdf>. Accessed February 23, 2009
- 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.* 68:150@-1504
- Crews, D.H., Jr. 2005. Genetics of efficient feed utilization and national cattle evaluation: A review. *Genet. Mol. Res.* 4:152-165.
- 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.* 88:885–894
- Cianzio D. 2002. Brief history of the Senepol cattle in Puerto Rico: a collaborative report. Senepol Symposium, St. Croix, USVI November 8-10, 2002. College of Agriculture, University of Puerto Rico, Mayagüez Campus.
- Dal Maso M, S Schiavon, F Tagliapietra, A Simonetto, G Bittante. 2009. Growth performance and N excretion of double muscled Piemontese Bulls fed low protein rations with or without the addition of rumen protected conjugated linoleic acid. *Ital.J.Anim.Sci.* 8 (Suppl. 3), 175-177.

- De Bruyn *et al.* 1995. Intensive Fed steers slaughtered at weaning (220 kg), 340, 380 y 440 kg liveweight. University of Pretoria.
- Duff C, S/F Selection for Improved Feed Efficiency. Tropical Beef Technology Services 183 East St, Rockhampton, QLD, 4700 Tel: (07) 4927 6066 Fax: (07) 4927 6036 Email: [tcts@bigpond.com](mailto:tcts@bigpond.com)
- Jenkins, Thomas G. and Ferrell, Calvin L. 1993. "Conversion Efficiency Through Weaning of Nine Breeds of Cattle" (1993). Roman L. Hruska U.S. Meat Animal Research Center. Paper 343.
- Keane M G. 2011. Beef cross breeding of dairy and beef cows. Occasional Series No. Grange Beef Research Centre. March.
- Keane M.G. and A.P. Moloney. 2010. Comparison of pasture and concentrate finishing of Holstein Friesian, Aberdeen Angus x Holstein Friesian and Belgian Blue x Holstein Friesian steers, *Irish Journal Of Agricultural And Food Research*, 49(1).
- Lamb G. Cliff, Tera E. Black, Kalyn M. Bischoff, and Vitor R. G. Mercadante. 2011. The Importance of Feed Efficiency in the Cow Herd. University of Florida – North Florida Research and Education Center, Marianna, FL
- 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.
- Maddock T. D. and G. Cliff Lamb. 2012. The Economy impact of feed efficiency in beef cattle. This document is AN217, one of a series of the Animal Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Original publication date May 2009. Reviewed October 2012. Visit the EDIS website at <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Marinho, E.D. 2010. Characterization of feeding behavior traits and associations with performance and feed efficiency in finishing beef cattle. Thesis Master of Science. Texas A and M University. August. 2010.
- 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.

- Moore K.L., D.J. Johnston And H.M. Burrow. 2005. Sire breed differences for net feed intake in feedlot finished beef cattle. *Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet.* 16: 76-79
- Morris, **Stephen 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.**
- 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.
- Mcewen, P.L.. Sin fecha. A Comparison Of Belgian Blue-Holstein Versus Charolais Crossbred Steers For Growth Performance And Carcass Quality. En Línea: *Bru.Aps.Uoguelph.Ca/.../A-A\_Comparison\_Of\_Belgian*
- 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*
- Pfuhl R, O Bellmann, C Kühn, F Teuscher, K Ender And J Wegner. 2007. Beef versus dairy cattle: a comparison of feed conversion, carcass composition, and meat quality. Research Institute for the Biology of Farm Animals Dummerstorf, Germany. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 50 (1): 59-70
- Quiceno J A, R Martínez S, H Mateus E, J Gallego G, P Medina G,. 2012. Crecimiento en pastoreo rotacional de toretes de razas criollas Romosinuano y Blanco Orejinegro en Colombia. *Rev. MVZ Cordoba* 17 (1).
- Reiling B. A. 2011. Market beef performance measures and values. University of Nebraska. Lincon Extension Publications. Feeding and Nutrition. Issued June 2011. En Línea: <http://www.ianrpubs.unl.edu/live/g2095/build/g2095.pdf>
- Rolfe, K. M., W. M. Snelling, M. K. Nielsen, H. C. Freetly, C. L. Ferrell, and T. G. Jenkins. 2011. Genetic and phenotypic parameter estimates for feed intake and other traits in growing beef cattle, and opportunities for selection. *J. Anim. Sci.* 89:3452–3459 doi:10.2527/jas.2011-3961J.

- 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>
- Shaffer, K.S., P. Turk, W.R. Wagner, and E.E.D. Felton. 2010. Residual feed intake, body composition, and fertility in yearling beef heifers. *J. Anim. Sci.* 89:1028-1234.
- Sherman E. L., J. D. Nkrumah and S. S. Moore. 2010. Whole genome single nucleotide polymorphism associations with feed intake and feed efficiency in beef cattle. *J Anim Sci.* 88 (1) 16-22.
- Shine D. 2012. Beef cattle feed efficiency. University of Illinois. En Línea: [www.beefusa.org/.../BeefUSA/.../cc2012-Beef-Feed](http://www.beefusa.org/.../BeefUSA/.../cc2012-Beef-Feed)
- Smeaton, D.C. 2003. Profitable Beef Production. A New Zealand Beef Council Publication. New Zelanda.
- Torrescano Gastón R. Urrutia, Armida Sánchez Escalante, Martín Gustavo Vásquez Palma, Ricardo Paz Pellatc, y Dino A. Pardo Guzmán. 2010. Caracterización de canales y de carne de bovino de animales engordados en la zona centro de Sonora. *Rev Mex Cienc Pecu* 2010;1(2):157-168
- USDA (United States Department of Agriculture) 2013. Improvement of feed efficiency in beef cattle. Phenotypic Feed Efficiency. [www.beefefficiency.org](http://www.beefefficiency.org). SP 421B June 2013.
- 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.
- Walker, R. S. Sin fecha. 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](http://animal.ifas.ufl.edu/beef_extension/bcsc/2014/ppt/walker.pdf)
- Wheeler T. L., L. V. Cundiff, R. M. Koch and J. D. Crouse. 1996. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV): carcass traits and longissimus palatability *j anim sci* 1996, 74:1023-1035.