

MODELO DE PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL Y DE LA RES EN BOVINOS PARA CARNE. PRESENTACIÓN Y EVALUACIÓN

Mac Loughlin R. J.* y Garriz C. A.**. 2010. Enviado por autores.

* Médico Veterinario. MC2005 - Investigación y Desarrollo Agropecuario.

** Médico Veterinario. Tecnología de Carnes ex I.N.T.A. Castelar. Bs. As. Argentina.

romaclou@yahoo.com

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Exterior, crecimiento y desarrollo](#)

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es presentar un modelo dinámico de cálculo para estimar la composición química corporal del bovino y química y anatómica de la res, en base a información factible de obtenerse en condiciones reales de producción; a saber: a) descripción del animal al inicio del período de alimentación (sexo, frame, peso vivo, condición corporal), b) retención de energía durante el mismo (ganancia de peso), y c) rendimiento en res.

La importancia de conocer las características de la res que se va a producir y de las variables que intervienen en su concreción, permite una mejor valoración de la misma y posibilita planificar el ciclo de engorde en función al tipo de producto final que se quiera lograr.

La metodología aquí propuesta se integra con el modelo utilizado por el software de nutrición para bovinos en recría y engorde ProInver ([www mc2005.com.ar](http://www.mc2005.com.ar)).

I.- PRESENTACIÓN

El modelo propuesto está basado en los trabajos de Reid et al (1955), Garrett y Hinman (1969), Garrett W. N. (1987), Fox y Black (1984), Fortín et al (1981) y McPhee et al (2008).

Se siguen las siguientes asunciones y premisas:

- 1.- Animales de distintos frames en la misma etapa de crecimiento y similar tratamiento nutricional, tienen igual composición química corporal relativa y de la ganancia (porcentajes de grasa química, agua, proteínas y cenizas) (Fox y Black 1984).
- 2.- El peso maduro zootécnico (28 % de grasa química corporal) se estima en base al Tamaño ó Peso Estructural (TE) según la escala de frame (Beef Improvement Federation 2002).
- 3.- La composición química corporal y de la ganancia de peso está formada por la fracción grasa (FG = lípidos ó grasa química) y la fracción libre de grasa (FLG = agua, proteínas y cenizas) (Reid et al 1955). Los hidratos de carbono se encuentran distribuidos entre las dos fracciones, constituyen aproximadamente el 0,5 % del peso del animal y no se contabilizan en la composición corporal. La participación de la FG en la ganancia de peso es altamente variable, no guarda proporción constante con la FLG, y depende fundamentalmente de la etapa de crecimiento y del plano nutricional (Mukhoty y Berg 1973). Las proporciones entre los componentes de la FLG para animales en crecimiento de 18 meses de edad se asume constante; agua = 72,5 %; proteína = 22,5 % y cenizas = 5 % (Reid et al 1955).
- 4.- La composición química de la res muestra un patrón similar a la corporal (Garrett y Hinman 1969). La fracción grasa (FG) es variable mientras que las proporciones entre los componentes de la Fracción Libre de Grasa (FLG) son constantes (agua: 72,3 %; proteínas: 22,2 %; cenizas: 5,5 %) (Garrett y Hinman 1969).
- 5.- En base al trabajo de Allen et al (1967), la composición química del tejido adiposo se asume: 85 % lípidos; 10 % agua; 5 % proteínas.
- 6.- No existen diferencias significativas de origen genético en el crecimiento relativo de la masa muscular ni en su distribución en la res (Fortín et al 1981, Berg y Butterfield 1968, Garriz et al 1998, Villarreal E. L. 1996, Goll et al 1961, Mukhoty y Berg 1973).

Ecuaciones generales

- ◆ Peso vivo = peso con desbaste de 12 a 18 hs.
- ◆ Peso ó Tamaño Estructural (TE) (Kgs) = 367 + escala frame * 33
- ◆ Peso equivalente (PE) (Kgs) = $\text{Peso vivo} * 478 / \text{TE}$
- ◆ Peso vacío (Pvac) (Kgs) = $\text{Peso vivo} * 0,891$

1.- Estimación de la composición química al peso vivo inicial del período de alimentación

Las ecuaciones disponibles en la bibliografía (Simpfendorfer S. 1974; Owens et al 1995) para estimar la composición química al inicio del período de alimentación se basan en el peso vivo. Estas fueron desarrolladas con animales de frame medio cuyas ganancias de peso desde los 200 Kg (destete) hasta los 300 Kg (recreía) están en el orden de los 0,8 - 1,0 Kg/día, para posteriormente llegar al peso adulto (28 % de grasa química corporal) con alimentación ad libitum (2,8 a 3,0 Mcal EM/Kg Materia Seca), implantes estrogénicos y altas productividades. Cuando el plano alimenticio es menor ó mayor al comentado, los modelos matemáticos que utilizan estas ecuaciones (NRC 2000, Cornell Value Discovery System) consideran que hubo restricción nutricional ó sobre alimentación y recomiendan aumentar ó disminuir respectivamente hasta 45 Kgs el peso final de terminación.

Las estimaciones de composición química corporal con las ecuaciones mencionadas, tienen poca aplicabilidad en los sistemas de producción de la Argentina. Para nuestros niveles de engrasamiento a la faena, en la mayoría de los casos indicarían que el animal al peso inicial está terminado, y al dejar librado a la subjetividad el efecto de la restricción nutricional sobre el peso final del engorde con el nivel de engrasamiento objetivo, se pierde la capacidad de predicción del modelo.

En base al trabajo de Fox et al (1988) que relaciona la Condición Corporal (C.C.) con la ganancia de peso previa, y partiendo de 12,2 % de grasa química corporal (Simpfendorfer S. 1974; Owens et al 1995; NRC 2000) para machos castrados de 200 Kg de peso vivo (C.C. 5, frame medio, 7 meses de edad), se desarrolló una ecuación para estimar la cantidad de grasa en las distintas etapas de crecimiento en animales con las ganancias de peso para mantener la C.C. 5. La tasa de deposición de grasa fue predicha según Garrett W. N. (1987). La estimación de la grasa corporal en animales de menos de 200 Kgs se realizó considerando el valor de 5% para 100 Kgs de peso (NRC 2000).

Para computar el efecto del plano de alimentación previo al inicio del período a evaluar sobre la composición corporal, se modifica la madurez química (grasa química corporal) al peso inicial en función de la C.C., manteniéndose constante el peso maduro zootécnico (Tamaño Estructural). La corrección por C.C. mayor ó menor a 5 (sobre alimentación y restricción previa respectivamente) se fijó de forma empírica en el 16 % de grasa química por unidad. Los valores referenciales tomados para este ajuste fueron:

- La variación del 20 % en la grasa corporal en hembras adultas por unidad de diferencia en la C.C. respecto a 5 (Herd y Spratt 1986) fue considerado valor máximo. El menor ajuste por C.C. (16 % vs. 20 %) aplicado en animales en crecimiento respecto a los adultos responde a que en los primeros, los lípidos son un componente esencial para el crecimiento de los tejidos, mientras que en los segundos cumplen principalmente la función de reserva por lo que tienen mayor capacidad de movilización.
- La diferencia de hasta 4,6 unidades porcentuales en el contenido de grasa química entre animales de igual peso vivo, con y sin restricción nutricional reportada por Oltjen et al (1986), Fox y Black (1984); y la tasa de engrasamiento mínima para terneros restringidos con bajas ganancias de peso referida por Abdalla et al (1988).
- Los resultados de las simulaciones realizadas en base al modelo de crecimiento propuesto por el NRC 2000, para observar la variación en el peso vivo final de novillos (500 Kgs) con 28 % de grasa corporal, implante estrogénico y alimentados ad libitum (eje Y), sobre el peso vivo inicial (300 Kg) con diferentes cantidades de grasa corporal (eje X). Se asumió que el incremento de 45 Kgs de peso final a 28 % de grasa corporal (NRC 2000, CVDS) corresponde a una C.C.3 al inicio del período de alimentación.

Las relaciones entre el agua, la proteína y las cenizas que componen la Fracción Libre de Grasa (FLG) al peso inicial fueron desarrolladas por Reid et al (1955), y evaluadas por Garrett y Hinman (1969) y Mac Loughlin R. J. (2009a).

1.1.-Estimación de la Fracción Grasa ó Grasa química corporal inicial (FGpesoinicial).

- 1.1.1.-Grasa química corporal equivalente (GrEqKg):

$$\text{GrEqKg (Kgs)} = (0,00013 * \text{PvacEq}^2 + 0,159 * \text{PvacEq} - 10,76) * (1 + ((\text{C.C.} - 5) * 0,16))$$
- 1.1.2.- Porcentaje de grasa química equivalente sobre peso vacío (GrVacEq%):

$$\text{GrVacEq (\%)} = (\text{GrEqKg} / \text{PvacEq}) * 100$$
- 1.1.3.- Kgs de fracción Grasa al peso vivo inicial (FGpesoinicial):

$$\text{FGpesoinicial (Kgs)} = \text{Peso vacío inicial} * \text{GrVacEq\%}$$

Donde:

PvacEq (Peso vacío equivalente) (Kgs) = (Peso inicial * 478 / (TE * factor sexo)) * 0,891

Factor sexo hembras: 0.8; toros: 1.2; machos castrados: 1.0

C.C.: condición corporal utilizando la escala entre 1 (extremadamente flaco) y 9 (extremadamente gordo).

1.2.- Estimación de la Fracción Libre de Grasa corporal inicial (FLGpesoinicial).

- FLGpesoinicial (Kgs) = peso vacío inicial – FGpesoinicial
- Agua (Kgs) = FLGpesoinicial * 0,725
- Proteína (Kgs) = FLGpesoinicial * 0,225
- Cenizas (Kgs) = FLGpesoinicial * 0,050

2.- Composición química de la ganancia de peso

La participación de la grasa química en la ganancia de peso se estima a partir de la Retención de Energía (RE) promedio del período de alimentación según la ecuación desarrollada por Garrett W. N. (1987). En animales en crecimiento hay una deposición mínima de grasa química necesaria para la ganancia de peso (Abdalla et al 1988), fijándose en este modelo en el 13 %. Para ganancias diarias mayores a 1,0 Kg/día se aplican las correcciones propuestas por Owens et al (1995). Las relaciones entre los componentes químicos (agua, proteína y cenizas) de la Fracción Libre de Grasa (FLG) de la ganancia de peso son las mismas que para composición al peso inicial (punto 1.2), (Reid et al 1955, Garrett y Hinman 1969; Mac Loughlin R. J. 2009a).

2.1.- Tasa de engrasamiento.

- Tasa de engrasamiento = $0,122 * RE - 0,146$

Para valores menores a 2,26 Mcal de Energía Retenida por día: Tasa de engrasamiento = 0,13

Para ganancias de peso mayores a 1,0 Kg/día:

- Tasa de engrasamiento = $(0,122 * RE \text{ 1Kg/día} - 0,146) * (1 + ((GD - 1) * 0,119))$

Donde:

RE 1Kg/día (Mcal) = retención de energía para 1 Kg / día de ganancia de peso.

GD (Kg/día) = ganancia diaria.

2.2.- Fracción Grasa de la ganancia de peso (FGganancia).

- FGganancia (Kg/día) = $GD * 0,891 * \text{Tasa de engrasamiento}$

2.3.- Fracción Libre de Grasa de la ganancia de peso (FLGganancia).

- FLGganancia (Kg/día) = $GD * 0,891 - FGganancia$
- Agua (Kg/día) = $FLGganancia * 0,725$
- Proteína (Kg/día) = $FLGganancia * 0,225$
- Cenizas (Kg/día) = $FLGganancia * 0,050$

3.- Composición química al peso vivo final del período de engorde

3.1.- Fracción Grasa ó grasa química corporal final (FGpesofinal).

- FGpesofinal (Kgs) = $FGpesoinicial + FGganancia * \text{días de alimentación}$
- FGpesofinal (%) = $(FGpesofinal \text{ (Kgs)} / \text{Peso vacío final}) * 100$

3.2.- Fracción Libre de Grasa corporal final (FLGpesofinal).

- FLGpesofinal (Kgs) = $\text{Peso vacío final} - FGpesofinal \text{ (Kgs)}$
- Agua (Kgs) = $FLGpesofinal * 0,725$
- Proteína (Kgs) = $FLGpesofinal * 0,225$
- Cenizas (Kgs) = $FLGpesofinal * 0,050$

4.- Composición química de la res

Las ecuaciones para estimar el porcentaje de grasa química en res a partir de FGpesofinal (%) y los componentes de la FLG de la res fueron desarrolladas por Garrett y Hinman (1969) y evaluadas por Mac Loughlin R. J. (2009b).

4.1.- Fracción grasa ó grasa química en res (FGres).

- FGres (%) = $FGpesofinal \text{ (}\% \text{)} * 1,0815 + 0,7$
- FGres (Kgs) = $\text{Peso res} * FGres \text{ (}\% \text{)}$

4.2.- Fracción Libre de Grasa en res (FLGres)

- FLGres (Kgs) = $\text{Peso res} - FGres \text{ (Kgs)}$
- Agua en res (Kgs) = $FLGres \text{ (Kgs)} * 0,723$
- Proteína en res (Kgs) = $FLGres \text{ (Kgs)} * 0,222$
- Cenizas en res (Kgs) = $FLGres \text{ (Kgs)} * 0,055$

5.- Composición anatómica de la res

La ecuación para estimar el porcentaje de Tejido Adiposo (TA) en res a partir de FGres (%) fue desarrollada por Mac Loughlin R. J. (2009c). Esta no fue evaluada debido a la falta de datos independientes para contrastar los resultados, pero se los compararon con los obtenidos por el modelo de crecimiento de Davis (McPhee et al 2008), el cual estima la grasa química intramuscular en 9,2 % del total contenido en la res. La ecuación aquí utilizada considera entre 8 % y 10 % de lípidos intramusculares del total contenido en la carcasa, y 85 %, 10 % y 5 % de lípidos, agua y proteínas respectivamente en tejido adiposo. Los resultados de la observación comparativa entre los dos modelos fueron coincidentes.

La ecuación para estimar el porcentaje de TA en res a partir de FGpesofinal (%) es el resultado de unificar las ecuaciones 3.1 (%) y 4.1 (%) ya que ambas son relaciones lineales.

La Masa Muscular comprende el músculo más la grasa intramuscular y la ecuación para su estimación fue desarrollada por Mac Loughlin y Garriz (2009), y evaluada con datos independientes a los utilizados para el desarrollo de la misma obtenidos del trabajo de Garriz C. A. (2000).

La estimación de los Kgs de Huesos, Fascias y Tendones en res se puede realizar restando al peso de la carcasa los Kgs de TA y Masa Muscular. Las ecuaciones 5.3 y 5.4 son resultado de regresiones realizadas con datos de disecciones en la Argentina.

5.1.- Estimación del Tejido adiposo (TA) ó grasa disecable en res (comprende grasa subcutánea, intermuscular, pélvica, riñonada y capadura).

- A partir del porcentaje de FGres, $TA (\%) = 0,982 * FGres (\%) + 0,986$
- A partir del porcentaje de FGpesofinal, $TA (\%) = 1,062 * FGpesofinal (\%) + 2,361$
- $TA (Kgs) = peso\ res * TA\%$

5.2.- Estimación de la Masa Muscular (comprende la grasa intramuscular)

- $Masa\ Muscular (Kgs) = (peso\ res - TA (Kg)) * 0,790 - 5,780$

5.3.- Huesos

- A partir de la res sin TA, $Huesos (Kgs) = (peso\ res - TA (Kgs)) * 0,164 + 8,164 \quad (R^2=0,92)$
- A partir de la res, $Huesos (Kgs) = peso\ res * 0,101 + 14,39 \quad (R^2=0,88)$

5.4.- Fascias y tendones

- $Fascias\ y\ Tendones (Kgs) = peso\ res * 0,031 - 0,201 \quad (R^2=0,79)$

II.- EVALUACIÓN

Materiales y método

El modelo presentado se evaluó contrastando sus predicciones con los datos de las tres primeras faenas y disecciones de reses del trabajo de Garriz C. A. (2000), representativas de los niveles de engrasamiento durante la recría y la terminación de machos castrados en Argentina (entre 11,3 y 25,1 % de TA en res). Esta base de datos es independiente de la utilizadas en el desarrollo de las ecuaciones de predicción, y está compuesta por 96 terneros de 194 +/- 30 Kgs de peso inicial con desbaste, 256 +/- 22 días de edad, 12 animales de cada uno de las siguientes razas: A. Angus, Hereford, Shorthorn, Criollo, Criollo x A. Angus, Criollo x Hereford, Criollo x Shorthorn y Beefmaster. Se asumió Condición Corporal inicial 5 (escala 1 a 9). El régimen de alimentación común para todos fue sobre pasturas base alfalfa, verdes de invierno y heno. Ganancia de peso desbastada promedio ((peso de faena - peso inicial) / días): 0,574 +/- 0,127 Kg/día.

A los 164, 322 y 539 días de iniciado el período de alimentación se sacrificaron 4 animales de cada biotipo (en total 32 individuos por faena). El peso promedio de la res caliente fue de 219,4 +/- 65,5 Kgs. Las medias reses derechas se conservaron en frío durante un mínimo de 72 horas para su posterior disección. En el cuadro N° 1 se muestran los componentes de la carcasa observados agrupados en: a) grasa disecable ó tejido adiposo (TA) (incluye grasa subcutánea + intermuscular + pélvica + riñonada + capadura), b) masa muscular (incluye grasa intramuscular) y c) huesos + fascias + tendones (HFT). Todos los cálculos fueron realizados en base a la Res Evaluación, que es el resultado de sumar los 3 componentes de la disección de la mitad derecha multiplicados por 2.

Cuadro N° 1. Peso vivo a la faena y composición de la carcasa observada de la base de datos evaluación (Garriz C. A.2000).

	Peso vivo faena Kgs	Res evaluación Kgs ¹	Tejido Adiposo Kgs	Músculo Kgs	H F T Kgs ²
Promedio	399,1	212,4	41,2	128,8	42,4
Desv. Std	109,1	65,8	22,1	37,15	9,2
Mínimo ³	248,9	127,5	14,4	81,2	29,1
Máximo ³	579,0	324,1	81,5	194,6	57,9

¹ Suma de los componentes de la disección de la mitad derecha multiplicados por 2.

² Huesos + Fascias + Tendones.

³ Promedio de los 10 valores más bajos (mínimo) y más altos (máximo).

La Retención de Energía promedio del periodo de alimentación fue 2,29 +/- 0,75 Mcal / día, estimada con la ecuación (NRC 2000):

$$RE = 0,0635 * (PV * (478 / (TE - 33)) * 0,891)^{0,75} * (GD * 0,956)^{1,097}$$

Donde:

PV: peso promedio con desbaste (Kgs)

TE: tamaño estructural (Kgs) (BIF 2002)

GD: ganancia diaria de peso (Kgs)

Cada grupo racial de 12 animales tuvo un origen distinto, y solo de 2 de ellos se tenían estimaciones del frame: A. Angus 6,0 y Shorthorn 1,0. Tomando estos datos como referencia y considerando que la totalidad de los animales tuvieron un régimen de alimentación común, se realizó la estimación del frame de cada uno de los 6 biotipos restantes en base a los resultados de las disecciones de carcasas, obteniéndose un valor de 4.0 +/- 1.7 para los 8 grupos raciales. Se empleó la siguiente metodología:

a) Para cada uno de los 8 biotipos se estimó el peso de la res con 22 % de tejido adiposo (Resraza22%TA) mediante regresión lineal, donde eje X = % tejido adiposo en res, y eje Y = Kgs de res (R² entre 0,90 y 0,96 con excepción de Beefmaster 0,80).

b) Variación en los Kgs de res por punto de frame:

$$(ResAA22\%TA - ResSh22\%TA) / (Frame AA - Frame Sh) = 17.0 \text{ Kgs}$$

Donde:

ResAA22%TA: peso de res A. Angus con 22 % de tejido adiposo = 268,2 Kgs.

ResSh22%TA: peso de res Shorthorn con 22 % de tejido adiposo = 183,1 Kgs.

Frame AA = frame A. Angus = 6.0

Frame Sh = frame Shorthorn = 1.0

c) Frame X = Frame AA - (ResAA22%TA - Res X22%TA) / 17.0

Donde: X = biotipo a evaluar.

Los valores de HFT predichos fueron obtenidos restando a los Kgs de Res Evaluación la suma de Tejido Adiposo y Masa Muscular estimados.

La evaluación del modelo se realizó por regresión lineal simple de los Kgs de TA, Músculo y HFT observados (eje Y) sobre los valores predichos (eje X). Se utilizó el test de Student (p 0,05) para analizar si la ordenada al origen y la pendiente diferían de 0 (cero) y 1 (uno) respectivamente. El desvío promedio se estimó con la ecuación: promedio observado - promedio predicho. Se desglosó el error estándar de la predicción en desvío promedio, falta de correlación perfecta (pendiente) y aleatorio (Tedeschi L. O. 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro N° 2 se muestran los resultados de los análisis de regresión y los errores de las estimaciones de los valores observados de TA, Músculo y HFT en res sobre los predichos.

Cuadro N° 2. Resultados del análisis de regresión de los componentes de la res observados sobre los predichos.

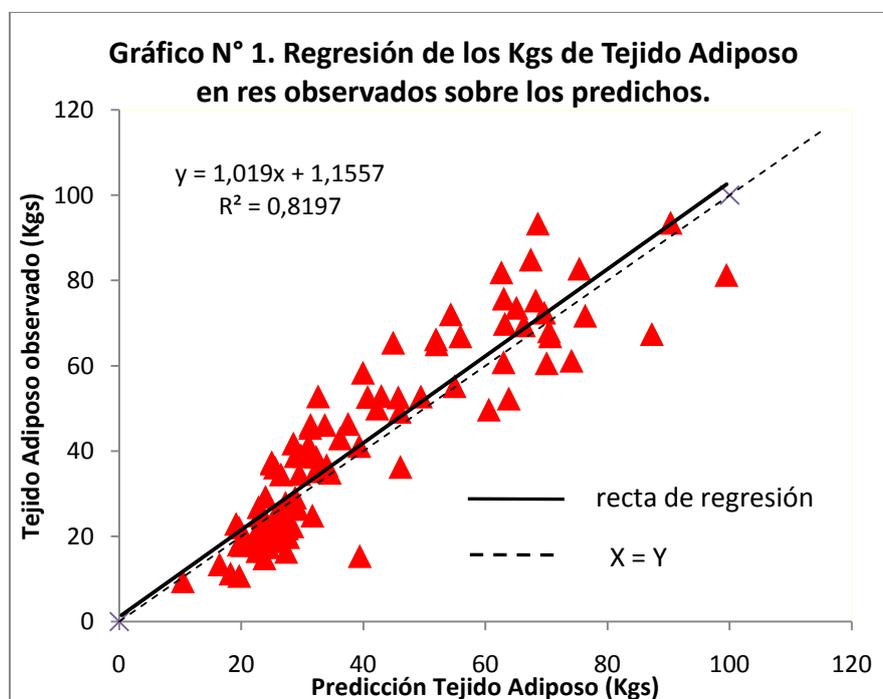
	Tejido Adiposo	Músculo	H F T
Kgs observados promedio	41,2 +/- 22,1	128,8 +/- 37,1	42,4 +/- 9,2
Kgs predichos promedio	39,3 +/- 19,6	131,3 +/- 37,2	41,8 +/- 9,9
Ordenada al origen	1,155 ns	2,134 ns	5,588 *
Pendiente	1,019 ns	0,964 ns	0,879 *
Coef. determinación (R ²)	0,819	0,959	0,902
Desvío promedio (Kgs)	1,89	- 2,46	0,57
Error predicción (Sy.x) (Kgs)	9,56	8,16	3,14
Error debido a pendiente (%)	0,2	2,7	14,2
Error debido al desvío (%)	3,9	9,1	3,3
Error aleatorio (%)	95,9	88,2	82,5

ns = la ordenada al origen ó la pendiente no difiere de cero (0) y uno (1) respectivamente (p 0.05).

* = la ordenada al origen ó la pendiente difieren de cero (0) y uno (1) respectivamente (p 0.05).

La evaluación de las estimaciones de TA con el modelo propuesto (cuadro N° 2) muestra un buen nivel de exactitud dado que la ordenada al origen y la pendiente no difieren significativamente de 0 (cero) y 1 (uno) respectivamente, y el 95,9 % del error (Sy.x) es aleatorio. La precisión, reflejada por el error de la predicción (Sy.x) en relación al promedio de TA observado y el coeficiente de determinación (R²), está acorde con los valores reportados en la bibliografía, siendo este componente el más variable de la res. Del total de 96 observaciones, 50 (52,1 %) y 46 (47,9 %) fueron sub y sobre predicciones respectivamente.

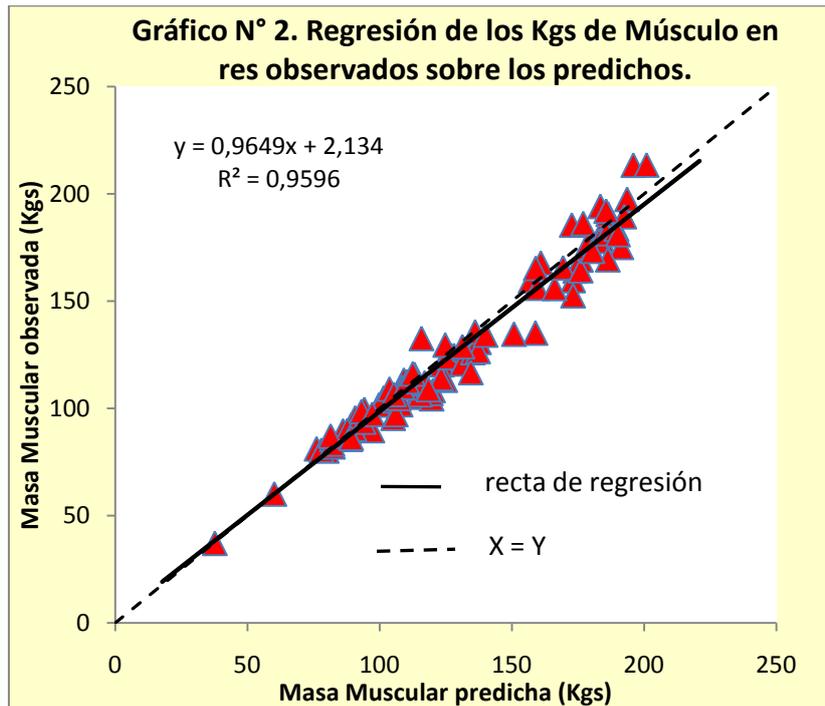
En el gráfico N° 1 se observa que la distribución de puntos respecto a la recta X = Y es más irregular para los valores bajos de TA, en comparación a la mayor uniformidad para los más altos. Las observaciones con menor cantidad de TA corresponden a las reses de animales de poco desarrollo, en recría, con bajas retenciones de energía y tasas de engrasamiento, por lo que sus predicciones están compuestas en gran medida por la estimación de grasa al peso inicial (ecuación 1.1) y la tasa mínima de engrasamiento del 13 % (ecuación 2.1). Los valores altos de TA del gráfico N° 1 representan la etapa de engorde y terminación. La distribución más homogénea de los puntos en relación al eje X = Y, se debe a la mayor participación de los Kgs de TA estimados en base a la retención de energía y a la menor incidencia de los Kgs al peso inicial obtenidos con la ecuación 1.1.



En Argentina, durante la etapa de engorde de novillos se producen los últimos 60 a 120 Kgs de peso vivo y se incrementa entre 2 y 3,5 veces la cantidad de grasa contenida en el peso inicial del período de alimentación. Estos guarismos permiten decir que el efecto del error en la estimación del TA inicial sobre el TA final, en términos relativos se diluye aproximadamente entre un 50 y 70 %, y que el desvío en el nivel de engrasamiento ó terminación evaluado a través del Espesor de Grasa Dorsal no llega a superar los 0,8 mm. Es por este motivo que se considera, que si bien las ecuaciones empíricas utilizadas para estimar los Kgs de grasa al inicio del período de ali-

mentación (1.1) y la tasa mínima de engrasamiento (2.1) pueden ser origen de errores ó desvíos, son igualmente de utilidad para la predicción de los Kgs de grasa en res del animal terminado.

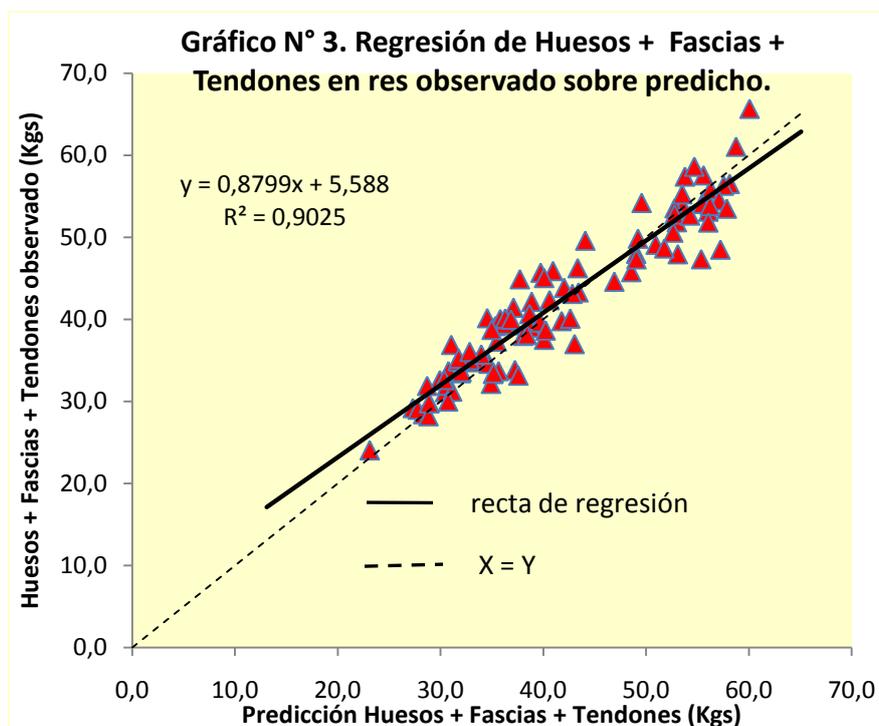
Los resultados del análisis de regresión de los Kgs de Músculo observados sobre los predichos (cuadro N° 2), muestran que la ordenada al origen (2.134) y la pendiente (0.964) no difieren significativamente ($p < 0.05$) de 0 (cero) y 1 (uno) respectivamente. Desvío promedio: - 2.46; error estándar de la predicción ($Sy.x$): 8.16 (2.7 % debido a la pendiente, 9.1 % al desvío promedio y 88.2 % aleatorio). Del total de 96 observaciones, 38 (39.5 %) y 58 (60.4 %) fueron sub y sobre predicciones respectivamente (gráfico N° 2). El desvío promedio (-2,46 Kg) y la mayor cantidad de sobre vs sub predicciones se deben principalmente a los desvíos en las estimaciones de TA, ya que el cálculo para determinar los Kgs de Músculo se basa en los Kgs de res *menos* Kgs de TA (ecuación 5.2). Considerando el muy buen ajuste de la recta de regresión del gráfico N° 2 (ordenada al origen y pendiente no difieren de 0 (cero) y 1 (uno) respectivamente y R^2 de 0,959), la baja magnitud del error ($Sy.x$) en relación al promedio observado y que el 88,2 % de este se debe a causas aleatorias, el modelo propuesto es una herramienta de alto grado de exactitud y precisión para la predicción de la masa muscular.



Para Huesos + Fascias + Tendones (HFT) (cuadro N° 2 y gráfico N° 3) la ordenada al origen (5.588) y la pendiente (0.879) difieren significativamente ($p < 0.05$) de 0(cero) y 1 (uno) respectivamente. Desvío promedio: 0.57; error estándar de la predicción ($Sy.x$): 3.14 (14.2 % debido a la pendiente, 3.3 % al desvío promedio y 82.5 % aleatorio). Del total de 96 observaciones, 56 (58.3 %) y 40 (41.7 %) fueron sub y sobre predicciones respectivamente.

Las estimaciones de HFT fueron realizadas por diferencia entre el peso de la carcasa y las predicciones de TA y Músculo, por lo que la evaluación refleja los desvíos parcialmente compensados de estos dos últimos componentes.

En el cuadro N° 3 se muestran los resultados del análisis de sensibilidad a la variación del frame para las predicciones de TA y Músculo. El valor Actual es el estimado para cada biotipo individualmente según lo descrito en materiales y método, y con el cual se realizó la evaluación del modelo. Los frames 3.5, 4.0 y 4.5 se aplicaron a los 8 grupos raciales por igual. La utilización de un mismo frame promedio para toda la base de datos hace perder precisión a las estimaciones, hecho reflejado por el mayor error ($Sy.x$) con respecto al valor Actual. En todos los casos el componente aleatorio del error es superior al 93,3 y 84,2 % para TA y Músculo respectivamente, reflejando que dentro del rango 3.5 a 4.5 los resultados de esta evaluación no hubieran diferido de los obtenidos a causa de frame.



Cuadro N° 3. Sensibilidad a la modificación del frame de la base de datos evaluación.

Frame	Tejido Adiposo (41,2 Kgs)			Músculo (128,8 Kgs)		
	Sy.x (Kgs)	Sy.x no aleatorio (%)	Sy.x aleatorio (%)	Sy.x (Kgs)	Sy.x no aleatorio (%)	Sy.x aleatorio (%)
3,5 ¹	11,39	3,3	96,7	9,62	3,6	96,4
4,0 ¹	11,46	3,7	96,3	9,71	9,1	90,9
4,5 ¹	11,69	6,7	93,3	9,92	15,8	84,2
Actual ²	9,56	4,1	95,9	8,16	11,8	88,2

¹ El frame computado es el mismo para todos los biotipos.

² El frame se estimó individualmente para cada biotipo según descrito en materiales y método. Frame: 4,0 +/- 1,7

CONCLUSIÓN

Se concluye que modelo presentado tiene un alto grado de exactitud y precisión para estimar la composición anatómica de la res en machos castrados. La implicancia de disponer de un método para estimar las características de la res en base a variables factibles de obtenerse en condiciones normales de producción, radica en la posibilidad de incluir el tipo de producto final que se quiere lograr en la planificación del sistema de engorde ó terminación de bovinos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdalla H. O., D. G. Fox and M. L. Thonney. 1988. Compensatory gain by Holstein calves after underfeeding protein. *J. Anim. Sci.* 66: 2687 – 2695.
- Abraham, H.C., Z. L. Carpenter, G. T. King and O. D. Butler. 1968. Relationship of carcass weight, conformation and carcass measurement and their use in predicting beef carcass cutability. *J. Anim. Sci.* 27: 604 - 610.
- Beef Improvement Federation. 2002. Guidelines for Uniform Beef Improvement Programs. 8th ed. W. D. Hohenboken, ed. Beef Improvement Federation, Athens. GA
- Berg R. T. and R. M. Butterfield. 1968. Growth patterns of bovine muscle, fat and bone. *J. Anim. Sci.* 27: 611 - 619
- Fortin A.; J. T. Reid; A. M. Maiga; D. W. Sim and G. H. Wellington. 1981. Effect of energy intake level and influence of breed and sex on the physical composition of the carcass of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 51:331 – 339
- Fox D. G. and R. Black. 1984. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. *J. Anim. Sci.* 58: 725 – 739.
- Fox D. G., C. J. Sniffen and J. D. O Connor. 1988. Adjusting nutrient requirements of beef cattle for animal and environmental variations. *J. Anim. Sci.* 66: 1475 – 1495.
- Garrett W. N. and N. Hinman. 1969. Re-evaluation of the relationship between carcass density and body composition of beef steers. *J. Anim. Sci.* 28: 1 – 5.
- Garrett W. N. 1987. Relationship between energy metabolism and de amounts of protein and fat deposited in growing cattle. *Energy Metab. Proc. Symp.* 32: 98 - 101

- Garriz, C.A., M. M. Gallinger, N. Romero, V. Suarez, M. R. Buseti, F. Carduza y M. I. Rivera. 1998. Cortes Hilton de novillos puros y cruza Criollo Argentino. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 18. Sup. 1: 262 - 263.
- Garriz C. A. 2000. Subproductos ganaderos: huesos. En sección Producción bovina de carne / Carne y subproductos bovinos; trabajo N° 4. Sitio www.produccion-animal.com.ar
- Goll, D. E., E. A. Kline and L. N. Hazel. 1961. Influence of beef carcass grade and weight on yield of wholesale cuts and carcass measurements. *J. Anim. Sci.* 20: 260 - 263.
- Herd D. B. and L. R. Sprott. 1986. Body condition, nutrition and reproduction of beef cows. *Texas A&M Univ. Ext. Bull.* 1526.
- Mac Loughlin R. J. 2009a. Composición corporal y de la carcasa en bovinos para carne. 1° Parte: Evaluación de ecuaciones para estimar la composición química del animal en pie. En sección Producción bovina de carne / Carne y subproductos N° 105, sitio www.produccion-animal.com.ar
- Mac Loughlin R. J. 2009b. Composición corporal y de la carcasa en bovinos para carne. 2° Parte: Evaluación de ecuaciones para estimar la composición química de la res. En sección Producción bovina de carne / Carne y subproductos N° 106, sitio www.produccion-animal.com.ar
- Mac Loughlin R. J. 2009c. Composición corporal y de la carcasa en bovinos para carne. 3° Parte: Relación entre el porcentaje de grasa química y el tejido adiposo en res. En sección Producción bovina de carne / Carne y subproductos N° 107, sitio www.produccion-animal.com.ar
- Mac Loughlin R. J. y J. C. Garriz. 2009. Composición corporal y de la carcasa en bovinos para carne. 4° Parte: Predicción de la masa muscular en la carcasa. En sección Producción bovina de carne / Carne y subproductos N° 108, sitio www.produccion-animal.com.ar
- McPhee M. J., J. W. Oltjen, J. G. Fadel, D. Perry and R. D. Sainz. 2008. Development and evaluation of empirical equations to interconvert between twelfth-rib fat and kidney, pelvic and heart fat respective fat weights and to predict initial conditions of fat deposition models for beef cattle. *J. Anim. Sci.* 86: 1984 – 1995.
- Mukhoty, H. and R. T. Berg. 1973. Influence of breed and sex on muscle weight distribution of cattle *Agr. Sci.* 81: 317-326.
- N.R.C. 2000. Nutrient requirements of beef cattle: seventh revised edition: update 2000. Ed. National Academy Press, Washington DC.
- Oltjen J. W., A. C. Bywater and R. L. Baldwin. 1986. Evaluation of a model of beef cattle growth and composition. *J. Anim. Sci.* 62: 98 – 108.
- Owens, F. N.; Donald R. Gill; David S. Secrist and S. W. Coleman (1995). Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 73:3152-3172.
- Reid J. T.; G. H. Wellington and H. O. Dunn. 1955. Some relationship among the mayor chemical components of the bovine body and their application to the nutritional investigation. *J. Dairy Sci.* 38: 1344.
- Simpfendorfer S. 1974. Relationship of body type. Size, sex, and energy intake to the body composition of cattle. Ph. D. Dissertation. Consultado en Tedeschi et al. 2003.
- Tedeschi L. O., D. G. Fox and M. J. Baker. September 2003. The Cornell Value Discovery System Model. CVDS version 1.0. Model documentation. Department of Animal Science, Cornell University. 130 Morrison Hall, Ithaca, New York 14853-4801.
- Tedeschi L. O. 2004. Assessment of the adequacy of mathematical models. Presentación realizada en la Universidad de Sassari, Italia, el 3 de junio 2004.
- Villareal, E. L. 1996. En: H. Molinuevo (ed.). 35 años de Genética Zootécnica de Bovinos para Carne en la Región Pampeana. 107-167.

[Volver a: Exterior, crecimiento y desarrollo](#)