



## Estimación in vivo de la composición de la canal en Bovinos utilizando mediciones Ultrasonograficas

Noel Ernesto Blanco Roa<sup>1</sup>; Ján Huba<sup>2</sup>, Ladislav Hetényi<sup>2</sup>, Alena Oravcová<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Escuela de medicina veterinaria, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-León).

<sup>2</sup> Instituto de investigación para la producción animal, Departamento de mejora genética animal, Nitra, República de Eslovaquia

### RESUMEN

En este estudio se analiza la relación entre el espesor muscular medido con ultrasonidos en cinco puntos del cuerpo de toros vivos y las características más importantes de la canal. En nuestro experimento utilizamos toros de tres razas bovinas, pinzgauver (P), braunvieh (B) a holstein (H) en cantidad de 25, 12 y 14 animales. Para el grupo la raza braunvieh encontramos que todos los indicadores de la composición de la canal analizados en este trabajo (peso de la canal caliente, peso de la canal oreada, peso de los cortes de primera y peso total de la carne en la media canal deracha) están altamente correlacionados con el espesor del músculo longissimo dorsi medido en la 7<sup>ma</sup> vertebra torácica  $r = 0.85, 0.85, 0.71$  y  $0.83$  ( $P < 0.01$ ) respectivamente. Al calcular estas mismas correlaciones para el grupo de la raza holstein obtuvimos  $r = 0.66, 0.66, 0.75$  y  $0.71$  ( $P < 0.01$ ). Coeficientes de correlación desde moderados hasta altos encontramos entre el espesor del músculo glúteo superficial de la pierna derecha y todos los indicadores de la composición de la canal aquí analizados  $r = 0.57 - 0.73$ , ( $P < 0.05, 0.01$ ). Al correlacionar las mediciones ecográficas de la región del músculo infraspinato, 13<sup>ava</sup> vertebra torácica y 5<sup>ta</sup> vertebra lumbal con los indicadores de la composición de la canal encontramos coeficientes moderados o no significativos. La capacidad de predicción de las ecuaciones de regresión lineal del peso de la canal caliente, peso de la canal oreada y peso de los cortes de primera vario sustancialmente. Donde se incluyó el peso vivo antes del sacrificio fué superior ( $R^2 = 0.96, 0.95$  y  $0.87$ ), en el caso donde se excluyó fué inferior ( $R^2 = 0.74, 0.74$  y  $0.47$ ). Los resultados obtenidos aientan su utilización como técnica predictoría de la composición de la canal bovina.

**Palabras claves:** Ultrasonidos; Espesor muscular; Predicción, Canal; Bovinos.

### 1. INTRODUCCIÓN

La canal representa el producto final de la producción del ganado bovino. De ahí que determinar objetivamente la composición de una canal sea de gran importancia para muchos campos de la producción animal, pero muy particularmente para el mejoramiento genético. Los sistemas de clasificación de canales actualmente utilizados califican la conformación, pero están muy poco relacionados con la composición real de éstas<sup>[6]</sup>, por lo que pierden objetividad y se tornan insuficientes.

En la actualidad, el único medio eficaz con el que se cuenta para determinar con exactitud la composición de una canal es el despiece. No obstante, éste requiere del sacrificio de los animales, inversiones en medios técnicos y fuerza de trabajo, también implica pérdida de tiempo. Esto significa que carecemos de un sistema óptimo capaz de establecer con exactitud la composición de la canal a un coste y tiempo admisible.

Este hecho estimula la búsqueda de nuevos y modernos sistemas de clasificación y predicción de la composición de la canal. La posible solución a esta problemática, puede darse en las tecnologías modernas. La ultrasonografía como posible técnica de

predicción de la composición de la canal ha sido objeto de estudios durante décadas por muchos autores, en los inicios Temple et al.<sup>[12]</sup>, Tulloh et al.<sup>[11]</sup> y en la actualidad Bugiwati et al.<sup>[1]</sup>, Polák et al.<sup>[9]</sup>, Blanco Roa et al.<sup>[2]</sup>, Melo et al.<sup>[7]</sup> y otros.

Todos correlacionaron ya sea espesor muscular, espesor de la grasa dorsal, área del músculo longissimo dorsi medidos con ultrasonidos, como indicadores de la composición de la canal. Obteniendo resultados alentadores sobre todo en los últimos trabajos de investigación, debido principalmente a la depuración de la técnica y a la alta precisión de la tecnología moderna.

El objetivo de este trabajo fue, evaluar las mediciones con ultrasonidos de espesor muscular en animales vivos, como técnica de predicción de la composición de la canal in vivo.

### 2. MATERIAL Y MÉTODOS

En el experimento fueron utilizados toros de tres razas bovinas, braunvieh (B), pinzgauver (P) y holstein (H) en cantidad de 12, 25 y 14 animales respectivamente. Los animales procedían de diferentes fincas ganaderas de la región norte de la república de Eslovaquia.

\* Autores para correspondencia: nblanco@unanleon.edu.ni

A la edad aproximada de 20 días fueron trasladados a la finca ganadera experimental del instituto de investigación para la producción animal de la república de Eslovaquia, donde hasta el destete permanecieron bajo un régimen alimentario consistente en 10 L de solución de leche en polvo, heno de alfalfa y alimento concentrado ad libitum.

Luego fueron estabulados bajo un régimen estándar de alimentación consistente en ensilaje de maíz, heno de alfalfa y alimento concentrado hasta la edad promedio de 430 días; Luego de los cuales fueron sometidos a la medición de espesor muscular utilizando un transductor de 3.5 MHz-UST-5044 conectado a un aparato de ultrasonidos Aloka-SSD 500.

Veinte minutos antes de la medición se aplicó a cada animal por vía intramuscular sedativo xylazinum al 2 % de concentración y en dosis de 0,25 mL por cada 100 kg de peso vivo, con el objetivo de facilitar la faena y evitar posibles errores en la medición causados por movimientos excesivos de los animales. Los puntos de medición fueron rasurados e impregnados de aceite para facilitar la transmisión de las ondas de ultrasonidos.

Las mediciones de espesor muscular fueron realizadas en cinco puntos de la anatomía animal. Se midió el espesor del longissimus dorsi, en la región del músculo infraspinato ubicado en la paleta aproximadamente 30 cm bajo la cruz, el transductor se colocó perpendicularmente y en sentido craneal-caudal; en la 7<sup>ma</sup> vertebra torácica, 13<sup>ava</sup> vertebra torácica y 5<sup>ta</sup> vertebra lumbar y finalmente se midió en la pierna en la región del músculo glúteo superficial (Figura 1).

En los últimos cuatro casos el transductor se colocó perpendicularmente y en sentido dorsal - ventral. Las mediciones se repitieron cuatro veces en todos los sitios, luego se calculó el promedio de estos valores. Al final de la faena de medición se obtuvo el peso vivo y medidas corporales de cada animal.



Figura 1. Lugares de las mediciones ultrasonográficas

Los animales en la edad promedio de 440 días fueron sacrificados en el matadero experimental del instituto. Inmediatamente después del sacrificio se obtuvo el peso de la canal caliente y 24 horas más tarde el peso de la canal oreada.

La parte derecha de la canal fue despiezada, obteniéndose el peso de los cortes de primera (cortes de la pistola, espalda y aguja), del total de carne en la media canal y los totales de grasa y hueso. El rendimiento de la canal fue calculado mediante el cociente multiplicado por cien del peso de la canal caliente respecto al peso vivo.

Se calcularon las medias y sus correspondientes desviaciones estándar para las características de composición de la canal. Para el análisis estadístico se utilizaron los procedimientos REG y STEPWISE de SAS (SAS/ STAT 6.12).

Para las comparaciones interraciales de las medias de las mediciones ecográficas y de los datos obtenidos en el despiece se utilizó el método de Scheffé. Se calcularon las correlaciones entre las mediciones ecográficas y las medidas de las características de la composición de la canal y dos modelos de ecuaciones de regresión lineal para predecir el peso de la canal caliente, peso de la canal oreada y peso de los cortes de primera.

Utilizando en el primer modelo las mediciones ecográficas de espesor muscular y en el segundo modelo además de éstas, el peso vivo antes del sacrificio, según la siguiente expresión general:

$$Y_i = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + e_i$$

Donde:

$B_0$  - factor absoluto.

$B_1$  - coeficiente de regresión lineal parcial de dependencia de las características observadas sobre el peso vivo.

$B_2$  - coeficiente de regresión lineal parcial de dependencia de las características observadas sobre las mediciones ecográficas.

$e_i$  - errores aleatorios.

Al calcular los modelos antes del sacrificio, la variable independiente, peso vivo antes del sacrificio, no es tomada en consideración.

Tabla 1. Medias y desviaciones estándar de los caracteres de la ceba y de la composición de la canal.  
P-Pinzgau, H-Holstein, B-Braunvieh

Carácter	P n=25		H n=14		B n=12	
	<i>x</i>	<i>s</i>	<i>x</i>	<i>s</i>	<i>x</i>	<i>s</i>
Peso vivo antes del sacrificio (kg)	460.44	32.75	453.37	35.48	451.83	57.96
Rendimiento (%)	53.58	1.59	52.44	1.43	53.61	1.59
Peso de la canal caliente (kg)	246.82	19.18	237.71	20.29	242.33	32.32
Peso da carne total en la media canal (kg)	90.33	7.56	84.00	7.82	88.33	12.29
Peso de los cortes de primera (kg)	47.15	4.16	44.95	4.17	47.73	6.79

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se muestran en la tabla 1, las medias y desviaciones estándar del peso vivo antes del sacrificio, rendimiento de la canal y medidas para características en composición de la canal en las tres razas analizadas; Como se puede observar las medias obtenidas fueron muy similares entre si, dada la alimentación estándar y que el sacrificio se efectuó prácticamente a la misma edad para todos los animales.

La media más alta del peso vivo antes del sacrificio corresponde al grupo de la raza pinzgauver con 460 kg y un rendimiento medio de la canal de 53,58%, mientras que el grupo de la raza braunvieh presentó la media más baja 451,83 kg, con un rendimiento medio de la canal de 53,61%.

La diferencia más marcada la encontramos entre las medias del peso de la carne total en la media canal de las razas pinzgauver (90,33 kg) y holstein (88,33 kg). Lo que esta relacionado al hecho que la composición de la canal de la raza holstein presenta mayor porcentaje de grasa, hueso y menor porcentaje de musculatura<sup>[3,8]</sup>. La comparación de las medias entre razas aplicando el método Scheffé, muestra que no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

De las mediciones ecográficas se deduce que hay diferencias de espesor muscular entre las razas en todos los puntos de medición. Así, la media más alta de espesor muscular encontrada en la región del músculo infraspinato corresponde al grupo de la raza braunvieh 48,97 mm, en contraposición de 42,04 mm para el grupo de la raza holstein. La medición ultrasonográfica en la región del músculo infraspinato se realizó con mucha precisión, dado que presenta poco espesor muscular, lo que permite capturar imágenes de alta calidad<sup>[2]</sup>.

El mayor espesor del longissimo dorsi en la 7<sup>ma</sup> vertebra torácica corresponde al grupo de la raza pinzgauver (92 mm), un poco menos (87,3 mm) corresponde al grupo de la raza braunvieh y 80,79 mm para el grupo de la raza holstein. Las mayores medidas de espesor del longissimo dorsi en la 13<sup>ava</sup> vertebra torácica y 5<sup>ta</sup> vertebra lumbar fueron para el grupo de la raza pinzgauver, 64,46 mm y 63,80 mm respectivamente.

Esto sugiere que los animales de la raza pinzgauver poseen los lomos más robustos en el marco de las tres razas analizadas en este trabajo, estos resultados eran esperados, en correspondencia a lo referido en la literatura, puesto que la raza pinzgauver presenta un desarrollo muscular más fuerte en la región dorsal.

La medición ecográfica en la región del músculo gluteo superficial fué la siguiente: Raza pinzgauver 87,79 mm, braunvieh 85,47 y holstain 82,93 mm. La comparación de las medias de las mediciones ecográficas mediante el método Scheffé, mostraron diferencias significativas ó altamente significativas ( $P < 0.01$ ), excepto la comparación de las medias correspondientes a las mediciones en el músculo gluteo superficial (tabla 2).

La precisión de las mediciones de espesor muscular con ultrasonidos depende de muchos factores, entre los más importantes podemos mencionar, la calidad y potencia del aparato de ultrasonidos, la experiencia del operador y el espesor del punto a medir<sup>[4]</sup>, todos estos factores unidos al número de observaciones pueden influenciar los resultados estadísticos<sup>[5]</sup>.

No obstante los resultados de nuestras mediciones ecográficas sugieren que con esta técnica es posible establecer con poco margen de error las diferencias de conformación y/o desarrollo muscular existentes entre animales o grupos raciales, pudiendo las mediciones de espesor muscular ser tomadas en cuenta, como factor objetivo a la hora de calificar y/o clasificar las canales bovinas.

Tabla 2. Medias y desviaciones estándar de las mediciones ecográficas (mm);  
+P<0.05, ++P<0.01; P-Pinzgauver, H-Holstein, B-Braunvieh

Sitios de medición	P n=25		H n=14		B n=12		Significación de diferencias de las mediciones ecográficas entre razas
	<i>x</i>	<i>s</i>	<i>x</i>	<i>s</i>	<i>x</i>	<i>s</i>	
Musculus infraspinatus (mm)	48.51	5.87	42.04	4.49	48.97	4.95	B: H+, P: H++
7 <sup>ma</sup> vertebra torácica (mm)	92.00	5.29	80.79	6.24	87.34	6.08	P: H++
13 <sup>ava</sup> vertebra torácica (mm)	64.46	4.15	53.94	4.23	62.34	4.21	P, B: H++
5 <sup>ia</sup> vertebra lumbar (mm)	63.80	4.01	52.27	2.81	60.40	6.64	P, B: H++
Musculus gluteus superficialis	87.70	6.61	82.93	7.37	85.47	8.37	

Los más altos coeficientes de correlación, fueron encontrados al correlacionar el peso de la canal caliente y peso de la canal oreada con el espesor del longissimus dorsi medido en la 7<sup>ma</sup> vertebra torácica de los animales del grupo de la raza braunvieh  $r = 0.85$  ( $P < 0.01$ ); En ambos casos, estos resultados son similares a los presentados por Sloniewski et al.<sup>[10]</sup> y Waldner et al.<sup>[14]</sup>, las demás correlaciones calculadas para el grupo de la raza braunvieh fueron moderadas ( $P < 0.05$ ).

En el grupo de la raza holstein encontramos correlaciones altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre el espesor del longissimus dorsi en la 7<sup>ma</sup> vertebra torácica y las medidas de la canal. Para el grupo de

la raza pinzgauver fueron altamente significativas las correlaciones entre el espesor medido en la región del musculo gluteo superficial y las medidas de la canal (tabla 3).

Se evaluó la posibilidad de predecir el peso de la canal caliente, peso de la canal oreada y peso de los cortes de primera utilizando las mediciones ecográficas en modelos de ecuaciones de regresión con resultados de moderados a altos  $R^2 = 0.33 - 0.74$  (tabla 4). Al incluir el peso vivo antes del sacrificio como variable independiente en las ecuaciones del modelo se produce un aumento significativo en la capacidad de predicción  $R^2 = 0,71 - 0,96$  (tabla 5).

Tabla 3. Coeficientes de correlación lineal entre las características de la composición de la canal y los espesores musculares medidos con ultrasonidos

Espesor muscular medido con ultrasonido	Raza	Peso de la canal caliente	Peso de la canal oreada	Peso de cortes de primera	Peso de carne total en la media canal
Musculus infraspinatus	B	0.68 +	0.68 +	0.49 -	0.61 +
	H	-0.21 -	-0.22 -	-0.28 -	-0.25 -
	P	-0.01 -	-0.01 -	-0.09 -	0.63 ++
7 <sup>ma</sup> vertebra torácica	B	0.85 ++	0.85 ++	0.71 ++	0.83 ++
	H	0.66 ++	0.66 ++	0.75 ++	0.71 ++
	P	0.31 -	0.30 -	0.28 -	-0.03 -
13 <sup>ava</sup> vertebra torácica	B	0.54 +	0.54 +	0.53 +	0.53 +
	H	0.45 -	0.46 -	0.56 +	0.52+
	P	0.17 -	0.16 -	0.20 -	0.21 -
5 <sup>ia</sup> vertebra lumbar	B	0.59 +	0.58 +	0.59 +	0.61 +
	H	0.34 -	0.35 -	0.42 -	0.40 -
	P	0.14 -	0.13 -	0.13 -	0.12 -
Musculo gluteo superficial	B	0.66 +	0.66 +	0.62 +	0.67 +
	H	0.73 ++	0.73 ++	0.67 ++	0.61 +
	P	0.68 ++	0.68 ++	0.57 ++	0.64 ++

Tabla 4. Modelo de regresión lineal utilizando las mediciones ecográficas de espesor muscular; P-Pingau, H-Holstein, B- Braunvieh

Carácter	Raza	Factor absoluto	Peso vivo antes del sacrificio	Espesor muscular en el musculo infra spinato	Espesor muscular en la 7 <sup>ma</sup> vertebra torácica	Espesor muscular en la 13 <sup>ava</sup> vertebra torácica	Espesor muscular en la 5 <sup>ta</sup> vertebra lumbar	Espesor muscular en el musculo gluteo superfic.	R <sup>2</sup>
Peso de la canal caliente	B	1.76	-	-	2.75	-	-	-	0.74
	H	-17.98	-	-	1.53	-	-	1.59	0.74
	P	68.5	-	-	-	-	-	2.02	0.74
Peso de la canal oreada	B	2.17	-	-	2.70	-	-	-	0.74
	H	-19.03	-	-	1.50	-	-	1.59	0.74
	P	64.8	-	-	-	-	-	2.01	0.46
Peso de los cortes de primera	B	5.35	-	-	0.49	-	-	-	0.52
	H	-9.42	-	0.40	-	-	-	0.27	0.77
	P	15.09	-	-	-	-	-	-	0.33

En este sentido Walder et al.<sup>[14]</sup>, indican que la inclusión del peso vivo antes del sacrificio en los modelos de predicción produce un aumento mínimo del R<sup>2</sup> del 2 %, mientras que Sloniewski et al.<sup>[10]</sup> dicen haber encontrado un aumento mínimo del R<sup>2</sup> del 5 % en comparación con los modelos donde se incluían solo las mediciones ecográficas.

Los cálculos de predicción en nuestro trabajo indican que los modelos de ecuaciones donde se incluye solamente mediciones ultrasonográficas, tienen suficiente poder de predicción del peso de la canal caliente y peso de

la canal oreada, en el caso de las razas braunvieh y holstein (R<sup>2</sup> = 0.74); No siendo así para el grupo de la raza pinzgauer, lo que puede estar relacionado con las diferencias de musculatura existentes entre razas, pero también por el diferente número de mediciones realizadas para cada raza.

Al incluir el peso vivo antes del sacrificio estas ecuaciones se tornan viables y con suficiente poder para predecir el peso de la canal caliente, peso de la canal oreada y peso de los cortes de primera para todas las razas aquí analizadas.

Tabla 5. Modelo de regresión lineal utilizando el peso vivo y los espesores musculares medidos con ultrasonidos; P-Pingau, H-Holstein, B- Braunvieh

Carácter	Raza	Factor absoluto	Peso vivo antes del sacrificio	Espesor muscular en el musculo infra spinato	Espesor muscular en la 7 <sup>ma</sup> vertebra torácica	Espesor muscular en la 13 <sup>ava</sup> vertebra torácica	Espesor muscular en la 5 <sup>ta</sup> vertebra lumbar	Espesor muscular en el musculo gluteo superfic.	R <sup>2</sup>
Peso de la canal caliente	B	-27.09	0.51	-	-	-	0.63	-	0.96
	H	-44.49	0.47	-	0.86	-	-	-	0.95
	P	-2.90	0.54	-	-	-	-	-	0.87
Peso de la canal oreada	B	-25.90	0.5	-	-	-	-	-	0.96
	H	-45.67	0.47	-	0.83	-	0.60	-	0.95
	P	-5.88	0.54	-	-	-	-	-	0.86
Peso de los cortes de primera	B	-1.35	0.10	-	-	-	-	-	0.75
	H	-13.67	0.08	-	0.29	-	-	-	0.90
	P	-1.09	0.10	-	-	-	-	-	0.71



#### 4. CONCLUSIONES

En resumen podemos constatar que el espesor del longissimus dorsi en la 7<sup>ma</sup> vertebra torácica y el espesor muscular en la región del músculo glúteo superficial pueden ser considerados como buenos predictores del peso de la canal caliente, peso de la canal oreada y peso de los cortes de primera de la canal bovina.

No obstante sería recomendable continuar en la investigación, repetir estudios similares con mayor número de animales para optimizar las ecuaciones de predicción de la composición de la canal bovina.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

1. BUGIWATI, A. R., HARADA, H. D., FUKUHARA, R.: Effects of genetic and environmental factors on ultrasonic estimates of carcass traits of Japanese Brown cows. Asian - Australian J. Anim. Sci. 12, 1999, 4, p. 506 - 510.
2. BLANCO ROA, N. E., HUBA, J., HETÉNYI, L., DEMO, P., SLONIEWSKI, K., POLÁK, P.: Využitie sonografie pre stanovenie hrúbky svalov na rôznych častiach tela výkrmových býkov rôznych plemien. Journal of Animal Science 34, 2001, p. 215 - 221
3. CHRENEK, J.: Exteriérový profil býkov plemena slovenského strakatého, holštajnizovaného čiernostrakatého a ich križencov. J. of Farm Anim. Sci.29, 1996, p. 15-22.
4. DEMO, P., KRŠKA, P., POLTÁRSKY, J., BORECKÝ.: The use of an echocamera for in vivo prediction of some carcass characteristics in pig. Živoč. Výr. 38, 1993, p. 645 - 654.
5. HAMLIN, K. E., GREEN, R. D., PERKINS, T. L., CUNDIFF, L. V., MILLER, M. F.: Real - Time ultrasonic measurement of fat thickness and longissimus muscle area: Description of age and weight effects. J. Anim. Sci., 73, 1995, p. 1713 - 1724.
6. MARTIN, T.G., ALENDA, R., CABRERO, M.: Predicción de la composición de la canal en razas de ganado vacuno Rubia Gallega y Asturiana. II. Por simples medidas en la canal. Investigación Agraria, 8. 1993, 1, p. 65 - 73.
7. MELO, L., CASTILLO, J. L., MIQUEL, M.C., ERIAS, A., J. PORTEYRO IBARRA., MIRANDE, S.: Mediciones con ultrasonidos de espesor de grasa abdominal en pollos parrilleros para estimación de su peso y proporción. Investigación agraria, 16, 2001, 1, p. 127 - 134.
8. NOSÁL, V., ZAUJEC, K., MOJTO, J., PAVLIČ, M., HUBA, J.: Jatočná kvalita teliat rôznych úžitkových typov z pohľadu klasifikačného systému EUROP. J. of Farm Anim. Sci.32, 1999.p. 139-144.
9. POLÁK, P., SLONIEWSKI, K., SAKOWSKI, T., HUBA, J., PEŠKOVIČOVÁ, D., BLANCO ROA, E. E.: Odhad jatočnej hodnoty holštajnských býkov in vivo pri použití ultrazvukovej sonografie. Journal of Farm Ani. Sci. 31, 1999, p. 121 - 126
10. SLONIEWSKI, K.: Ocena wartości buhajów ras mięsnych na podstawie rodzeństwa uzyskanego metoda MOET. IGIHZ PAN Jasterzebiec, 1997, p. 35 - 42.
11. TULLOH, N.M., TRUSCOTT, T. G., LANG, C.P.: An evaluation of the scanogram for predicting of carcass composition of live cattle. A report submitted to Australian meat board. 1973, p. 15.
12. TEMPLE, R. S., H. H. STONAKER., D. HOWRY., G. POSAKONY, AND M. H. HAZELEUS. : Ultrasonic and conductivity methods for estimating fat thickness in live cattle. Proc. west. Sect. Am. Soc. Anim. Prod.1957, 7, p. 477.
13. WALLACE, M.A., STOUFFER, J. R., WEATERVELT, R. G.: Relationships of ultrasonic and carcass measurements with retail yield in beef cattle Liv. Prod. Sci. 4, 1977, p. 153 - 164
14. WALDNER, D.N et al.: Validation of Real - Time Ultrasound Technology for Predicting Fat Thicknesses, Longissimus Muscle Areas and Composition of Brangus Bulls from 4 Months to 2 Years of Age. J. Anim. Sci., 70, 1992, p. 3044 - 3054.