Mendes Jorge, André; de Lima Francisco, Caroline.
Evaluación de canales y calidad de la carne de búfalo
Tecnología en Marcha, *Vol. 24, N.° 5, Revista Especial 2011, P. 36-59*

Evaluación de canales y calidad de la carne de búfalo

André Mendes Jorge [1]
Caroline de Lima Francisco [2]

Introducción

De acuerdo con estimaciones de la FAO (2007), la población mundial de búfalos es aproximadamente 178 millones de cabezas, de los cuales el 99,6% se encuentra en los países considerados subdesarrollados.

Brasil tiene, de acuerdo con la FNP (2003), un rebaño de 1,20 millones de cabezas, y de este total el 65,9%, 7,1%, 7,5%, 13,3% y 6,2% se encuentra en el Norte, Noreste, Sureste, Sur y Centro-Oeste, respectivamente. A pesar de que las estadísticas oficiales controvertidas y muchas veces subestimadas, la producción de búfalos en el mundo y particularmente en Brasil y los países vecinos del Mercosur, ha crecido considerablemente, rompiendo las fronteras, reproduciéndose en zonas donde otras especies de rumiantes no han mostrado índices zootécnicos satisfactorios.

La industria de la carne de ganado participa significativamente en la formación del producto interno bruto, siendo uno de los sectores más importantes de la agroindustria en la economía nacional. Sin embargo, varios sectores de la industria y el comercio de la carne todavía funcionan con sistemas desactualizados y métodos arcaicos.

La carne de búfalo es procesada y comercializada en gran parte del país, sin una forma definida de la identificación de sus características, especialmente en la calidad o el valor razonable. Al igual que la carne bovina, también es un *commodity*, que vale lo que pesa. Sin una diferenciación basada en la identificación de la carne, del rendimiento y de la calidad, deja de darse el estímulo para que el sector productivo se modernice e invierta en conseguir un producto más adecuado, orientado para atender los deseos y los anhelos del consumidor.

El cambio, el sistema productivo de la carne de búfalo necesita urgentemente comenzar a volverse al consumidor porque es quien decide lo que quiere comprar, cuándo, cómo, para qué tipo de plato y lo más importante, ¿cuánto puede pagar

1. Profesor adjunto, Departamento de Producción animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (Unesp) Universidad Estatal Paulista, Botucatu, SP, Brasil. Pesquisador CNPq. Correo electrónico: andrejorge@fmvz.unesp.br
2 Máster en Zootecnia, Universidad Estatal Paulista, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Doctor en Zootecnia. Programa de Posgrado, Botucatu, SP, Brasil.

por el producto? En este sentido, es muy importante conocer el valor relativo de la carne referido a otros productos similares, recordando que el consumidor no paga por el aspecto nutricional, seguridad o la calidad evidente, ya que ellos están incluidos en el precio. El precio debe ser determinado por lo que el consumidor necesita y el valor que él quiere pagar, no lo que el productor desea recibir.

Según Luchiari Filho et al. (2003), otro gran desafío es cómo conectar el productor a la industria y al consumidor. Cada participante en la cadena interpreta la calidad a su manera y tienen sus puntos de control que irán a contribuir para la mejoría de la calidad. El desarrollo de alianzas del tipo de búfalos al plato es una forma de salir del *commodity*. Si no fueran grandes y fuertes, los productores tendrían poco o ningún poder de negociación en la comercialización de sus productos. La integración vertical o coordinación entre los sectores productores de la carne en forma de alianzas, asociaciones o cooperativas, va a ayudar a los productores en la competición, y en la capitalización de sus esfuerzos en el sentido darle valor a sus productos.

De acuerdo con lo expuesto, serán presentadas una variedad de fuentes con un grado razonable de fundamento y buen consenso obtenidos conjuntamente de las universidades, instituciones de investigación, organismos de extensión y empresas que trabajan con la cadena de carne de búfalo, con el fin de aclarar algunos aspectos de la producción y evaluación físico-química de la carne de búfalo.

Estadísticas de la producción de carne y cuero de búfalo

La producción mundial de carne de búfalo fue de 3,32 millones de toneladas (FAO, 2007), destacándose la India, Pakistán y China como principales países productores y situado en Oriente. En Occidente, Brasil figura como el primer productor de carne de búfalo, y dada su extensión territorial, junto a condiciones favorables de clima y suelos, tiene todo para tener, a mediano y largo plazo, la mayor producción de carne bufalina, tanto cuantitativa como cualitativamente.

El avance en la tecnología en la operación y en la seguridad de las cercas eléctricas observada en los últimos años ha facilitado y abaratado la subdivisión de los pastos. En la bufalinocultura, esta tendencia se consolidó en la base de que los búfalos son animales de interés zootécnico que más temen las cercas eléctricas. Siguiendo las teorías de André Voisin, bajo la guía del profesor Humberto Sorio, el criador brasileño Erizolei Belmiro Oliveira da Silva, sometió a los búfalos por primera vez a la cerca eléctrica en 1966, en su Hacienda Redomão, en el Estado de Río Grande do



Figura 1. Búfalos en un sistema de pastoreo Voisin y cerca eléctrica. Cortesía: Humberto Sorio.



Figura 2. Búfalas en un sistema de pastoreo Voisin. Cortesía: André Jorge.



Figura 3. Bucerros y buvillas en un sistema de pastoreo Voisin. Cortesía: Humberto Sório.

Sul. Los alentadores resultados de esta pionera experiencia se han extendido en todo el territorio nacional y llegaron a partir de 1966 a Colombia y Venezuela, donde miles de proyectos de pastoreo Voisin se encuentran implantados y en pleno funcionamiento, tanto en búfalos y como en bovinos para la producción de carne y leche (figuras 1, 2 y 3).

Los sistemas de producción a pasto se están volviendo cada vez más competitivos, no solo por los bajos costos de producción, sino también por la posibilidad de ofrecer carne producida en pastoreo, transformando forrajes en proteína animal, en un sistema donde se valoriza el compromiso social, se preserva el medio ambiente y existe preocupación con el bienestar animal (Pineda, 2000a, b). Según este autor, el criador necesita entender que estas ventajas competitivas solamente tienen valor si los mercados existentes se fortalecen y las nuevas fronteras fueran abiertas, por lo tanto, no pueden quedar indiferentes a las transformaciones que están ocurriendo en el mundo y que nos afectan directamente.

Sin embargo, varias preguntas aún carecen de respuestas efectivas:

- ¿Estos animales están siendo comercializados o sacrificados como búfalos?
- Si son sacrificados como búfalos, ¿la carne sale de la planta como búfalo?
- Si sale como carne de búfalo de la planta, ¿sigue siendo distribuida como carne de búfalo? ¿Cuál es el mercado de consumo?
- ¿El consumidor está preparado para consumir carne de búfalo?

Según Lazzarini et al. (1996), solamente analizando la cadena productiva como se presenta en su totalidad en la figura 4, queda evidente su nivel de complejidad, y se comprueba que las pocas modificaciones logradas se deben a estrategias del sector a corto plazo, sin la aplicación de los conceptos modernos a fin de disminuir las tensiones entre ellos y maximizar la capacidad de adaptarse a los cambios del mercado.

Para Felicio (2000), una vez que el consumidor identifica un buen producto, el mayor desafío es mantener su consistencia y calidad, ya que en caso de decepción, él comprará otro. En el caso de la carne de búfalo, este otro producto, posiblemente será carne de res, pollo o cerdo.

El búfalo como productor de carne

Nuestro grupo de investigación trabaja hace aproximadamente quince años con la línea de investigación "Producción de carne bufalina" y ha tratado de consolidar el búfalo como una opción real para la producción de carne en el país.

Siempre en busca de trabajar con los diferentes sistemas de acabado o



Figura 5. Logotipo del Grupo de Pesquisa del CNPq "UNESP-Botucatu-Búfalos", Universidade Estadual Paulista. Cortesía: André Mendes Jorge.

engorde (a pastos, semi-confinamiento y confinamiento), con animales de diferentes grupos genéticos (puros y cruzados) y condiciones sexuales (enteros, castrados y hembras), el grupo de investigación apunta a estudiar todos los eslabones de la cadena de productiva de carne de búfalo, desde el productor hasta el consumidor final, con informaciones que permitan una mayor inserción del búfalo como productor de carne en Brasil. Los resultados sobre las características del canal y de la carne de búfalo, los cuales son criados en diferentes condiciones de manejo y sistemas de alimentación son a veces contradictorios. Por lo tanto, se requiere mucha cautela al comparar

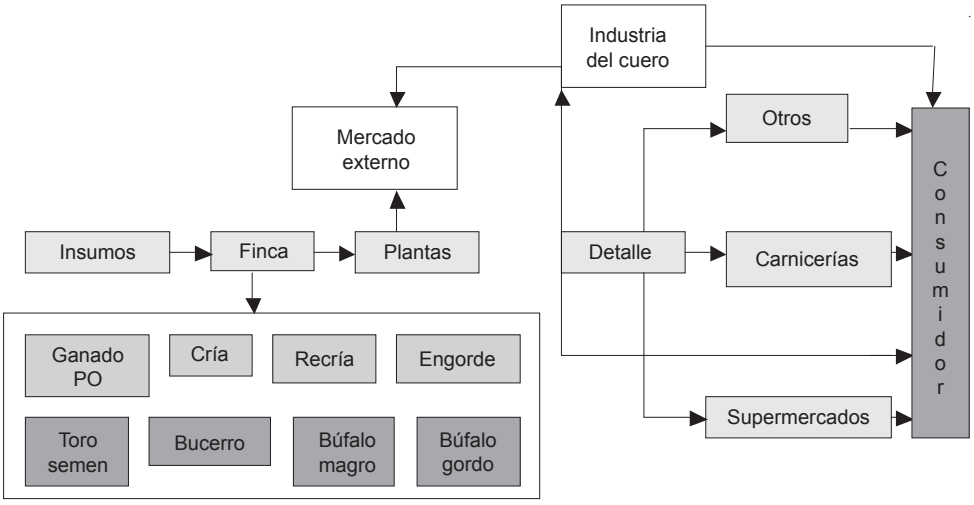


Figura 4. Cadena productiva de la carne bufalina (Adaptado de Pineda & Veríssimo. (2003).

los resultados de estudios realizados en diferentes condiciones experimentales.

El rendimiento estimado en canal y de los cortes de primera y los comerciales, por efecto del sacrificio son de suma importancia para complementar la evaluación del desempeño de los animales durante su desarrollo (Jorge & Fontes, 1997b; Jorge, 1999).

En Brasil, básicamente, el canal se divide en: delantero, contando cinco costillas, que incluye la paleta y las costillas, las costillas o punta de aguja, trasero especial que incluye el trasero completo y el solomo completo (Jorge et al. 1997a).

El rendimiento en canal de animales de diferentes razas de búfalos, sufre la influencia directa de los pesos de la cabeza, el cuero y el tracto gastrointestinal. Este hecho ha sido observado por varios autores y el según Jorge et al. (1997b, c) los más bajos rendimientos en canal registrados en los búfalos es el resultado principalmente de los mayores pesos del cuero y la cabeza que presentan estos animales, que llega a dar una diferencia de hasta un 5% en el canal en canal a favor de los bovinos.

En términos económicos es deseable un mayor rendimiento del trasero especial en comparación a otros cortes, ya que son las partes nobles del canal, que tienen mayor valor de mercado (Jorge & Fontes, 1997a, Jorge et al. 1997a). La evaluación del rendimiento del trasero especial y sus componentes, así como las costillas, es muy útil ya que estos cortes son muy utilizados por los mataderos y carnicerías en la comercialización (Jorge, 1999).

Los búfalos tienen resultados satisfactorios en cuanto al rendimiento de cortes primarios

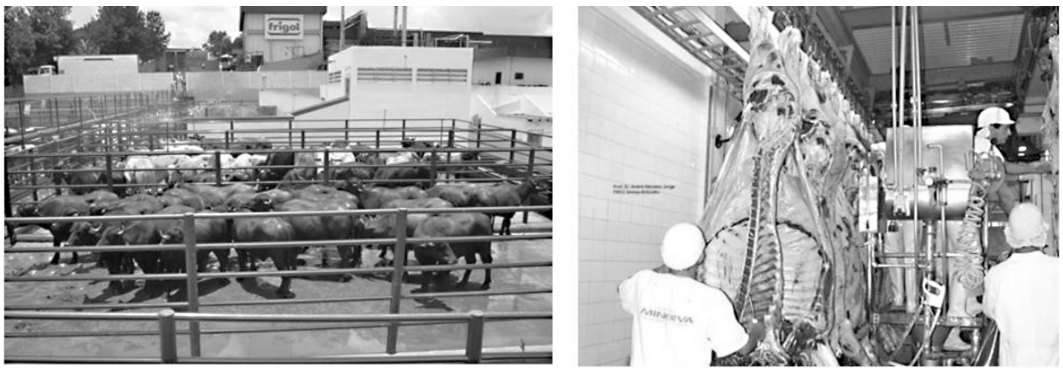


Figura 6. Típico frigorífico brasileño y búfalos esperando el sacrificio. Cortesía: André Jorge.



Figura 7 – Búfalos Murrah y Mediterráneo esperando el sacrificio. Cortesía: André Jorge



Figura 8. Cortes de primera de búfalos Murrah y Mediterráneo, respectivamente. Cortesía: André Jorge.

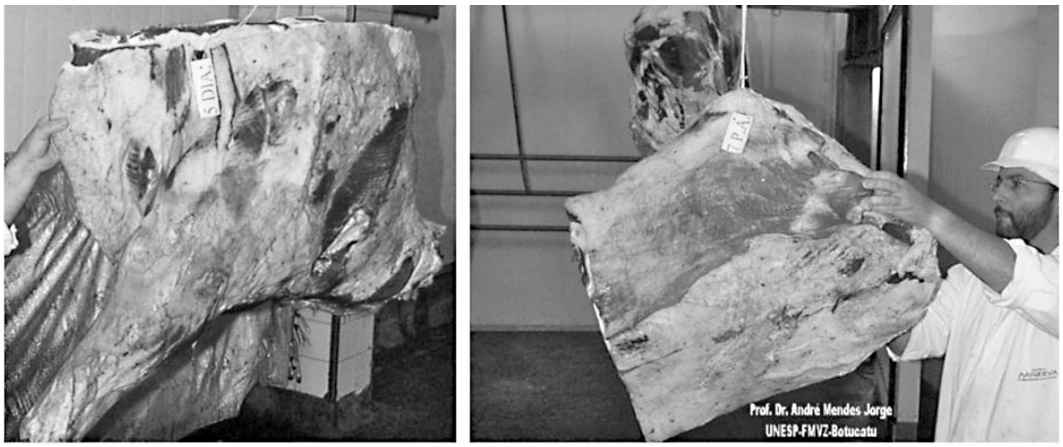


Figura 9. Delantero y punta de aguja (costillar) de búfalos Murrah. Cortesía: André Jorge.

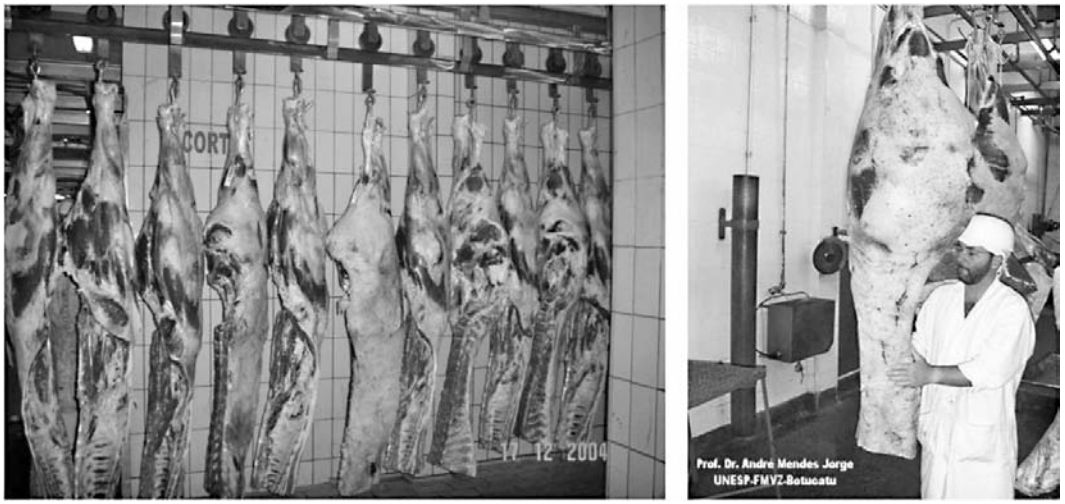


Figura 10. Corte tipo pistola de canales de bufalinos Murrah y Mediterráneo. Cortesía: André Jorge.

del canal y pueden incluso superar en rendimiento a los bovinos en determinados cortes lo que contribuye mucho a desmitificar la especie y aclarar la cadena productiva en cuanto a su potencial real de producción (Jorge, 1999, Jorge, 2001).

Jorge et al. (1997a, b), y Jorge y Fontes (1997b) trabajando con bovinos y búfalos sacrificados en diferentes etapas de madurez fisiológica (pesos de sacrificio) observaron que los búfalos presentaron un menor rendimiento del delantero y mayor del trasero total en consecuencia de su mayor proporción del costillar, ya que no se diferencian de los bovinos en términos de rendimiento del trasero especial.

Trabajando con búfalos Mediterráneo y bovinos Nelore en diferentes sistemas de crianza en el estado de Sao Paulo, Mattos et al. (1990) observaron que los búfalos se mostraron más precoces, alcanzando el peso de sacrificio a los 24 meses exclusivamente en pastoreo y al confinarlos a los 14 meses lograron alcanzar prácticamente el mismo peso de sacrificio a los 18 meses. Por otra parte, los bovinos Nelore, nacidos en la misma estación de nacimiento que los búfalos (primer semestre) para que alcancen el peso sacrificio a los 24 meses necesitan estar en confinamiento a partir de los 16 meses (ocho meses confinados).

El producto comercializado por el productor es el canal, que en el frigorífico

Cuadro 1. Principales componentes del cuerpo de búfalos sacrificados a 450 kg y 500 kg de peso vivo

Componentes	Peso de sacrificio			
	450 kg Peso vivo		500 kg Peso vivo	
	(kg)	(%)	(kg)	(%)
Contenido gastrointestinal	54,3	13,2	74,7	14,9
Peso corporal vacío	390,7	86,8	425,3	85,1
Cabeza + Patas + Cuero	87,79	19,51	95,56	19,10
Corazón + Hígado + Bazo + Pulmones	11,09	2,46	12,08	2,42
Vísceras	21,49	4,77	23,39	4,68
Canal	222,5	49,44	247,2	50,00

Fuente: adaptado de Jorge (2001).

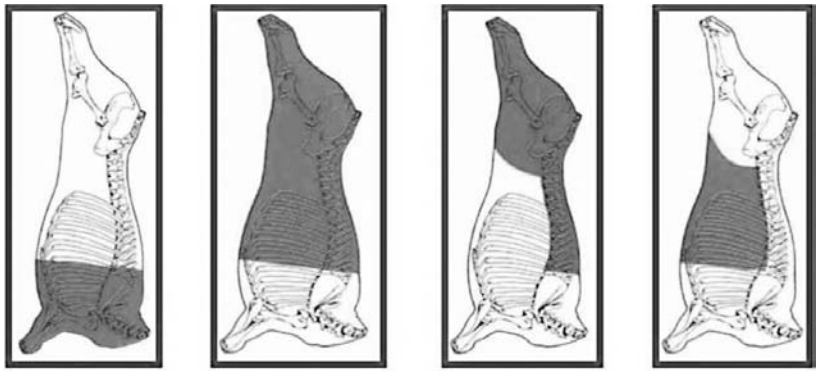


Figura 11. Cortes de primera: delantero, trasero pistola y costillar (zona sombreada).

está compuesto por cortes primarios, sin embargo, para llegar al consumidor debe estar cortes comerciales utilizables. Tomando como base lo pesos vivos de sacrificio de 450 y 500 kg, en el cuadro 1 se presentan los principales componentes del cuerpo del animal.

En los cuadros del 2 al 7 se presentan los pesos y los rendimientos promedio de los cortes básicos de primaria del canal de

Cuadro 2. Peso y rendimientos de los cortes de primera del canal de bufalinos sacrificados a los 450 o 500 kg de peso vivo.

Componentes	Peso de sacrificio		Rendimiento promedio (%)
	450 kg PV (kg)	500 kg PV (kg)	
Paleta completa	37,7	41,9	16,95
Acém completo	51,4	57,1	23,12
Delantero total	89,1	99,0	40,07
Alcatra completa	45,8	50,9	20,59
Coxão completo	59,0	65,5	26,51
Trasero especial	104,8	116,4	47,10
Costillar	28,5	31,7	12,83
Trasero total	133,3	148,1	59,93

Fuente: Adaptado Jorge (2001).

Cuadro 3. Peso y rendimiento de la paleta completa y sus cortes secundarios en bufalinos sacrificados a los 450 y 500 kg de peso vivo.

Componentes	Peso de sacrificio		Rendimiento promedio (%)
	450 kg PV (kg)	500 kg PV (kg)	
Paleta completa	37,7	41,9	16,95
Carne con grasa	28,1	31,2	12,62
Huesos	9,6	10,7	4,32
Paleta	22,9	25,5	10,3
Músculo del brazo	5,2	5,7	2,32

Fuente: Adaptado Jorge (2001).

Cuadro 4. Peso y rendimientos del acém completo y de sus cortes secundarios en bufalinos abatidos a los 450 o 500 kg de peso vivo.

Componentes	Peso de sacrificio		Rendimiento promedio (%)
	450 kg PV (kg)	500 kg PV (kg)	
Acém completo	51,4	57,1	23,12
Carne con grasa	41,2	45,8	18,54
Huesos	10,2	11,3	4,58
Acém	15,1	16,8	6,80
Pecho	11,3	12,6	5,10
Pescuezo	14,8	16,4	6,64

Fuente: Adaptado Jorge (2001).

Cuadro 5. Peso y rendimientos de la costilla y de sus cortes secundarios en bufalinos sacrificados a los 450 o 500 kg de peso vivo.

Componentes	Peso de sacrificio		Rendimiento promedio (%)
	450 kg PV (kg)	500 kg PV (kg)	
Costillar	28,5	31,7	12,83
Carne con grasa	23,38	25,98	10,51
Huesos	5,16	5,73	2,32
Flanco	12,0	13,3	5,40
Costilla	11,3	12,6	5,10

Fuente: Adaptado Jorge (2001).

Cuadro 6. Peso y rendimientos del solomo completo y sus cortes secundarios en bufalinos sacrificados a los 450 y 500 kg de peso vivo.

Componentes	Peso de sacrificio		Rendimiento promedio (%)
	450 kg PV (kg)	500 kg PV (kg)	
Solomo completo	45,8	50,9	20,59
Carne con grasa	34,4	38,2	15,44
Huesos	11,4	12,7	5,15
Solomo	12,9	14,3	5,80
Filet	5,9	6,5	2,64
Lomo	15,6	17,3	7,00

Fuente: Adaptado Jorge (2001).

Cuadro 7. Peso y rendimientos del muslo completo y de sus cortes secundarios en bufalinos sacrificados a los 450 o 500 kg PV.

Componentes	Peso de sacrificio		Rendimiento promedio (%)
	450 kg PV (kg)	500 kg PV (kg)	
Muslo completo	59,0	65,5	26,51
Carne con grasa	46,7	51,9	21,00
Huesos	12,2	13,6	5,50
Muslo suave	14,2	15,8	6,40
Muslo duro	13,1	14,6	5,90
Lagarto	4,2	4,7	1,90
Patinho	10,9	12,1	4,90
Músculo de la Pierna	4,2	4,7	1,90

Fuente: Adaptado Jorge (2001).

búfalos sacrificados en sus pesos antes mencionados.

De acuerdo con la información de los cuadros descritos anteriormente, tenemos un búfalo sacrificado a los 450 o 500 kg PV, presenta respectivamente, pesos de 222,5 a 247,2 kg en canal, lo que corresponde a 173,8 a 193,1 kg (78 1%) de la porción comestible (carne con grasa), estos valores son comparables a los de las razas tradicionales seleccionados para carne.

La inversión en genética, mediante programas selección y mejoramiento, es también una forma importante de obtener el beneficio de la actividad, al buscar animales que sean al mimo tiempo adecuados para las condiciones del medio, precoces en reproducción, con buenas ganancias en el peso y que tengan buenas características de canal. La adopción de cruces entre animales de diferentes razas bufalinas ha sido adoptada como una de las mejores alternativas para obtener animales productivos y adaptados al trópico (Jorge, 1999).

La importancia del conocimiento de composición física del canal

En la comparación de grupos genéticos de fuentes y de niveles de nutrientes, es muy importante el conocimiento de las proporciones de músculo, la grasa y los huesos de la canal. Berg y Butterfield (1976) demostraron que, después del destete, el crecimiento de los huesos disminuye, mientras que el músculo se produce en una tasa relativamente alta (rápido), disminuyendo en una etapa más avanzada de desarrollo, dando lugar a una mayor proporción del músculos con respecto a los huesos a medida que el peso vivo aumenta. La proporción de tejido adiposo es pequeña al nacer. Su tasa de crecimiento aumenta a medida que se desarrolla. En animales excesivamente terminados, la cantidad de grasa puede ser mayor que la de los músculos. La raza, el sexo y el nivel de nutricional influyen en la edad y el peso producido en la aceleración o desaceleración en el crecimiento de cada tejido.

Los animales en avanzado estado de engorde presentan un crecimiento muscular menos intenso en relación con el tejido adiposo. Este hecho, asociado con el costo energético de la deposición de grasa y el alto costo del mantenimiento de los animales pesados, resulta en una eficiencia biológica muy baja en relación con el crecimiento muscular.

Hankins y Howe (1946) describieron una técnica de muestreo del canal, retirando una sección de la 9ª y 11ª costillas (Sección HH, figura 12), y desarrollaron ecuaciones

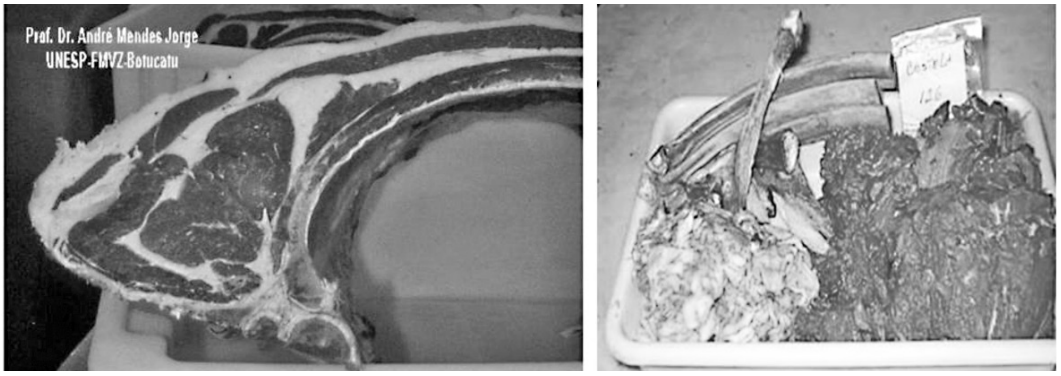


Figura 12. Sección Hankins & Howe (9ª -11ª costilla) de la canal de búfalo y después de la separación en músculo, grasa y hueso. Cortesía: André Mendes Jorge.

que permiten una buena estimación de la composición de la canal. Esta técnica se utiliza en la actualidad por la mayoría de los investigadores de EE.UU. y adoptada por nuestro grupo de investigación en Brasil.

Jorge et al. (2003) al trabajar con tres grupos genéticos de búfalos (Murrah (MUR) Jaffarabadi (JAF) y el Mediterráneo (MED) determinó la composición física y la relación entre los tejidos el canal de los animales sacrificados en diferentes etapas de madurez fisiológica (pesos de sacrificio de 400 kg, 450 kg y 500 kg). El resumen de los resultados se muestra en el cuadro 8.

Como puede observarse en el 9, el autor no encontró algún efecto de interacción entre los grupos genéticos y los pesos de sacrificio para las características estudiadas. Así, los efectos fueron estudiados por separado para comparar las medias. No hubo diferencia entre grupos genéticos MUR, JAF y el MED en lo referente a las proporciones de músculo y tejido adiposo. Por otro lado, la raza Jaffarabadi presentó una mayor proporción de huesos (P<0.05) que las razas Murrah y Mediterránea. Animales MED presentaron mayor relación tejido suave/hueso (TM/O) y músculo/hueso (M/O) (P <0,05), mientras que la JAF tuvo una menor (P <0,05) MT / O y M / S. Este hecho se explica por la menor y mayor proporción de huesos del canal, que la presentada por MED y la JAF, respectivamente. No se observaron diferencias entre las etapas de madurez (peso en el sacrificio) en la proporción de músculo y tejido adiposo, aunque se ha observado la tendencia de una mayor proporción de tejido adiposo, con una menor proporción de huesos (P <0.05) en los animales sacrificados a los

Cuadro 8. Medias de la composición física y de la relación entre los tejidos del canal de bufalinos por grupo genético y por madurez [1]

Tejido	Grupo genético		
	Murrah	Jafarabadi	Mediterráneo
Músculo	55,61 a	54,61 a	55,60 a
Grasa	29,16 a	28,60 a	29,65 a
Hueso	15,23 b	16,79 a	14,75 b
	Relaciones entre los tejidos		
Tejido suave[2]/óseo	5,56 ab	4,96 b	5,78 a
Tejido muscular/óseo	3,65 ab	3,25 b	3,77 a
Tejido adiposo/óseo	1,91 a	1,70 a	2,01 a
Tejido adiposo/muscular	0,52 a	0,52 a	0,53 a
Tejido	Madurez (Peso de sacrifico)		
	400 kg PV	450 kg PV	500 kg PV
Músculo	56,33 a	54,75 a	55,75 a
Grasa	27,17 a	29,12 a	30,21 a
Hueso	16,50 a	16,13 a	14,04 b
	Relaciones entre los tejidos		
Tejido suave[2]/óseo	5,06 b	5,20 b	6,12 a
Tejido muscular/óseo	3,41 b	3,39 b	3,97 a
Tejido adiposo/óseo	1,65 b	1,80 ab	2,15 a
Tejido adiposo/muscular	0,48 a	0,53 a	0,54 a

1 Valores seguidos por la misma letra, en la misma línea, no difieren (P>0,05) por la prueba de Tukey.
2 Tejido suave = Tejido muscular + tejido adiposo.
Fuente: Jorge et al. (2003)

500 kg PV. Los animales sacrificados a 500 kg PV presentaron mayor relación de TM/O, M/O y TA/O (P <0,05) que animales sacrificados a los 405 kg PV. Estas diferencias reflejan sobre todo los cambios en la proporción de huesos en el canal, el cual disminuye abruptamente con el aumento de peso vivo que la proporción de músculos. Estos resultados son sustentados por los trabajos clásicos de Berg y Butterfield (1976) y por Marple (1983), trabajando con bovinos.

Jorge et al. (2005) en un estudio con búfalos Mediterráneo sacrificados entre los 450 y 540 kg de peso vivo, observó una disminución de 4,8 y 7,8% en el porcentaje de músculos y huesos, respectivamente, y un aumento del 13% en el porcentaje de grasa. Los datos se presentan en el cuadro 9.

Longitud, área del ojo del lomo y espesor de la grasa subcutánea

Jorge et al. (2003) trabajando con tres grupos genéticos de búfalos (Murrah (MUR) Jaffarabadi (JAF) y el Mediterráneo (MED)) determinaron la longitud del canal (COMPCAR), el espesor de la grasa subcutánea (ESPGOR) y el área del ojo del lomo (AOL) de animales sacrificados en diferentes etapas de madurez fisiológica (peso de sacrificio de 400 kg, 450 kg y 500 kg). Los resultados se resumen en el cuadro 10.

No hubo diferencias entre los grupos genéticos con respecto a los valores de COMPCAR, EGC y AOL, expresados en valores absolutos y en % de PCV. El valor de COMPCAR, en % de PCV para búfalos, del presente estudio, se encuentra próximo al valor de 0.36 encontrado por Jorge et al. (1997a). La EGC de los animales de los tres grupos genéticos (entre 2,84 y 3,43 mm) fue inferior a los valores de 5,03 y 4,33 mm reportados por Gazzetta et al. (1995) y Moletta y Restle (1996), y superior al 2,54 que se encuentran por Jorge et al. (1997a). Se reconoce que el espesor de grasa entre 3 y 5 mm asegurarán una buena protección a los canales de frías. Por lo tanto, los valores encontrados para los animales a 450 y 500 kg PV, en este estudio pueden ser considerados adecuados.

Los animales sacrificados de 500 kg PV presentaron mayor COMPCAR y EGC (P <0,05), que los sacrificados a 450 y 500 kg PV, mayor AOL (P <0.05), expresada en valores absolutos, que los de más peso a la hora del sacrificio. Cuando se ajuntaron los datos en % de PCV, se encontró que los animales sacrificados de 500 kg PV

Cuadro 9. Características de el canal de búfalos Mediterráneo de acuerdo con el peso vivo a la hora del sacrificio.

Parámetros	Peso vivo a la hora del sacrificio(PV) (kg)				
	450	480	510	540	Ecuación de regresión
Músculo (%)	53,4	52,5	51,6	50,8	Ŷ = 66,755 -0,0296*PV
Grasa (%)	30,0	31,3	32,6	33,9	Ŷ = 10,604 + 0,0431*PV
Hueso (%)	16,6	16,2	16,1	15,3	Ŷ = 22,641 –0,0135*PV
Músculo : hueso	3,25	3,28	3,30	3,32	Ŷ = 2,8929 +0,0008*PV
Músculo+ grasa : hueso	5,08	5,24	5,40	5,56	Ŷ = 2,6985 +0,0053*PV
conformación, puntos[1]	9,2	10,4	10,7	10,7	Ŷ = 10,2
Madurez fisiológica[2]	12,6	12,5	12,5	12,7	Ŷ = 12,6

[1] Conformación: 9 = regular (+); 10 = buena (-); 11 = buena; [2] Madurez fisiológica - 1 (animal viejo) hasta 15 (muy joven). (Jorge et al., 2005).

Cuadro 10. Características cuantitativas de la canal de búfalos de diferentes grupos genéticos y sacrificados en diferentes etapas de madurez [1].

	Grupo genético		
Parámetros[2]	Murrah	Jafarabadi	Mediterrâneo
	Valores Absolutos		
COMPCAR (m)	1,37 a	1,38 a	1,37 a
EGC (mm)	3,10 a	3,43 a	2,84 a
AOL (cm^2)	55,34 a	54,58 a	54,01 a
	% Peso del cuerpo vacío (%PCV)		
COMPCAR (m)	0,34 a	0,34 a	0,34 a
EGC (mm)	0,79 a	0,83 a	0,70 a
AOL (cm^2)	14,02 a	13,57 a	13,54 a
	Madurez (Peso vivo de sacrificio)		
Parámetros [2]	400 kg	450 kg	500 kg
	Valores absolutos		
COMPCAR (m)	1,34 c	1,38 b	1,41 a
EGC (mm)	2,16 b	2,98 b	3,99 a
AOL (cm^2)	47,52 b	57,94 a	61,40 a
	% Peso del cuerpo vacío (%PCV)		
COMPCAR (m)	0,36 a	0,34 b	0,31 c
EGC (mm)	0,60 b	0,75 ab	0,90 a
AOL (cm^2)	13,11 a	14,59 a	13,86 a

1 Medias con letras diferentes difieren significativamente al nivel de 5% por la prueba de Tukey.
2 COMPCAR = Largo de la canal; EGC = espesura de grasa de subcutánea; AOL = área del ojo de lomo.
Fuente: Jorge et al. (2003).

presentaron menor COMPCAR (P <0,05) que los de 450 kg PV, y estos, menor (P <0,05) que los sacrificados a los 400 kg. Esto indica que los animales a los 500 kg PV, presentaron canales más compactos. En cuanto a AOL, en % de PCV, no hubo diferencias (P> 0,05) entre las etapas de madurez. Esto indica la presencia de una desaceleración del desarrollo del tejido muscular en relación con el tejido adiposo de animales sacrificados a 500 kg PV, lo que se confirma por el aumento en los valores de EGC, en % PCV en animales más pesados (500 kg PV). Estos resultados concuerdan con los encontrados por Perón et al. (1995) con bovinos y por Jorge et al. (1997a,b,c) y Jorge y Fontes (1997b, c, d) con búfalos y bovinos.

3.2. Uso del ultrasonido para la evaluación de las características del canal en bufalinos

El uso del ultrasonido para evaluar las características del canal en bovinos vivos ha sido bastante estudiado por varios investigadores en todo el mundo (Wilson, 1992, Kemp et al., 2002, entre otros). Esta técnica permite una evaluación rápida, no invasiva o destructiva y con buena precisión de la composición corporal: para estimar la proporción de músculo y la grasa es más preciso que el peso vivo y otras características de fácil medición (Wilson, 1992).

Muchos investigadores han intentado desarrollar ecuaciones matemáticas con

el objetivo de estimar la composición del canal. Según Luchiari Filho (1986) un método confiable para estimar la composición corporal es esencial en muchos estudios, principalmente cuando es necesario para determinar la tasa o la eficiencia de crecimiento de los tejidos. El mismo autor señala que un método ideal para estimar la composición corporal debe ser preciso, con buena repetibilidad, fácil de dirigir, barato y aplicable a animales de diferentes edades, tamaños corporales, la puntuación de los músculos, razas, sexos y grados de acabado.

Según Silva et al. (2003) las medidas del canal en el ganado bovino obtenidas por ultrasonido presentan altas correlaciones con las respectivas medidas en la canal. Las evaluaciones de las características del canal por ultrasonografía en los animales jóvenes presentan buenas correlaciones con las mediciones en el momento del sacrificio. Según el mismo autor, las mediciones de ultrasonido, combinadas con el peso vivo pueden estimar con gran precisión el peso del canal caliente y moderadamente el rendimiento del canal.

De esta forma, según May (2000), el ultrasonido puede ser usado para estimar el rendimiento de la porción comestible de carne del canal bovino, sin embargo, requiere más estudio. Estos métodos pueden, según el autor, ser fáciles y rápidamente implementados para identificar y seleccionar bovinos con superior rentabilidad (rendimiento de la porción comestible).

De acuerdo con lo expuesto, y con el fin de dar continuidad a la línea de investigación ya realizada y ofrecer mayores elementos a los programas de selección y mejoramiento genético de búfalos para la carne, nuestro grupo de investigación inició en el 2000 algunos estudios centrados en el uso de la ultrasonografía en tiempo real en bufalinos.

La propuesta es montar un banco de datos consistente y representativo de los grupos genéticos o razas de búfalos utilizados para producción de carne e intercambiar información sobre el desempeño de las progenies de los toros utilizados en programas de mejoramiento.

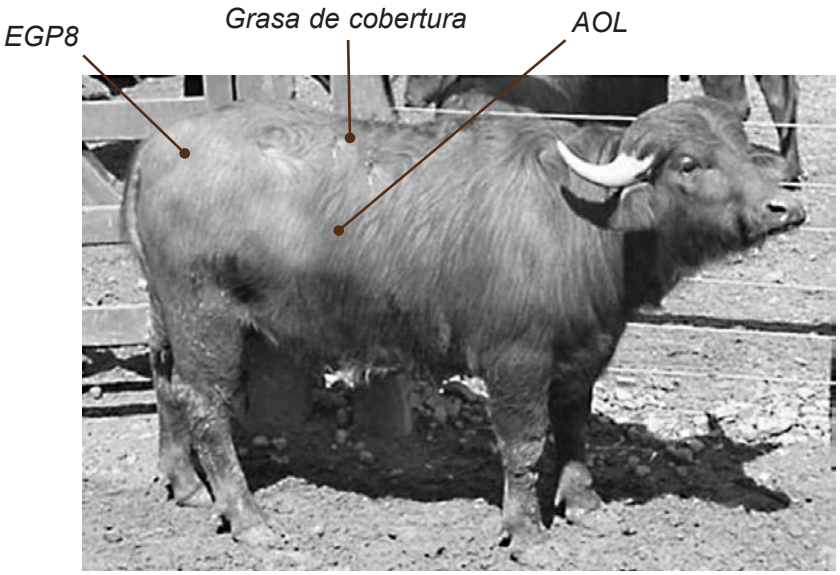


Figura 13. Lugares de las medidas de ultrasonido en búfalo Mediterráneo. Cortesía: André Mendes Jorge.

Las características del canal que están siendo medidas en búfalos vivos por ultrasonido son: área del ojo del lomo (AOL), grasa subcutánea de cobertura y grasa de la grupa (EGP8). (figuras 13, 14 y 15).

La recolección de imágenes para medir la grasa de grupa (EGP8) se hace en la parte superficial de los músculos *glúteos medius* y del *bíceps femoral.*

Según Sainz y Araújo (2002), la evaluación genética de calidad del canal con ultrasonido tiene muchas ventajas. Primero, el ultrasonido permite un análisis precoz de los animales para selección sin necesidad de sacrificio, la prueba de progenie. Los resultados pueden estar disponibles antes de la primera estación de monta. Segundo, el costo de la evaluación individual es mucho menor que el costo de las pruebas de progenie, con resultados similares. Tercero, en el ganado vacuno las características de canal son de heredabilidad de media alta, y en algunos casos las medidas del ultrasonido son aun superiores que las mediciones directas. (cuadro 11)

Lo que se ha propuesto nuestro grupo de investigación es utilizar la herramienta del ultrasonido en bufalinos para determinar las heredabilidades características del canal y las correlaciones entre las características *in vivo* rasgos y después del sacrificio (*post mortem*).

Jorge et al. (2007a, b) en un estudio realizado con búfalos Mediterráneo, los animales fueron escaneados con ultrasonido en tiempo real (UTR), sacrificados y deshuesados en cortes para determinar el potencial de la medición del ultrasonido para predecir el rendimiento de los cortes del canal. Se utilizaron análisis de ecuaciones de regresión para comparar los posibles modelos de predicción por cada kilogramo o porcentaje de producto final a partir las evaluaciones en la canal y por ultrasonido.

Los resultados indican que es posible predecir los modelos para el porcentaje o en



Figura 14. Imágenes del área del ojo del lomo y de la grasa corporal recolectadas y medidas en el músculo *longissimus dorsi* entre las costillas 12 y 13. Cortesía: André Mendes Jorge.



Figura 15. Imagen típica de la grasa de la grupa en búfalo. Cortesía: André Mendes Jorge.

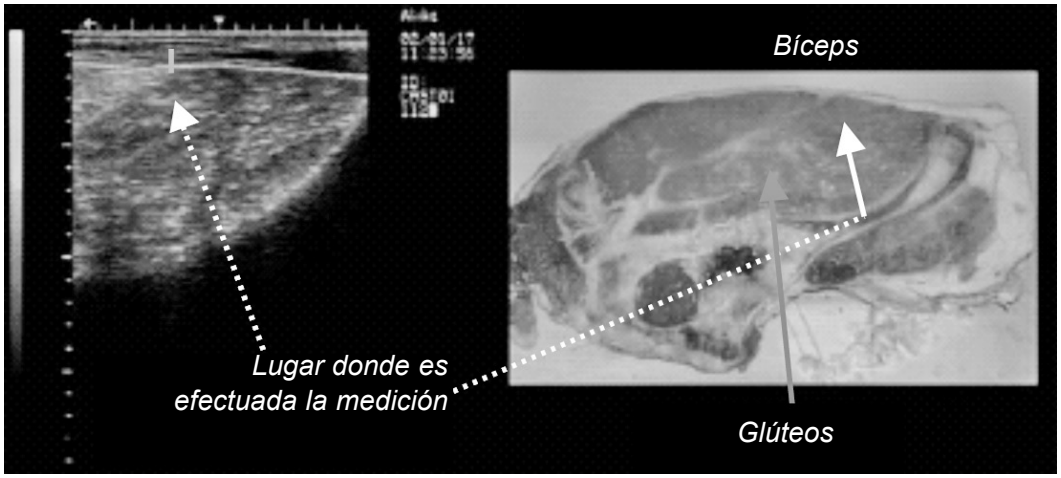


Figura 16. Típica imagen de la grupa, con el corte del bíceps femoral y glúteus medius. Fuente: Adaptado de Sainz y Araujo (2002).

Cuadro 11. Heredabilidades y correlaciones genéticas de las principales características de la canal bovina, medidas directamente o por ultrasonido.

Características	Directo	Ultrasonido	Correlación genética
Área de ojo de lomo	0,28	0,36	0,75
Grasa de cobertura	0,24	0,37	0,71
Marmoreo	0,37	0,37	0,77
Rendimiento carne (%)	0,24	0,36	----

Fuente: Ritchie. (2001)

kilogramos de los productos comerciales utilizando las mediciones con UTR y fueron similares en su poder predictivo y precisión (cuadro 12) en comparación con los modelos obtenidos de las mediciones en la canal.

Ambas mediciones, la de espesor de grasa de cobertura y la del área del ojo de lomo fueron sobresestimadas cuando se midieron por ultrasonografia en comparación con las mediciones efectuadas en el peso del canal frío (cuadro 13). Las diferencias medias absolutas son mayores que las diferencias de medias, lo que indica que algunas imágenes fueron interpretadas más grandes y algunas más pequeñas que la medición real en la canal.

Las mediciones de AOL y EGC por ultrasonido tienen una correlación positiva con las mediciones hechas en el canal, para las mismas características (cuadro 14).

Los errores estándar de predicción fueron utilizados como patrones para garantizar la exactitud de la técnica de ultrasonido. Las ecuaciones de regresión utilizando el peso vivo (PV), área de ojo de lomo (AOLU) y espesor de la grasa (EGCU) entre la 12ª y 13ª costilla y también sobre el músculo *bíceps femoral* (GCP8U) por ultrasonido presentaron un 95% de variación en el peso del canal caliente cuando se mide inmediatamente antes del sacrificio (cuadro 15).

En otro estudio, Jorge et al. (2007b) estimaron en bufalinos Mediterráneo las correlaciones entre las mediciones *in vivo,* con equipo de ultrasonido, con algunas

*Cuadro 12***.** Precisión en la medición por ultrasonido en reproductores bufalinos Mediterráneo.

	Grasa de cobertura, mm	Área de ojo de lomo cm^2
Tendencia (Ultrasonido en el canal)	-,26	-1,04
Diferencia media absoluta	1,02	2,71
Error estándar de la predicción	1,53	3,36

Fuente: Jorge et al. (2007a).

Cuadro 13. Medias, desvíos-estándar (DS), valores de mínimo y máximo para animales vivos, canal y medidas de ultrasonido.

Características	Media (DS)	Mínimo	Máximo
Peso vivo, kg	496,18 (38,56)	426,00	552,00
Peso de canal, kg	246,18 (20,92)	208,50	280,50
Canal EGC, mm	10,37 (3,01)	5,00	18,00
Canal AOL, cm^2	69,46 (6,82)	56,00	81,00
EGCU, mm	9,92 (3,00)	5,00	17,60
AOLU, cm^2	66,81 (7,04)	54,85	79,53
GCP8U, mm	11,93 (3,18)	6,30	17,80
Cortes del canal, %	74,60 (2,39)	63,51	76,55
Cortes del canal, kg	183,82 (18,27)	132,42	212,49

EGC = espesura de grasa de cobertura; AOL = área del ojo de lomo; EGCU = espesura de grasa de cobertura por ultrasonido; AOLU = área del ojo de lomo por ultrasonido; GCP8U = grasa de cobertura en la P8 localizada sobre el músculo *gluteus medius* por ultrasonido (Jorge et al., 2007a)

Cuadro 14. Correlaciones entre cortes comerciales y el animal vivo, canal y mediciones por ultrasonido de reproductores bufalinos Mediterráneos.

	Corte comercial, %	Corte comercial, kg
Peso vivo	-,29	,91
Peso de canal	-,25	,93
Canal EGC	-,78	
Carnal AOL	,42	,72
EGCU	-,83	
AOLU	,32	,68
GCP8U	-,72	

EGC = espesura de grasa de cobertura; AOL = área del ojo de lomo; EGCU = espesura de grasa de cobertura por ultrasonido; AOLU = área del ojo de lomo por ultrasonido GCP8U = grasa de cobertura en la P8 localizada sobre el músculo *gluteus medius* por ultrasonido (Jorge et al., 2007a).

Cuadro 15. Parámetros de las ecuaciones de regresión para predecir el peso (PPCTE) y porcentaje (RPCTE) de los cortes comerciales de cuarto posterior en función de las mediciones por ultrasonido.

Peso de los cortes comerciales del cuarto trasero (PPCTE) (kg)								
Ecuación	C_p	r^2	$S_{y,x}$	Intercepto	PV	AOLU	EGCU	GCP8U
1	3,74	0,75**	1,29	- ,786	,065	,113	-	-
2	4,00	0,76**	1,26	- ,939	,062	,120	,151	-
3	4,15	0,78**	1,25	-1,046	,061	,121	-	,174
Porcentaje de cortes comerciales de la canal del corte pistola (RPCTE) (%)								
Ecuación	C_p	r^2	$S_{y,x}$	Intercepto	PV	AOLU		GCP8U
1	3,58	0,24	2,41	63,49	-,013	,127	-	-
2	3,95	0,25	1,74	63,33	-,017	,138	,184	-
3	4,00	0,28	1,63	62,34	-,016	,139	-	,193

** P<.01 PV = peso vivo en datos obtenidos por ultrasonido; AOLU = área de *longissimus dorsi* por ultrasonido; EGCU = espesura da grasa de cobertura de *longissimus dorsi* por ultrasonido; EGCP8U = espesura de la grasa sobre *bíceps femoral* por ultrasonido C_p = Constante de Mallows; $S_{y,x}$ = Desvío Estándar. (Jorge et al., 2007a)

Cuadro 16. Coeficientes de correlación de Pearson entre las mediciones de ultrasonido y de la canal de búfalos Mediterráneo terminados en confinamiento.

Características	Correlación de Pearson		
	AOLU (cm^2)	EGCU (mm)	EGP8U (mm)
Peso de canal caliente (kg)	.74**	.62**	.71**
Rendimiento de canal (%)	.47**	.56**	.59**
AOL Canal (cm^2)	.96**	-.13	-.07
EGC Canal (mm)	-.02	.99**	.79**
EGP8 Canal (mm)	.06	.65**	.91**
Canal (kg)	.68**	.30	.50**
CC Canal (%)	.32	-.83**	-.72**

* P<.05; ** P<.01 AOLU = área Del *longissimus dorsi* por ultrasonido; EGCU = espesura de la grasa de cobertura por ultrasonido; EGP8U = grasa de cobertura da grupa por ultrasonido; CCCanal = cortes comerciales de la canal. (Jorge et al., 2007b)

características del canal medidas después de sacrificio. Los animales tenían un peso inicial promedio de 330 kg y 14 meses de edad, fueron confinados durante 120 días y se recibieron una dieta con alto contenido de concentrado.

Después de ser sacrificados, el peso del canal caliente y la grasa renal-pélvica e inguinal fueron medidas y se calculó el rendimiento del canal. Después de 24 horas de enfriamiento se midieron el área de ojo de lomo (AOLC), el espesor de la cobertura grasa (EGCG) y grasa de la grupa (EGP8C). La AOLC, EGCC y EGP8C fueron subestimados por las medidas del ultrasonido. Los coeficientes de correlación de Pearson para el área del ojo del lomo, el espesor de la grasa de cobertura, la grasa de la grupa, las medidas en el canal y con el ultrasonido se presentan en el cuadro 16.

Las figuras 17 y 18 muestran la dispersión de datos en el área del ojo de lomo y la grasa de cobertura, respectivamente,

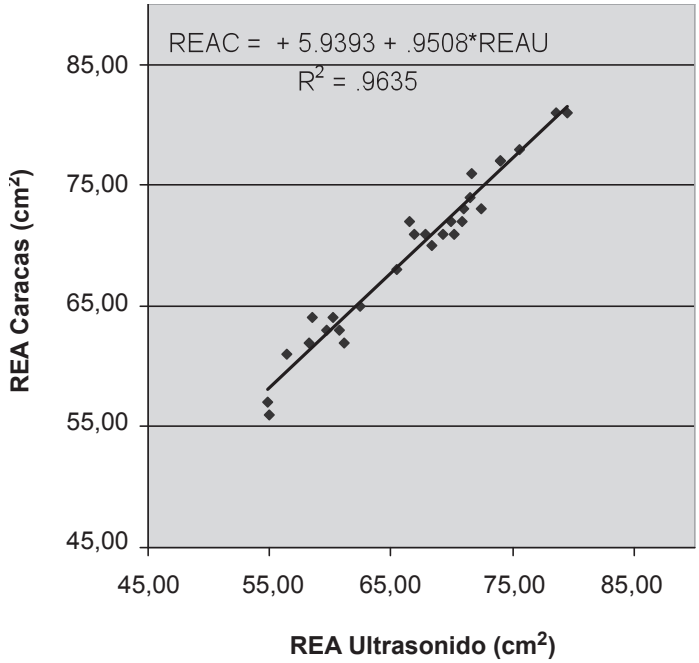


Figura 17. Gráfico de la dispersión de los datos del área del ojo del lomo de músculo *Longissimus dorsi* (REA) de reproductores Mediterráneo. (Bubalus bubalis) (Jorge et al, 2007b).

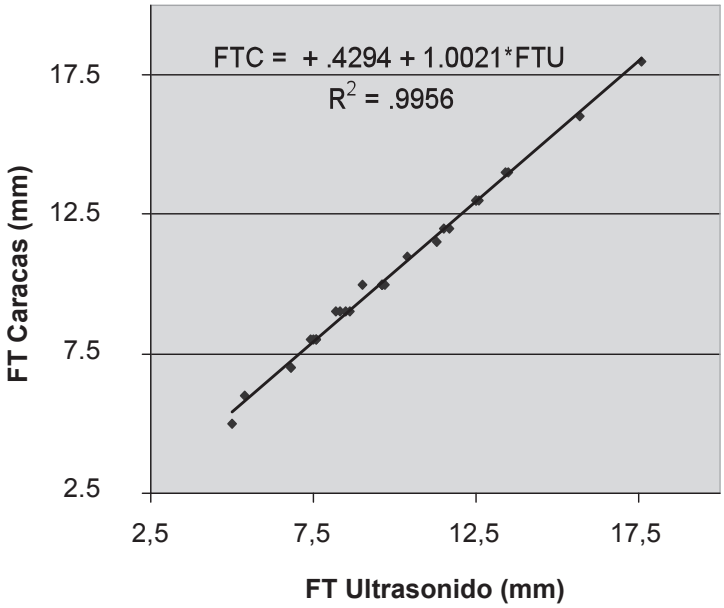


Figura 18. Gráfico de la dispersión de los datos de la gasa de coberturas (FT) de bufalinos Mediterráneo (*Bubalus bubalis*) (JORGE et al., 2007b)

medida por ultrasonido y en el canal del músculo *Longissimus dorsi* de búfalos Mediterráneo en confinamiento.

Las medidas del ultrasonido puede ser utilizadas para estimar las características del canal con buena precisión en los búfalos (Jorge et al., 2007b).

Composición química y calidad de carne bufalina

Jorge et al. (2005), trabajando con búfalos Mediterráneo, observaron que la carne de búfalo tiene un aspecto atractivo para el consumidor. La suavidez medida por la fuerza de corte (promedio 3.55) fue calificado como muy suave.

Francisco et al. (2007) condujo estudios para evaluar la composición química y la suavidez del músculo *Longissimus dorsi* de búfalos Murrah (no castrados) sacrificados en diferentes pesos. Los valores para la suavidad fueron similares a los encontrados en la literatura y demuestran que la carne de búfalo es suave (cuadro 18).

La conclusión de los autores es que la carne de búfalo es una excelente fuente alternativa de proteína roja de alto valor biológico para el alimento de los consumidores brasileños. Sin embargo, nuevos estudios sobre la calidad de la carne de búfalo necesitan ser desarrollados para ampliar el conocimiento de las características y así propiciar un mejor conocimiento a la comunidad científica, así como la desmitificación de la especie por parte del consumidor final quien debe considerar una excelente alternativa de proteína roja de alta valor biológico para su alimentación.

Miosina de cadena pesada, las fibras musculares y la calidad de la carne

Conocedores del gran potencial productivo del búfalo como productor de carne y de

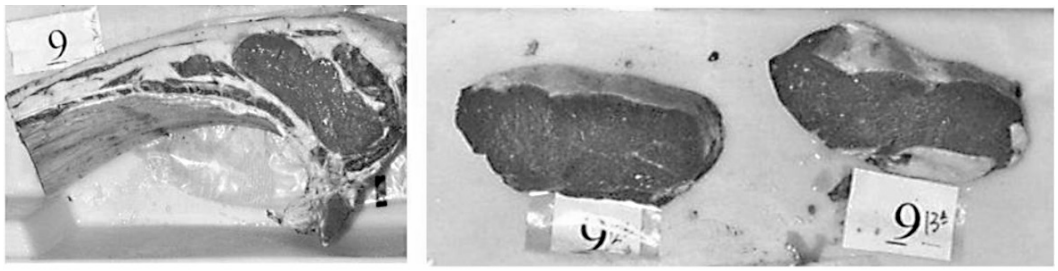


Figura 19. Sección Hankins & Howe (9ª – 11ª costillas) y bifes del músculo *Longissimus dorsi* de las 12ª y 13ª costillas. Cortesía: André Mendes Jorge.

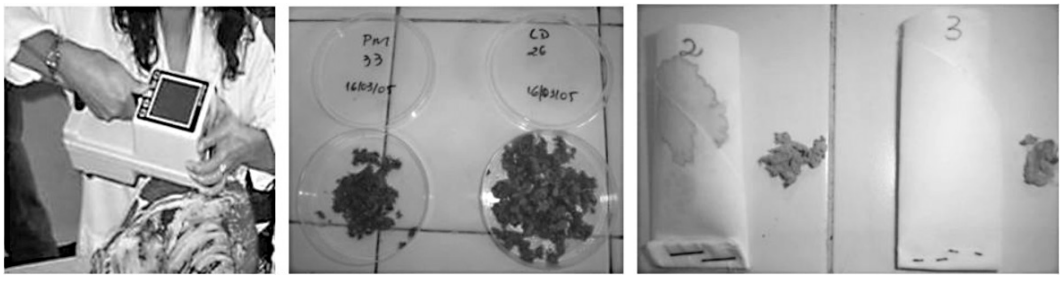


Figura 20. Medición del color, muestras de carne de búfalo para la determinación de la composición centesimal del músculo *longissimus dorsi* entre las 12ª y 13ª costillas. Cortesía: André Mendes Jorge.

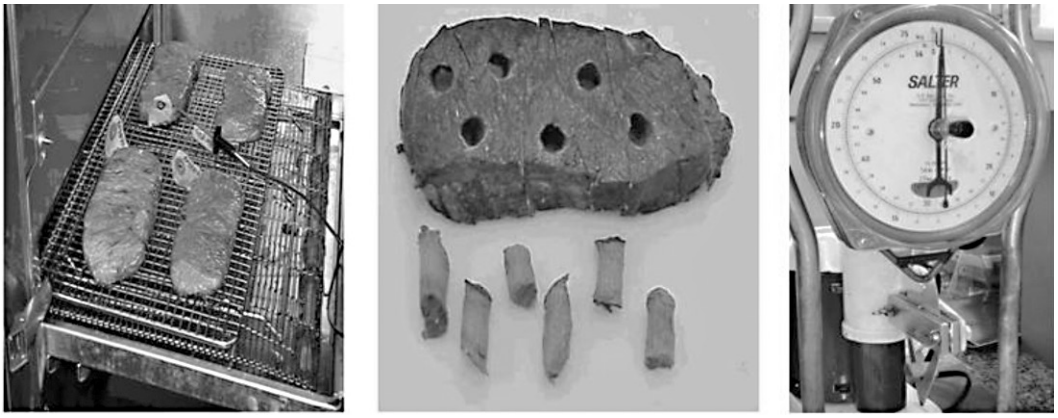


Figura 21. Determinación de la fuerza de corte en muestras del músculo *Longisimus dorsi* de búfalos Mediterráneo. Cortesía: André Mendes Jorge.

Cuadro 17. Color, textura y marmoreo del músculo *Longissimus dorsi* de búfalos Mediterráneo sacrificados en diferentes pesos.

Parámetros	Peso vivo de sacrificio (PV) (kg)				
	450	480	510	540	Ecuación de regresión
Color, puntos[1]	4,0 ± 0,2	4,0 ± 0,2	4,2 ± 0,1	4,3 ± 0,1	$\hat{Y}$ = 4,12
Textura puntos[2]	37 ± 0,3	3,8 ± 0,,3	4,0 ± 0,2	4,0 ± 0,2	$\hat{Y}$ = 3,87
Marmoreo, puntos	3,4 ± 0,2	4,7 ± 0,3	5,9 ± 0,2	7,2 ± 0,2	$\hat{Y}$ = -15,31 + 0,04163*SW
Fuerza de corte (kgf)	4,1 ± 0,1	3,5 ± 0,2	3,2 ± 0,1	3,4 ± 0,2	$\hat{Y}$ = 3,55
Pérdida por enfriamiento	7,1 ± 0,3	6,5 ± 0,2	5,9 ± 0,3	5,2 ± 0,3	$\hat{Y}$ = 16,2361 – 0,02034*SW
Pérdida por cocción	25,5 ± 0,4	27,2 ± 0,3	28,9 ± 0,3	30,64 ± 0,4	$\hat{Y}$ = -0,3113 + 0,05732*SW
Humedad (%)	72,2 ± 0,5	71,7 ± 0,4	71,7 ± 0,5	71,0 ± 0,4	$\hat{Y}$ = 71,6
Proteína (%)	24,5 ± 0,3	25,1 ± 0,4	25,3 ± 0,4	25,2 ± 0,3	$\hat{Y}$ = 25,0
Extracto etéreo (%)	2,18 ± 0,02	2,07 ± 0,03	2,34 ± 0,02	2,55 ± 0,03	$\hat{Y}$ = 2,28
Cenizas (%)	1,11 ± 0,02	1,13 ± 0,02	1,22 ± 0,01	1,23 ± 0,02	$\hat{Y}$ = 1,17

Cuadro 18. Medias y desviaciones estándar de la humedad, proteína, grasa, cenizas, calorías y fuerza de corte del músculo *Longissimus dorsi* de búfalos Murrah no castrados sacrificados con 450 y 500 kg de peso vivo.

Parámetros	Peso de sacrificio	
	450 kg	500 kg
Humedad (%)	74,88^{a} ± 1,60	75,10^{a} ± 1,00
Proteína bruta (%)	20,76^{a} ± ,72	20,68^{a} ± 1,01
Grasa (%)	2,24^{a} ± ,69	1,92^{a} ± ,34
Cenizas (%)	1,27^{a} ± ,44	1,09^{a} ± ,54
Calorías (cal)	131,08^{a} ± ,29	132,87^{a} ± ,06
Fuerza de corte (kgf)	4,34^{a} ± 5,98	3,54^{a} ± 3,23

P>.05 – Medias seguidas por le misma letra en la línea, no difieren por Prueba F. (Adaptado: Francisco et al., 2007)

la importancia de la investigación sobre los tipos de fibras musculares para la caracterización de la calidad de la carne, Francisco (2009) tuvo como objetivo evaluar las isoformas de la miosina de cadena pesada (MyHC) y de los tipos de fibras musculares de los músculos *Longissimus dorsi* (LD) y *semitendinosus* (ST) de los búfalos Mediterráneo no castrados así como su posible modelación, de acuerdo con los diferentes pesos de sacrificio (450 kg, 480 kg, 510 kg y 540 kg). Los músculos LD y ST de los búfalos Mediterráneo no tienen la isoforma IIb-MyHC, mostrando tres isoformas de MyHC (I, II y IIx / d). La presencia de fibras híbridas (IIA / X) en los músculos LD y ST permitió la clasificación de los tipos de fibras de acuerdo con la actividad de contracción en rápido y lento.

Para ambos músculos, la frecuencia fue mayor para las fibras rápidas en todas las categorías evaluadas, pero los tipos de fibras presentaron diferencias ($P < 0.05$) en la frecuencia para los músculos LD y ST en diferentes pesos de sacrificio. Fue posible observar cambios en la calidad de la carne de búfalo de acuerdo con las variaciones en los tipos de fibras musculares influenciado por el aumento de peso al ser sacrificado. Se encontró una correlación ($P < 0,05$) entre el peso de sacrificio y los parámetros de marmoleo ($r = 0,34$) así como en la fuerza de corte ($r = 0,70$), en las variables de marmoleo y la fuerza de corte los cuales se correlacionaron positivamente ($P < 0,05$) con el área de fibras lentas ($r = 0,42$, $r = 0,68$, respectivamente). El color de la carne fue influenciada por el diámetro de las fibras lentas ($r = 0,39$, $P < 0,05$).

En este estudio, se hizo evidente que la técnica histoquímica y los análisis de electroforesis contribuyeron con valiosas informaciones para la caracterización de los tipos de fibras y el estudio de las MyHCs. Sin embargo, es necesario realizar más trabajos con la especie bufalina para evidenciar las características del desarrollo muscular en diferentes situaciones (sistemas de crianza), para que así las manipulaciones por el hombre en la crianza de estos animales se lleven a cabo de manera eficiente.

Conclusiones

La industria de la carne roja tiene que competir con otras fuentes de proteínas, especialmente las aves de corral y cerdos. Para competir con este mercado, la crianza de búfalos tendrá que mejorar su índice de productividad, criando una identidad de sus productos y satisfacer las necesidades de los consumidores con respecto a la seguridad alimenticia, la calidad del producto, el bienestar animal y el respeto por el medio ambiente.

Cuando hablamos de selección genética del búfalo para la calidad de la canal, es necesario aclarar el asunto. No significa solo seleccionar los animales que presenten fenotipos que se creen están relacionados con una canal de mejor calidad. Para seleccionar los búfalos con alto potencial de crecimiento es necesario pesar los animales para identificar los animales con el desarrollo de alto desempeño ponderal. De la misma forma, para seleccionar una mejor calidad de canal, es necesario medir características del canal que determinen su calidad, identificando así aquellos animales que producen mayor rendimiento y calidad de la carne.

Frente a muchos avances científicos y tecnológicos que ayudan en la evaluación de los animales de alta productividad que transmiten estas características y cualidades de sus productos, la pregunta sigue siendo: ¿Por qué los búfalos no pueden aprovechar los beneficios de este importante avance?

Agradecimientos

CNP (Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico), la FAPESP (Fundación de Apoyo a la Investigación de

San Paulo) y FUNDUNESP (Fundación para el Desarrollo de la UNESP) por financiar nuestra investigación y el apoyo sustancial. Asimismo, agradecemos a Cristian Michel Andrighetti Calixto, Menegucci Pablo, Francisco Caroline, Erico Rodrígues, Natalia Athayde, Rafael Pinheiro, Silvia Storti y Waldmaryan Bianchini por su ayuda en el trabajo experimental. André Mendes Jorge agradece al CNP (Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico) para el apoyo financiero a través de Ayuda de Investigación de Productividad y Caroline Francis Lee agradece a la FAPESP (Fundación de Apoyo a la Investigación de San Pablo) para la asistencia financiera a través de becas para maestría.

Bibliografía

Berg, R.T.; Butterfield, R.M. (1976) *New concepts of cattle growth***.** New York: Sydney University. 240p.

FAO - Faostat Agriculture Data. Disponible en *http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture*>. Acceso el 17 de octubre de 2009.

Felício, P. E. de (2000) *Qualidade da carne Nellore e o mercado mundial*. I Seminário PMGRN. Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. *Anais.* Ribeirão Preto. SP. Brasil.

Francisco, C. L.; Jorge, A. M; Athayde, N. B.; et al. (2007) Chemical composition and tenderness of *Longissimus dorsi* muscle from non-castrated Murrah buffaloes slaughtered at different weights. Italian Journal of Animal Science v. 6, p. 1163-1166,

Francisco, C.L. (2009) Caracterização histológica e bioquímica dos músculos *Longissimus dorsi* e *Semitendinosus* de bubalinos Murrah abatidos em diferentes pesos**.** 2009. 84f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

Gazzetta, M.C.R.R.; Iturrino, R.P.S.; Campos, B.E.S. et al. (1995) *Avaliação corporal de búfalos (Bubalus bubalis) e bovinos Nellore (Bos indicus) terminados em confinamento*. Boletim de Indústria Animal, Nova Odessa, 52(1):77-86.

Hankins, O.G. & Howe, P.E. (1946) *Estimation of the composition of beef carcasses and cuts*. Washington, USDA. (Tech. Bulletin - USDA, 926).

IBGE. Produção da Pecuária Municipal, dez de 2007. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponible en: <http://www.ibge.gov.br>. Acceso el 1 de junio de 2009.

Jorge, A. M.; Andrighetto, C.; Francisco, C. L.; et al. (2007a) *Correlations among carcass traits taken by ultrasound and after slaughter in Mediterránean (Bubalus bubalis) young bulls*. Italian Journal of Animal Science, v. 6, p. 1160-1162.

Jorge, A. M.; Andrighetto, C.; Francisco, C. L.; et al. (2007b) *Predicting beef carcass retail products of Mediterránean buffaloes by real-time ultrasound measures*. Italian Journal of Animal Science, v. 6, p. 1157-1159.

Jorge, A. M.; Andrighetto, C.; Storti, S. M. M.; et al. (2005) *Carcass and meat quality traits from Mediterránean buffaloes finished in feedlot and slaughtered at different weights*. In: 1st Buffalo Symposium of the Europe and Americas, 2005, Capaccio. Proceedings of 1st Buffalo Symposium of the Europe and Americas. Capaccio : ANASB, 2005. v. 1. p. 2-2.

Jorge, A.M.; Calixto, M.G.; Andrighetto, C. et al. (2003) *Composição física e relação entre os tecidos da carcaça de bubalinos de três grupos genéticos terminados em confinamento e abatidos em diferentes estágios de maturidade*. In: XI Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, Santa Maria. Anais... Santa Maria:Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. v. 1, p. 1-5.

Jorge, A.M. (2001) *Produção e qualidade da carne bubalina*. In: Franzolin Neto, R. (Ed.) Simpósio Paulista De Bubalinocultura, II, 2001, Pirassununga. Anais... Pirassununga:USP/FZEA. P.1-47.

Jorge, A.M. (1999) *Desempenho em confinamento e características de carcaça em bubalinos*. In: Bubalinos: sanidade, reprodução e produção. Ed. Valquíria Hypólito Barnabé – Jaboticabal: Funep, p.51-67.

Jorge, A.M.; Fontes, C.A.A.; Freitas, J.A. de; et al. (1997a) *Rendimento de carcaça e de seus cortes básicos em bovinos e bubalinos, abatidos em diferentes estágios de maturidade*. Journal of Brazilian Animal Science, v.26, n.5,p.1048-1054.

Jorge, A.M.; Mattos, J.C.A.; Nogueira, J.R. (1997b) *Rendimentos de cortes comerciais da carcaça de bubalinos e bovinos terminados em confinamento*. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 34, Nutrição de Ruminantes, p.323-325, 1997, Juiz de Fora, Anais... Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia.

Jorge, A.M.; Fontes, C.A.A.; Soares, J.E.; Freitas, J.A. de; Rodrigues, L.R.R.; Queiróz, A.C.; Resende, F.D. (1997c) *Características quantitativas da carcaça de bovinos e bubalinos, abatidos em diferentes estágios de maturidade*. Journal of Brazilian Animal Science, v.26, n.5, p.1039-1047.

Jorge, A.M.; Fontes, C.A.A.; Zeoula, L.M. (1997d) *Effect of genetic group and slaughter weight on carcass measurements*. Revista UNIMAR 19(3):889-895, Maringá, Universidade Estadual de Maringá.

Jorge, A.M.; Fontes, C.A.A. (1997b) *Feedlot performance of buffalo and cattle bulls, slaughtered at two stages of maturity*. In: V th World Buffalo Congress. october, 13 to 16th, Caserta, Italy, Proceedings, p.428-432.

Jorge, A.M.; Fontes, C.A.A. (1997c) *Primal cuts yield from buffalo and cattle slaughtered at different stages of maturity*. In: V th World Buffalo Congress. october, 13 to 16th, Caserta, Italy, Proceedings, p.433-437.

Jorge, A.M.; Fontes, C.A.A. (1997d) *Physical carcass composition from buffalo and cattle slaughtered at different stages of maturity*. In: V th World Buffalo Congress. october, 13 to 16th, Caserta, Italy, Proceedings, p. 438-441.

Kemp, D.J.; Herring, W.O.; Kaiser, C.J. (2002) *Genetic and environmental parameters for steer ultrasound and carcass traits*. Journal of Animal Science, v.80, p.1489-1496.

Lazzarini, S. N.; Lazzarini S. G. Piemel, F. S.. (1996) *Pecuária de corte: a nova realidade e perspectivas no agribusiness***.** Relatório Lazzarini & Associados. SDF Editores p. 56.

Luchiari Filho, A.; Almeida, A.V.L.; Alban, L. et al. (2003) *Etapas do processo de agregação de valor da carne e do couro bovino*. In: I Seminário Nacional Sobre Produção De Carne Bovina Com Qualidade, 2003, São Paulo. Anais... São Paulo. CD-ROM.

Luchiari Filho, A. (1986) *Characterization and prediction of carcass cutability traits of zebu and crossbreed types of cattle produced in southeast Brazil***.** Manhattan: Kansas State University, 1986. 89p. Tese (Doctor of Philosophy) Kansas State University.

Marple, D.N. (1983) *Principles of growth and development*. In: Growth Management Conference, 1983. Proceedings... s.n.t.

Mattos, J. C. A. de; Gutmanis, D.; Mattos, A. C. de. (1990) *Características da carcaça e da carne de bubalinos (Conferências)*. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 27., Campinas, 1990. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1990. p. 711-737.

May, G.; Mies, W.L.; Edwards, J.W. et al. (2000) *Using live estimates and ultrasound measurements to predict beef carcass cutability*. Journal of Animal Science, v.78, p.1255-1261, 2000.

Moleta, J. L.; Restlé, J. (1996) *Características de carcaça de novilhos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento*. Journal of Brazilian Animal Science, Viçosa, v.25, n.5, p.876-887.

Peron, A.J.; Fontes, C.A.A.; Lana, R.P. et al. (1995) *Medidas quantitativas e proporções de músculos, tecido adiposo e ossos da carcaça de novilhos de cinco grupos genéticos, submetidos à alimentação restrita e ad libitum*. Journal of Brazilian Animal Science, v.24, n.1, p.126-137.

Pineda, N. R.; Veríssimo, A. (2003) *O Mercado da Carne Bovina com Qualidade*. In: I Seminário Nacional Sobre Produção De Carne Bovina Com Qualidade, 2003, São Paulo. Anais... São Paulo. CD-ROM.

Ritchie, H. (2001) *Available Technology Tools to Produce and Deliver Final Products* 2001 ASAS Western Section Meeting - Montana.

Sainz, R.D. & Araújo, F.R.C. (2002) *Uso de tecnologias de ultra-som no melhoramento do produto final carne*. In: 5° Congresso Brasileiro Das Raças Zebuínas, 2002, Uberaba. Anais... Uberaba. MG. Brasil. p.1-8.

Silva, S.L.; Leme, P.R.; Putrino, S.M. et al. (2003) *Estimativa do peso e do rendimento de carcaça de tourinhos Brangus e Nellore, por medidas de ultrassom*. Journal of Brazilian Animal Science, v.32, n.5, p.1227-1235.

Wilson, D.E. (1992) *Aplication of ultrasound for genetic improvement*. Journal of Animal Science, v.70, p.973-983.