

**TÍTULO:** Caracterización Cuantitativa de Razas Bovinas y su Determinación del Factor de Ganancia de Peso para el Uso en el Modelo Beef

**ALUMNO:** Sebastián Edwards Caballero

**PROFESOR GUÍA:** Raúl Cañas Cruchaga

**RESUMEN:**

Para hacer uso del Modelo Beef se hace necesario caracterizar cuantitativamente las diferentes razas de carne.

Los objetivos perseguidos en este proyecto son: 1.-Caracterizar zootécnicamente las razas de carne. 2.- Determinar un factor de ganancia de peso (FGP) para las diferentes razas de carne, el cual permita, a partir de la energía neta de ganancia de peso, predecir la ganancia de peso por energía de cada raza. 3.- Determinar la concentración calórica, consumo de materia seca y energía metabolizable requerida para una determinada ganancia de peso en diferentes razas.

La metodología usada en este proyecto fue en base a recopilar información bibliográfica de cada raza, por sus características zootécnicas, composición de cuerpo y consumo de materia seca. A partir de esta información se obtuvo el FGP correspondiente a cada raza en función de su composición de cuerpo. Una vez obtenidos estos valores, las razas fueron separadas en grupos según su factor de ganancia de peso y su factor de consumo, siendo caracterizada cada raza cuantitativamente usando el modelo Beef.

Los resultados entregaron un FGP para las razas Overo Negro y Colorado (Clavel Alemán), Hereford, y razas del tipo Cebú de 1,50. Para las razas Charolais, Simmental y Limousin 1,25. Para la raza Aberdeen Angus 1,75 y para la cruce entre las razas Wagyu X Angus 2,50. El Factor de consumo para las razas Aberdeen Angus, Hereford, Charolais, Simmental, Limousin, y la cruce Wagyu X Angus es de  $(2,85 + (V.C - 2,00 * 0,33)) * 1,00$ . Para las razas Cebuinas de  $(2,85 + (V.C - 2,00 * 0,33)) * 0,87$  y para Overo negro y Colorado (Clavel Alemán) de  $(2,85 + (V.C - 2,00 * 0,33)) * 1,05$ . En cuanto a la caracterización cuantitativa, los resultados concluyen que

la raza que necesita una menor concentración calórica de la dieta para obtener una ganancia de peso deseada es la Overo negro y Colorado (Clavel Alemán), mientras que las que necesitan una mayor concentración son las razas Cebuinas junto con la cruce de Wagyu X Angus.

Con esta nueva cuantificación de las razas de carne se podrá utilizar el Modelo beef con una mayor seguridad y precisión.

**Palabras Claves: Razas bovinas, Densidad Calórica de la dieta, Consumo de Materia Seca, Modelo “Beef”, Energía metabolizable.**

## ÍNDICE

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>2</b>
<b>III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	
A) Modelo “Beef”	<b>3</b>
B) Consumo	<b>13</b>
<b>IV. MÉTODO</b>	<b>23</b>
<b>V. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	
<b>Caracterización Zootécnica de Razas</b>	<b>30</b>
Simmental	<b>30</b>
Charolais	<b>31</b>
Limousin	<b>32</b>
Hereford	<b>34</b>
Overo Colorado	<b>35</b>
Aberdeen Angus	<b>37</b>
Wagyu	<b>39</b>
Brahman	<b>45</b>
Gyr	<b>46</b>
Guzerá	<b>47</b>
Nelore	<b>48</b>

Indubrazil	49
<b>Agrupación de Razas</b>	<b>50</b>
Estimación de factor ganancia de peso	50
Estimación de Consumo	54
<b>Caracterización Cuantitativa de Razas</b>	<b>57</b>
Grupo de Razas Medianas	57
Grupo de Razas Grandes	63
Grupo de Razas Pequeñas	67
Aberdeen Angus Hembra	71
Overo Colorado y Negro	75
Overo Colorado y Negro Hembra	81
Cruza Wagyu X Angus	85
Grupo de Razas Cebuinas	89
<b>Comparación de Razas</b>	<b>94</b>
<b>Comparación en eficiencia de producción</b>	<b>96</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>98</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>99</b>

# **UNIVERSIDAD MAYOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS SILVOAGROPECUARIAS  
ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**“CARACTERIZACIÓN CUANTITATIVA DE RAZAS BOVINAS Y SU  
DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE GANANCIA DE PESO PARA EL USO  
EN EL MODELO “BEEF”.**

**PROYECTO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO  
AGRÓNOMO**

**SEBASTIÁN EDWARDS CABALLERO**

**PROFESOR GUÍA: RAÚL CAÑAS CRUCHAGA, INGENIERO AGRÓNOMO,  
MgSc, PhD.**

**SANTIAGO – CHILE**

**2005**

## **Agradecimientos**

A mi profesor guía en este proyecto el Dr Raúl Cañas Cruchaga, por su gran ayuda en la con la estructura de este proyecto y su excelente disposición para ayudarme en todo momento, dedicándome así una gran cantidad de tiempo.

Agradezco también al Centro Internacional de la Papa (CIP), en especial al Ingeniero Agrónomo Javier Osorio, quien siempre estuvo con la mejor disposición de ayudarme en los momentos que lo requería.

A mi familia y a mi polola que siempre me alentaron y me apoyaron en el desarrollo de este proyecto. A todos ellos muchas gracias.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>2</b>
<b>III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	
A) Modelo “Beef”	<b>3</b>
B) Consumo	<b>13</b>
<b>IV. MÉTODO</b>	<b>23</b>
<b>V. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	
<b>Caracterización Zootécnica de Razas</b>	<b>30</b>
Simmental	<b>30</b>
Charolais	<b>31</b>
Limousin	<b>32</b>
Hereford	<b>34</b>
Overo Colorado	<b>35</b>
Aberdeen Angus	<b>37</b>
Wagyu	<b>39</b>
Brahman	<b>45</b>
Gyr	<b>46</b>
Guzerá	<b>47</b>
Nelore	<b>48</b>
Indubrazil	<b>49</b>

<b>Agrupación de Razas</b>	<b>50</b>
Estimación de factor ganancia de peso	50
Estimación de Consumo	54
<b>Caracterización Cuantitativa de Razas</b>	<b>57</b>
Grupo de Razas Medianas	57
Grupo de Razas Grandes	63
Grupo de Razas Pequeñas	67
Aberdeen Angus Hembra	71
Overo Colorado y Negro	75
Overo Colorado y Negro Hembra	81
Cruza Wagyu X Angus	85
Grupo de Razas Cebuinas	89
<b>Comparación de Razas</b>	<b>94</b>
<b>Comparación en eficiencia de producción</b>	<b>96</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>98</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>99</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
• <b>Cuadro 1.</b> Resultados Financieros entregados por el modelo.	<b>9</b>
• <b>Cuadro 2.</b> Resumen de parámetros entregados por el modelo.	<b>10</b>
• <b>Cuadro 3.</b> Resultados entregados por el modelo en reporte detallado.	<b>10</b>
• <b>Cuadro 4.</b> Resultados entregados sobre consumo de materia seca.	<b>11</b>

- **Cuadro 5.** Agrupación de razas según su composición de proteína y energía. **50**
- **Cuadro 6.** Composición de Proteína y Energía para razas del grupo mediano. **51**
- **Cuadro 7.** Factores de corrección de composición de cuerpo por raza y sexo. **51**
- **Cuadro 8.** Agrupación de razas según composición de cuerpo y sexo. **52**
- **Cuadro 9.** Composición de proteína y energía para diferentes grupos y sexos de razas. **52**
- **Cuadro 10.** Factores de ganancia de peso para cada raza. **53**
- **Cuadro 11.** Resumen del factor de ganancia de peso para cada raza. **54**
- **Cuadro 12.** Factor de ganancia de peso y de consumo para cada raza y sexo. **56**
- **Cuadro 13.** Determinación de la densidad calórica (Mcal EM/kgM.S) necesaria para diferentes pesos y ganancias de peso en grupo de razas medianas. **58**
- **Cuadro 14.** Determinación de Consumo materia seca (kg/día) en función del peso y la densidad calórica para esa ganancia de peso en grupo de razas medianas. **59**
- **Cuadro 15.** Determinación de requerimiento de energía metabolizable (Mcal/día) para diferentes pesos y ganancias de peso en grupo de razas medianas. **61**
- **Cuadro 16.** Factor de consumo para diferentes densidades calóricas. **62**
- **Cuadro 17.** Determinación de la densidad calórica (Mcal EM/kgM.S) necesaria para diferentes pesos y ganancias de peso en grupo de razas grandes. **64**
- **Cuadro 18.** Determinación de consumo de materia seca (kg/día) en función del peso y la densidad calórica para esa ganancia de peso en grupo de razas grandes. **65**

- **Cuadro 19.** Determinación de requerimiento de energía metabolizable (Mcal/día) para diferentes pesos y ganancias de peso en grupo de razas grandes. **66**
- **Cuadro 20.** Determinación de la densidad calórica (Mcal EM/kgM.S) necesaria para diferentes pesos y ganancias de peso en grupo de razas pequeñas. **68**
- **Cuadro 21.** Determinación de consumo de materia seca (kg/día) en función del peso y la densidad calórica para esa ganancia de peso en grupo de razas pequeñas. **69**
- **Cuadro 22.** Determinación de requerimiento de energía metabolizable (Mcal/día) para diferentes pesos y ganancias de peso en grupo de razas pequeñas. **70**
- **Cuadro 23.** Determinación de la densidad calórica (Mcal EM/kgM.S) necesaria para diferentes pesos y ganancias de peso en Angus Hembra. **72**
- **Cuadro 24.** Determinación de consumo de materia seca (kg/día) en función del peso y la densidad calórica para esa ganancia de peso en Angus Hembra. **73**
- **Cuadro 25.** Determinación de requerimiento de energía metabolizable (Mcal/día) para diferentes pesos y ganancias de peso en Angus Hembra. **74**
- **Cuadro 26.** Determinación de la densidad calórica (Mcal EM/kgM.S) necesaria para diferentes pesos y ganancias de peso en Overo Colorado y Negro. **76**
- **Cuadro 27.** Determinación de consumo de materia seca (kg/día) en función del peso y la densidad calórica para esa ganancia de peso en Overo Colorado y Negro. **77**
- **Cuadro 28.** Determinación de requerimiento de energía metabolizable (Mcal/día) para diferentes pesos y ganancias de peso en Overo Colorado y Negro. **78**
- **Cuadro 29.** Determinación del factor de consumo para diferentes

- densidades calóricas en Overo Colorado y Negro. **79**
- **Cuadro 30.** Determinación de la densidad calórica (Mcal EM/kgM.S) necesaria para diferentes pesos y ganancias de peso en Overo Colorado y Negro hembra. **82**
  - **Cuadro 31.** Determinación de consumo de materia seca (kg/día) en función del peso y la densidad calórica para esa ganancia de peso en Overo Colorado y Negro hembra. **83**
  - **Cuadro 32.** Determinación de requerimiento de energía metabolizable (Mcal/día) para diferentes pesos y ganancias de peso en Overo Colorado y Negro hembra. **84**
  - **Cuadro 33.** Determinación de la densidad calórica (Mcal EM/kg M.S) necesaria para diferentes pesos y ganancias de peso en cruce de Wagyu X Angus. **86**
  - **Cuadro 34.** Determinación de consumo de materia seca (kg/día) en función del peso y la densidad calórica para esa ganancia de peso en cruce de Wagyu X Angus. **87**
  - **Cuadro 35.** Determinación de requerimiento de energía metabolizable (Mcal/día) para diferentes pesos y ganancias de peso en cruce de Wagyu X Angus. **88**
  - **Cuadro 36.** Determinación de la densidad calórica (Mcal EM/kgM.S) necesaria para diferentes pesos y ganancias de peso en razas cebuinas. **90**
  - **Cuadro 37.** Determinación de consumo de materia seca (kg/día) en función del peso y la densidad calórica para esa ganancia de peso en razas cebuinas. **91**
  - **Cuadro 38.** Determinación de requerimiento de energía metabolizable (Mcal/día) para diferentes pesos y ganancias de pesos en razas cebuinas. **92**
  - **Cuadro 39.** Determinación del factor de consumo para diferentes densidades calóricas en razas cebuinas. **93**
  - **Cuadro 40.** Comparación de razas en cuanto a densidad calórica,

requerimiento de energía metabolizable y consumo de materia seca bajo esa densidad calórica, que necesitan para obtener con un peso de 400 kg, una determinada ganancia de peso.	<b>95</b>
• <b>Cuadro 41.</b> Costo de engordar 1 kg con ordeña.	<b>96</b>
• <b>Cuadro 42.</b> Costo de engordar 1 kg sin ordeña.	<b>97</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
• <b>Figura 1.</b> Raza Simmental.	<b>31</b>
• <b>Figura 2.</b> Raza Charolais.	<b>32</b>
• <b>Figura 3.</b> Raza Limousin.	<b>33</b>
• <b>Figura 4.</b> Raza Hereford.	<b>35</b>
• <b>Figura 5.</b> Raza Overo Colorado.	<b>36</b>
• <b>Figura 6.</b> Raza Aberdeen Angus.	<b>38</b>
• <b>Figura 7.</b> Raza Wagyu.	<b>43</b>
• <b>Figura 8.</b> Corte de carne Wagyu.	<b>43</b>
• <b>Figura 9.</b> Contenido de grasa intramuscular y color de grasa.	<b>43</b>
• <b>Figura 10.</b> Raza Brahman.	<b>46</b>
• <b>Figura 11.</b> Raza Gyr.	<b>47</b>
• <b>Figura 12.</b> Raza Guzerá.	<b>48</b>
• <b>Figura 13.</b> Raza Nelore.	<b>49</b>
• <b>Figura 14.</b> Raza Indubrazil.	<b>49</b>

## RESUMEN

Para hacer uso del Modelo Beef se hace necesario caracterizar cuantitativamente las diferentes razas de carne.

Los objetivos perseguidos en este proyecto son: 1.-Caracterizar zootécnicamente las razas de carne. 2.- Determinar un factor de ganancia de peso (FGP) para las diferentes razas de carne, el cual permita, a partir de la energía neta de ganancia de peso, predecir la ganancia de peso por energía de cada raza. 3.- Determinar la concentración calórica, consumo de materia seca y energía metabolizable requerida para una determinada ganancia de peso en diferentes razas.

La metodología usada en este proyecto fue en base a recopilar información bibliográfica de cada raza, por sus características zootécnicas, composición de cuerpo y consumo de materia seca. A partir de esta información se obtuvo el FGP correspondiente a cada raza en función de su composición de cuerpo. Una vez obtenidos estos valores, las razas fueron separadas en grupos según su factor de ganancia de peso y su factor de consumo, siendo caracterizada cada raza cuantitativamente usando el modelo Beef.

Los resultados entregaron un FGP para las razas Overo Negro y Colorado (Clavel Alemán), Hereford, y razas del tipo Cebú de 1,50. Para las razas Charolais, Simmental y Limousin 1,25. Para la raza Aberdeen Angus 1,75 y para la cruce entre las razas Wagyu X Angus 2,50. El Factor de consumo para las razas Aberdeen Angus, Hereford, Charolais, Simmental, Limousin, y la cruce Wagyu X Angus es de  $(2,85 + (V.C - 2,00 * 0,33)) * 1,00$ . Para las razas Cebuinas de  $(2,85 + (V.C - 2,00 * 0,33)) * 0,87$  y para Overo negro y Colorado (Clavel Alemán) de  $(2,85 + (V.C - 2,00 * 0,33)) * 1,05$ . En cuanto a la caracterización cuantitativa, los resultados concluyen que la raza que necesita una menor concentración calórica de la dieta para obtener una ganancia de peso deseada es la Overo negro y Colorado (Clavel Alemán), mientras

que las que necesitan una mayor concentración son las razas Cebuinas junto con la cruce de Wagyu X Angus.

Con esta nueva cuantificación de las razas de carne se podrá utilizar el Modelo beef con una mayor seguridad y precisión.

**Palabras Claves: Razas bovinas, Densidad Calórica de la dieta, Consumo de Materia Seca, Modelo “Beef”, Energía metabolizable.**

## ABSTRACT

The Beef Model can be used if one characterizes quantitatively the different breeds for meat production.

The goals of this project are: 1.-To characterize the breeds for meat production zootechnically. 2.-To determine a weight gain factor (FGP) for the different breeds for meat productions, in order to predict each breed's weight gain by energy, using the net energy of weight gain. 3.-To determine the caloric concentration, dry matter intake and metabolizable energy required for a certain weight gain for each breed.

The methodology used in this project is the compilation of bibliographical information for each breed, through its zootechnic characteristics, body composition and dry matter intake. This information allowed to obtain the FGP corresponding to each breed based on their body composition. With these values, breeds can be separated into groups according to their weight gain factor and their intake factor, and each breed was characterized quantitatively using the Beef Model.

The results show a 1.50 FGP for Black and Red Friesian, Hereford, and different types of Cebu's breeds. For the Charolais, Simmental and Limousin breeds, 1.25. For Aberdeen Angus 1.75 and for the crossbreeding between Wagyu and Angus, 2.50. The intake factor for Aberdeen Angus, Hereford, Charolais, Simmental and, Limousin, and crossbreeding between Wagyu and Angus is  $(2.85 + (V.C - 2.00 * 0.33)) * 1.00$ . For Cebuinas breeds  $(2.85 + (V.C - 2.00 * 0.33)) * 0.87$  and for Black and Red Friesian  $(2.85 + (V.C - 2.00 * 0.33)) * 1.05$ . The results of the quantitative characterization of the breeds show that the breeds that need the smallest caloric concentration in the diet to obtain the desired weight gain are Black and Red Friesian, whereas those that need the greatest concentration are Cebuins breeds and the crossbreeding of Wagyu and Angus.

With this new quantification of the meat breeds, the Beef Model can be used with more accuracy.

**Key words: Breed, Caloric Density, Dry Matter Intake, Beef Model, Metabolizable Energy.**

## I. INTRODUCCIÓN

La ganadería chilena tiene aproximadamente 4.000.000 de cabezas de vacuno localizadas en diferentes regiones agroecológicas, lo cual la hace ser pequeña, contribuyendo en un 2% de la población vacuna en los países del MERCOSUR. Si bien Chile es un país importador neto de carne, la ganadería chilena se caracteriza por ser la más eficiente entre los países antes mencionados, porque cuenta con una alta tasa de extracción, y un buen nivel de fertilidad de su masa ganadera.

Además, Chile presenta una situación sanitaria privilegiada, debido a su condición de país libre de fiebre aftosa sin vacunación, situación que ha sabido cuidar y mantener. A lo anterior, Chile suma uno de los índices de menor riesgo de casos de *Encefalitis espongiforme* bovina, más conocida como el “mal de las vacas locas”. Esto gracias a que, entre otros factores, Chile es un país protegido por barreras naturales tales como cordillera, mar y desierto.

Hay que agregar que Chile es considerado como un país confiable, con una estabilidad política y económica que ha mantenido en el tiempo, lo que le ha permitido firmar muchos acuerdos comerciales con diversas naciones del mundo. Todos estos aspectos hacen factible la exportación de carne bovina desde Chile al resto del mundo.

A pesar que las importaciones de carne son muy superiores a las exportaciones, el país está exportando cada día más carne a diferentes mercados, razón por la cual la producción de carne nacional requiere cada vez más tecnología. En este contexto es muy importante el uso de herramientas modernas de gestión que permitan tomar decisiones *ex antes*, de manera que, conociendo las características cuantitativas de las razas bovinas y su factor de ganancia de peso, sea posible hacer uso de un modelo de simulación como el “Beef” desarrollado por el Centro Internacional de la Papa (CIP).

## **II. OBJETIVOS**

1. Caracterizar zootécnicamente cada una de las razas en estudio.
2. Determinar el factor que permita, a partir de la energía neta de ganancia de peso, poder estimar la ganancia de peso.
3. Determinar los requerimientos de densidad calórica, consumo de materia seca y de energía metabolizable para diferentes pesos y ganancias de peso para cada una de las razas en estudio.

### III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### A) Modelo “Beef”.

Según (Judith, 2004) el modelo “Beef” fue desarrollado por el Centro Internacional de la Papa (CIP) y tiene como objetivo evaluar el comportamiento animal en diferentes escenarios de producción. Es un modelo que como variables exógenas solicita que se completen características del animal, de la alimentación mensual que tienen los animales, características de clima y de precios. Como resultado entrega la ganancia de peso de los animales y el costo de esta ganancia de peso. Es un modelo que puede ser utilizado por cualquier persona y se puede bajar de la página <http://inrm.cip.cgiar.org/vlab/>.

A continuación se explicará en detalle las variables que maneja este modelo.

#### 1) Características del animal

El modelo pide una serie de datos sobre el animal tales como:

- **Identificación:** Se pone el nombre del animal o el grupo de animales, el cual se puede identificar con un número, letras o ambos.
- **Edad:** La edad del animal debe ser expresada en años.
- **Peso:** En esta variable se coloca el peso inicial del animal al momento que entra en el escenario que será evaluado, el cual debe ser expresado en kilogramos.
- **Carga animal:** Esta identifica el número de animales por hectárea (U.A/ha).
- **Unidad Animal:** Corresponde a la definición que cada zona tiene de Unidad Animal.
- **Factor de ganancia de peso:** Esta variable está relacionada con el contenido de grasa que tiene el animal, siendo un factor mayor a medida que el animal tiene un mayor contenido graso.
- **Costo de Cosecha:** Esta variable está relacionada con el porcentaje de energía que es gastada por parte de los animales para poder cosechar el alimento. El modelo ofrece 2 opciones; una de ella es que se use el costo de cosecha que

estime conveniente (dentro de un rango de 0-50) y la otra opción es que lo calcule el propio modelo, en función de la disponibilidad instantánea de forraje/ha y del peso de los animales.

- **Requerimiento de concentración de proteína para ganar un kg de peso:** Los rangos de valores posibles van desde un 15% a un 25% y corresponde al porcentaje de proteína que tiene la composición de cuerpo.
- **Consumo potencial de Materia seca:** Esta variable define el máximo consumo que el animal es capaz de consumir basado en sus limitaciones físicas (llenado del rumen) y se expresa como porcentaje del peso del animal. Esta es otra variable que se analiza en este proyecto de título donde queda de manifiesto que existen diferencias entre algunas razas en cuanto a su potencial de consumo.
- **Variación de consumo potencial:** Esta variable se refiere al porcentaje de variación diaria en el consumo voluntario del animal. El objetivo de esta varianza en el consumo es hacer análisis estadísticos con los datos, en donde cada corrida corresponde a una repetición y se puede comparar las medias con su distribución para diferentes escenarios.

## 2) Pradera

El modelo también pide las características de la pradera en cuanto a disponibilidad o crecimiento del forraje y calidad nutritiva de ésta. A continuación se explican en detalles cada una de estas variables.

- **Disponibilidad:** En esta variable el modelo pide la disponibilidad en kilogramos de materia seca por hectárea que ofrece la pradera para cada mes. Otra alternativa que ofrece el modelo, es usar, en vez de disponibilidad, el crecimiento de la pradera expresada en kg de materia seca por hectárea al día, el cual también debe ser expresado en forma mensual. Al usar esta posibilidad es necesario indicar la disponibilidad inicial de materia seca.

- **Digestibilidad:** En esta variable se indica la digestibilidad de la pradera expresada en porcentaje, el rango de valores va entre un 40% y un 80%. El modelo entrega la opción de usar estos datos en forma mensual, por estación o un promedio anual.
- **Proteína:** En esta variable se coloca la proteína de la pradera expresada en porcentaje, al igual que para la digestibilidad los datos pueden ser usados en forma mensual, por estación o por promedio anual.
- **Contenido de materia seca:** En esta variable se coloca el contenido de materia seca de la pradera, el cual puede ser expresado por un promedio anual o por temporada (seca y húmeda).
- **Cut and Curry:** Este término se refiere a un sistema de alimentación en el cual el forraje es cortado y llevado hacia los animales. Corresponde a alimentos como el heno, el forraje cortado o el ensilaje que puede suministrarse a los animales como suplemento del pastoreo, o que puede corresponder al alimento entregado sin pastoreo. En este último caso el modelo da la opción de colocar un ‘check’ en los meses en que el animal consume solamente ‘cut and curry’, sino el modelo da por hecho de que el animal esta consumiendo también de la pradera. El modelo pregunta en forma mensual sobre el alimento entregado, la cantidad de materia fresca ofrecida por animal al día, el porcentaje de materia seca que contiene este alimento, la digestibilidad y la proteína.

### 3) Suplementos

Para cada suplemento utilizado, se debe poner el nombre de éste, el porcentaje de materia seca, la concentración calórica (Mcal E.M/ kg M.S), el porcentaje de proteína y el costo por kilogramo. Luego se indica la cantidad ofrecida de este suplemento expresada en kg de materia fresca por animal al día para los meses que correspondan. El modelo también da la posibilidad de utilizar mezclas de alimentos donde se le indica a éste las características de cada uno de los insumos y su cantidad en de cada una de las mezclas. El modelo calcula automáticamente la cantidad ponderada de materia seca, proteína y concentración calórica. Además del costo del kilogramo de la mezcla.

El modelo ofrece una base de datos de una serie de ingredientes utilizados en diferentes países; sin embargo, también da la posibilidad de que se haga su propia base

de datos incorporando nuevos ingredientes con sus características nutritivas y su costo. El modelo deja registrado este nuevo alimento.

#### 4) Estrategia de alimentación

En esta variable se determina el orden en que los animales van a consumir el alimento. El modelo da la opción de determinar el orden de alimentación, y por "default" plantea un cierto orden de consumo, el cual está basado en que el animal selecciona en función de la digestibilidad; u otra opción, es que se indique el orden de acuerdo a su estrategia a usar.

#### 5) Clima

El modelo ofrece 2 opciones en cuanto al proceso de regulación de temperatura; estas son, que el operador indique que no se necesita regulación de temperatura, por estimar que los animales están en zona de termoneutralidad, o el modelo calcula los gastos asociados a regulación de temperatura. Para que el modelo pueda calcular el gasto, se hace necesario indicarle, para cada mes del año, el promedio de temperatura en grados Celsius, el porcentaje de humedad y la velocidad del viento.

#### 6) Indicadores económicos

Para poder hacer un análisis económico, el modelo pide una serie de datos, que son los siguientes:

- **Costo del kilogramo de forraje cosechado:** Expresado en \$/kg de alimento en verde.
- **Costo del kilogramo de "cut and curry":** Expresado en \$/kg de alimento en verde.
- **Costo del kilogramo de Suplemento:** Expresado en \$/kg de alimento en verde. Da la posibilidad de poner hasta 3 suplementos diferentes.

- **Costo de alimentación (% de los costos totales):** se refiere a qué porcentaje de los costos totales es ocupado por la alimentación.
- **Precio inicial (1 kg de peso vivo):** Se refiere al precio del kilogramo en el momento en que el animal fue ingresado al escenario en estudio.
- **Precio de venta (1 kg de peso vivo):** Se refiere al precio del kilogramo en el momento en que el animal es retirado del escenario en estudio.

## **Simulación**

Para que el modelo finalmente entregue los resultados, contiene una ventana en que pide los últimos datos para luego presionar “Process data” para hacer correr el modelo y que éste entregue los resultados. Los datos son los siguientes:

- **Descripción del escenario:** Se pone el título del escenario el cual se procesa, de manera de distinguirlo.
- **Intervalo de los reportes de texto:** El modelo entrega la opción de que los resultados sean entregados en forma mensual, semanal o diaria.
- **Número de meses para simular:** Se refiere a la cantidad de meses que se desea evaluar. Por ejemplo, si es un sistema de recría en que se quiere evaluar desde Septiembre hasta Marzo, el número de meses a usar son 7.
- **Mes para comenzar a simular:** Se refiere al mes donde se desea que el modelo empiece a evaluar.

## Resultados “Text reports”

Una vez realizada la simulación del modelo, al presionar el icono de “text reports” aparecen los resultados divididos en 5 grupos, cada uno con una ventana. Estas opciones son las siguientes:

- 1) **Retornos financieros:** Esta variable muestra los resultados en cuanto al ámbito financiero, donde se entrega la información que aparece en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Resultados Financieros entregados por el modelo.

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>
Costos expresados en	Moneda local
Tiempo de engorda	Días
Precio inicial	\$/kg P.V
Precio final	\$/ kg P.V
Peso vivo inicial	Kg
Peso vivo final	Kg
Peso ganado en el periodo de engorda	Kg
Peso ganado diario	kg/día
Relación entre peso y precio	\$ y %
Valor animal ( al comienzo del periodo de engorda )	\$
Valor animal ( al final del periodo de engorda )	\$
Diferencia por animal evaluado después de la engorda	\$
Porcentaje del costo de alimentación	% del costo total
Costo total de alimentación	\$
Costos totales	\$
Rentabilidad general	\$/ periodo de engorda
Margen general	\$/ periodo de engorda
Costo por kilogramo de peso vivo	\$/ kg P.V
Ingreso/costo proporción	

Fuente: A beef cattle production simulation model, 2004.

2) **Resumen de los resultados:** En este reporte se acopian algunos parámetros presentados en otras ventanas. Los parámetros incluidos en esta ventana son los mostrados en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Resumen de parámetros entregados por el modelo.

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>
Tiempo de engorda	Días
Peso inicial	kg/animal
Peso final	kg/animal
Peso ganado en el período de engorda	kg/animal
Peso ganado diario	kg/diario
Emisión de Metano por unidad animal	L/animal
Emisión de Metano por peso ganado	L/ kg de peso ganado
Producción total de abono en el tiempo de engorda	kg M.S/ animal
Costo promedio de producir un kilogramo de carne	\$/ kg de peso vivo

Fuente: A beef cattle production simulation model, 2004.

3) **Reporte detallado:** Este reporte contiene los detalles en cuanto a consumo de alimento, energía metabolizable y efectos de la energía y proteína en el peso del animal. Los resultados son presentados de acuerdo al intervalo de tiempo que se haya elegido anteriormente. En el Cuadro 3 se muestran los resultados obtenidos en esta ventana:

Cuadro 3. Resultados entregados por el modelo en reporte detallado.

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>
Fecha de simulación	Día
Digestibilidad del alimento consumido	%
Consumo de Materia seca	kg M.S/d
Consumo de Energía Metabolizable	Mcal EM/d
Balance Energético	Mcal EM/d
Peso del cuerpo	kg
Cambio en el peso por energía	kg/d
Cambio en el peso por proteína	kg/d
Cambio de peso	kg/d

Fuente: Elaborado con datos de A beef cattle production simulation model, 2004.

4) **Emisión de Metano y producción de heces fecales:** Este indica el metano emitido y la producción de heces fecales producidas por el animal, el que dependerá del alimento consumido.

5) **Consumo de Materia seca:** Este muestra para cada tipo de alimento que se entrega a los animales; cuanto se les ha ofrecido, cuanto consumieron y cuanto rechazaron. (Cuadro 4.)

Cuadro 4. Resultados entregados sobre consumo de materia seca.

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>
Día	Día
Consumo potencial de materia seca	kg M.S
Tipo de alimento	
Cantidad ofrecida	kg M.S
Cantidad consumida	kg M.S
Cantidad rechazada	kg M.S

Fuente: A beef cattle production simulation model, 2004.

### **Resultados expresados en Gráficos**

El modelo también entrega resultados expresados en gráficos de manera que permite comparar diferentes escenarios en cuanto a: Consumo de forraje, peso del cuerpo y emisión de metano.

1) **Consumo de forraje y peso del cuerpo:** Este gráfico contiene 5 ventanas: Calidad del alimento, consumo de energía acumulada, consumo de forraje, peso final del cuerpo y peso del cuerpo.

- La ventana de la calidad del alimento presenta un gráfico de barras de la digestibilidad del pasto comparado con el consumo total de alimento.
- El consumo de energía acumulada es un gráfico de barras que presenta la acumulación de energía metabolizable consumida desde el alimento disponible para los animales.
- El consumo de forraje presenta el promedio diariamente consumido de materia seca de forraje por el animal.
- Peso final del cuerpo es un gráfico de líneas que presenta el cambio del peso inicial al peso final del animal sobre el curso de los meses simulados.
- Peso del cuerpo (energía y proteína), en este gráfico se representa el efecto de la energía y la proteína interactuando sobre el peso del cuerpo de los animales.

2) **Emisión de Metano y producción de heces fecales:** Este gráfico contiene 4 ventanas: Emisión de metano por animal al día, relación entre emisión de metano y consumo de forraje, relación entre emisión de metano y el peso ganado por el animal y finalmente la producción de heces fecales basado en la digestibilidad de la materia seca consumida.

3) **Escenarios de comparación:** El modelo es capaz de simular hasta 9 escenarios y exponer comparaciones entre las siguientes variables: peso vivo final, costo promedio de producción, emisión de metano y producción de heces fecales.

El costo promedio de producción es calculado sobre las bases del peso inicial y peso final del animal, el consumo total de alimentos y los costos asociados con la producción. Esta variable es expresada como pesos por kilogramo de peso vivo (\$/kg P.V.)

## **B) Consumo**

El consumo tiene una importancia vital en la productividad del rumiante, debido a que un incremento de éste provoca un aumento en la eficiencia del proceso productivo. Sin embargo, es necesario que en el consumo de un animal exista un balance equilibrado de nutrientes para obtener la ganancia de peso esperada. (Da Cunda, 1995)

A través del consumo es posible pronosticar la producción, por lo que es necesario estudiar los diversos factores que lo afectan y como es regulado. (Nutrihelpanimal, 2004)

### **Regulación del consumo**

La regulación del consumo se realiza principalmente en las áreas lateral y ventromedial del hipotálamo. Por esta razón se conoce a estas áreas como centros del hambre y la saciedad respectivamente. (Forbes 1980; Baile y Mclaughlin, 1987, citados por Danelon, 2002).

El hipotálamo recibe señales de origen periférico y genera respuestas fisiológicas y de comportamiento, en función de la ingesta y el balance energético del animal.

Existen dos tipos de regulación de consumo; químico y físico, la primera actúa como regulación metabólica, que tiende a limitar el consumo una vez que los requerimientos energéticos sean cubiertos. Y la segunda está dada por la capacidad del rumen que limita la ingesta de alimentos especialmente voluminosos, donde las paredes pueden detectar la distensión del rumen y enviar señales al hipotálamo para detener el consumo. (Baile y Dellafera, 1998, citados por Danelon, 2002).

Dentro de la regulación química existe una serie de teorías que permiten explicar como el animal regula su consumo. Dado a que en rumiantes los precursores de la gluconeogénesis corresponde a algunos ácidos grasos producidos en el rumen, se determinó como estos afectaban al centro de saciedad.

Se encontró que los ácidos acéticos, propiónico y láctico infundido en el rumen o en el duodeno, producen una señal de saciedad. También existen hormonas que son liberadas en el aparato digestivo como la secretina y la colecistoquinina que participan en la regulación del consumo. (Da Cunda, 1995)

Otra teoría indica que el control de consumo se debe a un factor de oxígeno disponible a nivel del hipotálamo. (Cañas, 1973)

Entre las teorías más aceptadas que explican los factores físicos que afectan la regulación de consumo, está la presencia de baroreceptores al nivel de rumen, que son los responsables de dar una señal de saciedad en el hipotálamo.

Ambas regulaciones, tanto la química como la física, determinan el consumo potencial de un animal y la cantidad consumida será afectada por factores asociados a la dieta. (Cañas, 1998)

## **Factores que afectan el consumo**

### 1) Factores del alimento

#### 1.1) Efecto de los componentes estructurales del alimento

Existe una relación positiva entre la densidad del alimento (Mcal EM/ kg de M.S) y el consumo de materia seca, ya que una baja densidad calórica del alimento provoca un rápido llenado del rumen debido a su mayor contenido de fibra cruda y fibra detergente neutro, lo que provoca una disminución del consumo. Los alimentos de baja digestibilidad, como la paja, son de baja degradación a nivel ruminal, lo que causa una reducción en la tasa de pasaje y el llenado físico del rumen se vuelve limitante, con lo cual el consumo voluntario se ve limitado por el volumen del rumen. Una dieta de baja calidad puede ser deficiente en nitrógeno o algún otro nutriente, lo que podría limitar el consumo, ya sea disminuyendo o retardando la digestión ruminal, por efecto sobre los microorganismos del rumen o a través de un efecto directo de deficiencia nutricional sobre el metabolismo del animal. (Van Soest, 1982; Mertens, 1983; citados por NRC, 1987).

#### 1.2) Digestibilidad

La digestibilidad se define como el producto del tiempo de retención de alimentos en el rumen y sus características de degradación (J. Forbes, 1986 citado por Da Cunda ,1995).

Debido a que los alimentos de baja digestibilidad contienen factores limitantes de consumo como volumen o deficiencia dietaria, existe una relación positiva entre consumo y digestibilidad. (Van Soest, 1982, citados por Da Cunda, 1995).

#### 1.3) Tamaño de partícula

El picado de forraje aumenta el flujo de pasaje del alimento por el rumen aumentando así el consumo, sobre todo en forrajes de baja calidad. (Prigge, 1990)

## Efecto del peletizado en alimentos

El peletizado se obtiene a través de un proceso de moldeado o compactación por densificación y extrusión de un producto. La peletización produce un gran incremento en el consumo voluntario de forrajes de pobre calidad, pero tiene un efecto pequeño en forrajes inmaduros de alta calidad (Minson, 1963; Greenhalt y Weinman, 1972; citado por Da Cunda, 1995).

Cuando el consumo voluntario de forrajes fue limitado por un bajo nivel de proteína, el peletizado tuvo poco efecto en el consumo. No obstante, cuando la deficiencia en proteína fue corregida por suplementación con urea o concentrado proteico, o por una aplicación de urea al forraje antes de ser cosechado, el peletizado aumenta el consumo (Minson 1987 citado por Da Cunda ,1995).

### 1.4) Nivel de proteína en la dieta

La importancia de la proteína radica en que es necesaria a nivel ruminal para que la actividad microbiana se desarrolle normalmente, dándose una rápida degradación del alimento y tasa de digestión. (Forbes, 1995, citado por Da Cunda, 1995).

El consumo no se verá afectado por el contenido proteico de la dieta siempre y cuando éste se encuentre dentro de los rangos adecuados. Los niveles de proteína cruda del forraje, menores a 6-8 % generalmente reducen el consumo, esto asociado a un descenso de la actividad microbiana del rumen, reduciendo así la digestibilidad y aumentando el tiempo que el forraje permanece en el rumen. (Lyon et al, 2001).

Por otra parte, se han realizado diversos ensayos que indican que si un alimento de mala calidad es suplementado con proteína, aumenta el consumo en buena medida, esto debido al incremento de la tasa de digestión y la cantidad digerida. (Johnson et al., 1981, citado por Guthrie, 1988).

### 1.5) Madurez del forraje ofrecido

A medida que la planta madura, la proporción de pared celular en los tejidos aumenta, lo que determina una disminución de su digestibilidad potencial y de la tasa de digestión efectiva. Por esta razón el consumo disminuye, a la vez que aumenta el tiempo de masticación por unidad de peso de alimento consumido. (Cagniano, 1996)

### 1.6) Degradabilidad

La degradabilidad del alimento representa la facilidad con que un alimento puede ser físicamente reducido, debido a la combinación del efecto mecánico de la masticación y a la acción enzimática de la bacteria. Las diferencias de degradabilidad de los alimentos se deben a los distintos contenidos de fibra en detergente neutro y a la distribución de sus componentes (lignina, celulosa y hemicelulosa ). (Uliyatt et al 1996, citado por Danelon, 2002).

### 1.7) Diferencia de especies vegetales

Las diferentes características entre gramíneas y leguminosas (con respecto a contenido celular y pared celular digestible) tienen importancia especial para el consumo voluntario y la tasa de pasaje. Así, a igual disponibilidad de materia seca, las leguminosas son consumidas en mayor cantidad que las gramíneas. (Danelón, 2002)

### 1.8) Escenarios pastoriles posibles

Escenarios posibles de pastoreo y como afectan en el consumo:  
(Nutrihelpanimal, 2004)

- Alta disponibilidad forrajera con alta calidad: En este caso el mecanismo que limita el consumo será el metabólico.
- Alta disponibilidad forrajera con baja calidad: En este caso comienza a determinar el consumo características del animal como la distensión abdominal y la regulación física (llenado).
- Baja disponibilidad forrajera con baja calidad: En este caso el consumo dependerá más del comportamiento ingestivo del bovino que de las características del forraje en sí.
- Baja disponibilidad forrajera con alta calidad: En este caso también toma relevancia el comportamiento ingestivo del animal. (Nutrihelpanimal, 2004)

## 2) Factores del animal

### 2.1) Tamaño del animal

Existe una relación directa entre el consumo máximo potencial y el peso vivo del animal. Se estima que los rumiantes consumen un 2,85% de materia seca al día de su peso vivo. (Commonwealth agricultural bureaux, 1980)

En otro aspecto, (Abdalla 1986, citado por NRC, 1987), encontró que novillos en crecimiento compensatorio, consumieron un 10 % más de materia seca en relación al peso metabólico que novillos que siempre fueron alimentados *ad-libitum*. El mismo autor encontró que el rumen aumenta rápidamente de tamaño luego del retraso en crecimiento; el ímpetu por compensar el crecimiento provoca un incremento en el apetito, tanto como un aumento en la eficiencia de nutrientes.

### 2.2) Genética.

La genética es otro factor que afecta el consumo de un animal; en cuatro estudios (Swiger et al., 1961; Brown and Gifford, 1962; Koch et al, 1963; Brown and Gacula, 1964), estimaron la heredabilidad del consumo entre 0.43 y 0.76 (media = 0.62), citados por NRC 1987.

Se ha encontrado una proteína llamada leptina, la cual es una pieza clave en el complejo mecanismo de regulación del apetito.

Esta proteína es producida por las células del tejido graso y liberada a la circulación sanguínea. Cuando la leptina se une a sus receptores ubicados en el hipotálamo se produce la señal neurológica que reduce el apetito e incrementa el metabolismo.

Existen dos formas básicas de leptina, una que es reconocida por el cerebro (leptina común) y otra que no es fácilmente detectada debido a fallas en unión con los receptores hipotalámicos (leptina modificada o enmascarada). La diferencia entre ambos radica a nivel de su estructura y la consecuencia de esto es que los animales que producen leptina modificada tienden a permanecer con hambre.

Se ha determinado como y a que nivel ocurre la diferencia en la producción de esta proteína. La síntesis de leptina está determinada por un par de genes. Cuando en el gen que codifica la producción está presente el ácido nucleico citosina (c) se produce la leptina común; mientras que cuando está presente la timina (t) se produce la leptina modificada.

Como el animal recibe un gen del par de cada progenitor, el genotipo para la producción de leptina puede ser: L-cc (ambos genes codifican la leptina común); L-tt (ambos genes codifican la leptina modificada) y L-ct (cada gen codifica un tipo de leptina). Los animales con genotipo L-cc son más lentos para engordar, los animales con genotipo L-tt producen carnes con mayor marmoleado y en forma más rápida; finalmente los animales con genotipo heterocigoto tienen un comportamiento intermedio.

En un estudio realizado a 30 toros Holstein de diferentes centros inseminación artificial, el 40% tenía el genotipo L-cc, el 43% L-ct y el 17% L-tt. A partir de estos descubrimientos se ha desarrollado un test de ADN que permite identificar el gen de cada animal (test Igenity LTM) realizado por la empresa Canadiense Quantum Genetics Inc, lo que permite al productor poder trabajar con grupos uniformes que alcancen el mismo grado de terminación y marmoleado. (Marcantonio, 2004)

Con respecto a como el tipo de raza afecta el consumo existe una concordancia en que la raza Holstein tiene un mayor consumo que el resto, esto avalado por numerosos experimentos como el realizado por Ayala (1974), donde 6 experimentos indicaron que la raza Holstein consume entre un 5 y un 10% más que Angus y Hereford. (Commonwealth agricultural bureaux, 1980)

El mayor consumo puede ser debido a la mayor demanda para producción de proteína corporal y a su alto potencial de crecimiento (Crick Enberg et al., 1978 Owens et al., 1985 citado por NRC, 1987).

### 3) Factores Ambientales

#### 3.1) Temperatura y Humedad

Los bovinos tienen una zona de confort, con un nivel de temperatura máximo y mínimo. Esta zona de confort se reconoce como zona de termo neutralidad (ZTN). El consumo no se afecta cuando la temperatura esta dentro de este rango. Generalmente el ganado de carne tiene una zona de termo neutralidad para consumo voluntario de 10 a 25°C (NRC, 1981). Cuando la temperatura excede los límites máximos de la ZTN en la temperatura crítica máxima, el consumo se reduce. Con temperaturas menores a la temperatura critica mínima, el consumo tiende a aumentar. Se ha observado que la ocurrencia de lluvias durante largos períodos deprime el consumo, independientemente del estatus térmico del animal. La lluvia, nieve o terreno lodoso, reducen el consumo sobre todo en animales de pastoreo, debido a un menor tiempo de pastoreo y a un aumento en el costo energético de cosecha. (nutrihelpanimal, 2004)

### 3.2) Fotoperíodo

La relación luz-oscuridad influye en los patrones de consumo (Tucker et al., 1984, citados por NRC, 1987).

Ovejas y vaquillas mostraron un consumo 13% mayor y un crecimiento más rápido cuando la relación era de 16 horas luz y 8 horas de oscuridad, que al revés o con luz continua (Forbes et al., 1975; Peters et al., 1980; Scharbacher and Crose, 1980, Peticlere et al., 1983; Zinn et al., 1983, citados por NRC 1987).

#### IV. MÉTODO

1. Se buscó información bibliográfica acerca de las características zootécnicas de las principales razas usadas en Chile y algunas de interés en otras partes del mundo.

2. A partir de bibliografía se clasificaron las razas en diferentes grupos según la composición de cuerpo de éstas, específicamente su composición de energía, la cuál está relacionada con el contenido de grasa del animal.

Se encontraron los datos de composición de energía y proteína para diferentes pesos para el grupo de razas medianas, junto con un factor de corrección para los diferentes grupos y sexos.

Tomando estos valores se pudo obtener datos de proteína y energía para distintos pesos de los diferentes grupos de razas y sexo. Luego se obtuvo una ecuación de composición de energía y de proteína para cada grupo de razas, usando los valores mencionados anteriormente, a través de una regresión lineal simple. Esta regresión considera las variables del peso metabólico del animal, junto con la cantidad de energía (Mcal/kg) o la cantidad de proteína (gr/kg), según la ecuación correspondiente.

Usando esta ecuación se determinó la cantidad de energía (Mcal/kg) para animales de un mismo peso (400 kg) de diferentes grupos de razas. Con los valores obtenidos y usando la base de que el factor de ganancia de peso para el grupo de razas medianas es de 1,50 (valor que ha sido determinado por los autores del modelo “Beef”), se tomó como referencia que con 3,23 Mcal/kg se tiene un factor de ganancia de peso de 1,50 y a partir de este valor se calculó proporcionalmente el factor para el resto de los grupos.

Antes de continuar con la metodología, se explicará en detalle la influencia del Factor de Ganancia de Peso en la ganancia de peso por energía.

Dentro de las fórmulas que usa el modelo “Beef”, esta la de ganancia de peso por energía, la cual a partir de la Energía Neta de ganancia de peso “ENgp” (Energía que está disponible exclusivamente para ser usada para la ganancia de peso del animal) y del peso vivo del animal (PV) permite determinar la ganancia de peso diaria del animal en kilogramos en cuanto a Energía.

Esta fórmula es:

$$\text{Ganancia de peso por energía (kg/día)} = \frac{ENgp}{1,50 + (0,30 \times ENgp + 0,0045 \times PV)}$$

Donde ENgp = Energía Neta de ganancia de peso (Mcal).

PV = Peso vivo del animal (kg).

Ejemplo: Si un animal tiene una Energía Neta de ganancia de peso de 4 Mcal y un peso de 550 kg, usando la fórmula tendrá una ganancia de peso en cuanto a Energía de 0,77 kg/día.

Esta fórmula está diseñada para ser usadas en razas de bovinos como las razas Hereford y Clavel Alemán. No obstante, para un mejor uso del modelo, esta ecuación debiera variar entre distintas razas, dependiendo de la cantidad de grasa por kilogramo de peso vivo que tengan. Esto debido a que, a mayor contenido de grasa que tengan las razas, necesitarán una mayor ENgp para lograr la misma ganancia de peso. Para esto existían dos posibilidades; una de ellas era cambiar toda la ecuación para cada tipo de razas y la otra es cambiar alguno de los parámetros de la ecuación. Esta última fue la opción que finalmente se tomó. Por lo tanto la constante de 1,50 de la ecuación pasó a ser el parámetro que varía según el contenido de grasa del animal, siendo denominado en este proyecto como el “Factor de ganancia de peso”, de tal forma que la nueva fórmula de ganancia de peso queda de la siguiente manera:

$$\text{Ganancia de peso por energía (kg/día)} = \frac{ENgp}{FGP + (0,30 \times ENgp + 0,0045 \times PV)}$$

Donde ENgp = Energía Neta de ganancia de peso (Mcal).

P.V = Peso vivo del animal (kg).

**FGP** = Factor de ganancia de peso, el cuál es propio para cada tipo de raza variando según la composición de energía de estas, la cuál esta relacionada con su contenido de grasa.

A medida que este factor sea mayor, el resultado del denominador de la fórmula será mayor, disminuyendo así la ganancia de peso diaria por energía. Como se puede observar siguiendo el ejemplo anterior, donde usando un factor de ganancia de peso de

1,50 y un peso de 550 kg con una EN<sub>gp</sub> de 4 Mcal, se obtenía una ganancia de peso diaria por Energía de 0,77 kg, mientras que si usáramos un factor de ganancia de peso de 2,00 tendríamos una ganancia diaria de 0,70 kg. Por lo tanto las razas que tengan un mayor contenido de grasa, tendrán un factor mayor que las razas más magras y por consiguiente con la misma EN<sub>gp</sub>, ganan menos peso.

Siguiendo con la metodología de cómo se calculó el factor de ganancia de peso para cada raza, es necesario aclarar que el método obtenido para determinar este factor para la cruce de Wagyu X Angus y para las razas cebuinas fue distinto, ya que la información bibliográfica que sirvió como base para poder determinar el factor de ganancia de peso de las razas “tradicionales” no incluye a estos grupos de razas.

Se determinó el factor para la cruce de la raza Wagyu X Angus de la siguiente forma: a través de bibliografía se encontró las diferencias de engorda de un novillo Angus versus una cruce de Wagyu X Angus. Mientras el Angus puro tenía una ganancia de 1,42 kg diarios, la cruce de Wagyu X Angus obtenía una ganancia de 1,22 kg. Estos resultados se dieron en un feedlot y con la misma dieta para las 2 razas (Vergara 2005). Con estos datos se realizó un modelo de ganancia de peso, donde usando el factor de ganancia de peso determinado para el Angus, se buscó bajo qué digestibilidad de la dieta se obtenía esa ganancia de peso. Luego usando esa digestibilidad se varió este factor hasta obtener la ganancia que tenía la cruce de Wagyu X Angus, obteniendo así el factor con el que la cruce de Wagyu X Angus da las mismas ganancias que lo expresado en la bibliografía. Posteriormente este factor fue confirmado a través de más datos de diferentes bibliografías, los cuales confirmaron que el factor es adecuado para la cruce de las razas Wagyu X Angus.

Para determinar el factor de ganancia de peso de las razas cebuinas se hizo lo siguiente: por composición de cuerpo, las razas cebuinas debieran entrar al grupo de razas medianas, grupo que tiene este factor de 1,50; el cual se utilizó. Estudios indican que estas razas tienen un consumo menor que las razas occidentales. Otro aspecto considerado fue que el modelo “Beef” ha funcionado correctamente en los países tropicales usando un factor de 2,50; dejando el consumo potencial igual al de las razas occidentales (Quiroz 2001). Considerando lo anterior, y, usando un modelo de ganancia de peso, se buscó el factor de consumo que asemejara la ganancia de peso de una raza con un factor de 1,50 con la de una raza de factor 2,50; obteniéndose de este modo que las razas Cebuinas tienen un consumo potencial diferente al de las razas occidentales.

3. Una vez obtenidos los factores de ganancia de peso para cada raza, se determinó el factor de consumo, el cual es función de la digestibilidad de la dieta. Este factor de consumo no es igual para todas las razas ya que no todas tienen el mismo consumo potencial, de manera que a través de la bibliografía y de la forma mencionada anteriormente para obtener el factor de ganancia de peso de las razas cebuinas, se obtuvo el factor de consumo para todas las razas usadas en este estudio.

A partir de los factores de ganancia de peso y de consumo para las razas en estudio, éstas se agruparon para ser caracterizadas cuantitativamente, componiendo cada grupo las razas que tengan el mismo factor de ganancia de peso y el mismo factor de consumo.

Usando los factores de ganancia de peso y de consumo determinados para cada grupo de razas, se usó, para cada uno de éstos, un modelo de ganancia de peso basado en ecuaciones que usa el Modelo “Beef” (Apéndice N°2 al N°9), de manera de poder determinar para cada grupo de razas, según sus propios factores, su ganancia de peso para animales de diferentes pesos vivos y bajo escenarios de diferentes densidades calóricas de la dieta.

A partir de los resultados entregados por el modelo para cada grupo de razas, se determinó para todos éstos, a través de regresiones multilineales, las siguientes ecuaciones:

- Ecuación de determinación de la densidad calórica de la ración (Mcal EM/kg M.S) en función del peso (kg) y de la ganancia de peso (kg/día).
- Ecuación de predicción de consumo de (kg M.S/día) en función de la densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S) y del peso vivo del animal (kg).
- Ecuación de predicción del factor de consumo en función de la densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S). Esta última se obtuvo por medio de una regresión lineal simple.

Posteriormente, a partir de estas ecuaciones, se determinaron los siguientes cuadros para cada grupo de razas:

- Cuadro de determinación de la densidad calórica necesaria para diferentes pesos y ganancias de peso.
- Cuadro de determinación de consumo de materia seca en función del peso y la densidad calórica para esa ganancia de peso.

- A través de la multiplicación de la densidad calórica, necesaria para un peso y una ganancia de peso determinada, con el consumo de materia seca para ese mismo peso y ganancia de peso, se determinó un cuadro de determinación de requerimiento de energía metabolizable (Mcal/día) para diferentes pesos y ganancias de peso.

-) Finalmente con los resultados obtenidos en este estudio en cuanto a requerimiento de energía metabolizable para que animales con diferentes pesos de diferentes razas obtengan una ganancia diaria de un kilo, se creó un modelo de comparación en eficiencia de producción entre las diferentes razas. Este modelo utiliza las siguientes variables de entrada que se explican a continuación:

**Precio Mcal engorda:** Este modelo considera la engorda desde que el animal se desteta (se consideró un peso de 200 kg para el destete de las razas en estudio) hasta su peso de faena. Considerando que para obtener ganancias de un kilo diario el animal debe estar en un feedlot, el precio de la Mcal no puede ser muy bajo. Ejemplo: Heno de Alfalfa, que tiene un precio de 50\$/kg M.S que contiene 2,2 Mcal, se obtiene un precio de la Mcal de \$23, si se considera grano de Maíz con un precio de \$70/Kg con 3 Mcal da un precio de \$23/Mcal. De manera que esta es una variable que se puede modificar en el modelo, sin embargo para un uso correcto de éste, el precio de la Mcal no debiera bajar los \$18.

**Precio kg/M.S de la pradera:** Para el cálculo de costos el modelo considera tener que mantener a la vaca todo el año alimentándose en base a pradera para poder obtener el ternero. Por lo tanto, es necesario colocar el precio del kg/M.S de la pradera para obtener un correcto costo de la mantención de la vaca.

**Producción de leche de la vaca:** Este valor es necesario para calcular los ingresos que se pueden obtener por venta de leche. Se expresa en litros por lactancia.

**Precio de la leche:** Dato importante para que el modelo calcule los ingresos de la venta de ésta.

**Cantidad de la leche destinada al ternero:** Del total de leche que la vaca produzca en la lactancia, una buena cantidad irá dirigida a alimentar al ternero, por lo tanto es un valor que el modelo considera para calcular los ingresos por producción de leche. Este valor se expresa en litros de leche destinados en todo el período de crianza.

**Costo de ordeñar la vaca:** Es el costo expresado en litros de leche que cuesta la labor de ordeñar a la vaca en todo su período de lactancia.

**Peso de faena de la raza:** Cada raza tiene un peso que se considera el óptimo para que el animal sea llevado a matadero, el cual se expresa en kilogramos.

**Peso de la vaca para cada raza:** Las vacas de cada raza tienen un peso diferente, lo cual afectará en el consumo de materia seca que estas tengan. Este valor se expresa en kilogramos.

**Días de gestación más crianza:** Este dato es necesario para calcular el costo de mantener a la vaca. Sin embargo hay que tener en cuenta que la vaca a partir del segundo mes de crianza queda nuevamente preñada, de manera que a los 10 meses de gestación más los 6 meses de crianza, habría que restarle 4 meses en que la vaca está criando y a la vez gestando. Por lo tanto un valor de 360 días es bastante acorde a la realidad.

Con estas variables de entrada el modelo sigue para cada raza la siguiente metodología: Determina un peso promedio entre el peso post-destete y el peso de faena. Una vez obtenido este, se calcula la cantidad de Mcal que necesita cada raza con ese peso promedio para obtener una ganancia de 1 kg diario. Estas Mcal diarias se multiplican por el total de días que necesita cada raza para llegar a su peso de faena, obteniéndose de ésta forma las Mcal totales que necesita cada raza para el período de engorda. Este resultado se multiplica por el costo de una Mcal, de manera de obtener así un costo de alimentación para ese período. A este costo se le agrega el de producir un ternero, el cual se calcula mediante el costo de mantener a una vaca de una raza determinada a pastoreo para obtenerlo. Una vez obtenido el costo total de producir el animal hasta su peso de faena, este se dividió por el peso de faena de cada raza, obteniéndose de ésta forma el costo por kilo de cada una de éstas sin tomar en cuenta posibles ingresos por la venta de leche, vale decir en campos ubicados en cerros, montañas entre otros.

Luego en un escenario en que es posible ordeñar a la vaca, a las razas Overo Colorado y Negro se le resta al costo de producir el animal hasta su peso de faena, los ingresos obtenidos por la venta de leche, de manera de poder comparar ésta raza de doble propósito con el resto de las razas netamente carniceras.

## V. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### Caracterización Zootécnica de Razas

#### Simmental

Es originaria del Valle del río Simme en Suiza. En la década de 1950 y 1960 la raza se difundió por el norte y Sudamérica, el lejano Oriente, África y Australia. En los Estados Unidos de América, se comenzó a criar a grandes escalas en la década de 1970, y es considerada una raza cárnica importante, tanto así que hoy es la raza más popular en Europa y la segunda más popular del mundo después de las razas cebuinas con más de 100 millones de animales registrados.

Se considera una raza de doble propósito pero con más tendencia hacia la carne, tiene un porcentaje de rendimiento canal promedio de 58,1%. Esta es una carne magra de óptima calidad.

Es una raza de gran resistencia y adaptabilidad, conocida por sus cualidades maternas, gran crecimiento, docilidad, madurez sexual temprana, buena fertilidad, alta capacidad lechera y facilidad de ordeña.

Es un animal de cabeza fina, morro amplio, ojos grandes, cuernos curvos y delgados, dirigidos hacia delante y arriba. El cuello es de tamaño medio, con hombros inclinados y adheridos a una cruz bien definida. El pecho y los flancos son bajos y forman, con la amplia cobertura de costillas, un poderoso cuerpo que da suficiente espacio a los órganos de los sistemas respiratorio, circulatorio y digestivo, capaz de soportar grandes esfuerzos. El Simmental es una raza de gran corpulencia; los machos pesan 1000 kg en promedio y las hembras 750 kg. Su estatura a la cruz es de 1,45 mts en los machos y 1,36 mts en las hembras.

El pelaje es overo, pudiendo variar de un colorado oscuro a un amarillo tostado, con manchas y marcas blancas de cualquier tipo. La cabeza y el vientre generalmente son blancos. El penacho de la cola blanco. Es deseable la pigmentación alrededor de los ojos. (Figura 1).



Figura 1. Raza Simmental. (Fuente: Portal Veterinario, 2003)

### **Charolais**

Es originaria del centro de Francia, específicamente del distrito de Charolais. Es una de las razas más antiguas de Francia (más de 200 años) y fue llevada a los Estados Unidos en la década del 30. Actualmente cuenta con una gran expansión a nivel mundial debido a su poder de adaptación, precocidad, rusticidad, facilidad de parto y propensión para engordar en todas las edades.

Se trata de un animal que alcanza un peso elevado a edad adulta. Tiene una gran capacidad productora de carne, presenta una gran masa muscular con abundantes mantos de carne en los cuartos posteriores, donde se encuentran los cortes de mayores cualidades de sabor cárnico. Tiene un alto rendimiento de canal, posee una baja grasa intramuscular. Tiene una aptitud notable para engordar. Existen con y sin cuernos, los cuales son de color amarillento o blanco. Su piel y mucosas rosadas, pelo corto, de color blanco a blanco crema. A campo toman un tinte blanco pajizo. El cuerpo es voluminoso y cilíndrico, posee una frente ancha y corta, ligeramente hundida, finas orejas de tamaño mediano, la cola es fina y con mínima cantidad de grasa cubriendo la base, el pelaje es sedoso. (Figura 2).

Tiene una gran resistencia a los climas extremos, gracias a su pelo blanco y a la posibilidad de sudar, buena resistencia a las enfermedades del clima tropical.

Ha sido tradicionalmente utilizada en cruza con razas británicas, especialmente Angus, a fin de lograr reses con mejor rendimiento de carne a partir de su menor contenido de grasa.



Figura 2.Raza Charolais.(Fuente:Americaninternacional Charolais Association, 2004)

### **Limousin**

Es originaria del centro sur de Francia, específicamente de la región de Limoges de donde se deriva su nombre. Esta región se caracteriza por ser de suelos difíciles, áridos, desmineralizados, de condiciones pobres, praderas naturales de bosques y montes, un clima riguroso con variaciones extremas que varían entre -15 y -30°C, con fuertes heladas nocturnas y nevadas constantes durante varios meses del año, lo que le permitió obtener rusticidad, salud y adaptabilidad. Fue introducida en Norte América a finales de los 60, también en esos años se difunde en Argentina, en Chile ha tenido poca importancia pero tiene un gran potencial como híbrido.

Es una raza que se utiliza para producción de carne, de gran musculatura, gran aptitud carnicera, produciendo carnes con poca grasa de cobertura, dentro de la industria frigorífica es muy apreciada debido a su alto rendimiento. Entre las razas europeas es de tamaño intermedio y es un poco más rústica que la Charolais.

La vaca presenta buenas características maternas consiguiendo una tasa de gestación mayor a 95% y aproximadamente 100% en las primíparas que paren antes de los tres años gracias a su buena aptitud para ser fecundadas. Además las hembras Limousin llegan a un porcentaje de terneros destetados del 93% gracias a sus cualidades de rusticidad y fecundidad.

El toro Limousin es muy precoz, engendra terneros livianos (35 kg las hembras y 40 kg los machos) y bien conformados de alta viabilidad que facilitan el parto. En montas controladas o con lotes de 30 hembras demuestra alta fertilidad, favorecido por sus buenos aplomos. Utilizados en inseminación artificial proporcionan una gran cantidad de semen de excelente calidad.

Existen con y sin cuernos, los cuales son elípticos, insertados detrás de la nuca. El pelaje es de color amarillo claro o bayo, aclarándose en las extremidades y cara inferior del vientre, las mucosas son rosadas, aplomos correctos, cabeza corta, frente y hocico ancho, cuello corto, su cuarto trasero es grueso, bien definido y redondeado. (Figura 3).



Figura 3. Raza Limousin.(Fuente: Swedish Limousinassociation ,2005).

### **Hereford**

Esta raza de bovinos nació a comienzos del siglo XVIII en el condado de Herefordshire, Inglaterra. Su creador fue Benjamín Tomkins, quien experimentó con su propio ganado en busca de obtener animales más aptos para la producción de carne. Sus metas eran conseguir un animal fácil de alimentar, con aptitud natural para crecer y que pudiera ganar peso a partir del grano y la grasa, además de una madurez temprana y que fuera muy prolífico. Inicialmente, los ejemplares eran animales de gran tamaño, pero con el correr de los años, se fue favoreciendo un tamaño menor pero más productivo y eficiente.

Ya con el inicio de la revolución industrial americana y la expansión y conquista del oeste norteamericano, los animales Hereford se constituyeron en una importante fuente de alimento, además de convertirse en un gran negocio y usarse como

mejoradores de los animales traídos por los españoles hacia nuestro continente durante la conquista.

El Hereford es fundamentalmente una raza productora de carne, es reproductivamente precoz, de fácil parto y con gran habilidad lechera. Posee buena masa muscular, distribuida correctamente, de donde salen cortes de gran calidad (de formas redondeadas y sin exceso de grasas).

Es de color colorado, con manchas blancas en la cabeza, parte posterior de las orejas, pecho, vientre, parte inferior de los miembros y punta de la cola. (Figura 4).

Las hembras tienen una buena habilidad materna teniendo la capacidad de encontrar pasto en muchos lugares y bajo un amplio rango de condiciones climáticas produciendo así un ternero sano y fuerte al destete.

Su mansedumbre es apreciada por los ganaderos ya que los animales ariscos y nerviosos no aumentan de peso con tanta rapidez como los más tranquilos, lo que facilita el manejo, aumenta el aprovechamiento del pastizal y además significa un margen de seguridad para quienes lo manejan.

En cuanto a su desarrollo pueden alcanzar 450 kg de peso en solo 20 meses. Son de tamaño intermedio lo que le da equilibrio, funcionalidad y facilidad de terminación a pasto e incluso ser eficiente a engorda a corral. Su menor peso metabólico reduce sus requerimientos de mantención siendo eficiente en lo productivo y en su lactancia.

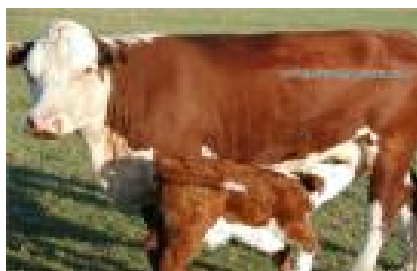


Figura 4. Raza Hereford. (Fuente: Hazardnebraska.com, 2002).

### **Overo Colorado (Clavel Alemán)**

La raza Overo Colorado se estableció en nuestro país a fines del siglo (XIX) en la zona sur. Su origen proviene de exportaciones que se efectuaron desde el centro y norte de Alemania (Bajo Rhin, Westfalia, Oldenburgo del sur, Schleswig holstein y

Frisia oriental). Posteriormente se importaron animales reproductores finos por pedigrí desde Holanda y material seminal. Actualmente la raza se encuentra distribuida desde el paralelo 31 al 46 de latitud sur; siendo su rango de distribución muy amplio, abarcando zonas cálidas y secas. (Figura 5).

Se caracteriza por ser de doble propósito, pero con tendencia a ser mejor para la producción de carne en Chile.

Destaca por su rusticidad, lo que la hace adaptarse a una gran variedad de climas y a diferentes tipos de condiciones como sectores planos y de altura. Su gracia es que se produce leche principalmente sobre la base de forraje y sus derivados, con muy poca necesidad de concentrados y produce una cantidad de leche bastante aceptable por vaca, y como se puede tener una alta carga por hectárea, se logran producciones de sobre 5000 litros por hectárea. Se caracterizan por una alzada mediana, buenos huesos y esqueleto, buena conformación muscular.

Las madres tienen buena habilidad materna, ya que crían muy bien a sus terneros. Esto es una ventaja, ya que tienen bastante leche, por lo que las crías se desarrollan bastante bien. Tienen muy buenos rendimientos industriales en lo que se refiere a mercado de la carne. Está probado que de un ternero clavel de 250 kg se obtiene un 66 % de carne.

Bajo condiciones adecuadas de alimentación manifiestan ganancias de peso de alrededor de 1 kg diario. La hembra demuestra producciones de 5000 litros de leche en primera lactancia y 200 kg de grasa.



Figura 5. Raza Overo Colorado. (Fuente: Universidad Católica, 2002).

## **Aberdeen Angus**

Es una raza de origen británico, se originó en los condados de Aberdeen, Kincardine y Angus en el noroeste de Escocia. Sus primeros registros en Chile se remontan al año 1935 en el Herd book de Osorno, los cuales provinieron desde Argentina, actualmente se encuentra preferentemente en el Sur del país (Regiones IX y X).

Esta raza se utiliza para la producción de carne, la que posee un buen veteado y cuenta con infiltración de grasas, la cual cuenta con una mayor cantidad de carotenos, lo que la hace más amarillenta que otras británicas.

Es muy difundida por sus aptitudes de rápido engorde y condiciones de fácil adaptación, siendo la más rústica de las tres británicas. Es la raza que menos problemas de parto tiene, ya que su ternero es de muy poco peso al nacer, lo que compensa hasta el destete con un buen crecimiento diario. Esto lo hace la raza ideal para zonas de monte o sierra, donde las vacas en parición no se pueden observar dos veces al día. Por esta misma razón, se emplea en cruzamientos, sobre todo en primer servicio, para disminuir los problemas al parto en vaquillas.

Su producción de leche es intermedia entre la Shortorn y la Hereford. Es una raza sin cuernos. Mochos con poll marcado, pelaje negro o colorado abayado. Este último es recesivo, por lo cual se pueden seleccionar rodeos en pureza de color colorado, mientras que de un rodeo negro siempre puede nacer algún ternero colorado. (Figura 6)

Es de tamaño intermedio el cuál le da equilibrio, funcionalidad y facilidad de terminación a pasto, así como también le permite ser muy eficiente en engorda a corral.

Tiene una buena profundidad corporal, dada por el largo y buen arco costal, permitiéndole una mayor capacidad ruminal, la que le permite incorporar importante cantidad de pasto que luego lo utilizará en su engorde o, en caso de las madres, para optimizar su eficiencia reproductiva y producción lechera.

En las hembras la cabeza es chica y afinada, con orejas medianas levemente inclinadas hacia arriba y con buena pilosidad. La cabeza del macho es con morro fuerte y buena expresión de mandíbulas.

En la hembra el cogote es de buen largo y fino y con suave inserción en la cabeza y cuerpo, mientras que el macho es más ancho y con mayor prominencia superior.

El cuerpo es bien profundo, con gran arco costal, largo y con lomo ancho. Las caderas en las hembras son anchas y con buena apertura de isquiones (canal de parto).

La piel es de espesor fino, y pelo suave y corto. Los testículos en los machos son bien descendidos y sin exceso de grasa escrotal. El peso de sacrificio ronda los 400 kilos.



Figura 6. Raza Aberdeen Angus. (Fuente: American Angus Association, 1997).

## Wagyu

### Historia

La Raza Wagyu es originaria de Japón, específicamente de la ciudad de Kobe. Fue por muchos años utilizada como animal de trabajo y tiro en las distintas regiones de Japón, y de acuerdo a cada región desarrolló matices morfológicos distintos, pero siempre favoreciendo una alta infiltración muscular (marmoleo) y docilidad. En la era Meiji (1868 – 1912) el Japón adoptó hábitos de consumo occidentales y comenzó a consumir carnes y lácteos, deleitándose con las bondades de su carne bovina altamente infiltrada y sabrosa. También en esa época, y por corto tiempo, el Wagyu recibió algo de sangre occidental mayoritariamente de las razas bovinas Angus, Shorthorn, Devon y Brown Swiss, manteniéndose luego aislado, protegido e intensamente seleccionado en base a su marmoleo. Posterior a eso, en muy limitadas ocasiones ha logrado salir genética Wagyu desde Japón, debido a las protecciones que ejerce el gobierno sobre su codiciado patrimonio ganadero, siendo Chile uno de los pocos países que cuenta con genética de estos animales Japoneses, ya que en el año 1999 se trajo la raza bovina Wagyu a Chile mediante trasplante embrionario y semen congelado de la mejor genética de Estados Unidos, país donde han llegado en sólo tres ocasiones toros Wagyu provenientes del Japón, la última de ella fue en 1995, desde entonces Japón prohibió la exportación de ejemplares de esa raza. Tanto así, que las autoridades niponas lo consideran una especie de tesoro nacional a resguardar.

### Características

La raza Wagyu posee un brillante pelaje negro o rojo, complexión pesada y una carne que es la delicia de los conocedores. (Figura 7).

Presenta bajos pesos al nacimiento que van desde los 27 a 30 kg en la raza pura y entre 28 y 38 kg en cruza con la raza Angus. Este punto le permite tener una adecuada facilidad de parto.

El peso al destete va en un rango de 150 a 170 kg en Wagyu puro y entre 200 y 250 kg cuando es cruza con Aberdeen Angus. El peso de una vaca adulta Wagyu es de 540 kg aproximadamente.

La gran característica de la raza Wagyu que lo hace destacarse por sobre el resto de las otras razas es su capacidad de infiltrar grasa intramuscular (marmoleo) donde la grasa está principalmente distribuida dentro de la masa muscular (Figura 8) y no alrededor, lo cual se traduce en una mayor jugosidad y terneza de la carne sobre el plato, lo que la hace muy apetecida y valorada, tanto así que un kilo del mejor corte de este

animal cuesta unos US\$ 500 en Japón y en Estados Unidos es común conseguir 340 gramos de Beef rib eye steak Kobe a US\$ 100 en restaurantes de primer nivel. En nuestro país en cambio, un lomo de este animal cuesta cerca de \$ 27.000 el kilo.

Además de las características anteriormente mencionadas, esta raza a pesar de contar con un elevado contenido de grasa, es una carne de menor colesterol que el resto, debido a su mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados y menores niveles de grasa saturada que los demás, lo que la hace una carne sana siendo la más efectiva en reducción del nivel de colesterol. Según especialistas estadounidenses, la carne de Wagyu posee 30% menos de colesterol que otras carnes de vacuno.

### Wagyu en Chile

A pesar de la lejanía del origen, la taxonomía del Wagyu corresponde a *Bos taurus*, al igual que la mayor parte del ganado occidental no tropical, por lo que se desarrolla sin problemas en todas las zonas de Chile, donde poco a poco y bajo la supervisión de la Asociación Chilena de ganado Wagyu se está empezando a producir carne de esta raza con miras a la exportación.

Cabe destacar que en Chile no se encuentran ejemplares puros de esta raza, si no que se implanta semen en vacas de las razas nacionales, a fin de ir consiguiendo año a año un animal con un mayor porcentaje de sangre Wagyu, obteniendo así cada vez un animal con un mayor porcentaje de grasa intramuscular.

Sus cruza a nivel nacional se orientan principalmente sobre hembras Overos Colorados, Angus, Holstein, Jersey y Murray Gray. Debido a que la introducción de la raza es reciente, es imposible contar con pruebas de progenie de toros Wagyu puros sobre la base de los resultados de sus hijos, lo que obliga a invertir en costosos exámenes de ADN que permiten identificar la presencia de los genes para la infiltración muscular y que por otro lado, tienen la ventaja de acelerar y aportar mayor exactitud al avance genético.

Se reconoce a las Razas Angus, Murray Gray y las hembras híbridas Angus x Hereford, como preferidas para hibridar con semen de Wagyu. La raza Hereford pura, también se puede utilizar para cruzar, aún cuando su capacidad de infiltrar grasa sea levemente inferior a la raza Angus. El Murray Gray tiene como limitante que Chile dispone de muy pocos ejemplares para hibridar.

Las razas de doble propósito presentes en Chile con un mayor número poblacional, particularmente la Clavel Alemán y la Overo Negro, presentan una buena conformación, que permitiría optar a una buena categoría del sistema de clasificación japonés en base al rendimiento (categoría A). Aún cuando los resultados esperables son extremadamente promisorios y recomendables, se deben mencionar que no existen aún evaluaciones en matadero de la capacidad del híbrido Wagyu x Clavel para alcanzar altos niveles de marmoleo, como ya se ha observado con las otras cruzas.

Los Japoneses (mercado objetivo chileno) miden la infiltración en una escala de 1 a 12, donde 1 es carne magra y por ende castigada y 12 corresponde a carne altamente infiltrada (Figura 9), obtenida ocasionalmente y en forma exclusiva de hembras Wagyu puras de ciertos criaderos japoneses en la provincia de Kobe, en engordas muy prolongadas y con cuidados muy especiales, como son los masajes, ambientación musical y tomas de cerveza, dignos de un ritual Japonés. Con el trabajo realizado en Chile hasta el momento hibridando con otras razas, se obtienen niveles medios en la escala de clasificación Japonesa de infiltración y mejoras en la velocidad de crecimiento en comparación al Wagyu puro, lo que permite alcanzar la primera cruce (F1) animales que hoy están siendo exportados a la Unión Europea.

Si bien en Chile con la producción masiva de híbridos, el proceso se industrializa y ya no es posible efectuar cuidados individuales, es necesario tener claro que se debe realizar un proceso de engorda a corral no menor a 10-12 meses, con dietas cuidadosamente balanceadas según las tablas de requerimientos editadas por el Ministerio de Agricultura de Japón (Japanese Feeding Standard for Beef Cattle, MAFF, 2000), con un aumento paulatino del tenor energético y un alto resguardo de los betacarotenos, que se encuentra altamente presentes en los forrajes frescos. En Chile actualmente se están usando alimentos como avena, cebada y triticale, además de subproductos.

Debe quedar claro que estos animales no pueden terminarse en praderas, ni aún con suplementación; dado el alto requerimiento energético que demanda la infiltración de grasa y las características organolépticas que las praderas generan en la carne y grasa animal.

Actualmente Chile está abasteciendo al mercado Europeo, a través de un “trading” holandés que distribuye la carne en restaurantes Japoneses en distintos países de la comunidad Europea. Sin embargo el mercado objetivo futuro es Japón dado su alta importación de carnes y alto ingreso per-capita. Cabe destacar la gran ventaja que tiene

Chile para producir esta carne sobre Japón, país que debido a su bajísima superficie de praderas, lo obliga a importar cerca del 80% del alimento para su ganado, tiene costos que fluctúan entre los US\$ 8.000 y 9.500 por animal, mientras que en Chile en cambio el costo de producción no supera los US\$ 700 por cabeza.



Figura 7. Raza Wagyu. (Fuente: yama-beef.com, 1997).



Figura 8. Corte de carne Wagyu. (Fuente: yama-beef.com, 1997).

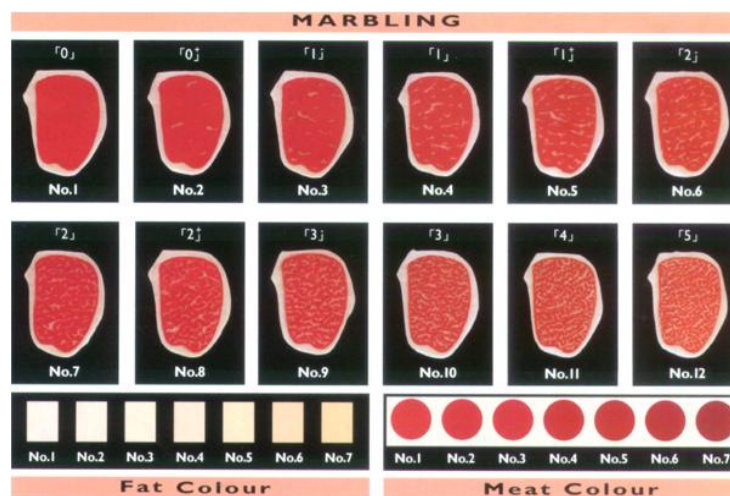


Figura 9. Contenido de grasa intramuscular y color de la grasa.

(Fuente: [www.blackgoldfarm.com.au](http://www.blackgoldfarm.com.au))

## **Características de las Razas Cebú**

Se menciona con el nombre Cebú a todas las razas pertenecientes a la especie *Bos indicus*, las cuales tienen una serie de características comunes que las diferencian de las razas pertenecientes a la especie *Bos taurus* (las habitualmente conocidas en Chile).

Las razas pertenecientes a la especie *Bos indicus* son originarias de la India, lugar donde son considerados como un animal sagrado y han sido venerado por miles de años.

Estos animales se caracterizan por una gran rusticidad manifestada en la tolerancia al calor (debido en gran parte a su capacidad de sudar), resistencia a las plagas, insectos y enfermedades, óptima eficiencia reproductiva, altos rendimientos productivos al convertir eficientemente forrajes toscos, gran habilidad materna y en especial buen temperamento. Además se diferencian claramente por sus características fenotípicas como son su giba dorsal y piel suelta de mucosas pigmentadas. Debido a estas particularidades sus animales se adaptan bastante bien a climas tropicales y subtropicales como el de varios países dentro de Sudamérica como son Brasil (gran exportador de carne), Venezuela, Colombia, Paraguay, algunas zonas del norte de Argentina, Bolivia, Perú y Ecuador.

Dentro de las razas de Cebú algunas de las más destacadas son las siguientes: Brahman, Gyr, Nelore, Guzerá e Indubrazil los cuales se revisarán brevemente a continuación.

### **Brahman**

Esta raza es de origen Norteamericano, específicamente del estado de Texas, donde se obtuvo por medio de cruces de ganado Hindú como Nelore, Guzerá y Red Sindi sobre Hereford principalmente.

Es una raza de porte grande, cabeza ancha, perfil recto, con ojos achinados negros, vivos, salientes y elípticos, bien protegidos por arrugas de piel. Las orejas son vivas de tamaño medio, pabellón externo amplio terminadas en punta redondeada. El cuello es corto y grueso con papada desarrollada. Los cuernos son cortos medianamente gruesos, dirigidos hacia atrás y afuera; la giba es arriñonada mediana bien implantada, dirigida hacia atrás apoyándose en el dorso. Las costillas son arqueadas, el vientre voluminoso denotando una gran capacidad corporal.

Esta raza cuenta con caderas amplias y musculosas, ancas ligeramente inclinadas y su inserción con la cola es alta y fina. La ubre es bien desarrollada, con pezones bien dispuestos lo que revela su capacidad lechera. El color predominante sobre piel pigmentada es el blanco, sin embargo existen también el gris medio, gris oscuro y Brahman Rojo, que en su origen tiene sangre Gyr.

El patrón de peso establecido para el animal macho adulto es de 800 a 1000 kg y 450 a 600 kg para hembra.

Brahman ha sido la raza de carne por excelencia para el trópico con acentuada tolerancia al calor, resiste a las altas temperaturas e infecciones por parásitos externos e internos. Tiene gran capacidad de caminar en busca de agua y sobrevive con forrajes de baja calidad.

Su crecimiento y desarrollo muscular es muy rápido, saliendo para matadero a más corta edad con mayores pesos. Su instinto maternal es muy fuerte, protege sus crías contra enemigos naturales y levantan terneros en excelentes condiciones. Su vida productiva y la de sus cruces son más largas.

Existen cruces con razas como Holstein, Pardo Suizo, Jersey y Normando buscando un aumento en la producción de leche en zonas de trópico bajo. Igualmente se realizan cruces con razas especializadas en carne como Angus, Charolais, Simmental y Limousin como una manera de incrementar la productividad.



Figura 10. Raza Brahman. (Fuente: Asocebu, 2005).

## Gyr

Esta raza es originaria de la península de Kathiawar (provincia de Bombay) en la India, región de clima muy cálido, suelos muy pobres y secos. El primer ganado Gyr en América fue llevado a Brasil, país donde se difundió ampliamente en las provincias centrales y sureñas. Son animales de tamaño mediano, cuerpo bien proporcionado de líneas nítidas y constitución robusta.

El promedio de peso al nacer es de 30 kg para los machos y 25 kg para las hembras, el promedio de peso de las hembras adultas es de 500 kg y de los machos de 800 kg.

Se caracterizan por presentar una cabeza prominente, frente muy amplia y convexa; los cuernos son gruesos, algunas veces retorcidos. Las orejas son muy largas pendulosas y encartuchadas. La giba es grande y en forma de riñón. El prepucio, ombligo y papada son desarrollados y pronunciados. El pelaje varía del rojo castaño al blanco, entremezclado con negro y rojo. (Figura 10).

Estos animales tienen la habilidad para sobrevivir, crecer y reproducirse eficientemente en climas tropicales, resistiendo altas temperaturas, forrajes de baja calidad y enfermedades.

Esta raza se utiliza para producción de carne y de leche, las hembras poseen ubres de buen tamaño, con pezones medianos o grandes, destacándose de las demás razas por su producción de leche y gran docilidad. Por su temperamento lechero son frecuentes sus cruces con razas europeas como Holstein, Jersey y Pardo Suizo, para producir leche en zonas cálidas.

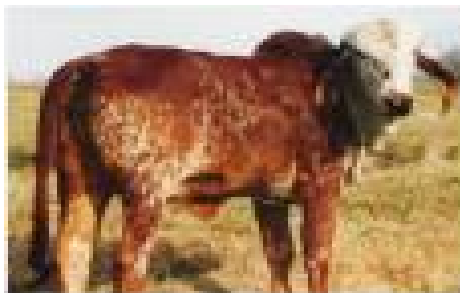


Figura 11. Raza Gyr. (Fuente: Asocebu, 2005).

### **Guzerá**

Esta raza es originaria de la India, específicamente del estado de Bombay, zona de clima cálido, con suelos secos y pobres. Tiene un cuerpo vigoroso, con pecho amplio, lomo recto y giba desarrollada. Presenta cuernos en forma de lira, frente plana o cóncava, ojos elípticos y arrugas en la prominente arcada supraorbitaria. Las orejas son de tamaño mediano y de puntas redondeadas. Esta raza posee una gran capacidad torácica y abdominal con muy buenas masas musculares, su pelaje varía de cenizo claro al muy oscuro, observándose en los tercios anterior y posterior, mayor intensidad de color. El color y las manchas son más claras en las hembras. La piel es fina, con pelos cortos y sedosos. Es una de las razas índicas más pesadas, una vaca adulta pesa entre 500 y 550 kg, y un toro entre 700 y 1000 kilos. (Figura 11).

Esta raza además de su longevidad y rusticidad, se adapta fácilmente a medios adversos, y posee una gran capacidad de crecimiento en pastoreo. Resiste variaciones térmicas de 5 a 45°C, digiere forrajes de baja calidad, convive con garrapatas y otros parásitos. Son buenos productores de carne y también ha demostrado ser una raza productora de leche.



Figura 12. Raza Guzerá. (Fuente: Asocebu, 2005).

### **Nelore**

Esta raza es originaria de India, específicamente de la provincia de Ongole. Tiene un peso al nacer de 30 kg, 175 kg al destete y de 270 kg a los 18 meses.

Su frente es ancha y vista por delante semeja una tapa de ataúd; el perfil es rectilíneo, ojos vivos sobresalientes elípticos casi redondeados. Las orejas son cortas, móviles dirigidas hacia delante y a los lados con el borde inferior recto. Los cuernos son cortos, cónicos, dirigidos hacia atrás con puntas divergentes. Su pelaje es blanco a cenizo claro, fino, corto y sedoso; piel suelta y flexible. El cuello es proporcional al cuerpo, la papada es corta y bífida debajo del maxilar inferior. Tiene un tronco largo, profundo, amplio con costillas arqueadas, largas y separadas entre sí. Sus extremidades son largas y bien sustentadas. (Figura 12).

Destaca su rusticidad, resistencia y capacidad para recorrer largas distancias en busca de comida y adaptabilidad a zonas de altas temperaturas, características que la han llevado a ser la raza más popular de Brasil con alrededor de 90.000.000 de ejemplares. Se recomienda su cruce con razas Europeas especializadas en carne.



Figura 13. Raza Nelore. (Fuente: Asocebu, 2005).

### **Indubrazil**

Esta raza es originaria de Brasil mediante cruces de las razas Gyr, Nelore y Guzerá. Destaca por su elevado porte y gran desarrollo muscular. Su frente es ancha, lisa y sobresaliente; ojos elípticos, entrecerrados, pestañas negras, bien protegidas por arrugas de piel. Sus orejas son largas, perpendiculares con la cara interna mirando hacia delante y la punta se curva hacia adentro.

Los cuernos son de tamaño medio oscuro, dirigidos hacia atrás y arriba, para converger en el centro. Su pelaje fino corto y sedoso varía de color gris claro a medio, siendo los machos más oscuros en la parte anterior y posterior del cuerpo. El cuello es de tamaño medio, musculoso y de implantación armónica con el tronco. El tronco es largo con buena profundidad y amplitud; costillas bien arqueadas. Su giba es desarrollada en forma de riñón. (Figura 13).

Es una raza excelente en producción de carne y se puede cruzar con razas europeas especializadas para mejorar aún más su producción de carne.



Figura 14. Raza Indubrazil. (Fuente: Asocebu, 2005).

### **Agrupación de Razas**

#### **Estimación de factor de ganancia de peso**

Según la composición de cuerpo en cuanto a Energía y Proteína se agrupan las razas en la forma mencionada en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Agrupación de razas según su composición de Proteína y Energía.

Grupo de raza	Razas
Pequeña	Aberdeen Angus
Mediano	Overo Colorado y Negro, Hereford.
Grande	Charolais, Simmental, Limousin

Fuente: Necesidades energéticas y proteicas de los rumiantes, 1996.

Los valores de proteína en gr/kg y energía en Mcal/kg para diferentes pesos de una raza del grupo mediano se pueden observar en el Cuadro 6, donde se aprecia que a medida que aumenta el peso del animal, este va aumentando su contenido de energía, lo que conlleva al mismo tiempo una disminución de su contenido de agua y de proteína. Estos valores de energía y proteína varían de acuerdo al grupo de razas y también según el sexo del animal, esto se muestra en el Cuadro 7, donde se indica en que porcentaje varía la composición de energía y proteína dependiendo del grupo de razas. En este se observa que las razas pequeñas tienen un contenido menor de proteína y mayor de energía que las razas medianas, mientras que con las razas del grupo grande pasa exactamente lo contrario. También podemos observar en el Cuadro 7 que las hembras tienen un 15% más de energía y un 10% menos de proteína que un macho de su misma raza, esto se debe a que las hembras depositan más grasa que los machos.

Cuadro 6. Composición de Proteína y Energía para razas del grupo mediano.

<b>Peso (kg)</b>	<b>Proteína (gr/kg)</b>	<b>Energía (Mcal/kg)</b>
50	203	1,60
75	194	1,71
100	188	1,84
150	180	2,08
200	174	2,32
300	167	2,79
400	162	3,23
500	158	3,66

Fuente: The Nutrient Requirements of Ruminants Livestock, 1980.

Cuadro 7. Factores de corrección de composición de cuerpo por raza y sexo.

	Proteína (%)	Energía (%)
Raza pequeña	-10	+15
Raza grande	+10	-15
Sexo femenino	-10	+15

Fuente: The Nutrient Requirements of Ruminants Livestock, 1980.

Usando los valores del Cuadro 6, junto con los factores de corrección del Cuadro 7, se obtuvieron valores de proteína y energía para los diferentes grupos de raza y sexo (Apéndice 1), donde se puede observar que las hembras medianas y los machos pequeños, al igual que los machos medianos y las hembras grandes caen en un mismo rango de valores en cuanto a composición de cuerpo, de manera que serán analizados conjuntamente quedando la siguiente agrupación indicada en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Agrupación de razas según composición de cuerpo y sexo.

	Macho	Hembra
Aberdeen Angus		XXX
Pequeña	Aberdeen Angus.	Overo Colorado y Negro, Hereford.
Mediano	Overo Colorado y Negro, Hereford.	Charolais, Simmental, Limousin
Grande	Charolais, Simmental, Limousin.	

Fuente: Elaboración propia, 2005.

A partir de los valores ya obtenidos de proteína y energía para los diferentes grupos de razas y sexos, se determinaron las ecuaciones de composición de cuerpo en cuanto a energía y proteína para cada grupo de razas, las cuales se muestran en el Cuadro 9, donde se comprueba que a medida que el peso metabólico aumenta, la composición de proteína disminuye y la de energía aumenta.

Cuadro 9. Composición de proteína y energía para diferentes grupos y sexos de razas.

Grupo y sexo de Raza	Proteína (gr/kg)	Energía (Mcal/kg)
Angus Hembra	$Y = -0,3951 * X + 166,08$	$Y = 0,0316 * X + 1,4454$
Hembra mediana Macho pequeño	$Y = -0,4391 * X + 184,53$	$Y = 0,0275 * X + 1,2569$
Hembra grande Macho mediano	$Y = -0,4879 * X + 205,04$	$Y = 0,0239 * X + 1,0929$
Macho grande	$Y = -0,5367 * X + 225,54$	$Y = 0,0203 * X + 0,929$

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Donde X = Peso Metabólico (peso vivo (kg) ^ 0,75)

A partir de estas ecuaciones se determinó el factor de ganancia de peso para cada grupo de razas, el cual se presenta en el Cuadro 10. Cabe recordar que este factor es un número que permite, a partir de la EN<sub>gp</sub> y del peso vivo del animal, predecir la ganancia de peso por energía diaria que puede tener, diferenciando el tipo de raza y sexo al que pertenecen. A medida que mayor sea este factor, menor será la ganancia de peso por energía, debido a que el denominador de la fórmula de ganancia de peso por energía (EN<sub>gp</sub>/[FGP+(0,3 x EN<sub>gp</sub> + 0,0045 x P.V)]) será mayor, obteniéndose un resultado

general de la fórmula menor. Por lo tanto el Cuadro 10 refleja que las razas del tipo hembra pequeña serán las que tendrán una menor ganancia de peso a igual ENgp, mientras que los ejemplares machos de las razas grandes serán los que obtendrán una mayor ganancia de peso a igual ENgp.

Cuadro 10. Factores de ganancia de peso para cada raza

Tipo de Raza	Factor de ganancia de peso
Macho Grande	1,25
Macho Mediano Hembra Grande	1,50
Hembra Mediana Macho Pequeño	1,75
Angus Hembra	2,00

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Además de los resultados anteriores, el factor de ganancia de peso determinado para la cruce de la raza Wagyu X Angus fue de 2,50; mientras que para las razas Cebuinas fue de 1,50; sin embargo para esta última se determinó un consumo potencial un 13% menor que para el común de las razas occidentales.

Considerando todos los factores de ganancia de peso obtenidos para los grupos de razas que se utilizan en este estudio, tenemos el siguiente resumen que se aprecia en el Cuadro 11, donde se observa que el grupo capaz de tener una mayor ganancia de peso diaria a partir de una misma ENgp, será el de razas grandes; debido a que es el grupo que tiene un factor más bajo. La cruce Wagyu X Angus será la que obtenga una menor ganancia de peso a partir de una misma ENgp, esto debido a que es el grupo con un factor mayor.

Cuadro 11. Resumen del factor de ganancia de peso para cada raza.

<b>Grupo de razas</b>	<b>Factor de ganancia de peso</b>
Grandes	1,25
Medianas	1,50
Cebuinas	1,50
Pequeñas	1,75

Angus hembra	2,00
Wagyu X Angus	2,50

Fuente: Elaboración propia, 2005.

### Estimación de Consumo

En este estudio para la estimación de consumo se considera que el animal consume un factor de 2,85% del peso corporal de materia seca (Commonwealth agricultural bureaux, 1980). No obstante este factor varía de acuerdo con la calidad del alimento, la que está influenciada por la digestibilidad de éste, donde en dietas con un valor calórico menor a 2, el consumo tendrá un factor menor, y cuando la dieta tiene un valor calórico sobre 2 este factor aumentará de manera que la formula a utilizar es la siguiente:

$$\text{Factor de Consumo Materia Seca (\% del Peso vivo)} = 2,85 + (VC - 2,00) * 0,33$$

Donde VC = Valor calórico de la dieta (Mcal EM/kgM.S)

Luego, este factor será dividido en 100 y posteriormente será multiplicado por el peso vivo del animal, determinando de esta forma el consumo de M.S. en kilogramos, resultando de la siguiente forma:

$$\text{Consumo de Materia Seca (kg)} = F.C.M.S * PV / 100$$

$$F.C.M.S = \text{factor de consumo de materia seca}$$

$$PV = \text{Peso vivo}$$

Para el caso de las razas Overo Colorado y Negro al factor de consumo mencionado anteriormente se le aumentará un 5% más debido a su mayor potencial de consumo que las otras razas (Commonwealth agricultural bureaux, 1980), de manera que el factor de consumo para ésta queda de la siguiente forma:

$$\text{Factor de Consumo Materia Seca (\% de Peso vivo)} = (2,85 + (VC - 2,00 * 0,33) * 1,05$$

Donde VC = Valor calórico de la dieta (Mcal EM/kgM.S)

Para el caso de las razas cebuinas al factor de consumo se le restará un 13% menos debido a su menor potencial de consumo calculado en este proyecto de título. De manera que el factor de consumo para éstas queda de la siguiente forma:

$$\text{Factor de Consumo Materia Seca (\%del peso vivo)} = (2,85 + (VC-2,00)*0,33)*0,87$$

Donde VC = Valor calórico de la dieta (Mcal EM/kgM.S)

Estas fórmulas sirven como “herramientas estimativas”, ya que la dinámica del consumo será propia de las características particulares (recursos, espacio, y tiempo) del sistema de producción.

Teniendo en cuenta que las razas cebuinas tienen un consumo potencial menor al de las razas occidentales, y considerando también que la razas Overo Colorado y Negro tienen un consumo potencial mayor al resto de las razas, finalmente se estudiarán las razas separadas según factor de ganancia de peso y según su factor de consumo, de manera que las que tengan un mismo factor de ganancia de peso y factor de consumo, serán caracterizadas cuantitativamente en un mismo grupo. (Cuadro 12)

Cuadro 12. Factor de ganancia de peso y de consumo para cada raza y sexo.

Razas	Factor de ganancia de peso	Factor de consumo de materia seca
Charolais	1,25	$(2,85+(VC-2,00)x0,33)$
Simmental	1,25	$(2,85+(VC-2,00)x0,33)$
Limousin	1,25	$(2,85+(VC-2,00)x0,33)$
Hereford	1,50	$(2,85+(VC-2,00)x0,33)$
Charolais H.	1,50	$(2,85+(VC-2,00)x0,33)$
Simmental H.	1,50	$(2,85+(VC-2,00)x0,33)$
Limousin H.	1,50	$(2,85+(VC-2,00)x0,33)$
Overo Colorado y Negro	1,50	$(2,85+(VC-2,00)x0,33)x1,05$
Brahman	1,50	$(2,85+(VC-2,00)x0,33)x0,87$
Gyr	1,50	$(2,85+(VC-2,00)x0,33)x0,87$
Guzerá	1,50	$(2,85+(VC-2,00)x0,33)x0,87$
Nelore	1,50	$(2,85+(VC-2,00)x0,33)x0,87$
InduBrazil	1,50	$(2,85+(VC-2,00)x0,33)x0,87$
Angus	1,75	$(2,85+(VC-2,00)x0,33)$
Hereford H.	1,75	$(2,85+(VC-2,00)x0,33)$

Overo Colorado y Negro H	1,75	$(2,85+(VC-2,00)\times 0,33)\times 1,05$
Angus H.	2,00	$(2,85+(VC-2,00)\times 0,33)$
Wagyu X Angus	2,50	$(2,85+(VC-2,00)\times 0,33)$

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Nota: VC se refiere a valor calórico de la dieta en Mcal EM/kg M.S.

## Caracterización Cuantitativa de Razas

### Razas Medianas

Dentro de las razas del tipo mediana se encuentran las razas Overo Negro, Colorado y Hereford. Como ya se dijo anteriormente las razas Overo Negro y Colorado serán caracterizadas aparte debido a su mayor potencial de consumo, lo que provoca una secuencia de cálculos diferentes, por lo tanto se caracterizará al Hereford macho y a las hembras del grupo de razas grandes, dentro de las cuales encontramos las razas Charolais, Limousin y Simmental.

Ecuación de densidad Calórica

$$Y = 1,67616417 - 0,00113743 * X1 + 0,89944416 * X2$$

Donde Y = Densidad Calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S)

X1 = Peso vivo del animal (kg)

X2 = Ganancia de peso diaria (kg)

A partir de esta ecuación se puede determinar la densidad calórica del alimento (Mcal EM/kg M.S) que requiere un animal de este grupo de razas, de un cierto peso vivo (kg), para tener una determinada ganancia de peso diaria (kg), estos valores se aprecian en el Cuadro 13, donde podemos notar los siguientes aspectos: -) A medida que aumenta el peso vivo del animal, menor será su exigencia en cuanto a densidad calórica de la dieta para obtener una cierta ganancia de peso, lo cual se explica

por el mayor consumo que tiene un animal de mayor peso. -) A medida que la dieta tiene una mayor concentración calórica, se obtiene una mayor ganancia de peso, esto se debe a que alimentos con una mayor densidad calórica, permiten que el animal tenga una mayor ingesta de Energía metabolizable. -) La diferencia de la densidad calórica de la dieta para que un animal de este grupo de razas pase de ganar 0,50 kg/día, v/s ganar 1,00 kg diario es de aproximadamente 0,45 Mcal EM/kg M.S.

Cuadro 13. Determinación de la densidad calórica (Mcal EM/kgM.S) necesaria para diferentes pesos y ganancias de peso en grupo de razas medianas.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
<b>200</b>	1,89	2,12	2,35	2,57	2,80
<b>250</b>	1,84	2,07	2,29	2,52	2,74
<b>300</b>	1,78	2,01	2,23	2,46	2,68
<b>350</b>	1,73	1,95	2,18	2,40	2,63
<b>400</b>	1,67	1,90	2,12	2,35	2,57
<b>450</b>	1,61	1,84	2,06	2,29	2,51
<b>500</b>	1,56	1,78	2,01	2,23	2,46

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Ejemplo: Para que un novillo Hereford de 400 kg, obtenga una ganancia diaria de 1,00 kg necesita una dieta con una densidad calórica de 2,12 Mcal EM/kg M.S.

Esto está indicando que las raciones para feedlot, donde se espera una ganancia de peso mínima de 1,0 Kg por día, no pueden tener una densidad calórica de menos de 2,0 Mcal EM por Kg de MS.

#### Ecuación de consumo

Se determinó una ecuación que indica el consumo de materia seca en kilogramos que consume un animal de un cierto peso y con una cierta densidad calórica de la dieta.

$$Y = -2,64627 + 1,2375 * X1 + 0,02895672 * X2$$

Donde Y = Consumo (kg M.S./diario)

X1 = Densidad calórica de la dieta (Mcal EM /kg M.S)

X2 = Peso vivo (kg)

A partir de esta ecuación se determinó el consumo de materia seca (kg/día) que debe tener un animal de un cierto peso vivo (kg) y bajo una determinada concentración calórica de la dieta (Mcal EM/kgM.S), para tener una cierta ganancia de peso diaria (kg), el cuál se puede observar en el Cuadro 14, donde se puede apreciar que a medida que el animal aumenta de peso, necesita un consumo mayor para tener una cierta ganancia de peso. También se observa que para tener una mayor ganancia de peso el animal debe tener una mayor disponibilidad de alimento para que este pueda consumir.

Cuadro 14. Determinación de Consumo materia seca (kg/día) en función del peso y la densidad calórica para esa ganancia de peso en grupo de razas medianas.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
200	5,49	5,77	6,05	6,33	6,61
250	6,87	7,15	7,43	7,71	7,98
300	8,94	9,22	9,49	9,77	10,05
350	9,63	9,91	10,18	10,46	10,74
400	11,00	11,28	11,56	11,84	12,12
450	12,38	12,66	12,94	13,22	13,49
500	13,76	14,04	14,32	14,59	14,87

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Nota: Los valores de densidad calórica usados en la ecuación para determinar el Cuadro 14, fueron los obtenidos en el Cuadro 13, que determinaba el valor calórico que necesitaba un animal de cierto peso para obtener una determinada ganancia de peso. De tal forma que para calcular el consumo de materia seca de un animal de 200 kg para que obtenga una ganancia de 0,75 kg diarios, se uso la densidad calórica obtenida para que un animal de 200 kg obtenga una ganancia de 0,75 kg diarios (2,12).

Ejemplo: Para que un novillo Hereford de 450 kg logre una ganancia de 1,00 kg diario con una dieta de una concentración calórica de 2,06 Mcal EM/kg M.S deberá consumir 12,94 kg de materia seca de esa dieta.

## Requerimiento de Energía

Con los valores obtenidos de los Cuadros 13 y 14 se pudo calcular además la cantidad de energía metabolizable (Mcal) que necesita este grupo de razas para que un animal de cierto peso vivo logre tener una cierta ganancia de peso diaria. Este dato toma mucha importancia para poder tener un uso correcto de algunos programas modernos como el AEZORUM, ya que es uno de los datos que pide el programa para poder dar una ración al mínimo costo.

Los valores de requerimiento de energía metabolizable (Mcal) para animales de diferentes pesos y ganancias de pesos en este grupo de razas, se ven a continuación en el Cuadro 15, donde se aprecia que entre mayor sea el peso del animal, mayor requerimiento de energía necesitará para obtener una cierta ganancia de peso. Por otro lado también se puede apreciar que el animal, para obtener una mayor ganancia de peso, necesita mas energía metabolizable, de tal manera que la diferencia de energía metabolizable necesaria entre un animal gane 0,50 kg/día con otro que gana 1 kg diario es de aproximadamente un 37% más.

Cuadro 15. Determinación de requerimiento de energía metabolizable (Mcal/día) para diferentes pesos y ganancias de peso en grupo de razas medianas.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
200	10,43	12,26	14,21	16,28	18,49
250	12,65	14,77	17,02	19,39	21,89
300	14,72	17,14	19,68	22,34	25,13
350	16,63	19,34	22,17	25,13	28,22
400	18,39	21,39	24,52	27,77	31,15
450	19,98	23,28	26,70	30,25	33,92

500	21,43	25,02	28,73	32,57	36,54
-----	-------	-------	-------	-------	-------

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Ejemplo: Un novillo Hereford de 400 kg para obtener una ganancia de 0,75 kg diarios necesitará 21,39 Mcal de energía metabolizable en forma diaria.

### Factor de Consumo

Por último se determinó una ecuación para determinar el factor de consumo de materia seca, el cual esta directamente relacionado con el valor calórico del alimento:

$$Y = 2,19 + 0,33 * X$$

Donde Y = Factor de consumo de materia seca

X = Densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S)

Con esta ecuación se puede determinar qué porcentaje de su peso vivo consumirá el animal en kg M.S/día. El Cuadro 16 muestra como varía el factor de consumo a medida que cambia la densidad calórica de la dieta, donde se observa que hay una relación positiva entre estas. Esto se debe a que una baja densidad calórica del alimento provoca un rápido llenado del rumen debido a su mayor contenido de fibra cruda y fibra detergente neutro, lo que provoca una disminución del consumo.

Cuadro 16. Factor de consumo para diferentes densidades calóricas.

<b>Valor Calórico</b>	<b>Factor de consumo</b>
1,50	2,69
1,60	2,72
1,70	2,75
1,80	2,78
1,90	2,82
2,00	2,85
2,10	2,88
2,20	2,92
2,30	2,95
2,40	2,98
2,50	3,02
2,60	3,05
2,70	3,08
2,80	3,11

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Nota: Valor calórico expresado en Mcal EM/kg M.S y el factor de consumo en porcentaje del peso vivo del animal que consumirá de materia seca.

Ejemplo: Un animal de 300 Kg que consume una dieta con un valor calórico de 2,00 Mcal EM/kg M.S consumiría un 2,85% de su peso vivo, vale decir 8,55 kg de M.S.

Estos valores de Factor de consumo se repetirán en todos los grupos de razas con excepción de las razas Overo Negro y Colorado y las de tipo cebú, en las cuales se analizará nuevamente el factor de consumo.

### **Razas Grandes**

Dentro del grupo de las razas grandes se encuentran los ejemplares machos de Charolais, Simmental y Limousin.

### **Ecuación de Densidad Calórica**

$$Y = 1,63648524 - 0,00106713 * X1 + 0,86904919 * X2$$

Donde Y = Densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S)

X1= Peso vivo del animal (kg)

X2= Ganancia de peso diario (kg)

A partir de esta ecuación se puede determinar la densidad calórica del alimento (Mcal EM/kg M.S) que requiere un animal de este grupo de razas, de un cierto peso vivo (kg), para tener una determinada ganancia de peso diaria (kg), estos valores se muestran en el Cuadro 17, donde se pueden apreciar los siguientes aspectos.

-) A medida que aumenta el peso vivo del animal, menor será su exigencia en cuanto a densidad calórica de la dieta para obtener una cierta ganancia de peso, lo cual se explica por el mayor consumo que tiene un animal de mayor peso.

-) A medida que la dieta tiene una mayor densidad calórica, se obtienen mayores ganancias de peso, esto se debe a que los alimentos con una mayor densidad calórica, permiten que el animal tenga una mayor ingesta de energía metabolizable.

-) La diferencia de la densidad calórica de la dieta para que un animal de este grupo de razas pase de ganar 0,50 kg/día v/s ganar 1,00 kg/día es de aproximadamente 0,44 Mcal EM/kg M.S.

Cuadro 17. Determinación de la densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kgM.S) necesaria para diferentes pesos y ganancias de peso en grupo de razas grandes.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
200	1,86	2,07	2,29	2,51	2,73
250	1,80	2,02	2,24	2,46	2,67
300	1,75	1,97	2,19	2,40	2,62
350	1,70	1,91	2,13	2,35	2,57
400	1,64	1,86	2,08	2,30	2,51
450	1,59	1,81	2,03	2,24	2,46
500	1,54	1,75	1,97	2,19	2,41

Fuente: Elaboración propia, 2005

Ejemplo: Para que un novillo Charolais de 400 kg, obtenga una ganancia diaria de 1,00 kg necesita una dieta con una concentración calórica de 2,08 Mcal EM/Kg M.S.

### Ecuación de Consumo

$$Y = -2,64627 + 1,2375 * X1 + 0,02895672 * X2$$

Donde Y = Consumo (kg M.S/diario)

X1 = Densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S)

X2 = Peso vivo (kg)

A partir de esta ecuación se determinó el consumo de materia seca (kg/día) que debe tener un animal de un cierto peso vivo (kg) y bajo una determinada densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S), para tener una cierta ganancia de peso diaria (kg), el cuál se puede observar en el Cuadro 18, donde se puede apreciar que a medida que el animal aumenta de peso, necesita un consumo mayor para tener una cierta ganancia de peso. También se observa que para tener una mayor ganancia de peso el animal debe tener una mayor disponibilidad de alimento para que este pueda consumir.

Cuadro 18. Determinación de consumo de materia seca (kg/día) en función del peso y la densidad calórica para esa ganancia de peso en grupo de razas grandes.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
200	5,44	5,71	5,98	6,25	6,52
250	6,83	7,09	7,36	7,63	7,90
300	8,21	8,48	8,75	9,01	9,28
350	9,59	9,86	10,13	10,40	10,66
400	10,97	11,24	11,51	11,78	12,05
450	12,35	12,62	12,89	13,16	13,43
500	13,73	14,00	14,27	14,54	14,81

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Nota: Los valores de densidad calórica usados en la ecuación para determinar el Cuadro 18 fueron los obtenidos en el Cuadro 17, que determinaba el valor calórico que necesitaba un animal de cierto peso para obtener una determinada ganancia de peso. De tal forma que para calcular el consumo de materia seca de un animal de 300 kg obtenga una ganancia de 1,00 kg diario, se usó la densidad calórica obtenida para que un animal de 300 kg obtenga una ganancia de 1,00 kg (2,19).

Ejemplo: Para que un novillo Simmental de 400 kg logre una ganancia de 1,00 kg diario con una dieta de una densidad calórica de 2,08 Mcal EM/kgM.S deberá consumir 11,51 kg M.S de esa dieta al día.

### Requerimiento de Energía

Con los valores obtenidos de los Cuadros 17 y 18 se calculó la cantidad de energía metabolizable (Mcal) que necesita este grupo de razas para que un animal de cierto peso vivo logre tener una cierta ganancia de peso diaria. Estos valores se ven a continuación en el Cuadro 19, donde se aprecia que entre mayor sea el peso del animal, mayor requerimiento de energía necesitará para obtener una cierta ganancia de peso. Por otro lado también se puede apreciar que el animal, para obtener una mayor ganancia de peso, necesita mas energía metabolizable, de tal manera que la diferencia de energía metabolizable necesaria entre un animal que gana 0,75kg/día con otro que gana 1 kg diario es de aproximadamente un 15%.

Cuadro 19. Determinación de requerimiento de energía metabolizable (Mcal/día) para diferentes pesos y ganancias de peso en grupo de razas grandes.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
200	10,11	11,85	13,71	15,68	17,78
250	12,32	14,34	16,48	18,74	21,12
300	14,37	16,68	19,11	21,66	24,32
350	16,28	18,88	21,59	24,42	27,37
400	18,04	20,92	23,92	27,04	30,28
450	19,65	22,82	26,11	29,51	33,03
500	21,12	24,57	28,14	31,83	35,64

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Ejemplo: Un novillo Charolais de 350 kg para obtener una ganancia de 0,50 kg diarios necesita 16,28 Mcal de energía metabolizable por día.

Esto indica que las raciones para animales de 400 kg en feedlot, donde se espera una ganancia mínima de peso de 1,00 kg/día, no pueden tener una ingesta menor de 23 Mcal/día.

### **Grupo de Razas Pequeñas**

Dentro del grupo de las razas pequeñas se encuentran los ejemplares machos de Aberdeen Angus, y las hembras de la Raza Hereford.

Ecuación de Densidad Calórica

$$Y = 1,71088171 - 0,0011981 * X1 + 0,92956716 * X2$$

Donde Y = Densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S)

X1 = Peso vivo del animal (kg)

X2 = Ganancia de peso diaria (kg)

A partir de esta ecuación se puede determinar la densidad calórica del alimento (Mcal EM/kg M.S) que requiere un animal de este grupo de razas, de un cierto peso vivo (kg), para tener una determinada ganancia de peso diaria (kg), estos valores se muestran en el Cuadro 20, donde se pueden apreciar los siguientes aspectos.

-) A medida que aumenta el peso vivo del animal, menor será su exigencia en cuanto a densidad calórica de la dieta para obtener una cierta ganancia de peso, lo cuál se explica por el mayor consumo que tiene un animal de mayor peso.

-) A medida que la dieta tiene una mayor densidad calórica, se obtienen mayores ganancias de peso, esto se debe a que alimentos con una mayor densidad calórica, permiten que el animal tenga una mayor ingesta de energía metabolizable.

-) La diferencia de la densidad calórica de la dieta para que un animal de este grupo de razas pase de ganar 0,50 kg/día v/s ganar 1,25 kg/día es de aproximadamente 0,70 Mcal EM/kg M.S.

Cuadro 20. Determinación de la densidad calórica (Mcal EM/kgM.S) necesaria para diferentes pesos y ganancias de peso en grupo de razas pequeñas.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
200	1,94	2,17	2,40	2,63	2,87
250	1,88	2,11	2,34	2,57	2,81
300	1,82	2,05	2,28	2,51	2,75
350	1,76	1,99	2,22	2,45	2,69
400	1,70	1,93	2,16	2,39	2,63
450	1,64	1,87	2,10	2,33	2,57
500	1,58	1,81	2,04	2,27	2,51

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Ejemplo: Para que un novillo Angus de 400 kg obtenga una ganancia diaria de 1,00 kg necesita una dieta con una densidad calórica de 2,16 Mcal EM/kg M.S.

Ecuación de consumo

$$Y = -2,64627 + 1,2375 * X1 + 0,02895672 * X2$$

Donde Y = Consumo (kg M.S/ diario)

X1 = Densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S)

X2 = Peso vivo (kg)

A partir de esta ecuación se determinó el consumo de materia seca (kg/día) que debe tener un animal de un cierto peso vivo (kg) y bajo una determinada densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S), para tener una cierta ganancia de peso diaria (kg), el cuál se puede observar en el Cuadro 21, donde se puede apreciar que a medida

que el animal aumenta de peso, necesita un consumo mayor para tener una cierta ganancia de peso. También se observa que para tener una mayor ganancia de peso el animal debe tener una mayor disponibilidad de alimento para que este pueda consumir.

Cuadro 21. Determinación de consumo de materia seca (kg/día) en función del peso y la densidad calórica para esa ganancia de peso en grupo de razas pequeñas.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
200	5,54	5,83	6,12	6,40	6,69
250	6,91	7,20	7,49	7,78	8,07
300	8,29	8,58	8,86	9,15	9,44
350	9,66	9,95	10,24	10,52	10,81
400	11,04	11,32	11,61	11,90	12,19
450	12,41	12,70	12,98	13,27	13,56
500	13,78	14,07	14,36	14,65	14,93

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Nota: Los valores de densidad calórica usados en la ecuación para determinar el Cuadro 21 fueron los obtenidos en el Cuadro 20 que determinaba la densidad calórica que necesitaba un animal de cierto peso para obtener una determinada ganancia de peso. De tal forma que para calcular el consumo de materia seca de un animal de 300 kg obtenga una ganancia de 0,75 kg diario, se usó la densidad calórica obtenida para que un animal de 300 kg obtenga una ganancia de 0,75 kg (2,05).

Ejemplo: Para que un novillo Angus de 300 kg logre una ganancia de 0,75 kg diario con una dieta de una concentración calórica de 2,05 Mcal EM/kg M.S deberá consumir 8,58 kg de materia seca de esa dieta al día.

### Requerimiento de Energía

A continuación en el Cuadro 22, se muestra un cuadro que indica la cantidad de energía metabolizable que necesita un animal de este grupo de razas con un peso determinado para lograr una cierta ganancia de peso. Donde se aprecia que entre mayor sea el peso del animal, mayor requerimiento de energía necesitará para obtener una cierta ganancia de peso. Por otro lado también se puede apreciar que el animal, para obtener una mayor ganancia de peso, necesita más energía metabolizable, de tal manera

que la diferencia de energía metabolizable necesaria entre un animal que gana 0,5 kg/día con otro que gana 1,50 kg diario es de aproximadamente un 75%.

Cuadro 22. Determinación de requerimiento de energía metabolizable (Mcal/día) para diferentes pesos y ganancias de peso en grupo de razas pequeñas.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
<b>200</b>	10,73	12,64	14,68	16,86	19,17
<b>250</b>	12,97	15,19	17,53	20,01	22,63
<b>300</b>	15,05	17,57	20,22	23,00	25,92
<b>350</b>	16,97	19,79	22,74	25,82	29,04
<b>400</b>	18,72	21,84	25,09	28,48	32,00
<b>450</b>	20,31	23,73	27,28	30,97	34,80
<b>500</b>	21,73	25,45	29,31	33,30	37,43

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Ejemplo: Un novillo Angus de 400 kg para obtener una ganancia de 1,25 kg diarios necesitará 28,48 Mcal de energía metabolizable en forma diaria.

### **Aberdeen Angus Hembra**

### Ecuación de densidad Calórica

$$Y = 1,7415426 - 0,00125096 * X1 + 0,95945255 * X2$$

Donde Y = Valor Calórico de la dieta (Mcal EM/kg M.S)

X1 = Peso vivo del animal (kg)

X2 = Ganancia de peso diaria (kg)

A partir de esta ecuación se puede determinar la densidad calórica del alimento (Mcal EM/kg M.S) que requiere una vaquilla Aberdeen Angus, de un cierto peso vivo (kg), para tener una determinada ganancia de peso diaria (kg), estos valores se muestran el en Cuadro 23, donde se pueden apreciar los siguientes aspectos:

- ) A medida que aumenta el peso vivo del animal, menor será su exigencia en cuanto a densidad calórica de la dieta para obtener una cierta ganancia de peso, lo cuál se explica por el mayor consumo que tiene un animal de mayor peso.
- ) A medida que la dieta tiene una mayor densidad calórica, se obtienen mayores ganancias de peso, esto se debe a que alimentos con una mayor densidad calórica, permiten que el animal tenga una mayor ingesta de energía metabolizable.
- ) La diferencia de la densidad calórica de la dieta para que una vaquilla Angus pase de ganar 0,50 kg/día v/s ganar 1,50 kg/día es de aproximadamente 1,00 Mcal EM/kg M.S.

Cuadro 23. Determinación de la densidad calórica necesaria (Mcal EM/kg M.S) para diferentes pesos y ganancias de peso en Angus hembra.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
<b>200</b>	1,97	2,21	2,45	2,69	2,93
<b>250</b>	1,91	2,15	2,39	2,63	2,87
<b>300</b>	1,85	2,09	2,33	2,57	2,81
<b>350</b>	1,78	2,02	2,26	2,50	2,74
<b>400</b>	1,72	1,96	2,20	2,44	2,68

<b>450</b>	1,66	1,90	2,14	2,38	2,62
<b>500</b>	1,60	1,84	2,08	2,32	2,56

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Ejemplo: Para que una vaquilla Angus de 300 kg, obtenga una ganancia diaria de 0,75 kg necesita una dieta con una densidad calórica de 2,09 Mcal EM/kg M.S.

#### Ecuación de consumo

$$Y = -2,64627 + 1,2375 * X1 + 0,02895672 * X2$$

Donde Y = Consumo (kg M.S/ diario)

X1 = Densidad calórica de la dieta (Mcal EM/ kg M.S)

X2 = Peso vivo (kg)

A partir de esta ecuación se determinó el consumo de materia seca (kg/día) que debe tener un animal de este grupo de razas de un cierto peso vivo (kg) y bajo una determinada densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S), para tener una cierta ganancia de peso diaria (kg), el cuál se puede observar en el Cuadro 24, donde se puede apreciar que a medida que el animal aumenta de peso, necesita un consumo mayor para tener una cierta ganancia de peso. También se observa que para tener una mayor ganancia de peso el animal debe tener una mayor disponibilidad de alimento para que este pueda consumir.

Cuadro 24. Determinación de consumo de materia seca (kg/día) en función del peso y la densidad calórica para esa ganancia de peso en Angus hembra.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
<b>200</b>	5,58	5,88	6,18	6,48	6,77
<b>250</b>	6,96	7,25	7,55	7,85	8,14
<b>300</b>	8,33	8,62	8,92	9,22	9,51
<b>350</b>	9,70	9,99	10,29	10,59	10,88
<b>400</b>	11,07	11,36	11,66	11,96	12,25
<b>450</b>	12,44	12,73	13,03	13,33	13,62
<b>500</b>	13,81	14,10	14,40	14,70	14,99

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Nota: Los valores de densidad calórica usados en la ecuación para determinar el Cuadro 24 fueron los obtenidos en el Cuadro 23 que determinaba el valor calórico que necesitaba un animal de cierto peso para obtener una determinada ganancia de peso. De tal forma que para calcular el consumo de materia seca de un animal de 400 kg para que obtenga una ganancia de 1,00 kg diario, se usó la densidad calórica obtenida para que un animal de 400 kg obtenga una ganancia de 1,00 kg (2,20).

Ejemplo: Para que una vaquilla Angus de 250 kg logre una ganancia de 0,50 kg diarios con una dieta de una concentración calórica de 1,91 Mcal EM/kg M.S deberá consumir 6,96 kg de materia seca de esa dieta.

### Requerimiento de Energía

A continuación se mostrará el Cuadro 25 que indica la cantidad de energía metabolizable que necesita una vaquilla Aberdeen Angus con un peso determinado para lograr una cierta ganancia de peso. En éste Cuadro se aprecia que entre mayor sea el peso del animal, mayor requerimiento de energía necesitará para obtener una cierta ganancia de peso. Por otro lado también se puede apreciar que el animal, para obtener una mayor ganancia de peso, necesita más energía metabolizable, de tal manera que la diferencia de energía metabolizable necesaria entre un animal que gana 0,50kg/día con otro que gana 1,00 kg diario es de aproximadamente un 37%.

Cuadro 25. Determinación de requerimiento de energía metabolizable (Mcal/día) para diferentes pesos y ganancias de peso en Angus hembra.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
200	11,01	13,00	15,14	17,42	19,84
250	13,27	15,58	18,03	20,62	23,35
300	15,37	17,98	20,74	23,64	26,69
350	17,29	20,22	23,29	26,50	29,85
400	19,04	22,28	25,66	29,18	32,84
450	20,62	24,17	27,86	31,69	35,66
500	22,03	25,89	29,89	34,03	38,31

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Ejemplo: Una vaquilla Angus de 200 kg para obtener una ganancia de 1,00kg diario necesitará 15,14 Mcal de energía metabolizable en forma diaria.

### **Overo Colorado y Negro**

Como se mencionó anteriormente estas razas serán estudiadas en forma separada debido a tener un consumo superior al resto. Siguiendo la bibliografía se usará en este estudio un consumo un 5% mayor a los demás grupos.

Ecuación de densidad Calórica

$$Y = 1,62871192 - 0,00114164 * X1 + 0,8954021 * X2$$

Donde Y = Densidad Calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S).

X1 = Peso vivo del animal (kg).

X2 = Ganancia de peso diaria (kg).

A partir de esta ecuación se puede determinar la densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S) que requiere un animal de esta raza, de un cierto peso vivo (kg),

para tener una determinada ganancia de peso diaria (kg), estos valores se muestran el en Cuadro 26, donde se pueden apreciar los siguientes aspectos.

-) A medida que aumenta el peso vivo del animal, menor será su exigencia en cuanto a densidad calórica de la dieta para obtener una cierta ganancia de peso, lo cuál se explica por el mayor consumo que tiene un animal de mayor peso.

-) A medida que la dieta tiene una mayor densidad calórica, se obtienen mayores ganancias de peso, esto se debe a que alimentos con una mayor densidad calórica, permiten que el animal tenga una mayor ingesta de energía metabolizable.

-) La diferencia de la densidad calórica de la dieta para que un animal de este grupo de razas pase de ganar 0,50 kg/día v/s ganar 1,00 kg/día es de aproximadamente 0,45 Mcal EM/kg M.S.

Cuadro 26. Determinación de la densidad calórica (Mcal EM/kgM.S) necesaria para diferentes pesos y ganancias de peso en Overo Colorado y Negro.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
200	1,85	2,07	2,30	2,52	2,74
250	1,79	2,02	2,24	2,46	2,69
300	1,73	1,96	2,18	2,41	2,63
350	1,68	1,90	2,12	2,35	2,57
400	1,62	1,84	2,07	2,29	2,52
450	1,56	1,79	2,01	2,23	2,46
500	1,51	1,73	1,95	2,18	2,40

Fuente: elaboración propia, 2005.

Ejemplo: Para que un novillo Clavel Alemán de 400 kg, obtenga una ganancia diaria de 1,00 kg necesita una dieta con una concentración calórica de 2,07 Mcal EM/kg M.S.

Ecuación de consumo

$$Y = -2,7785835 + 1,299375 * X1 + 0,03040456 * X2$$

Donde Y = Consumo (kg M.S/ diario)

X1 = Densidad Calórica (Mcal EM/ kg M.S)

X2 = Peso vivo (kg)

A partir de esta ecuación se determinó el consumo de materia seca (kg/día) que debe tener un animal de esta raza de un cierto peso vivo (kg) y bajo una determinada densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S), para tener una cierta ganancia de peso diaria (kg), el cuál se puede observar en el Cuadro 27, donde se puede apreciar que a medida que el animal aumenta de peso, necesita un consumo mayor para tener una cierta ganancia de peso. También se observa que para tener una mayor ganancia de peso el animal debe tener una mayor disponibilidad de alimento para que este pueda consumir.

Cuadro 27. Determinación de consumo de materia seca (kg/día) en función del peso y la densidad calórica para esa ganancia de peso en Overo Colorado y Negro.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
200	5,70	5,99	6,29	6,58	6,87
250	7,15	7,44	7,73	8,02	8,31
300	8,60	8,89	9,18	9,47	9,76
350	10,04	10,33	10,62	10,91	11,21
400	11,49	11,78	12,07	12,36	12,65
450	12,93	13,23	13,52	13,81	14,10
500	14,38	14,67	14,96	15,25	15,54

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Nota: Los valores de densidad calórica usados en la ecuación para determinar el Cuadro 27 fueron los obtenidos en el Cuadro 26 que determinaba la densidad calórica que necesitaba un animal de cierto peso para obtener una determinada ganancia de peso. De tal forma que para calcular el consumo de materia seca de un animal de 400 kg que obtiene una ganancia de 1,00 kg diario, se usó la densidad calórica obtenida para que un animal de 400 kg obtenga una ganancia de 1,00 kg (2,07).

Ejemplo: Para que un novillo Clavel Alemán de 350 kg logre una ganancia de 1,25 kg diario con una dieta de una densidad calórica de 2,35 Mcal EM/kg M.S deberá consumir 10,91 kg de materia seca de esa dieta al día.

## Requerimiento de Energía

A continuación se muestra el Cuadro 28, que indica la cantidad de energía metabolizable que necesita un animal de esta raza con un peso determinado para lograr una cierta ganancia de peso. En éste Cuadro se aprecia que entre mayor sea el peso del animal, mayor requerimiento de energía necesitará para obtener una cierta ganancia de peso. Por otro lado también se puede apreciar que el animal, para obtener una mayor ganancia de peso, necesita una mayor cantidad de energía metabolizable, de tal manera que la diferencia de energía metabolizable necesaria entre un animal que gana 0,50kg/día con otro que gana 1,25 kg diario es de aproximadamente un 53%.

Cuadro 28. Determinación de requerimiento de energía metabolizable (Mcal/día) para diferentes pesos y ganancias de peso en Overo Colorado y Negro.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	<b>0,50</b>	<b>0,75</b>	<b>1,00</b>	<b>1,25</b>	<b>1,50</b>
<b>200</b>	10,54	12,42	14,43	16,57	18,84
<b>250</b>	12,81	14,99	17,31	19,76	22,33
<b>300</b>	14,91	17,40	20,02	22,78	25,66
<b>350</b>	16,84	19,64	22,57	25,63	28,83
<b>400</b>	18,61	21,72	24,96	28,33	31,82
<b>450</b>	20,22	23,63	27,18	30,85	34,66
<b>500</b>	21,65	25,38	29,23	33,21	37,32

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Ejemplo: Un novillo Clavel Alemán de 400 kg para obtener una ganancia de 0,75 kg diarios necesitará 21,72 Mcal de energía metabolizable en forma diaria.

## Factor de Consumo

La ecuación para determinar el factor de consumo (porcentaje del peso vivo del animal que consume de materia seca) es diferente para estas razas debido a su mayor consumo potencial, de manera que la ecuación queda de la siguiente manera:

$$Y = 2,2995 + 0,3465 * X$$

Donde Y = Factor de consumo de materia seca

X = Densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S)

Con esta ecuación se puede determinar qué porcentaje de su peso vivo consumirá el animal en kg M.S/día. El Cuadro 29 muestra como varía el factor de consumo a medida que cambia la densidad calórica de la dieta, donde se observa que hay una relación positiva entre estas.

Cuadro 29. Determinación del factor de consumo para diferentes densidades calóricas en Overo Colorado y Negro.

Densidad calórica de la dieta	Factor de consumo
1,50	2,82
1,60	2,85
1,70	2,89
1,80	2,92
1,90	2,96
2,00	2,99
2,10	3,03
2,20	3,06
2,30	3,10
2,40	3,13
2,50	3,17
2,60	3,20
2,70	3,24
2,80	3,27

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Nota: La densidad calórica está expresada en Mcal EM/kg M.S y el factor de consumo esta expresado en porcentaje del peso vivo del animal que consumirá en kilos de materia seca.

Ejemplo: Un Clavel Alemán de 400 kg que consume una dieta con una densidad calórica de 2,50 Mcal EM/kg M.S consumirá un 3,17% de su peso vivo, vale decir 12,68 kg de M.S.

Nota: Estos valores de factor de consumo se repetirán para los ejemplares hembras de Overo Colorado y Negro.

### **Overo Colorado y Negro Hembra**

Ecuación de densidad calórica

$$Y = 1,66600567 - 0,00120432 * X1 + 0,92338868 * X2$$

Donde Y = Densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S)

X1 = Peso vivo del animal (kg)

$$X2 = \text{Ganancia de peso diaria (kg)}$$

A partir de esta ecuación se puede determinar la densidad calórica del alimento (Mcal EM/kg M.S) que requiere un ejemplar hembra de esta raza, de un cierto peso vivo (kg), para tener una determinada ganancia de peso diaria (kg), estos valores se muestran el en Cuadro 30, donde se pueden apreciar los siguientes aspectos.

-) A medida que aumenta el peso vivo del animal, menor será su exigencia en cuanto a densidad calórica de la dieta para obtener una cierta ganancia de peso, lo cuál se explica por el mayor consumo que tiene un animal de mayor peso.

-) A medida que la dieta tiene una mayor densidad calórica, se obtienen mayores ganancias de peso, esto se debe a que alimentos con una mayor densidad calórica, permiten que el animal tenga una mayor ingesta de energía metabolizable.

-) La diferencia de la densidad calórica de la dieta para que un ejemplar hembra de esta raza pase de ganar 0,50 kg/día v/s ganar 1,25 kg/día es de aproximadamente 0,69 Mcal EM/kg M.S.

Cuadro 30. Determinación de la densidad calórica (Mcal EM/kgM.S) necesaria para diferentes pesos y ganancias de peso en Overo Colorado y Negro hembra.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
200	1,89	2,12	2,35	2,58	2,81
250	1,83	2,06	2,29	2,52	2,75
300	1,77	2,00	2,23	2,46	2,69
350	1,71	1,94	2,17	2,40	2,63
400	1,65	1,88	2,11	2,34	2,57
450	1,59	1,82	2,05	2,28	2,51
500	1,53	1,76	1,99	2,22	2,45

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Ejemplo: Para que una vaquilla Clavel Alemán de 300 kg obtenga una ganancia diaria de 1,00 kg necesita una dieta con una densidad calórica de 2,23 Mcal EM/kg M.S.

### Ecuación de consumo

$$Y = -2,7785835 + 1,299375 * X1 + 0,03040456 * X2$$

Donde Y = Consumo (kg M.S/ día)

X1 = Densidad calórica de la dieta (Mcal EM/ kg M.S)

X2 = Peso vivo (kg)

A partir de esta ecuación se determinó el consumo de materia seca (kg/día) que debe tener una vaquilla Overo Colorado y Negro de un cierto peso vivo (kg) y bajo una determinada densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S), para tener una cierta ganancia de peso diaria (kg), el cuál se puede observar en el Cuadro 31, donde se puede apreciar que a medida que el animal aumenta de peso, necesita un consumo mayor para tener una cierta ganancia de peso. También se observa que para tener una mayor ganancia de peso el animal debe tener una mayor disponibilidad de alimento para que este pueda consumir.

Cuadro 31. Determinación de consumo de materia seca (kg/día) en función del peso y la densidad calórica para esa ganancia de peso en Overo Colorado y Negro hembra.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
200	5,75	6,05	6,35	6,65	6,95
250	7,20	7,50	7,80	8,10	8,40
300	8,64	8,94	9,24	9,54	9,84
350	10,08	10,38	10,68	10,98	11,28
400	11,52	11,82	12,12	12,42	12,72
450	12,96	13,26	13,56	13,86	14,16
500	14,41	14,71	15,01	15,31	15,61

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Nota: Los valores de densidad calórica usados en la ecuación para determinar el Cuadro 31 fueron los obtenidos en el Cuadro 30 que determinaba el valor calórico que necesitaba un animal de cierto peso para obtener una determinada ganancia de peso. De tal forma que para calcular el consumo de materia seca de un animal de 200 kg para que obtenga una ganancia de 0,50 kg diarios, se usó la densidad calórica obtenida para que un animal de 200 kg obtenga una ganancia de 0,50 kg (1,89).

Ejemplo: Para que una vaquilla Clavel alemán de 400 kg logre una ganancia de 1,00 kg diario con una dieta de una densidad calórica de 2,11 Mcal EM/kg M.S. deberá consumir 12,12 kg de materia seca de esta dieta al día.

### Requerimiento de Energía

A continuación se muestra el Cuadro 32, que indica la cantidad de energía metabolizable que necesita esta raza con un peso determinado para lograr una cierta ganancia de peso. En éste Cuadro se aprecia que entre mayor sea el peso del animal, mayor requerimiento de energía necesitará para obtener una cierta ganancia de peso. Por otro lado también se puede apreciar que el animal, para obtener una mayor ganancia de peso, necesita más energía metabolizable, de tal manera que la diferencia de energía metabolizable necesaria entre un animal que gana 0,75kg/día con otro que gana 1,25 kg diario es de aproximadamente un 33%.

Cuadro 32. Determinación de requerimiento de energía metabolizable (Mcal/día) para diferentes pesos y ganancias de peso en Overo Colorado y Negro hembra.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
200	10,86	12,82	14,92	17,16	19,54
250	13,14	15,42	17,84	20,39	23,09
300	15,26	17,85	20,58	23,45	26,46
350	17,20	20,11	23,15	26,34	29,66
400	18,96	22,19	25,55	29,05	32,69
450	20,56	24,10	27,77	31,59	35,54
500	21,98	25,83	29,82	33,95	38,22

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Ejemplo: Una vaquilla Clavel Alemán de 300 kg para obtener una ganancia de 0,75 kg diarios necesitará 17,85 Mcal de energía metabolizable en forma diaria.

## **Cruza Wagyu X Angus**

Ecuación de densidad Calórica

$$Y = 1,79330494 - 0,00133854 * X1 + 1,01862107 * X2$$

Donde Y = Densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S)

X1 = Peso vivo del animal (kg).

X2 = Ganancia de peso diaria (kg).

A partir de esta ecuación se puede determinar la densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S) que requiere un ejemplar hembra de esta raza, de un cierto peso vivo (kg), para tener una determinada ganancia de peso diaria (kg), estos valores se muestran en el Cuadro 33, donde se pueden apreciar los siguientes aspectos.

-) A medida que aumenta el peso vivo del animal, menor será su exigencia en cuanto a densidad calórica de la dieta para obtener una cierta ganancia de peso, lo cuál se explica por el mayor consumo que tiene un animal de mayor peso.

-) A medida que la dieta tiene una mayor densidad calórica, se obtienen mayores ganancias de peso, esto se debe a que alimentos con una mayor densidad calórica, permiten que el animal tenga una mayor ingesta de energía metabolizable.

-) La diferencia de la densidad calórica de la dieta para que un animal de este grupo de razas pase de ganar 0,50 kg/día v/s ganar 1,00 kg/día es de aproximadamente 0,51 Mcal EM/kg M.S.

Cuadro 33. Determinación de la densidad calórica (Mcal EM/kgM.S) necesaria para diferentes pesos y ganancias de peso en cruce de Wagyu x Angus.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
200	2,03	2,29	2,54	2,80	3,05
250	1,97	2,22	2,48	2,73	2,99
300	1,90	2,16	2,41	2,67	2,92
350	1,83	2,09	2,34	2,60	2,85
400	1,77	2,02	2,28	2,53	2,79
450	1,70	1,95	2,21	2,46	2,72
500	1,63	1,89	2,14	2,40	2,65

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Ejemplo: Para que un novillo Angus de 350 kg obtenga una ganancia diaria de 1,00 kg necesita una dieta con una densidad calórica de 2,34 Mcal EM/kg M.S.

Ecuación de consumo

$$Y = -2,64627 + 1,2375 * X1 + 0,02895672 * X2$$

Donde Y = Consumo (kg M.S/diario).

X1 = Densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S).

X2 = Peso vivo (kg).

A partir de esta ecuación se determinó el consumo de materia seca (kg/día) que debe tener un animal de este grupo de razas de un cierto peso vivo (kg) y bajo una determinada densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S), para tener una cierta ganancia de peso diaria (kg), el cuál se puede observar en el Cuadro 34, donde se puede

apreciar que a medida que el animal aumenta de peso, necesita un consumo mayor para tener una cierta ganancia de peso. También se observa que para tener una mayor ganancia de peso el animal debe tener una mayor disponibilidad de alimento para que este pueda consumir.

Cuadro 34. Determinación de consumo de materia seca (kg/día) en función del peso y la densidad calórica para esa ganancia de peso en cruce de Wagyu x Angus.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
200	5,66	5,98	6,29	6,61	6,92
250	7,03	7,34	7,66	7,97	8,29
300	8,39	8,71	9,02	9,34	9,65
350	9,76	10,07	10,39	10,70	11,02
400	11,12	11,44	11,75	12,07	12,38
450	12,49	12,80	13,12	13,43	13,75
500	13,85	14,17	14,48	14,80	15,11

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Nota: Los valores de densidad calórica usados en la ecuación para determinar el Cuadro 34 fueron los obtenidos del Cuadro 33 que determinaba el valor calórico que necesitaba un animal de cierto peso para obtener una determinada ganancia de peso. De tal forma que para calcular el consumo de materia seca de un animal de 400 kg para que gane 1,00 kg diario se usó la densidad calórica obtenida para que un animal de 400 kg gane 1,00kg diario (2,28).

Ejemplo: Para que un novillo cruce de Wagyu X Angus de 400 kg logre una ganancia de 0,75 kg diarios con una dieta de una concentración calórica de 2,02 Mcal EM/kg M.S deberá consumir 11,44 kg de materia seca de esa dieta al día.

### Requerimiento de Energía

A continuación se muestra el Cuadro 35 que indica la cantidad de energía metabolizable que necesita la cruce de Wagyu X Angus de un peso determinado para lograr una cierta ganancia de peso. En éste Cuadro se aprecia que entre mayor sea el peso del animal, mayor requerimiento de energía necesitará para obtener una cierta ganancia de peso. Por otro lado también se puede apreciar que el animal, para obtener

una mayor ganancia de peso, necesita una mayor cantidad de energía metabolizable, de tal manera que la diferencia de energía metabolizable necesaria entre un animal que gana 0,50 kg/día con otro que gana 1,25 kg diario es de aproximadamente un 58%.

Cuadro 35. Determinación de requerimiento de energía metabolizable (Mcal/día) para diferentes pesos y ganancias de peso en cruce de Wagyu X Angus.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
200	11,52	13,69	16,01	18,50	21,14
250	13,83	16,32	18,97	21,78	24,76
300	15,96	18,77	21,75	24,89	28,19
350	17,90	21,04	24,34	27,81	31,43
400	19,66	23,13	26,76	30,55	34,50
450	21,23	25,03	28,99	33,10	37,38
500	22,63	26,75	31,03	35,48	40,08

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Ejemplo: Un novillo cruza Wagyu x Angus de 450 kg para obtener una ganancia de 1,00 kg diario necesitará 28,99 Mcal de energía metabolizable en forma diaria.

### Grupo de Razas Cebuinas

Dentro del grupo de razas cebuinas se encuentran las razas Brahman, Gyr, Guzerá, Nelore e Indubrazil.

### Ecuación de densidad calórica

$$Y = 1,80950781 - 0,0011231 * X1 + 0,91796051 * X2$$

Donde Y = Densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S)

X1 = Peso vivo del animal (kg).

X2 = Ganancia de peso diaria (kg).

A partir de esta ecuación se puede determinar la densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S) que requiere un animal de este grupo de razas, de un cierto peso vivo (kg), para tener una determinada ganancia de peso diaria (kg), estos valores se muestran en el Cuadro 36, donde se pueden apreciar los siguientes aspectos:

- ) A medida que aumenta el peso vivo del animal, menor será su exigencia en cuanto a densidad calórica de la dieta para obtener una cierta ganancia de peso, lo cuál se explica por el mayor consumo que tiene un animal de mayor peso.
- ) A medida que la dieta tiene una mayor densidad calórica, se obtienen mayores ganancias de peso, esto se debe a que alimentos con una mayor densidad calórica, permiten que el animal tenga una mayor ingesta de energía metabolizable.
- ) La diferencia de la densidad calórica de la dieta para que un animal de este grupo de razas pase de ganar 0,50 kg/día v/s ganar 0,75 kg/día es de aproximadamente 0,23 Mcal EM/kg M.S.

Cuadro 36. Determinación de la densidad calórica (Mcal EM/kgM.S) necesaria para diferentes pesos y ganancias de peso en razas cebuinas.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	<b>0,50</b>	<b>0,75</b>	<b>1,00</b>	<b>1,25</b>	<b>1,50</b>
<b>200</b>	2,04	2,27	2,50	2,73	2,96
<b>250</b>	1,99	2,22	2,45	2,68	2,91
<b>300</b>	1,93	2,16	2,39	2,62	2,85
<b>350</b>	1,88	2,11	2,33	2,56	2,79
<b>400</b>	1,82	2,05	2,28	2,51	2,74
<b>450</b>	1,76	1,99	2,22	2,45	2,68
<b>500</b>	1,71	1,94	2,17	2,40	2,63

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Ejemplo: Para que un novillo Gyr de 300 kg, obtenga una ganancia diaria de 0,75 kg necesita una dieta con una densidad calórica de 2,16 Mcal EM/kg M.S.

#### Ecuación de consumo

$$Y = -2,3022549 + 1,076625 * X1 + 0,02519235 * X2$$

Donde Y = Consumo (kg M.S./diario)

X1 = Densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S)

X2 = Peso vivo (kg)

A partir de esta ecuación se determinó el consumo de materia seca (kg/día) que debe tener un animal de este grupo de razas de un cierto peso vivo (kg) y bajo una determinada densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S), para tener una cierta ganancia de peso diaria (kg), el cuál se puede observar en el Cuadro 37, donde se puede apreciar que a medida que el animal aumenta de peso, necesita un consumo mayor para tener una cierta ganancia de peso. También se observa que para tener una mayor ganancia de peso el animal debe tener una mayor disponibilidad de alimento para que este pueda consumir.

Cuadro 37. Determinación de consumo de materia seca (kg/día) en función del peso y la densidad calórica para esa ganancia de peso en razas cebuinas.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
200	4,94	5,18	5,43	5,68	5,92
250	6,14	6,38	6,63	6,88	7,12
300	7,34	7,58	7,83	8,08	8,32
350	8,53	8,78	9,03	9,28	9,52
400	9,73	9,98	10,23	10,47	10,72
450	10,93	11,18	11,43	11,67	11,92
500	12,13	12,38	12,63	12,87	13,12

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Nota: Los valores de densidad calórica usados en la ecuación para determinar el Cuadro 37 fueron los obtenidos en el Cuadro 36 que determinaba el valor calórico que necesitaba un animal de cierto peso para obtener una determinada ganancia de peso. De tal modo que para calcular el consumo de materia seca de un animal de 300 kg para que gane 1,00 kg diario se usó la densidad calórica obtenida para que un animal de 300 kg gane 1,00kg diario (2,39).

Ejemplo: Para que un novillo Brahman de 300 kg logre una ganancia de 0,50 kg diario con una dieta de una densidad calórica de 1,93 Mcal EM/kg M.S deberá consumir 7,34 kg de materia seca de esa dieta al día.

### Requerimiento de Energía

A continuación se muestra el Cuadro 38, el cual indica la cantidad de energía metabolizable que necesita una raza cebuina con un peso determinado para lograr una cierta ganancia de peso. En éste Cuadro se aprecia que entre mayor sea el peso del animal, mayor requerimiento de energía necesitará para obtener una cierta ganancia de peso. Por otro lado también se puede apreciar que el animal, para obtener una mayor ganancia de peso, necesita una mayor cantidad de energía metabolizable, de tal manera que la diferencia de energía metabolizable necesaria entre un animal que gana 0,50 kg/día con otro que gana 1,00 kg diario es de aproximadamente un 33%.

Cuadro 38. Determinación de requerimiento de energía metabolizable (Mcal/día) para diferentes pesos y ganancias de pesos en razas cebuinas.

Ganancia de Peso Peso Vivo (kg/día) (kg)	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
200	10,09	11,78	13,59	15,51	17,55
250	12,20	14,15	16,22	18,40	20,70
300	14,17	16,39	18,72	21,16	23,72
350	16,00	18,48	21,08	23,78	26,60
400	17,71	20,45	23,30	26,27	29,35
450	19,28	22,28	25,39	28,62	31,96
500	20,71	23,97	27,35	30,84	34,44

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Ejemplo: Un Novillo Indubrazil de 300 kg para obtener una ganancia de 0,75 kg diarios necesitará 16,39 Mcal de energía metabolizable en forma diaria.

#### Factor de consumo

La ecuación para determinar el factor de consumo (porcentaje del peso vivo del animal que consume de materia seca) es diferente para este grupo de razas debido a su menor consumo potencial, de manera que la ecuación queda de la siguiente forma:

$$Y = 1,9053 + 0,2871 * X$$

Donde Y = Factor de consumo de materia seca (% del peso vivo que consume el animal en M.S)

X = Densidad calórica de la dieta (Mcal EM/kg M.S)

Con esta ecuación se puede determinar qué porcentaje de su peso vivo consumirá el animal en kg M.S/día. El Cuadro 39 muestra como varía el factor de consumo a medida que cambia la densidad calórica de la dieta, donde se observa que hay una relación positiva entre estas.

Cuadro 39. Determinación del factor de consumo para diferentes densidades calóricas en razas cebuinas

Densidad Calórica	Factor de consumo
1,50	2,34
1,60	2,37
1,70	2,39
1,80	2,42
1,90	2,45
2,00	2,48
2,10	2,51
2,20	2,54
2,30	2,57
2,40	2,59

2,50	2,62
2,60	2,65
2,70	2,68
2,80	2,71

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Nota: La densidad calórica es expresada en Mcal EM/kg M.S y el factor de consumo en porcentaje del peso vivo del animal que consume de materia seca.

Ejemplo: Un animal de este grupo de razas de 400 kg que consume una dieta con una densidad calórica de 2,00 Mcal EM/kg M.S consumirá un 2,48% de su peso vivo, vale decir 9,92 kg de M.S.

### **Comparación de Razas**

Con la caracterización cuantitativa de razas realizada en este estudio, podemos comparar animales de un mismo peso de distintos grupos de razas en cuanto a la densidad calórica, requerimiento de energía metabolizable y de consumo de materia seca (bajo la densidad calórica necesaria para obtener una determinada ganancia de peso) que necesita un ejemplar de un cierto peso vivo para obtener una determinada ganancia de peso, lo cuál se puede observar en el Cuadro 40, donde se puede apreciar los siguientes aspectos:

- La razas Overo Negro y Colorado (Clavel Alemán) es la que necesita una menor densidad calórica de la dieta para obtener una determinada ganancia de peso. Esto se debe a su mayor capacidad de consumo que el resto de las razas, lo que le permite poder comer alimentos de menor calidad y mantener una deseable ganancia de peso. Además de ser una raza que no contiene mucha grasa. Esto ocurre hasta ganancias de 1,00 kg/día. Para ganancias de 1,25 kg, la raza Charolais iguala en este punto al Clavel Alemán.
- Las razas Cebuinas, representadas por la raza Gyr en el Cuadro 40, son las que necesitan un menor requerimiento de energía metabolizable para obtener una cierta ganancia de peso, sin embargo debido a su menor consumo potencial, también es la raza que va a necesitar una mayor densidad calórica de la dieta (Junto con Wagyu X Angus) para obtener una cierta ganancia de peso. Lo anterior se debe al menor potencial de consumo de estas razas, lo que la obliga a consumir una muy buena calidad de la dieta para obtener buenas ganancias de peso.

- La cruce de Wagyu X Angus es la que necesita una mayor densidad calórica de la dieta y una mayor cantidad de requerimiento de energía metabolizable para obtener una cierta ganancia de peso diaria. Esto se debe a que son las que depositan más grasa en sus cuerpos.

Cuadro 40. Comparación de razas en cuanto a densidad calórica, requerimiento de energía metabolizable y consumo de materia seca bajo esa densidad calórica, que necesitan para obtener con un peso de 400 kg, una determinada ganancia de peso.

<b>Raza</b>	<b>Peso</b>	<b>G.P</b>	<b>D.C</b>	<b>Req Mcal</b>	<b>C.M.S</b>
<b>Overo Colorado y Negro</b>	400	0,75	1,84	21,72	11,78
<b>Aberdeen Angus</b>	400	0,75	1,93	21,84	11,32
<b>Charolais</b>	400	0,75	1,86	20,92	11,24
<b>Hereford</b>	400	0,75	1,90	21,39	11,28
<b>Wagyu x Angus</b>	400	0,75	2,02	23,13	11,44
<b>Gyr</b>	400	0,75	2,05	20,45	9,98
<b>Overo Colorado y Negro</b>	400	1,00	2,07	24,96	12,07
<b>Aberdeen Angus</b>	400	1,00	2,16	25,09	11,61
<b>Charolais</b>	400	1,00	2,08	23,92	11,51
<b>Hereford</b>	400	1,00	2,12	24,52	11,56
<b>Wagyu x Angus</b>	400	1,00	2,28	26,76	11,75
<b>Gyr</b>	400	1,00	2,28	23,30	10,23
<b>Overo Colorado y Negro</b>	400	1,25	2,29	28,33	12,36
<b>Aberdeen Angus</b>	400	1,25	2,39	28,48	11,90
<b>Charolais</b>	400	1,25	2,30	27,04	11,78
<b>Hereford</b>	400	1,25	2,35	27,77	11,84
<b>Wagyu x Angus</b>	400	1,25	2,53	30,55	12,07
<b>Gyr</b>	400	1,25	2,51	26,27	10,47

Fuente: Elaboración propia, 2005.

## Comparación en eficiencia de producción

De acuerdo a resultados obtenidos en el requerimiento de Energía Metabolizable para cada raza, fue posible crear un modelo sencillo (Apéndice 10), el cual compara el costo de obtener una ganancia de un kilogramo diario, en diferentes razas bajo y bajo diferentes escenarios de producción.

Las variables de entrada, del escenario estudiado (Apéndice 10), supone que las condiciones son semejantes a las del valle central de la zona sur, donde no hay limitaciones para poder ordeñar la vaca, en este caso se puede concluir, como se aprecia en el Cuadro N 41 lo siguiente:

- ) La raza con menor costo de producción es la Overo Colorado o Clavel Alemán, siendo esta equivalente a la Overo Negro. Esto se debe a que esta raza, a diferencia de las demás en estudio, es capaz de producir una buena cantidad de leche, con lo cual se pueden obtener ingresos por concepto de venta de los excedentes a la alimentación del ternero.
- ) La de mayor costo de producción es la cruce Wagyu X Angus. Esto se debe a sus mayores requerimientos de energía metabolizable para poder lograr la ganancia de peso esperada.
- ) La raza Charolais, tiene un alto costo de producción a pesar de ser magra y no necesitar gran cantidad de energía metabolizable para la obtención de la ganancia de peso esperada en comparación al resto de las razas en estudio. Esto se debe a que el costo de mantener a las vacas de esta raza es muy alto, debido a su gran peso (800kg) lo que se traduce en un mayor consumo diario.

Cuadro 41. Costo de engordar un kilo con ordeña.

Raza	\$/kg	Precio relativo
<b>A. Angus</b>	293	1,97
<b>Hereford</b>	305	2,05
<b>Overo Colorado y Negro</b>	149	1,00
<b>Wagyu X Angus</b>	370	2,49
<b>Charolais</b>	363	2,44

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Esto está indicando que tanto el novillo gordo Angus como el Hereford deberían tener un precio por Kg, equivalente a 2 veces el precio del novillo Clavel Alemán y Overo Negro (asumiendo que la vaca puede ser ordeñada) para considerarlo como una

alternativa de producción, en cambio el Wagyu y Charolais debería pagarse 2,5 veces más.

Sin embargo, estos resultados cambian drásticamente en campos ubicados en zonas como el secano costero o zonas extensivas como la XI Region, donde la ordeña del animal se hace muy difícil de realizar. En el Cuadro N° 42 se observan los resultados de este escenario bajo las variables exógenas indicadas en el Apéndice 10. Se puede concluir lo siguiente:

- ) La raza Aberdeen Angus resulta la más eficiente en zonas ubicadas en cerros o lugares inaccesibles para ordeñar.
- ) La raza Overo Negro y Clavel Alemán al no ser ordeñada, aumenta considerablemente sus costos de producción, dejando de esta forma de ser la raza más eficiente.

Cuadro 42. Costo de engordar un kilo sin ordeña

<b>Raza</b>	<b>\$/kg</b>	<b>Precio relativo</b>
<b>A. Angus</b>	293	1,00
<b>Hereford</b>	305	1,11
<b>Overo Colorado y Negro</b>	341	1,35
<b>Wagyu X Angus</b>	370	1,55
<b>Charolais</b>	363	1,52

Fuente: Elaboración propia, 2005.

Esto indica que tanto el novillo Wagyu X Angus como el de Charolais deberían tener un precio por Kg, equivalente a 1,5 veces el precio del novillo Angus para considerarlo como una alternativa de producción. Mientras que para las razas Clavel Alemán y Hereford, se debiera pagar 1,3 y 1,1 veces más respectivamente.

## **VI. CONCLUSIONES**

- 1.- Los factores de ganancia de peso (FGP), que deben usarse para un correcto uso del Modelo “Beef” son:
  - Charolais, Simmental y Limousin: 1,25.

- Hereford, Overo Negro y Colorado (Clavel Alemán), y las de tipo Cebuinas: 1,50.

- Aberdeen Angus: 1,75

- Wagyu X Angus: 2,50.

2.- Los factores de consumo son afectados por la raza, siendo éstos:

- Overo Negro y Colorado (Clavel Alemán):  $(2,85 + (VC - 2,00 * 0,33)) * 1,05$

- Aberdeen Angus, Hereford, Charolais, Simmental, Limousin y Wagyu X Angus:  $(2,85 + (VC - 2,00 * 0,33)) * 1,00$

- Razas Cebuinas:  $(2,85 + (VC - 2,00 * 0,33)) * 0,87$

3.- Los Valores de densidad calórica expresados en Mcal EM/kgM.S que necesita cada raza para que animales de un peso de 350 kg logren una ganancia diaria de 1 kg son los siguientes:

- Hereford: 2,18

- Charolais, Simmental y Limousin: 2,13

- Aberdeen Angus: 2,22

- Overo negro y Colorado (Clavel Alemán): 2,12

- Wagyu X Angus: 2,34

- Cebuinas: 2,33

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- ALDERMAN, G. Necesidades de Energía Metabolizable. En: Necesidades Energéticas y Proteicas de los rumiantes. Zaragoza, España, Acribia S.A., 1996. pp.: 25-38.
- CAGNIANO, C. Producción animal en pastoreo. INTA Balcare: 41-62, 1996.
- CAÑAS, Raúl. Utilización de la Energía por los animales. En: Alimentación y nutrición animal. Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. 1998. pp.: 85-105.

- COMMONWEALTH AGRICULTURAL BUREAUX. Composition of the ruminant's body and its products. En: The nutrient requirements of ruminant livestock. England, Unwin brothers, 1980. pp.: 1-58.
- COMMONWEALTH AGRICULTURAL BUREAUX. Feed intake. En: The nutrient requirements of ruminant livestock. England, Unwin brothers, 1980. pp.: 59- 72.
- DA CUNDA, Santiago. Cuantificación de factores que afectan al consumo de novillos en feedlot (Magíster en Producción Animal), Santiago, Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Diciembre 1995.
- DANELON J.L. Consumo, formulación de raciones y suplementación- Guía N°4- Curso de nutrición animal- Departamento de Producción Animal. 2002. Pp.: 1-39.
- GUTRHIE, M.J. and WAGNER D.G. Influence of protein or grain supplementation and increasing levels of soybean meal on intake, utilization and passage rate of prairie hay in beef steers and heifers. Journal Animal of Sciences. (66) pp.: 1529-1537. 1988.
- HICKS R.B. Dry matter intake by feedlot beef steers: influence of initial weight, time on feed and season of year received in yard. Journal Animal of Sciences. (68) pp.: 254-265. 1990.
- JUDITH, Luis E. A beef cattle production simulation model. Life-Sim version 3.2. Centro Internacional de la papa.2004. 66 p.
- LYONS Robert K.; Machen Rick y Forbes T.D.A. Entendiendo el consumo del forraje (Sistema universitario de Texas). Septiembre 2001.
- MARCANTONIO, Sergio. Test de ADN para predecir el potencial productivo. Súper campo (114). Pp.: 88-90, Marzo de 2004.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. National Research Council. Washington D,C. United States, 1981.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. National Research Council. Washington D,C. United States, 1987.
- Página Web. [http:// agpuccations.tamu.edu/pubs/rem/e100spdf](http://agpuccations.tamu.edu/pubs/rem/e100spdf). Consultado 10 Septiembre 2004.
- Página Web. [http:// www.asocebu.org](http://www.asocebu.org). Consultado 19 Marzo 2005.

- Página Web. [http:// business.fortunecity.com/recession/18/historia.htm?nocache = 9231667000](http://business.fortunecity.com/recession/18/historia.htm?nocache=9231667000) Consultado 2 Septiembre 2004.
- Página Web. <http://www.cuerone.com/informes/razas.htm> Consultado 30 Agosto 2004.
- Página Web. <http://www.elevage-francais.com/es/Bd.asp?Id=9>. Consultado 6 Julio 2005.
- Página Web. <http://www.geocities.com/WallStreet/exchange/8492/simmental.htm> Consultado 15 Septiembre 2004.
- Página Web. <http://www.mismascotas.cl/noticias/20031130/> Consultado 15 Marzo 2004.
- Página Web. <http://www.morganchinch.com/spanis/wagyu.htm> Consultado 16 Marzo 2005.
- Página Web. <http://www.nutrihelpanimal.com.ar/BOVINOSCARNE/textpubl31.htm> Consultado 20 Septiembre 2004.
- Página Web. [http://www.puc.cl/sw\\_educ/prodamin/frames.htm](http://www.puc.cl/sw_educ/prodamin/frames.htm) Consultado 30 Agosto 2004.
- Página Web. <http://serinfo.indap.cl/DOC/EST%C3%A9CNICO%20GANADO%20LECHERO.DOC> Consultado el 12 Marzo 2005.
- Página Web. <http://www.unaga.org.co/asociados/cebu.htm> Consultado 20 Marzo 2005.
- Página Web. <http://www.unaga.org.com/asociados/simmental.htm> Consultado 10 Marzo 2005.
- Prigge, E. Influence of forage diets on ruminal particle size, pasaje of digesta, feed intake and digestibility by steers. Journal of Animal science, (68): 4352-4360, 1990.
- Quiroz. R; Leon-Velardes. C; Cañas R. En: Seminario: Uso del modelo Beef y Dairy en America Latina. Fundagro CIP. Ecuador, Quito. Septiembre, 2001.
- Revista Quinto Cuarto News, Santiago, Chile, (2). Noviembre 2002.
- VERGARA M Cristián. Wagyu la alternativa exportable para la carne en Chile. Gestión Veterinaria. (Nº1). Pp.: 14-21, Marzo 2005.



