

CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DA SAÚDE

ÓRGÃO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DA SAÚDE DA
FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE ANDRADINA

Publicação Semestral da Faculdade de Ciências Agrárias

PUBLICAÇÃO CIENTÍFICA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE ANDRADINA

MANTENEDORA

Fundação Educacional de Andradina

Presidente da Fundação Educacional de Andradina

Dr. Antônio Maciel da Silva

CONSELHO EDITORIAL

Profº Dr. Joji Ariki

Presidente

Profª Drª Cristina Lacerda Soares Petrarolha Silva

Secretária

MEMBROS**Profº Dr. Fernando Demário dos Santos**

Professor da Faculdade de Ciências Agrárias de Andradina

Profº Ms. Ricardo Velludo Gomes de Soutello

Coordenador e Professor da Faculdade de Ciências Agrárias de Andradina – FISMA/FEA

Profº Dr. Eduardo de Bastos Santos

Professor Titular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profº Dr. Vicente Borelli

Diretor da Faculdade de Medicina Veterinária da UNIP – São Paulo

Profº Dr. Ricardo Veronesi

Professor Emérito da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

Profº Dr. José César Panetta

Professor Titular da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP – São Paulo

Dr. Edson Gomes

Médico Cardiologista – Presidente da Comissão de Agricultura do Estado de São Paulo

COMISSÃO DE PUBLICAÇÃO**Profº Ms. Alexandre Wolf**

Professor da Faculdade de Ciências Agrárias de Andradina – FISMA/FEA

Profª Ms. Camila Motta Marin

Professora da Faculdade de Ciências Agrárias de Andradina – FISMA/FEA

Profª Ms. Carla Renata Silva Baleroni Guerra

Professora da Faculdade de Ciências Agrárias de Andradina – FISMA/FEA

Profª Drª Cristina Lacerda Soares Petrarolha Silva

Coordenadora de Pesquisa e Professora das Faculdades Integradas Stella Maris de Andradina - FEA

Profº Ms Fabio dos Santos Nogueira

Professor da Faculdade de Ciências Agrárias de Andradina – FISMA/FEA

Profº Fábio Luís Bonello

Professor da Faculdade de Ciências Agrárias de Andradina – FISMA/FEA

Profº Dr. João Barbudo Filho

Professor da Faculdade de Ciências Agrárias de Andradina – FISMA/FEA

Profª Joyce Kelly Toneli

Professora da Faculdade de Educação Física de Andradina – FISMA/FEA

Ms. Liliâne Sugisawa

Zootecnista e Doutoranda em Nutrição e Produção Animal – FMVZ-UNESP/Botucatu-SP

Profº Ms. Ricardo Velludo Gomes de Soutello

Coordenador e Professor da Faculdade de Ciências Agrárias de Andradina – FISMA/FEA

Profª Drª Sandra Helena Gabaldi

Professora da Faculdade de Ciências Agrárias de Andradina – FISMA/FEA

Revisão Ortográfica e Gramatical em Inglês: **Brunilde Giuntoli Correa**

CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DA SAÚDE

ÓRGÃO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DA SAÚDE DA
FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE ANDRADINA

Publicação Semestral da Faculdade de Ciências Agrárias

CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DA SAÚDE. Faculdades de Ciências Agrárias. Fundação Educacional de Andradina. v.2, n.2, jul/dez, 2002

Semestral

ISSN ON-LINE -1809-3620

CDU 636

1. Medicina Veterinária – Periódicos. 2. Zootecnia. 3. Enfermagem
I. Faculdade de Ciências Agrárias de Andradina

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE ANDRADINA

Rua Amazonas, 571 – Stella Maris – Andradina – São Paulo – Caixa Postal 477

CEP 16901-160 – Fone/Fax: 0(xx18)3722-9600

<http://www.fea.br>

IMPRESSÃO E DIAGRAMAÇÃO:



Fone(18) 3722-5222 - Fax Orçamento 0800 7704522

Site: www.estrelaformularios.com.br

estrelaformularios@estrelaformularios.com.br

orcamento@estrelaformularios.com.br

Av. Barão do Rio Branco, 1459 - CEP 16901-050 - Centro - ANDRADINA - São Paulo

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA ÁREA DE OLHO-DE-LOMBO E DA GORDURA SUBCUTÂNEA POR ULTRA-SONOGRAFIA EM BOVINOS SUPERPRECOSES***RIBEYE AREA AND FAT THICKNESS DEVELOPMENT BY ULTRASOUND AT SUPERPRECOCE BEEF CATTLE PRODUCTION SYSTEM***

Ricardo Velludo Gomes de Soutello¹, Liliâne Suguisawa², Antônio Carlos Silveira³, Silvia Maria Marinho Storti⁴, José Francisco Fonzar⁵, Fernando Paes de Oliveira⁵, Whelerson Luiz Vitro⁵

RESUMO

Este estudo avaliou o desenvolvimento, por ultra-sonografia, de 115 bovinos jovens de diferentes padrões de crescimento (Nelore, ½ Angus Nelore, ½ Simental Nelore e Canchim) criados no sistema de produção do superprecoce. Foram realizadas pesagens e 4 medições ultra-sonográficas, a cada 28 dias de intervalo, totalizando 120 dias de confinamento. Para o peso vivo e as medidas ultra-sonográficas da área de olho-de-lombo (AOL) e gordura subcutânea (ECG), as análises estatísticas mostraram que o crescimento e o desenvolvimento (muscular e da gordura de cobertura por ultra-sonografia) obedeceram a padrões diferentes entre os grupos genéticos (P<0,05). Tanto o crescimento da AOL e as diferenças em peso diminuíram em todos os grupos genéticos a partir da terceira medida (aproximadamente 15 meses de idade). Os ½ Angus tiveram a menor diminuição da taxa de ganho de peso e de crescimento da AOL na fase final do confinamento e também apresentaram, nesta fase, um crescimento acelerado da ECG, sendo então considerados o grupo genético que mais se adapta ao sistema de produção do superprecoce.

Unitermos: bovinos, carcaça, precocidade, ultra-som

ABSTRACT

This study has evaluated the development of 115 young bulls from different frame sizes (Nelore, ½ Angus Nelore, ½ Simental Nelore and Canchim), at the superprecoce system by ultrasonography. A total of 4 ultrasonography measurements (ribeye area and fat thickness) as well as weight measures were taken every other 28 days, reaching 120 days of feedlot system. Through ultrasound, the statistical analysis have showed differences at RA and FT growth and live weight gain in all genetics groups (P<0,05). When the animals reached 15 months old (3th feedlot period), both the live weight gain and RA growth decreased. Nevertheless, the ½ Angus Nelore showed the lowest decrease in live weight gain and RA growth, and also showed higher FT growth at the end of the feedlot (4th period), proving that ½ Angus Nelore is the most adapted genetic group to the superprecoce system.

Uniterms: fat thickness (FT), ribeye area (RA), superprecoce.

¹Coordenador da Faculdade de Ciências Agrárias - Andradina/SP

²Doutoranda em Nutrição e Produção Animal – FMVZ-UNESP/Botucatu-SP

³Prof. Dr. Depto de Melhoramento Genético e Nutrição Animal – UNESP/Botucatu-SP

⁴Prof^a. do Curso de Medicina Veterinária de Andradina/SP

⁵Alunos do Curso de Medicina Veterinária de Andradina/SP

INTRODUÇÃO

Apesar do Brasil possuir o maior rebanho bovino comercial do mundo há ainda diversos obstáculos a serem vencidos no setor de produção principalmente, quanto à qualidade de carne. Cerca de 70% do rebanho bovino brasileiro é composto de raças zebuínas, sendo a maioria destes criados em sistemas extensivos com pastagens tropicais. Assim, cruzamentos são atualmente a alternativa mais indicada para aumento da qualidade da carne em curto prazo. A variação na velocidade de deposição de tecido adiposo e no desenvolvimento muscular entre grupos genéticos poderá se refletir em diferenças na qualidade e no rendimento de cortes cárneos, além de afetar a eficiência do processo produtivo. Animais de tamanho pequeno à maturidade iniciam o processo de deposição de gordura mais cedo que animais de tamanho grande à maturidade, que com o prolongamento do período de deposição de músculo, necessitam de mais tempo para atingir o mesmo grau de acabamento nas mesmas condições de alimentação⁽⁹⁾. O conhecimento mais detalhado do desenvolvimento dos bovinos propicia, aos produtores, condições para adequação das estratégias nutricionais e de manejo dos genótipos disponíveis buscando aumentar a qualidade do produto.

A tecnologia de ultra-som proporciona de maneira não destrutiva e não-invasiva a estimativa da espessura da camada de gordura subcutânea (ECG) e área de olho-de-lombo (AOL) a partir de imagens tomadas nos bovinos vivos⁽⁸⁾. Os valores de repetibilidade estimados para as mensurações de AOL e ECG obtidas pela técnica de ultra-sonografia, entre várias tomadas de um mesmo técnico em um animal e também entre medidas de técnicos diferentes no mesmo animal, têm sido altos, demonstrando que em geral as medidas são relativamente fáceis de serem obtidas e que podem ser bastante confiáveis^(10,5,2,3).

OBJETIVOS

No presente trabalho foram avaliados

o crescimento corporal, o desenvolvimento muscular e a deposição de gordura subcutânea de animais de quatro grupos genéticos submetidos ao mesmo sistema de manejo e alimentação, através de imagens obtidas por ultra-sonografia em diferentes idades. Buscou-se a comparação de grupos genéticos de diferentes tamanhos à maturidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi realizado no setor de confinamento de bovinos de corte da Fazenda Lageado pertencente a FMVZ da UNESP localizado no município de Botucatu/SP. Foram utilizados 115 bezerros, machos, inteiros, com peso médio inicial de 329 kg, dos seguintes grupos genéticos; Nelore, ½ Angus Nelore, ½ Simental Nelore e Canchim. Desta maneira havia 30 animais oriundos de cada grupo, com exceção dos animais Nelore, em número de 25. Os animais foram distribuídos ao acaso nos currais de confinamento em grupos de cinco animais, de acordo com a raça sendo alimentados com dietas isoenergéticas e isoprotéicas formuladas de acordo com as normas do NRC⁽⁷⁾, nível II, para ganhos de pesos médios diários de 1,35 kg. A dieta continha 16% PB e 74% de NDT. O consumo de alimentos por baía foi ajustado semanalmente, através da medição da quantidade de alimento ofertado e das sobras. A relação volumoso: concentrado foi de 21:79% na matéria seca.

As pesagens e medidas ultra-sonográficas foram realizadas a cada 28 dias, segundo metodologia⁽⁴⁾. Antes das pesagens os animais permaneceram em jejum por 12 horas. O equipamento de ultra-sonografia utilizado foi o PIEMEDICAL Scanner 200 VET em tempo real, com transdutor de 3,5 MHz e uma guia acústica de 18 cm para o seu acoplamento. Após cerca de 120 dias de confinamento, quando os animais obtinham peso final mínimo de 480 kilogramas e ECG mínima de 3 milímetros monitorado por ultra-sonografia, todos os animais foram abatidos.

O delineamento experimental para as medições ultra-sonográficas e características

de desempenho tomadas ao longo do confinamento foi em parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas pelos quatro grupos genéticos e as subparcelas pelas medidas repetidas em cada animal dentro de cada grupo genético. Quando houve efeito de interação, foi realizado o desdobramento dos graus de liberdade e para comparação de médias foi utilizado o teste de Student-Neuman-Kleus (SNK). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o procedimento GLM do sistema de análises estatísticas SAS ⁽¹¹⁾.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as medidas ultra-sonográficas de AOL e ECG e também para o peso vivo, as análises estatísticas mostraram efeito significativo ($P < 0,05$) de grupo genético e interação grupo genético e período, mostrando que o crescimento corporal e o desenvolvimento muscular e da gordura de cobertura, avaliados por ultra-sonografia, obedeceram a padrões diferentes entre os grupamentos genéticos. Para a AOL foram detectadas diferenças significativas no início do confinamento, contudo, parece que o crescimento da AOL diminuiu em todos os grupos genéticos a partir da terceira medida (aproximadamente 15 meses). Os animais da raça Nelore e os $\frac{1}{2}$ Angus, que no princípio do confinamento apresentaram médias de AOL menores ($P < 0,05$), ao final apresentaram valores médios iguais aos dos outros dois grupamentos genéticos (Figura 1). As diferenças em peso também diminuem em função da idade dos animais (Figura 2) embora os $\frac{1}{2}$ Simental continuem significativamente mais pesados que os animais dos outros grupos. Nota-se ainda que, embora os animais Nelore fossem significativamente mais pesados que os animais Canchim no início do confinamento, a AOL dos Nelore era significativamente ($P < 0,05$) menor que as dos Canchim. Ao final do experimento nem o peso nem a AOL apresentavam diferenças significativas entre as duas raças. De acordo com estes

resultados, embora o ganho em peso dos Canchim tenha sido maior que o dos Nelore, o crescimento muscular, especialmente do *Longissimus dorsi* (AOL), foi menor. É interessante notar que os animais $\frac{1}{2}$ Angus formam o grupamento genético que menos diminuiu a taxa de ganho de peso na fase final do confinamento (Figura 2). Também com relação à AOL, os animais $\frac{1}{2}$ Angus foram os que menos reduziram a taxa de crescimento nesta fase (Figura 1). A semelhança das médias de AOL por ultra-sonografia nas duas últimas medidas (AOL3 e AOL4) entre os grupamentos genéticos, talvez possa também ser atribuída à perda de precisão da predição da AOL em animais mais pesados, conforme constatado por diversos autores ^(6,4).

Os animais da raça Nelore que possuíam a maior média na primeira medida de ECG por ultra-sonografia, não diferiram significativamente ($P > 0,05$) dos Canchim e dos $\frac{1}{2}$ Simental no final do confinamento, mas tiveram valores significativamente menores que os $\frac{1}{2}$ Angus. Os animais $\frac{1}{2}$ Angus apresentaram um crescimento bastante acelerado da ECG por ultra-sonografia, sendo que após a segunda medida já possuíam a maior ECG (Figura 3). Este comportamento poderia ser esperado, já que os mestiços Angus com menor tamanho corporal e maior precocidade, iniciam a deposição de gordura subcutânea mais cedo do que os outros grupos genéticos, conforme demonstrado em outros estudos ^(1,2). No entanto, considerando os resultados do crescimento corporal e da AOL observados anteriormente, quando os $\frac{1}{2}$ Angus foram o único grupo genético que continuou em crescimento mesmo após a terceira medida, pode-se dizer que estes resultados contrariam o que foi postulado por ⁽⁹⁾, pois o acúmulo de gordura foi concomitante ao crescimento muscular. O crescimento não tão proeminente da ECG dos animais Nelore pode ser justificado pelo menor consumo de matéria seca observado, talvez resultante da menor adaptação deste grupo ao baixo teor de fibra da dieta oferecida.

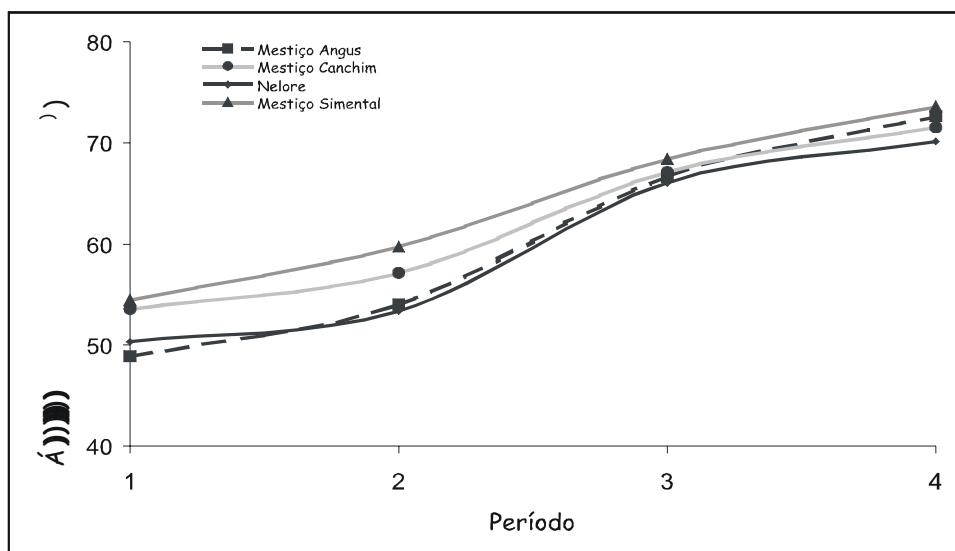


FIGURA 1. Curva de crescimento da AOL por ultra-sonografia nos quatro grupos genéticos.

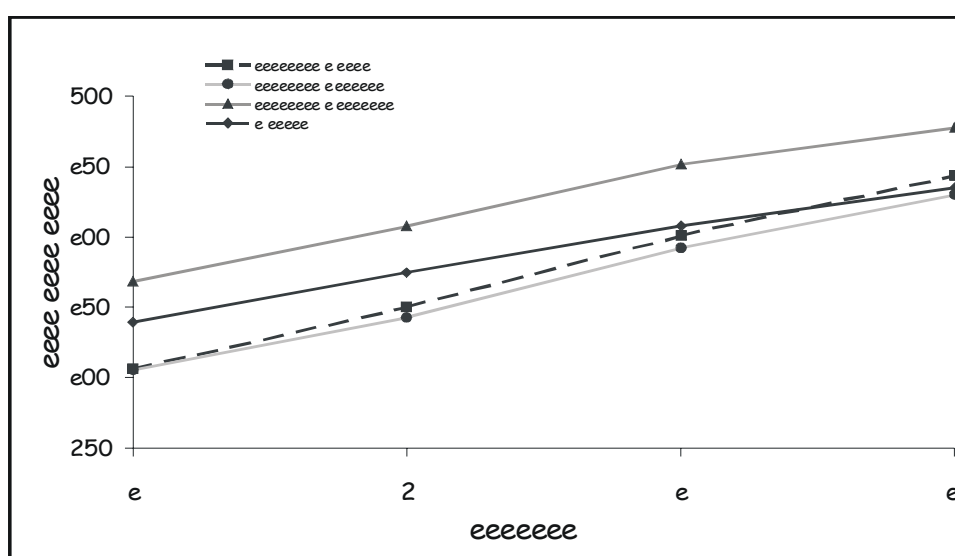


FIGURA 2. Curva de crescimento nos quatro grupos genéticos.

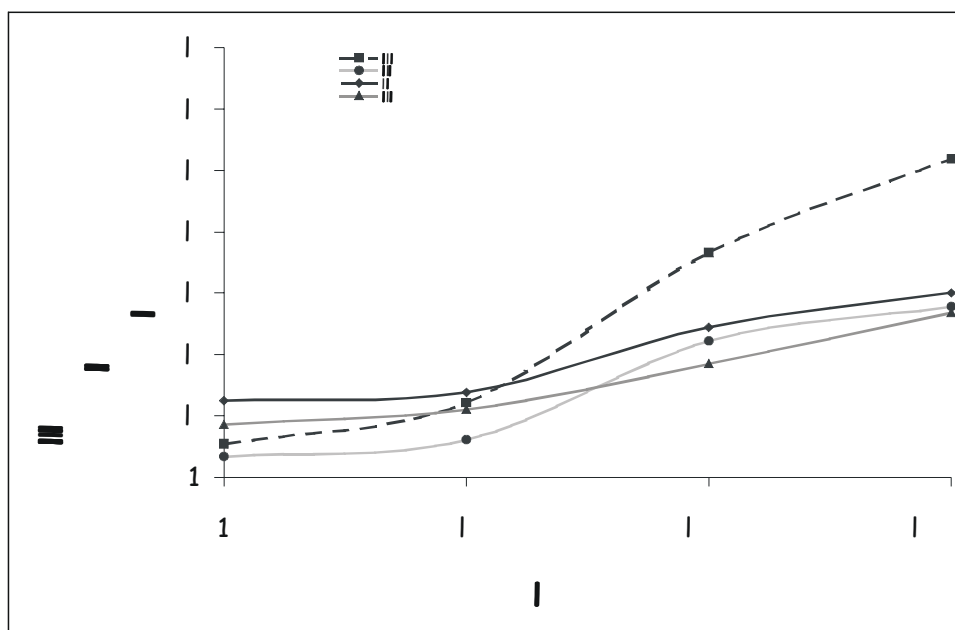


FIGURA 3. Curva de crescimento da ECG por ultra-sonografia nos quatro grupos genéticos.

CONCLUSÕES

Os animais ½ Angus mostraram uma alta capacidade de crescimento tanto em peso corporal, como em AOL e ECG por ultrasonografia. Estes resultados indicam os cruzamentos com animais da raça Angus como os mais apropriados para confinamento no sistema de produção do superprecoce. Por outro lado, os animais Nelore apresentaram pouca adaptabilidade a este sistema de produção, porém demonstraram resultados satisfatórios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. BERGEN, R. D.; McKINNON, J. J.; CHRISTENSEN, D. A.; KOHLE, N.; BELANGER, A. Prediction of lean yield in yearling bulls using real-time ultra-sound. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 76, p. 305-311, 1996.
2. BERGEN, R. D.; McKINNON, J. J.; CHRISTENSEN, D. A.; KOHLE, N.; BELANGER, A. Use of the real-time ultrasound to evaluate live animal carcass traits in young performance-tested beef bulls. *Journal of Animal Science*, v. 73, p. 2300-2307, 1997.
3. HASSEN, A.; WILSON, D. E.; WILLHAM, R. L.; ROUSE, G. H.; TRENKLE, A. H. Evaluation of ultrasound measurements of fat thickness and longissimus muscle area in feedlot cattle: Assessment of accuracy and repeatability. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 78, p. 277-285, 1998.
4. HERRING, W. O., WILLIAMS, S. E., BERTRAND, J. K., BENYSHEK, L. L., MILLER, D. C. Comparison of live and carcass equations predicting percentage of cutability, retail products weight, and trimmable fat in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 72, p. 107-1118, 1994a.
5. HERRING, W. O.; MILLER, D. C.; BERTRAND, J. K.; BENYSHEK, L. L. Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of backfat and longissimus muscle area in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.72, p. 2216-2226, 1994b
6. HOUGHTON, P. L.; TURLINGTON, L. M. Application of ultrasound for feeding and finishing animals: A review. *Journal of Animal Science*, v.70, p. 930- 941, 1992.
7. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7 ed. Washington: Academy Press, 1996. 242 p.
8. OLTJEN, J. W.; SMITH, M. T.; DOLEZAL, H. G.; GILL, D. R.; BEHRENS, B. D. Evaluation of ultrasonic carcass fat thickness and muscle area prediction in feedlot steers. *Journal of Animal Science*, v. 67, p. 440, 1989.
9. OWENS, F. N., DUBESKI, P., HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. *Journal of Animal Science*, v. 71, p. 3138-3150, 1993.
10. PERKINS, T. L.; GREEN, R. D.; HAMLIN, K. E.; SHEPARD, H. H.; MILLER, M. F. Ultrasonic prediction of carcass merit in beef cattle: evaluation of technician effects on ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area. *Journal of Animal Science*, v.70, p. 2758-2765, 1992.
11. SAS INSTITUTE. *SAS/STATM guide for personal computers*. 6.ed. Cary, 1987. 1028p.

Recebido: 23/08/2004

Aceito: 30/09/2004

MENSURAÇÕES ULTRA-SONOGRÁFICAS RELACIONADAS ÀS CARACTERÍSTICAS DA CARÇA DE BOVINOS SUPERPRECOSES

ULTRASONOGRAPHY MEASUREMENTS RELATED TO SUPERPRECOCE BEEF CATTLE CARCASS TRAITS

Liliane Sugisawa¹, Ricardo Velludo Gomes de Soutello², Wilson Roberto Soares Mattos³,
Daniela Cristina Morales Burini¹, Silvia Maria Marinho Storti⁴, Marcelo Otto Baier⁵, José João
Francisco de Oliveira⁵

RESUMO

Este estudo avaliou as correlações entre as medidas ultra-sonográficas e as características de carcaça de 115 bovinos jovens (Nelore, ½ Angus Nelore, ½ Simental Nelore e Canchim) no sistema superprecoce. Após 120 dias de confinamento foram realizadas pesagem e coleta da área de olho-de-lombo (AOL) e gordura subcutânea (ECG) por ultra-som. Após o abate foram coletadas as medidas de AOL e ECG na carcaça, os pesos de traseiro, dianteiro e cortes cárneos comerciais, além da composição corporal dos animais. Foram calculados o rendimento de carcaça, de cortes cárneos, de traseiro, a AOL ultra-som por 100 kg de peso vivo (AOLUPKG) e a AOL carcaça por 100 kg de peso de carcaça (AOLPCAR). Os resultados demonstraram que a AOL tem relação com a musculosidade da carcaça, e à medida que há seleção para o incremento da mesma, há diminuição da ECG, dado a correlação negativa da ECG com a porcentagem de traseiro. Como as correlações envolvendo a AOL e a ECG por ultra-som e da carcaça são sempre no mesmo sentido, valida-se a utilização da técnica da ultra-sonografia para predição das características da carcaça de bovinos.

Unitermos: bovinos, carcaça, qualidade, ultra-som

ABSTRACT

This work evaluates the relation on ultrasonography measurements and carcass traits of 115 young bulls (Nelore, ½ Angus Nelore, ½ Simental Nelore and Canchim) at the “supreprecoce” system. Live weight, ribeye area (RA) and fat thickness (FT) by ultrasound were measured after 120 days at feedlot. Carcass RA and FT, retail yield weight and carcass composition were measured after slaughter. The yield grade, retail yield grade, ratio of RA by ultrasound per 100 kg of live weight, and ratio of RA by carcass per 100 kg of carcass weight were calculated. The results have showed that the RA is an indicator of muscle carcass, and as you go on selection to get larger RA animals, there is a lower FT, since FT relates negatively to retail grade percentage. As the ultrasound relations of RA and FT and carcass are always in the same direction, the ultrasonography is useful to predict the carcass traits of young bulls.

Uniterms: carcass traits, retail yield grade.

¹Doutoranda em Nutrição e Produção Animal – FMVZ-UNESP/Botucatu-SP

²Coordenador da Faculdade de Ciências Agrárias de Andradina/SP

³Prof. Dr. Depto de Produção Animal – USP-ESALQ/Piracicaba-SP

⁴Profª. do Curso de Medicina Veterinária de Andradina/SP

⁵Aluno do Curso de Medicina Veterinária de Andradina/SP

INTRODUÇÃO

Atualmente a produção de carcaças de peso adequado e com quantidade mínima de gordura subcutânea, de forma a garantir a qualidade da carne durante o processo de resfriamento, é um dos principais pontos de interesse para os produtores de bovinos. Estudos já indicavam que as perdas econômicas provenientes do abate de animais fora do peso ideal poderiam equivar à quedas decorrentes da ordem de 10% na taxa de fertilidade ⁽¹¹⁾.

A avaliação de carcaça por predições *in vivo* pode garantir a economicidade do processo produtivo, uma vez que possibilita determinar o grau de terminação e de desenvolvimento muscular dos animais. Porém estas informações ainda são normalmente determinadas por inspeção visual ou através de palpação, sendo sujeita a erros de avaliação ⁽⁶⁾. Assim, diversas metodologias têm sido desenvolvidas visando à predição da composição corporal dos animais com base na avaliação dos animais vivos, possibilitando a identificação de alterações na composição da carcaça em função da raça, sexo e manejo nutricional entre outros. A técnica de ultra-sonografia é uma alternativa para predição *in vivo* das características da carcaça, principalmente no sistema de produção do novilho superprecoce, onde os animais são abatidos com 12 a 15 meses de idade, quando se exige o máximo da sua eficiência de crescimento ⁽¹⁸⁾. O monitoramento das características tais como área de olho-de-lombo (AOL) e espessura da camada de gordura subcutânea (ECG), além de auxiliar a escolha dos animais a serem abatidos, também fornece informações úteis para serem incorporadas tanto em modelos de crescimento como de seleção animal ⁽³⁾.

No presente trabalho foram correlacionadas as medidas obtidas pela técnica de ultra-sonografia, com base nas mensurações efetuadas nos animais vivos, com as características de carcaça de bovinos jovens, para verificar o potencial do ultra-som para predição da composição da carcaça de bovinos de corte submetidos ao sistema superprecoce.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi realizado no

setor de confinamento de bovinos de corte da FMVZ-UNESP/Botucatu-SP. Foram utilizados 115 bezerros, machos, inteiros, com peso médio inicial de 329 kg, dos seguintes grupos genéticos; Nelore, ½ Angus Nelore, ½ Simental Nelore e Canchim. Desta maneira havia 30 animais oriundos de cada grupo, com exceção dos animais Nelore, em número de 25. O confinamento é de alvenaria, coberto, com um bebedouro automático por baia e com capacidade física para cerca de 180 animais dispostos em 26 baias.

Os animais no início do experimento foram identificados individualmente, tratados contra endo e ectoparasitas (Ivermectina) e distribuídos ao acaso nos currais de confinamento em grupos de cinco animais, de acordo com a raça e tamanho, sendo alimentados com dietas isoenergéticas e isoprotéicas formuladas de acordo com as normas ⁽¹⁵⁾, para ganhos de pesos médios diários de 1,35 kg. A dieta continha 16% de PB, 74% de NDT e 1,14 Mcal/Kg de energia líquida para ganho, ambos estimados. Os animais passaram por período de adaptação de 15 dias onde a relação volumoso:concentrado iniciou-se com 40:60 e foi gradativamente aumentada para evitar possível estresse nutricional nos animais. A alimentação era ofertada duas vezes por dia e o consumo de alimentos por baia foi ajustado semanalmente, através da medição da quantidade de alimento ofertado e das sobras. A relação volumoso:concentrado foi de 21:79% na matéria seca.

As pesagens e medidas ultra-sonográficas foram realizadas a cada 28 dias, segundo metodologia descrita por ⁽¹⁰⁾. O equipamento de ultra-sonografia utilizado foi o PIEMEDICAL Scanner 200 VET em tempo real, com transdutor de 3,5 MHz de 18 cm e uma guia acústica para o acoplamento do transdutor ao animal. Antes das pesagens os animais permaneceram em jejum por 12 horas. Após cerca de 120 dias de confinamento todos os animais foram abatidos no frigorífico FRIGOL de Lençóis Paulista/SP. O critério de abate utilizado foi peso final mínimo de 480 kg e ECG mínima de 3 milímetros monitorado por ultra-sonografia para todos os grupos genéticos.

Após o abate, as carcaças foram

identificadas, pesadas e resfriadas por 24 horas. Coletou-se, após o resfriamento, um total de 65 amostras, sorteadas ao acaso dentro de cada grupo genético, da secção da 12^a e 13^a costelas para a obtenção da medida de AOL e ECG na carcaça. A AOL foi obtida através da utilização da régua de quadrantes de pontos ⁽¹³⁾, e a ECG através de mensuração com paquímetro. Coletou-se também, após o resfriamento, 71 amostras da secção da 9^a à 11^a costelas (secção HH) para a estimação da composição corporal segundo metodologia descrita por ⁽⁹⁾. Esta metodologia envolveu a separação física dos três principais componentes desta secção (tecidos muscular, adiposo e ósseo) e o cálculo da sua participação percentual na amostra, que é utilizado para estimar a composição corporal de toda a carcaça, segundo as equações propostas por estes autores, a seguir:

$$TM = 16,08 + 0,80X$$

$$TA = 3,54 + 0,80X$$

$$TO = 5,52 + 0,57X,$$

onde TM é a quantidade percentual de tecido muscular, TO é a quantidade percentual de tecido ósseo, TA é a quantidade percentual de tecido adiposo, e X é a porcentagem do respectivo componente na secção HH.

Foram determinados também os pesos do traseiro, dianteiro e dos cortes carnes comerciais de 71 carcaças sorteadas ao acaso. Como as mesmas meias-carcaças que foram utilizadas para a obtenção das amostras para a secção HH, foram também utilizadas para a pesagem do traseiro, dianteiro e cortes carnes comerciais, houve certo comprometimento nestes valores. Em função da forma que foi realizada a separação da carcaça para obtenção da secção HH não foi possível separar e quantificar adequadamente o corte do traseiro e da ponta de agulha. Assim, o peso do traseiro incluiu também a ponta de agulha. Quanto aos cortes carnes comerciais do traseiro, os músculos contra-filé e o filé mignon não foram computados, pois a retirada da secção HH incluía parte deles. A partir dos pesos do traseiro, dianteiro e cortes carnes comerciais foram calculados o rendimento de carcaça (peso da carcaça total/peso final); o rendimento de cortes carnes (cortes carnes/peso da carcaça quente); o

rendimento de traseiro (peso do traseiro/peso da carcaça quente); a AOL ultra-som por 100 kg de peso vivo (AOLUPKG) e a AOL carcaça por 100 kg de peso de carcaça (AOLPCAR).

O delineamento experimental para as medições ultra-sonográficas e características de desempenho tomadas ao longo do confinamento foi em parcelas subdivididas, sendo as parcelas apresentadas em arranjo fatorial 4 x 2 (quatro grupos genéticos x dois tamanhos à maturidade), e as subparcelas pelas medidas repetidas em cada animal dentro de raça e tamanho. Para as demais características o delineamento foi inteiramente casualizado. Para as características em que houve efeito de interação, foi realizado o desdobramento dos graus de liberdade e para comparação de médias foi utilizado o teste de Student-Neuman-Kleus (SNK). Todas as análises foram realizadas utilizando-se o procedimento GLM do sistema de análises estatísticas SAS ⁽¹⁷⁾.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora a exatidão da predição da AOL e a ECG por ultra-sonografia seja fundamental para o treinamento de técnicos especializados e para fins de pesquisa científica, é mais importante para os produtores de bovinos a predição das características de produção de carne que possam ser incorporadas, de alguma maneira, em programas de seleção e que possibilitem o aumento do retorno econômico da atividade. Assim este presente trabalho se ocupa em avaliar a aplicabilidade da técnica de ultra-sonografia para predição das variáveis que interferem na composição de carcaça de bovinos jovens. Para tanto, foi utilizada a técnica baseada no corte parcial das costelas dos bovinos ⁽⁹⁾, consolidada para estimação da composição corporal dos mesmos, possibilitando assim verificar o potencial da ultra-sonografia em predizer estas características.

Na Tabela 1 são apresentadas as correlações estatisticamente significativas ($P < 0,05$) das características morfométricas da carcaça medidas por ultra-sonografia ou após o abate, com os componentes da carcaça.

TABELA 1. Correlações simples de algumas variáveis com parâmetros da composição corporal.

| Variáveis | Correlações simples* | | | | | | |
|---------------------|----------------------|----------|----------|---------|---------|--------|--------|
| | Cortes | Tecido | Tecido | Tecido | Tecido | Tecido | Tecido |
| | cárneos | muscular | muscular | adiposo | adiposo | ósseo | ósseo |
| | (kg) | (%) | (kg) | (%) | (kg) | (%) | (kg) |
| AOL ultra-som | 0,42 | 0,30 | 0,49 | -0,21 | - | -0,30 | 0,28 |
| ECG ultra-som | - | -0,38 | - | 0,49 | 0,52 | -0,27 | - |
| AOL carcaça | 0,51 | 0,64 | 0,73 | -0,55 | - | -0,36 | 0,22 |
| ECG carcaça | - | -0,22 | - | 0,31 | 0,31 | - | - |
| AOLPCAR | - | 0,59 | - | -0,56 | -0,58 | - | - |
| AOLUPKG | - | - | - | - | -0,31 | - | -0,34 |
| Peso final | 0,77 | - | 0,78 | - | 0,53 | -0,31 | 0,78 |
| Peso carcaça quente | 0,84 | 0,25 | 0,86 | - | 0,50 | -0,40 | 0,78 |

*Apenas as correlações significativas ($p < 0,05$) estão apresentadas

Neste trabalho foi encontrada correlação positiva da AOL por ultra-sonografia (AOL ultra-som) e a quantidade e porcentagem de músculo da carcaça, conforme já demonstrado anteriormente ⁽²⁾. Houve correlação positiva com a quantidade de cortes cárneos e correlação negativa com a porcentagem estimada de tecido adiposo da carcaça. Entretanto, não foi detectada correlação significativa da AOL por ultra-sonografia com a quantidade de tecido adiposo, contrariando outros estudos ⁽⁴⁾. Também houve correlação negativa com a porcentagem de ossos e positiva com a quantidade de tecido ósseo, o que corrobora outro trabalho ⁽²⁾. No caso da AOL carcaça, foi obtida correlação positiva desta com a quantidade de cortes cárneos, com a porcentagem e quantidade de músculo, e também correlação negativa com a porcentagem de tecido adiposo e tecido ósseo. Assim como nos trabalhos ^(5,16), também foi observada correlação positiva da AOL da carcaça com a quantidade de ossos. Ao contrário do observado no trabalho ⁽⁵⁾, e no presente estudo, estudos ^(7,16,12) demonstraram que a AOL carcaça não foi bem correlacionada com a quantidade de músculos na carcaça. Diferentemente de outros trabalhos ^(5,4), não foi observado correlação significativa da AOL carcaça com a quantidade de tecido adiposo. Observa-se que, em geral, as correlações envolvendo a AOL da carcaça e aquelas envolvendo as medidas da AOL por ultra-sonografia são sempre no mesmo sentido (mesmo sinal), indicando que as duas medem

essencialmente o mesmo parâmetro, entretanto, a magnitude destas correlações é sempre superior para a AOL carcaça o que demonstra a maior precisão desta última.

A ECG por ultra-sonografia (ECG ultra-som) mostrou correlações positivas com a porcentagem de tecido adiposo, valor este superior ao encontrado por ⁽²⁾ e inferior ao de ⁽⁵⁾, e quantidade de tecido adiposo da carcaça, com valor inferior ao encontrado por ^(4,5). Também foram encontradas correlações negativas com as porcentagens de músculo e tecido ósseo, valores estes inferiores ao observado no estudo ⁽⁵⁾. Além disto, o trabalho ⁽⁵⁾ também detectou correlação significativa da ECG por ultra-sonografia e a quantidade de músculo na carcaça.

Foram encontradas correlações positivas da ECG da carcaça com a porcentagem e quantidade de tecido adiposo, conforme anteriormente demonstrado em outros trabalhos ^(5,4,16). Também houve correlação negativa da ECG da carcaça com a porcentagem de tecido muscular. Embora não tenha sido determinado neste estudo, muitos trabalhos demonstraram que esta característica também pode ser correlacionada com a AOL da carcaça ^(5,1), com o peso da carcaça quente ⁽¹⁾, com a quantidade de músculo e de tecido ósseo ⁽¹⁶⁾. A exemplo do que ocorre com a AOL, as medidas de ECG obtidas por ultra-sonografia e na carcaça têm correlações de mesmo sentido com os parâmetros de composição da carcaça, entretanto, neste caso a medida por ultra-sonografia apresenta as cor-

relações de maior magnitude. Este fato pode ser conseqüência da maior variabilidade da medida tomada na carcaça.

A AOLPCAR mostrou correlação positiva com a porcentagem de músculo, o que corrobora a sugestão de ⁽¹³⁾, porém com a magnitude desta correlação inferior àquela observada entre a AOL da carcaça e a porcentagem de músculo, e também apresentou correlação negativa com a porcentagem e quantidade de tecido adiposo. Já a AOLUPKG mostrou correlações negativas somente para as quantidades de tecido adiposo e ósseo, o que demonstra, mais uma vez, que a AOL obtida na carcaça possuiu maior correlação com a composição corporal do que a mesma medida obtida por ultra-sonografia. É interessante notar que o único parâmetro de composição de carcaça para o qual pode-se observar uma correlação de magnitude superior para AOLUPKG e AOLPCAR em relação a AOL ultra-som e AOL carcaça é a quantidade de tecido adiposo. Ainda na Tabela 1 observa-se que o peso final, conforme constatado em outro trabalho ⁽⁵⁾, teve grande influência nas características de produção, onde houve correlações positivas com a quantidade de cortes cárneos, tecidos muscular, adiposo e ósseo ($P < 0,05$). O peso vivo também apresentou correlação negativa com a porcentagem de tecido ósseo, com valor inferior ao do outro estudo ⁽⁵⁾. O peso da carcaça quente, da mesma maneira que o encontrado no estudo ⁽⁵⁾, apresentou correlações positivas com a quantidade de cortes cárneos, tecidos muscular, adiposo e ósseo e porcentagem de tecido muscular, enquanto que

apresentou correlação negativa com a porcentagem de tecido ósseo ($P < 0,05$).

Na Tabela 2 são observadas correlações simples entre as características morfométricas da carcaça medidas por ultra-sonografia ou após o abate com alguns parâmetros da carcaça. A AOL por ultra-sonografia demonstrou correlação positiva com a quantidade de dianteiro e traseiro dos bovinos. No entanto, para a AOL da carcaça foram obtidas correlações positivas com a quantidade de dianteiro e traseiro e também porcentagem de traseiro ($P < 0,05$). A ECG por ultra-sonografia apresentou correlação positiva com a quantidade e correlação negativa com a porcentagem de traseiro dos bovinos ($P < 0,05$).

Já a ECG medida na carcaça apresentou as mesmas correlações que a ECG por ultra-sonografia. A AOLPCAR mostrou correlação positiva com o rendimento de cortes cárneos e porcentagem de traseiro ($P < 0,05$), o que também corrobora outro estudo ⁽¹³⁾. A AOLUPKG apresentou correlação negativa com a quantidade de dianteiro ($P < 0,05$).

O peso final e o peso da carcaça quente foram correlacionados negativamente com o rendimento de cortes cárneos, e positivamente correlacionados com a quantidade de traseiro e dianteiro ($P < 0,05$).

Ao contrário de outros trabalhos ^(8,14) que encontraram correlação significativa da ECG por ultra-sonografia com o rendimento de cortes cárneos, não foi observado neste estudo correlação significativa entre o rendimento de cortes cárneos e as variáveis, AOL e ECG por ultra-sonografia ou carcaça.

TABELA 2. Correlações simples de algumas variáveis com parâmetros de carcaça.

| Variáveis | Rendimento de cortes cárneos (%) | Correlações* | | |
|---------------------|----------------------------------|---------------|----------------|--------------|
| | | Traseiro (kg) | Dianteiro (kg) | Traseiro (%) |
| AOL ultra-som | - | 0,43 | 0,43 | - |
| ECG ultra-som | - | 0,36 | - | -0,49 |
| AOL carcaça | - | 0,33 | 0,38 | 0,31 |
| ECG carcaça | - | 0,36 | - | -0,50 |
| AOLPCAR | 0,26 | - | - | 0,37 |
| AOLUPKG | - | - | -0,28 | - |
| Peso final | -0,45 | 0,79 | 0,90 | - |
| Peso carcaça quente | -0,44 | 0,83 | 0,96 | - |

*Apenas as correlações significativas ($p < 0,05$) estão apresentadas.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir neste estudo que a medida de AOL tem mesmo relação com a musculosidade da carcaça, porém à medida que há seleção para o incremento da AOL dos animais, há diminuição da ECG da carcaça, dado a correlação negativa da ECG com a porcentagem de traseiro e com a AOL.

No geral, observa-se que as correlações envolvendo a AOL e a ECG por ultra-som e aquelas envolvendo as medidas da AOL e ECG da carcaça são sempre no mesmo sentido, indicando que as duas medem essencialmente o mesmo parâmetro, o que valida a utilização da técnica da ultrasonografia para predição das características da carcaça.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. ARNOLD, J. W.; BERTRAND, J. K.; BENYSHEK, L. L.; LUDWIG, C. Estimates of genetic parameters for live animal ultrasound, actual carcass data and growth traits in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 69, p. 985-992, 1991.
2. BAILEY, C.; JENSEN, J.; BECH ANDERSEN, B. Ultrasonics scanning and body measurements for predicting composition and muscle distribution in young Holstein x Friesian bulls. *Journal of Animal Science*, v.63, p. 1337-1346, 1986.
3. BERGEN, R. D.; McKINNON, J. J.; CHRISTENSEN, D. A.; KOHLE, N.; BELANGER, A. Prediction of lean yield in yearling bulls using real-time ultra-sound. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 76, p. 305-311, 1996.
4. BULLOCK, K. D.; BERTRAND, J. K.; BENYSHEK, L. L.; WILLIAMS, S. E.; LUST, D. G. Comparison of real-time ultrasound and other live measures to carcass measures as predictors of beef cow energy stores. *Journal of Animal Science*, v.69, p. 3908-3916, 1991.
5. FAULKNER, D. B.; PARRET, D. F.; McKEITH, F. K.; BERGER, L. L. Prediction of fat cover and carcass composition from live and carcass measurements. *Journal of Animal Science*, v. 68, p. 604-610, 1990.
6. FROST, A. R.; SCHOFIELD, C. P.; BEAULAH, S. A.; MOTTRAM, T. T.; LINES, J. A.; WATHES, C. M. A review of livestock and monitoring and the need for integrated systems. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.17, p. 139-159, 1997.
7. GALVÃO, J. G.; FONTES, C. A. A. F.; PIRES, C. C.; CARNEIRO, L. H. D.; QUEIROZ, A. C.; PAULINO, M. F. Características e composição física da carcaça de bovinos não-castrados, abatidos em três estágios de maturidade (estudo II) de três grupos raciais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 20, p. 502-512, 1991.
8. HAMLIN, K. E.; GREEN, R. D.; CUNDIFF, L. V.; WHELLER, T. L.; DIKEMA, M. E. Real-time ultrasonic measurement of fat thickness and longissimus muscle diameter: II. Relationships between real-time ultrasound measures and carcass retail yield. *Journal of Animal Science*, v. 73, p. 1725-1734, 1995.
9. HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. *Estimation of the composition of beef cattle carcasses and cuts*. Washington: USDA, 1946. (Tech. Bulletin, 926)
10. HERRING, W. O.; MILLER, D. C.; BERTRAND, J. K.; BENYSHEK, L. L. Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of backfat and longissimus muscle area in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.72, p. 2216-2226, 1994.
11. JOANDET, G. E. & CARTWRIGHT, T. C. Modeling beef production systems. *Journal of Animal Science*, v. 41, p. 1238-1246, 1975.
12. JORGE, A. M.; FONTES, C. A. A.; SOARES, J. E.; FREITAS, J. A.; RODRIGUEZ, L. R. R.; QUEIROZ, A. C.; RESENDE, F. D. Características quantitativas da carcaça de bovinos e bubalinos, abatidos em diferentes estádios de maturidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 26, p. 1039-1047, 1997.
13. LUCHIARI FILHO, A. *Pecuária da carne bovina*. São Paulo: LinBife, 2000. 134 p.
14. MAY, S. G.; MIES, W. L.; EDWARDS, J. W.; HARRIS, J. J.; MORGAN, J. B.; GARRET, R. P.; WILLIAMS, F. L.; WISE, J. W.; CROSS, H. R.; SAVELL, J. W. Using live estimates and ultrasound measurements to predict carcass cutability. *Journal of Animal Science*, v.78, p. 1255-1261, 2000.

15. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7 ed. 1996. Washington: Academy Press, 1996. 242 p.

16. PERON, A. J.; FONTES, C A. A. F.; LANA, R P; QUEIROZ, A. C.; PAULINO, M. F.; SILVA, D. J. 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”. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 24, p. 126-137, 1995.

17. SAS INSTITUTE. *SAS/STAT™ guide for personal computers*. 6.ed. Cary, 1987. 1028p.

18. SILVEIRA, A C. Sistema de produção de novilhos superprecoces. In: *Simpósio Goiano Sobre Produção De Bovinos De Corte*, 1., Goiânia. *Anais...* Goiânia: CBNA, 1999. p. 105-122.

Recebido: 23/08/2004

Aceito: 30/09/2004

ERITROGRAMA E PROTEÍNA PLASMÁTICA TOTAL (PPT) EM ARARAS-CANINDÉ (*Ara ararauna*) MANTIDAS EM CATIVEIRO

ERITROGRAM AND TOTAL PLASMATIC PROTEIN (TPP) IN CAPTIVE BLUE AND GOLD MACAWS (*Ara ararauna*)

Fábio Luís Bonello¹, Paulo César Ciarlini², Eustáquio Zacour de Azevedo³

RESUMO

O eritrograma é um exame complementar de grande relevância em medicina veterinária, auxiliando no diagnóstico, acompanhamento, prognóstico e tratamento de diversas enfermidades. Os resultados do eritrograma podem evidenciar anemias, leucemias e hematozooses, entre outras moléstias. Uma resposta satisfatória ou não à anemia também pode ser constatada no eritrograma. Os valores de proteínas plasmáticas totais (PPT) fornecem subsídios importantes para avaliar a condição nutricional do animal. Espécies silvestres mantidas em cativeiro são muitas vezes alimentadas erradamente, o que, além de outras carências, pode causar hipoproteïnemia. Ainda, nos processos hemorrágicos externos há uma diminuição do valor de PPT, podendo ser determinado de forma rápida e com baixo custo. São escassos os valores de referência de eritrograma e PPT em espécies de animais silvestres, não sendo diferente para arara-canindé (*Ara ararauna*). Desta forma, estudos hematológicos em espécies silvestres devem ser realizados sempre que possível. O objetivo deste trabalho foi determinar os valores de eritrograma e PPT de vinte araras-canindé (*A. ararauna*) mantidas em cativeiro no Zoológico Municipal “Dr Flávio Leite Ribeiro”, Araçatuba – São Paulo. Os valores médios obtidos foram de 0,47 L/L para volume globular; $3,2 \times 10^{12}/L$ para eritrócitos; 133,8 g/L para hemoglobina; 147,8 fL para Volume Corpuscular Médio (VCM); 286,4 g/L para Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM), e 49 g/L para PPT.

Unitermos: araras-canindé, eritrograma, proteína plasmática total

ABSTRACT

Eritrogram is a very important additional exam in veterinary medicine, helping in the diagnosis, prognosis and treatment of several diseases. Results obtained from eritrogram can evidence anemias, leukemias and hematozoosis, among other diseases. Satisfactory or unsatisfactory response to anemia can also be found in eritrogram. Total Plasmatic Proteins values (TPP) give important data to evaluate the nutritional conditions of animals. Captive wild animals are often incorrectly fed, that can lead to hypoproteinemia. Yet, hemorrhagic processes produce decrease of TPP values, and this alteration can be determined quickly and with a low cost. Reference values for eritrogram and TPP in wild animals are scarce, being no different for blue and gold macaw (*Ara ararauna*). In this way, hematologic researches in wild animals must be carried out whenever it is possible. The goal of this present study was to determine and evaluate the values of eritrogram and TPP in twenty blue and gold macaws (*Ara ararauna*), in captivity conditions at the Zoo “Dr Flávio Leite Ribeiro”, Araçatuba city. The obtained average values were: 0,47 L/L for packed cell volume; $3,2 \times 10^{12}/L$ for erythrocytes; 133,8 g/L for hemoglobin; 147,8 fL for Average Corpuscular Volume (MCV); 286,4 g/L for Average Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC), and 49 g/L for TPP.

Uniterms: Eritrogram, plasmatic proteins, gold macaw (*Ara ararauna*).

1 – Professor do Curso de Medicina Veterinária da Fundação Educacional de Andradina; Mestrando em Ciência Animal, Unesp, Araçatuba

2 – Professor Assistente Doutor do Curso de Medicina Veterinária – FOA – Unesp – Campus de Araçatuba.

3 – Médico Veterinário responsável pelo Zoológico Municipal “Dr. Flávio Leite Ribeiro”, Araçatuba (SP).

INTRODUÇÃO

Nas aves, os sinais clínicos são frequentemente não específicos e as informações obtidas pelo exame físico são limitadas⁽¹⁰⁾. Os exames laboratoriais, por sua vez, auxiliam no diagnóstico, acompanhamento e prognóstico das entidades nosológicas.

O hemograma é um exame de rápido e de baixo custo. Porém, em se tratando de animais silvestres, sua realização fica limitada a hematologistas experientes, devido principalmente à grande variação da morfologia celular nas várias espécies. O eritrograma, um dos componentes fundamentais do hemograma, permite que sejam detectadas anemias, eritrocitoses, e leucemias, entre outras moléstias mais raras^(7, 4).

Em psitacídeos, as causas de anemia incluem hemorragias por traumas e ulcerações em trato gastrintestinal, hemólise decorrente de septicemia e toxicidade, e depressão da eritropoiese em processos inflamatórios.⁽³⁾ A causa da anemia pode ser determinada pela avaliação do histórico do paciente, exames físico e clínico e resultados de exames hematológicos. Determinar a causa específica da anemia é importante para a terapêutica e o prognóstico do caso.⁽¹⁾ As aves também podem desenvolver anemia em doenças crônicas mais facilmente do que mamíferos, devido ao curto tempo de vida dos seus eritrócitos. Este tipo de anemia pode ser visto na aspergilose, tuberculose, clamidiose e doença hepática crônica.⁽⁵⁾ A eritrocitose é raramente reportada em psitacídeos.⁽³⁾

A concentração de proteínas plasmáticas totais (PPT) reflete um equilíbrio entre as concentrações extra e intravascular de proteínas. As funções fisiológicas das proteínas incluem: fonte de aminoácidos aos tecidos, manutenção da pressão oncótica, regulação do equilíbrio ácido-básico, transporte de moléculas, hemostasia, resposta inflamatória, e resistência a infecções. As concentrações de PPT são afetadas pelo balanço hídrico e nos estados de doença. A desidratação pode causar hiperproteinemia relativa, enquanto hemorragia externa pode causar hipoproteinemia absoluta. Os distúrbios inflamatórios têm significativo efeito sobre os níveis de PPT.⁽¹⁴⁾ As proteínas plasmáticas são um importante constituinte complementar no diagnóstico de doenças hepáticas, gastrintestinais, renais, e/ ou doenças infecciosas. A determinação das

proteínas plasmáticas raramente conduz a um diagnóstico específico, mas auxilia o clínico a avaliar a natureza, severidade e progressão da doença.⁽¹⁰⁾

Os valores hematológicos normais para psitacídeos determinados por diferentes laboratórios podem variar de forma significativa. Essa variação é causada por diferentes técnicas de colheita e analíticas. Outros fatores que influenciam os resultados hematológicos são a idade, sexo, anestesia, nutrição, condições ambientais, estado fisiológico e espécies de psitacídeos usados para estabelecer os valores normais.⁽³⁾

São escassos os valores laboratoriais de referência para espécies de animais silvestres, não sendo diferente para arara-canindé (*Ara ararauna*).^(6, 2, 13, 3) Na maioria dos parâmetros ocorrem grandes diferenças de resultados entre os diversos pesquisadores, muitas vezes dificultando a interpretação do médico veterinário. O presente trabalho teve como objetivo determinar os valores de eritrograma e PPT de araras-canindé (*Ara ararauna*) adultas mantidas em cativeiro no município de Araçatuba – SP.

MATERIAL E MÉTODOS

Vinte indivíduos adultos da espécie *Ara ararauna*, mantidos em recinto coletivo no Zoológico Municipal “Dr. Flávio Leite Ribeiro” e alimentados com frutas, verduras, legumes, milho cozido e semente de girassol foram submetidos à contenção física, inicialmente com puçá e depois manual. A colheita de 1 mL de sangue foi realizada através da veia ulnar, após anti-sepsia com álcool iodado, utilizando-se seringa de 3 mL e agulha 20X5,5, com adição prévia de EDTA 10% (lavagem interna da seringa), para evitar a coagulação imediata. Dois esfregaços sangüíneos foram realizados no próprio local e logo em seguida a amostra foi colocada em frasco tipo eppendorf de plástico, contendo 20 µL de EDTA sódico a 10% (20 µL/mL de sangue), homogeneizada e destinada às análises laboratoriais. Os esfregaços foram corados com corante comercial panótico rápido (Instant-Prov, Marca Newprov, Pinhais-PR).

A determinação do volume globular (VG) foi realizada pelo método do microhematócrito.⁽⁸⁾ A determinação da hemoglobina (Hb) foi feita pelo método da cianometahemiglobina, sendo que a amostra diluída em líquido de Drabkin foi centrifugada

a 3000 rpm durante 5 minutos, para haver sedimentação dos núcleos de hemácias.⁽¹²⁾ Para a contagem de eritrócitos utilizou-se a mesma técnica de contagem manual descrita para mamíferos (pipeta de Thoma, diluição 1:200), porém substituindo-se o líquido de Gower pela Solução de Natt & Herrick.⁽¹²⁾ A contagem das hemácias foi realizada em Câmara de Neubauer, contando-se as células de 5 quadrados da área central, sendo o valor total de hemácias multiplicado por 10.000. Os cálculos do Volume Corpuscular Médio (VCM) e da Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM) foram realizados conforme o método de Wintrobe.⁽⁹⁾ A determinação da Proteína Plasmática Total (PPT) foi realizada pelo método refratométrico, utilizando-se refratômetro manual (ATAGO, Japan) previamente calibrado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todas as lâminas analisadas pôde ser observada discreta anisocitose e policromatofilia em 1 a 2% dos eritrócitos. A morfologia dos eritrócitos não diferiu dos relatos já existentes^(3, 15), ou seja, eritrócitos elípticos e com núcleo elíptico central e de coloração citoplasmática variando em tons de palha a cinza-azulado. Em psitacídeos, um grau mais elevado de anisocitose é normalmente observado em anemias regenerativas, associado com policromatofilia.⁽³⁾

Não foram encontrados hemoparasitas nas amostras analisadas, podendo ser considerado este fato como um sinal de higidez das aves utilizadas no presente estudo. Hematozoários, especialmente *Haemoproteus sp* e microfilárias são comumente achados em esfregaços de sangue de psitacídeos.⁽³⁾

TABELA 1 – Valores mínimos, máximo e média dos valores do eritrograma e proteína plasmática total (PPT) de araras-canindé (*Ara ararauna*) mantidas em cativeiro no município de Araçatuba – São Paulo e valores registrados na literatura.

| | Araçatuba (2004) | (2) | (13) | (6) | (3) |
|--|----------------------------|-------------|--------------------------|-------------|-----------------------|
| Número de animais | 20 | NI | 13 | NI | NI |
| Volume globular (L/L) | 0,42 – 0,53 (0,47)* | 0,35 – 0,48 | 0,43 – 0,51 (0,47) | 0,38 – 0,51 | 0,32 – 0,52 (0,45) |
| Eritrócitos (x 10 ¹² /L) | 2,66 – 3,83 (3,20) | 2,4 – 4,0 | 1,76 – 2,66 (2,21) | 2,7 – 4,0 | 2,11 – 4,10 (3,24) |
| Hemoglobina (g/L) | 113,7 – 153,1 (133,8) | 110 – 160 | 143,4 – 174,4 (158,9) | 140 – 190 | 117 – 170 (144) |
| VCM (fL) | 130,55 – 171,43 (147,8) | 90 – 185 | 185 – 258 (221,7) | 128 – 165 | 102 – 199 (141) |
| CHCM (g/L) | 264,4 – 325,8 (286,4) | 230 – 320 | 310 – 340 (330) | 347 – 398 | 281 – 435 (327) |
| PPT (g/L) | 40 – 56 (49) | 27 - 47 | 44 – 55 (48)** | - | - |

*valores entre parênteses correspondem às médias aritméticas

** n = 8

NI: não informado no trabalho

Torna-se difícil confrontar os resultados do presente estudo (Tabela 1) com os poucos valores registrados na literatura, uma vez a maioria dos autores não descreveram a idade dos animais, o tamanho amostral, manejo ou a metodologia empregada para obtenção e análise das amostras. Não obstante esta dificuldade, de um modo geral, os valores do eritrograma não estão muito distantes daqueles já relatados^(6, 2, 13, 3) (Tabela 1). No parâmetro VG, as maiores diferenças foram

observadas em relação às referências 2 e 3; considerando-se o parâmetro “eritrócitos”, a maior diferença ocorreu em relação à referência 13; no parâmetro VCM, a maior diferença ocorreu em relação aos valores descritos em (13); no parâmetro “hemoglobina”, as maiores diferenças foram observadas ao se comparar com os valores obtidos em (6) e (13); a maior diferença para o parâmetro CHCM foi encontrada entre nossos valores e os valores descritos em (6) e (3). Quanto à

PPT, encontramos apenas dois registros na literatura. ^(2, 13) Os resultados do presente estudo assemelharam-se bastante com os registrados na referência 13; porém há valores de PPT muito inferiores ao do presente estudo ⁽²⁾. É importante ressaltar que no presente estudo foi utilizado o método refratométrico. Segundo a literatura, tal método não deve ser utilizado para aves, já que fornece valores falsamente elevados de PPT.⁽¹⁰⁾ No entanto a refratometria manual é largamente utilizada e de baixo custo, devendo haver um maior estudo em aves. Há autores que consideram como viável apenas o método do biureto.⁽¹⁰⁾ Um dos relatos por nós encontrado não cita o método utilizado ⁽¹³⁾, enquanto que outro ⁽²⁾ utilizou o método de refratometria compensada por temperatura. Esse método fornece valores maiores do que o refratométrico simples ⁽¹⁰⁾, o que distanciará ainda mais os nossos resultados dos valores obtidos por um dos autores.⁽²⁾ As divergências encontradas com os dados da literatura ressaltam a importância de se divulgar os resultados do presente estudo e a necessidade de se desenvolver estudos mais amplos sobre os valores hematológicos das araras-canindé, levando-se em consideração a região e o modo de criação, assim como a metodologia empregada nas análises hematológicas. O presente estudo representa o estudo mais completo e com maior tamanho amostral, quanto comparado aos demais registrados na literatura, sobre o eritrograma e PPT de araras-canindé e o único da região de Araçatuba – SP, devendo portanto, ser utilizado como referência para a espécie.

CONCLUSÃO

Nas condições em que foi desenvolvido o presente estudo, considera-se como valores de referência para araras-canindé (*Arara ararauna*) criadas em cativeiro os seguintes valores hematológicos: Volume Globular: 0,42 – 0,53 (0,47) L/L; Eritrócito: 2,66 – 3,83 (3,20) X 10¹²/L; Hemoglobina: 113,7 – 153,1 (133,8) g/L; VCM: 130,55 – 171,43 (147,8) fL; CHCM: 264,4 – 325,8 (286,4) g/L; PPT: 40 – 56 (49) g/L.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos: Maurício Franco Zanette; Laboratório Clínico Veterinário – Unesp – Araçatuba; Zoológico Municipal de Araçatuba “Dr. Flávio Leite Ribeiro”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AIRD, B. Clinical and Hematologic Manifestations of Anemia. In: FELDMAN, B.F., ZINKL, I.G., JAIN, N.C. *Schalm's – Veterinary Hematology*, 5ª ed., Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000, p. 140-142.
2. ALTMAN, R.B. *et al. Avian Medicine Surgery*. Philadelphia: Saunders, 1997, p. 1007.
3. CAMPBELL, T.W. Normal Hematology of Psittacines. In: FELDMAN, B.F., ZINKL, I.G., JAIN, N.C. *Schalm's – Veterinary Hematology*, 5ª ed., Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000, p. 1155-1160.
4. FELDMAN, B.F., ZINKL, I.G., JAIN, N.C. *Schalm's – Veterinary Hematology*, 5ª ed., Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000, 1344 p.
5. FERNANDEZ, F.R., GRINDEM, C.B. Reticulocyte response. In: FELDMAN, B.F., ZINKL, I.G., JAIN, N.C. *Schalm's – Veterinary Hematology*, 5ª ed., Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000, p. 110-116.
6. GULLAND, F.M.D., HAWKEY, C.M. *Avian Hematology*. Veterinary Annual V. 30, p. 126-136, 1990.
7. JAIN, N.C. *Essentials of Veterinary Hematology*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993, 417p.
8. KERR, M.G. *Exames Laboratoriais em Medicina Veterinária- Bioquímica Clínica e Hematologia*, 2ª ed, São Paulo: Roca, 2003, p. 339-342.
9. LEE, G.R. *et al. Wintrobe Clinical Hematology*, 9ª ed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993, 2324p.
10. LUMEIJ, J.T. Avian Clinical Biochemistry. In: KANEKO, J.J., HARVEY, J.W., BRUSS, M.L. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 5ª ed, San Diego: Academic Press, 1997, p. 857-883.
11. LUMSDEN, J.H. “Normal” or Reference Values: Questions and Comments. *Veterinary Clinical Pathology*, V. 27 (4), p. 102 – 106, 1998.

12. PIERSON, F.W. Laboratory Techniques for Avian Hematology. In: FELDMAN, B.F., ZINKL, I.G., JAIN, N.C. *Schalm's – Veterinary Hematology*, 5ª ed., Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000, p. 1145-1146.

13. SANTOS, L.C. *Laboratorio Ambiental*. Cascabel: Eduoeste, 1999, p. 242-243.

14. THOMAS, J.S. Overview of Plasma Proteins. In: FELDMAN, B.F., ZINKL, I.G., JAIN, N.C. *Schalm's – Veterinary Hematology*, 5ª ed., Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000, p. 891-898.

15. VALADARES, T.C., CIARLINI, P.C., BONELLO, F.L., AZEVEDO, E.Z. Morfologia das Células Sangüíneas de Papagaio-Verdadeiro (*Amazona aestiva*) e Arara-Canindé (*Ara ararauna*). In: XV CIC – Congresso de Iniciação Científica da Unesp, Marília, 2003. *CD ROM dos anais XV Congresso de Iniciação Científica*, Marília, Unesp, 2003.

Recebido: 15/09/2004

Aceito: 28/09/2004

ALTERAÇÕES NO PROTEINOGRAMA DE ANIMAIS PORTADORES DE LEISHMANIOSE VISCERAL CANINA.

ALTERATIONS ON THE PROTEIN COUNT OF ANIMALS CARRYING CANINE VISCERAL LEISHMANIOSIS.

Fábio dos Santos Nogueira¹, Cristina Lacerda Soares Petrarolha Silva²;
Sandra Amaral de Araujo²; José Henrique Resende Borges³.

RESUMO

O presente trabalho verificou as possíveis alterações na contagem de proteínas totais de animais infectados com o Leishmaniose Visceral Canina. Foram utilizados quarenta animais, sendo 20 machos (10 positivos e 10 negativos) e 20 fêmeas (10 positivas e 10 negativas). Comparando os resultados de animais portadores de LVC aos animais saudáveis verificou-se um aumento significativo na concentração sérica de proteínas totais e globulinas.

Unitermos: Leishmaniose Visceral Canina, Proteinograma

ABSTRACT

The present study examined possible alterations on the protein count of infected animals with canine visceral Leishmaniosis. Forty animals were utilized, being 20 males (10 positives and 10 negatives) and 20 females (10 positives and 10 negatives). Comparing results of carrier animals of canine visceral Leishmaniosis to healthy ones, we verified a significant increase on the total protein concentration and a decrease of globuline concentration.

Uniterms: Canine Visceral Leishmaniose, Protein Count.

INTRODUÇÃO

Recentemente, a leishmaniose visceral canina (LVC) vem merecendo atenção especial por parte dos clínicos veterinários e profissionais da saúde pelo fato de ser uma antropozoonose e apresentar um aumento significativo do número de casos.

Até 1998, não havia referência de casos autóctones de leishmaniose visceral no homem e em cães no Estado de São Paulo, sendo restrita à regiões Norte e Nordeste do país. No entanto, em 1999 foi detectado um foco da doença na região da alta noroeste do Estado de São Paulo, no município de Araçatuba, e posteriormente verificaram também a presença em municípios circunvizinhos.

Atualmente, a leishmaniose visceral se tornou um problema de Saúde Pública grave, com o aparecimento crescente de casos, bem como o surgimento contínuo de novos focos

da doença ⁽¹⁾.

A leishmaniose visceral é uma enfermidade, de carácter infecto-contagioso, com evolução crônica, causada pelo protozoário *Leishmania chagasi*, cuja transmissão é atribuída a artrópodes vetores da família dos flebotomíneos, sendo a *Lutzomyia longipalpis* o principal vetor ⁽³⁾.

Como reservatórios naturais da doença podemos citar: os canídeos, roedores, edentados, marsupiais, primatas e inclusive o homem. O cão doméstico é considerado por vários autores como sendo o mais importante reservatório vertebrado do parasita, participando na cadeia epidemiológica da transmissão ao homem ⁽²⁾.

O crescente número de casos na cidade de Andradina-SP, tem gerado uma demanda de exames sorológicos para se detectar a doença superiores a capacidade dos órgãos de

¹Professores do Curso de Medicina Veterinária das Faculdades Integradas Stella Maris de Andradina /SP e doutorando pela FMVZ UNESP Botucatu de zootecnia

²Professores do Curso de Medicina Veterinária das Faculdades Integradas Stella Maris de Andradina /SP.

³Aluno do Curso de Medicina Veterinária das Faculdades Integradas Stella Maris de Andradina /SP.

saúde, ocasionando um prazo igual ou superior a 30 dias que pode estar contribuindo para o aumento do número de casos.

O presente trabalho têm como objetivo verificar as concentrações séricas de proteínas totais, albumina e globulinas de animais infectados e associado ao exame clínico auxiliar no diagnóstico da leishmaniose visceral canina.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Faculdade de Medicina Veterinária da Fundação Educacional de Andradina- Laboratório de Análise Clínicas da FEA, e na Clínica Veterinária Mundo Animal (Andradina-SP).

Foram utilizados 40 animais, adultos, de diferentes raças, sendo que destes, 10 machos e 10 fêmeas soropositivos para leishmaniose visceral e 10 machos e 10 fêmeas soronegativos; provenientes da rotina clínica da cidade de Andradina.

Cada animal foi submetido á coleta de sangue para pesquisa de leishmaniose visceral

canina, e esta encaminhada para o Laboratório de Análises Clínicas do Departamento de Imunologia da UNESP – Campus de Botucatu. Os animais que apresentaram sorologia na reação de imunofluorescência indireta (RIFI) igual ou superior 1:40, foram submetidos a citologia aspirativa com agulha fina (C.A.A.F) de linfonodo para confirmar o diagnóstico. Em todos os animais foi realizada a coleta de 6 ml de sangue venoso para a dosagem sérica de proteína total, albumina, e globulina. Para a análise da proteína total e da albumina foi utilizado kit produzido pelo laboratório Labtest, enquanto a concentração de globulina foi obtida pela diferença da concentração da albumina.

RESULTADOS

No presente estudo foram observados aumentos significativos na concentração sérica de proteínas totais e de globulinas tanto nas fêmeas como nos machos portadores de LVC (Tabela 1).

TABELA 1- Comparação de médias obtidas entre fêmeas sadias e infectados para as variáveis proteínas totais, albumina e globulina.

| Animais | Proteína (g/dl) | Albumina (g/dl) | Globulina (g/dl) |
|---------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Fêmeas (sadias) | 6,50 a | 2,63 a | 3,65 a |
| Fêmeas (infectadas) | 10,53 b | 1,76 b | 8,76 b |
| Machos (sadios) | 6,32 a | 2,65 a | 3,67 a |
| Machos (infectados) | 13,22 b | 2,23 a | 10,99 b |

Médias na mesma coluna com letras diferentes, diferem estatisticamente com $P < 0,05$

Ainda na Tabela 1, com relação a concentração sérica de albumina, observou diminuição estatisticamente significativa superior nas fêmeas portadoras de LVC quando comparada aos valores dos machos .

DISCUSSÃO

Confrontando os resultados obtidos em animais portadores de leishmaniose visceral canina com animais sadios, verifica-se alterações significativas no proteinograma dos animais, com ênfase no aumento das proteínas totais. A leishmaniose visceral é uma enfermidade que ocasiona uma resposta humoral intensa do organismo que resulta no aumento da produção de globulinas e na concentração das proteínas totais. Como na enfermidade os quadros com comprometimento hepático são

comuns, era de se esperar uma diminuição na concentração sérica de albuminas nos animais infectados.

CONCLUSÃO

Baseado nos dados obtidos, o proteinograma de animais que vivem em áreas endêmicas de LVC associado ao exame clínico, demonstrou ser um exame complementar para se chegar ao diagnóstico antecipado da Leishmaniose Visceral Canina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.COSTA, C.H.N. Mudanças no controle da leishmaniose visceral no Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v.34 (2), p.223-228, 2001.

2.DEANE, L.M.; DEANE, M.P. Observações preliminares sobre a importância comparativa do homem, do cão e da raposa (*Lycalopex vetulus*) como reservatório da *Leishmania donovani* em área endêmica de calazar, no ceará. *O Hospital*, v.48, p.61-76, 1955.

3.FERRER, L. Clinical aspects of canine leishmaniasis. *Proceedings of the International Canine Leishmaniasis Forum*. Barcelona, Spain, 1999. P.6-10.

4.LUVIZOTTO, M.C.R.; BIAZZONO, L.; EUGENIO, F.R.; ANDRADE, A.L.; MOREIRA, M.A.B. Leishmaniose visceral canina autóctone no município de Araçatuba-SP. *CONGRESSO BRASILEIRO DE CLÍNICOS VETERINÁRIOS DE PEQUENOS ANIMAIS. Anais...* 2, 1999.

Recebido: 09/08/2004

Aceito: 27/09/2004

**AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE QUALIDADE DAS
VACINAS CONTRA A FEBRE AFTOSA PRODUZIDAS NO BRASIL
DURANTE AS ÚLTIMAS TRÊS DÉCADAS.**

***QUALITY EVALUATION OF FOOT AND MOUTH DISEASE VACCINES
MANUFACTURED IN BRAZIL IN THE LAST THREE DECADES.***

Ricardo Rego Pamplona¹; Antônio Araújo de Andrade Júnior²; João Barbudo Filho³; Cristina Lacerda Soares Petrarolha Silva³; José Henrique Resende Borges⁴; Brunilde Giuntoli Corrêa⁴

RESUMO

Por suas implicações socioeconômicas, a Febre Aftosa caracteriza-se por ser a enfermidade animal cujo controle e erradicação captam atualmente os maiores esforços dos serviços públicos e privados do Brasil. A aplicação sistemática da vacina trivalente O1Campos, A24 Cruzeiro e C3 Indaial em bovinos é a principal ferramenta do Programa Nacional de Erradicação da Febre Aftosa. No Brasil existem atualmente quatro unidades de fabricação da vacina e seis marcas comerciais.

Considerando a importância da vacinação no controle e erradicação da Febre Aftosa objetivou-se avaliar a qualidade das vacinas contra a Febre Aftosa produzidas no Brasil, utilizando-se para isto os resultados dos testes oficiais realizados pelos Laboratórios do Ministério da Agricultura nas últimas três décadas.

A análise dos resultados demonstrou que durante o período de 1970 a 1999 foram fabricadas 4.616.614.129 doses de vacina contra a Febre Aftosa no Brasil, destas, cerca de 458.600.211 foram reprovadas nos testes que analisam a expectativa percentual de proteção média, a esterilidade, a inocuidade e o controle do vírus infectante, resultando assim na não entrada no mercado de cerca de 10% do total de doses produzidas.

Unitermos: Controle de Qualidade, Febre Aftosa, Vacinação.

ABSTRACT

For its social and economical implications, the Foot and Mouth Disease (FMD) is considered as the animal disease which currently control and eradication demand the biggest efforts from the public and private Brazilian services. The systematic application of the trivalent vaccine O Campos, A24 Cruzeiro and C3 Indaial on bovines is the main tool of the National Program of Eradication of the Foot and Mouth Disease. In Brazil, there are four commercial units for the manufacturing this vaccine, and six different trade marks are currently commercialized. Considering the importance of the vaccination in the Foot and Mouth Disease control and eradication, the main purpose of this issue has been the quality evaluation of these vaccines produced in Brazil, by using the results of the official tests carried through by the Laboratories of the Ministry of Agriculture in last the three decades. The analysis of the results demonstrated that, during the period of 1970 thru 1999, 4,616,614,129 doses of vaccine against the Foot Mouth Disease in Brazil, were manufactured. Of these doses, about 458.600.211 were rejected according to the tests that analyzed the expected percentage of average protection, sterility, innocuity and control of the infectant virus. Thus about 10% of the produced doses were rejected for market trade.

Uniterms: Foot and Mouth Disease, Quality Control, Vaccination.

1 M.V - Coordenador de Fiscalização de Produtos Veterinários. Ministério da Agricultura

2 M.V - Chefe do Serviço de Fiscalização de Produtos Biológicos. Ministério da Agricultura

3 Professor (a) Dr.(a) do Curso de Medicina Veterinária das Faculdades Integradas Stella Maris.

4 Graduandos em Medicina Veterinária – FISMA.

INTRODUÇÃO

A Febre Aftosa é uma infecção viral aguda e altamente contagiosa a animais de cascos biungulados, domésticos e silvestres, e caracteriza-se por lesões vesiculares, subseqüentemente, por erosões no epitélio da boca, narinas, focinho, pés, tetas, úbere e pilares ruminais ⁽²⁾.

O seu agente causal é um vírus da família Picornaviridae, gênero *Aphthovirus*, simetria cúbica, sem envoltório, medindo 21-21µm, descoberto em 1897 por Löffler & Frosch, bastante resistente aos agentes físicos e químicos, como ao éter e ao clorofórmio, e é ácido-lábil ⁽³⁾. Dentro da família Picornaviridae já foram identificados pelo menos 7 tipos imunologicamente distintos de vírus pelo método de fixação de complemento ⁽¹⁾.

A maior parte da transmissão se dá por meio de aerossóis, geralmente quando os animais estão em proximidade íntima, embora haja evidência crescente de que, sob certas condições, o vírus possa se propagar pelo vento até por 50 km.. Quando o homem inala os aerossóis respiratórios dos animais infectados, o vírus pode persistir no trato respiratório por até 24 horas, o que torna-se possível a transmissão do vírus para outras pessoas e animais, durante este período, através das vias respiratórias ⁽¹⁾.

Estes vírus também podem ser encontrados em grandes quantidades no leite de animais infectados. As temperaturas de pasteurização não são capazes de destruir os vírus pois os mesmos recebem proteção a partir de restos celulares, gordura e outros componentes do leite. O vírus vestigial também sobrevive ao processamento de caseína, caseinato e alguns queijos, mas no caso da caseína e do queijo, ocorre uma deterioração do vírus após períodos relativamente curtos de armazenamento ⁽²⁾.

Pode-se transmitir experimentalmente o vírus por meio da inseminação artificial. Restos de carne e ossos de animais infectados constituem-se freqüentemente na fonte de infecção de suínos, que podem facilmente transmitir a infecção a bovinos e outros animais. Vários surtos nos EUA se deveram a suínos que foram alimentados com restos alimentares não cozidos de navios que se abasteceram em países onde existia a enfermidade. Outra causa de surtos, também nos EUA foi atribuída ao uso de produtos

biológicos contaminados, tais como vacinas de cólera suína e de varíola bovina e extrato hipofisário. Como o vírus se encontra presente em grande parte da pele, a salga, o secamento e a desinfecção das superfícies de couros dos animais infectados não impedem a sobrevivência do vírus ⁽²⁾.

Por suas implicações socioeconômicas, a Febre Aftosa caracteriza-se por ser a enfermidade animal cujo controle e erradicação captam atualmente os maiores esforços dos serviços públicos e privados do Brasil. A aplicação sistemática da vacina trivalente O1Campos, A24 Cruzeiro e C3 Indaial em bovinos é uma das principais ferramentas do Programa Nacional de Erradicação da Febre Aftosa. No Brasil existem atualmente quatro unidades de fabricação da vacina e seis marcas comerciais. Os programas de combate a Febre Aftosa objetivam melhorar as condições de rentabilidade dos produtores pecuários, pois esta enfermidade acarreta perdas na produção de carne e leite, menor capacidade reprodutiva e aumento da mortalidade. Agregam-se ainda a estas perdas o custo da vacinação sistemática, o gasto público por atividades de controle e as restrições para exportação a países que possuam a doença em seus rebanhos ⁽⁶⁾.

As perdas físicas associadas a ocorrência da Febre Aftosa em explorações pecuárias e os conseqüentes danos econômicos são de considerável significância na quase totalidade dos países afetados por esta enfermidade. As perdas físicas decorrentes da Febre Aftosa podem ser classificadas em diretas e indiretas, sendo as primeiras ocasionadas pela diminuição na produção de leite e carne, levando a reduções a curto prazo na economia dos estabelecimentos afetados. As perdas físicas indiretas decorrem da redução da produtividade do estabelecimento a médio e longo prazo devido a diminuição da capacidade de reprodução dos animais afetados e ao número de mortes, animais sacrificados e abortos provenientes da infecção. Pratica-se inclusive a diferenciação nas cotações de produtos pecuários provenientes de regiões afetadas ⁽⁶⁾.

No Brasil, até março de 2004, o último registro de focos de Febre Aftosa ocorreram no ano de 2001 onde foram constatados 37

focos da doença. ⁽⁴⁾.

Dentre as medidas previstas nos Programas de Controle e Erradicação da Febre Aftosa a vacinação da espécie bovina é de relevante importância. Todas as partidas de vacina contra a Febre Aftosa utilizadas a campo devem ser submetidas previamente a provas de eficiência realizadas pelos órgãos oficiais de controle. No Brasil este controle é feito pelos Laboratórios Regionais de Apoio Animal (LARA) do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), sendo utilizado o método do Testes Elisa. ⁽⁴⁾.

Considerando a importância da vacinação no controle e erradicação da Febre Aftosa objetivou-se avaliar o índice de qualidade das vacinas produzidas no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram levantados os resultados oficiais dos testes de eficácia realizados nas últimas três décadas (de 1970 a 1999) pelo Laboratório Regional de Apoio Animal – Porto Alegre - RS, que empregaram o seguinte princípio: o título 50% em Elisa por competição em fase líquida (CFL) com anticorpos policlonais de um soro frente ao vírus da Febre Aftosa está definido pela

recíproca de diluição deste soro expresso em log. base 10 que proporciona uma leitura de densidade ótica (DO) igual a 50% da média das DO obtidas no controle do antígeno.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados demonstrou que durante o período de 1970 a 1999 foram fabricadas no Brasil 4.616.614.129 doses de vacina contra a Febre Aftosa. Deste total, cerca de 458.600.211 (Figura 1) foram reprovadas nos testes que analisam a expectativa percentual de proteção média, a estabilidade térmica de vacinas em base oleosa, a esterilidade, a inocuidade, e o controle do vírus infectante assim. Esta reprovação resultou na não entrada no mercado de cerca de 10% do total de doses produzidas. No entanto uma análise mais detalhada dos dados permite observar que na década de 70 foram produzidas 768.266.755 doses das quais 11,56% destas foram reprovadas. Já na década de 80 foram produzidas 2.144.973.245 doses obtendo valores aproximados de reprovação aos da década de 70 (13,53%), mas ao serem avaliados os dados da década de 90 observa-se que das 1.946.609.459 doses produzidas os valores de reprovação obtidos caíram para 4,77%.

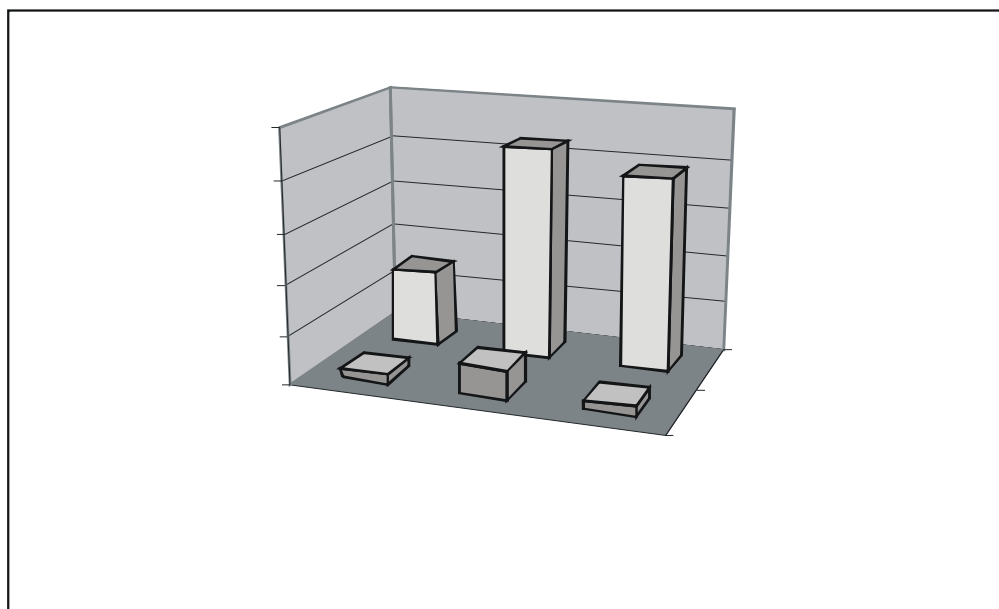


FIGURA 1 - Índices de produção e reprovação das vacinas contra a Febre Aftosa fabricadas no Brasil nas últimas três décadas

CONCLUSÕES

A expressiva queda nos índices de reprovação constatados na década de 90, demonstram um aperfeiçoamento por parte dos serviços de controle de qualidade das indústrias produtoras de vacinas, podendo-se atribuir esta melhoria a entrada em vigor durante a década de 90 da Portaria nº 713 do Ministério da Agricultura⁽⁵⁾ que estabelece rígidas normas de controle de qualidade na produção da vacinas contra Febre Aftosa, e da Portaria 177/94⁽⁵⁾ que estabelece os critérios de Biossegurança para as unidades produtoras de vacinas, além da adequação aos procedimentos de boas práticas de fabricação empregadas em todas as etapas da produção. Além disso o Brasil desponta como um dos principais exportadores mundiais de carne, necessitando, aprimorar cada vez mais os índices sanitários do rebanho e por consequência a qualidade dos produtos para a saúde animal aqui fabricados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BLOOD, D. C; HENDERSON, J.A; RADOSTITS, O M. *Doenças a Vírus Caracterizada por Sinais do Trato Digestivo*. Clínica Veterinária. Rio de Janeiro – 5ª ed. p. 602-608, 1988.
2. FRASER, C. M. *Afecções Generalizadas*. Manual Merck de Veterinária. São Paulo – 7ª ed. p. 408-11, 1997.

3. MAIA, T. *Acre livre da febre aftosa*. Disponível no site: http://www2.uol.com.br/pagina20/14012004/c_1011012004.htm. Acessado em 23/09/2004
4. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. *Programa Nacional de Erradicação da Febre Aftosa*. Boletins de Defesa Animal. Brasília. (Série histórica 1970-99).
5. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA Portaria Ministerial nº 713 de 1º de Novembro de 1995 sobre normas de produção controle e emprego de vacinas contra a Febre Aftosa.
6. OLASCOAGA, R. C. *Implicaciones Económicas de La Fiebre Aftosa*. *Epidemiologia de la Fiebre Aftosa*. São Paulo – 1ª ed. p. 231-8, 1999.
6. SECRETÁRIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. Portaria DAS nº 177 de 27 de Outubro de 1994 sobre as normas de biossegurança em unidades produtoras de vacinas.

Recebido: 17/03/2004

Aceito: 22/09/2004

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE ÍNDICE DIAFRAGMÁTICO E FAIXA ETÁRIA EM INDIVÍDUOS NORMAIS.

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN DIAPHRAGMATIC RATE AND AGE GROUP IN NORMAL INDIVIDUALS.

Juliana de Carvalho Apolinário¹, Lizandra Mara Carvalho Ricas¹, Baldomero Antônio Kato da Silva².

RESUMO

A respiração é um ato fisiomecânico do tronco, que possibilita ao indivíduo ser portador de uma respiração com padrão apical, basal ou simétrico. O objetivo da pesquisa foi analisar a influência da idade no padrão respiratório de indivíduos normais, em grupos de diferente faixa etária. Foram avaliadas 80 pessoas com faixa etária de 16 a 82 anos, através da mensuração do índice diafragmático, obtido pela divisão do valor aferido da variação do diâmetro abdominal durante a inspiração pela soma do mesmo com a variação do diâmetro torácico. O grupo 01 foi constituído por indivíduos de 16 a 30 anos, o grupo 02 de 31 a 45 anos, o grupo 03 de 46 a 60 anos e o grupo 04 com mais de 60 anos. Os dados coletados foram analisados estatisticamente utilizando o teste Z, com nível de significância $p = 0,05$, obtendo-se a prevalência dos padrões respiratórios para cada grupo avaliado. Não obstante a ausência de significância estatística pode se observar que para os grupos (01 e 02) de menor faixa etária a predominância foi a respiração apical, enquanto que para os grupos (03 e 04) de maior faixa etária a respiração basal e simétrica sobressaiu.

Unitermos: Diafragma, envelhecimento, mecânica respiratória, respiração.

ABSTRACT

The respiration is the chest physiomechanical act that allows the individual to be a carrier of apical, basal and symmetric patterns. The aim of this research has been to analyze the age influence on the respiratory pattern of normal individuals, in groups of different ages. Eighty people between 16 and 82 years old have been evaluated through the measurement of the diaphragmatic index, obtained by the division of the checked value of the variation of the abdominal diameter during the inhalation by its sum with the thoracic diameter variation. The group 01 was formed by people from 16 to 30 years old, group 02 by 31 to 45, group 03 by 46 to 60 and group 04 by the ones over 60. The collected data have been statistically analyzed using the test Z, with significance level $p = 0,05$, thus getting the prevalence of the respiratory patterns for each evaluated group. Despite the absence of the statistic significance, it could be observed that for the groups 01 and 02 formed by the youngest people, the apical respiration has been predominant, while for groups 03 and 04 the basal and symmetric respiration have been prominent.

Uniterms: aging, respiration, respiratory mechanics, diaphragm.

INTRODUÇÃO

Respirar é uma função automática e imprescindível para a vida. Mas a respiração necessita de aprimoramentos não apenas para cumprir sua função fisiológica como também para proporcionar condições ideais para o bem estar de cada indivíduo.

Os principais efetores da bomba pul-

monar são os músculos respiratórios, estando relacionados a uma interação harmoniosa entre o tórax e o abdome, sendo a respiração um ato fisiomecânico do tronco, possibilitando ao paciente ser portador de uma respiração com padrão torácico (apical) ou com padrão abdominal (basal), bem como possuir

1. Fisioterapeutas graduadas pela Universidade Para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal – UNIDERP – Campo Grande / MS;

2. Docente do curso de Fisioterapia da Universidade Para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal – UNIDERP.

padrão simétrico. O padrão respiratório normal consiste em uma contração coordenada e sincronizada dos músculos respiratórios^(7,1).

Podemos expandir de diferentes maneiras a cavidade peitoral; impulsionar a caixa torácica para fora (respiração torácica), elevar os ombros para cima (respiração clavicular), ou impulsionar para baixo o assoalho muscular da cavidade peitoral (respiração diafragmática). Costumamos usar combinações diversas dessas técnicas de respiração.

O diafragma é um músculo que se dispõe transversalmente entre o tórax e o abdome e desempenha papel indispensável na respiração normal^(8,12,5). As duas partes do diafragma causam descida da cúpula, com o aumento da pressão abdominal e deslocamento da parede abdominal para fora. A porção costal expande a caixa torácica inferior^(14,5,1).

A ação dos músculos expiratórios é diferente, de acordo com a fase e a profundidade do ciclo respiratório. O diafragma durante a respiração superficial movimenta-se para baixo, atuando como um pistão, comprimindo o conteúdo abdominal para baixo, e produzindo protrusão abdominal. Já na inspiração profunda, o diafragma age principalmente sobre as costelas inferiores, expandindo o diâmetro antero-posterior do tórax inferior. Neste caso observa-se que há uma tração da parede abdominal^(2,6,5).

Na respiração torácica ocorre elevação das costelas durante a inspiração, e abaixamento das mesmas na fase expiratória. Essa elevação produz a expansão da caixa torácica e o aumento do diâmetro transversal e sagital. Já o abaixamento das costelas tem como resultado a diminuição dos dois diâmetros. Na respiração abdominal, com a contração do diafragma, os órgãos abdominais são pressionados para baixo, ocorrendo um abaulamento da parede abdominal anterior, assim se faz à inspiração^(15,9,16).

A respiração diafragmática é a forma ideal de respiração, pois a ação da gravidade favorece a perfusão das áreas inferiores. A maior ventilação dessas áreas otimiza a difusão do oxigênio. Esta respiração também envolve menos gasto energético.

O índice diafragmático é capaz de refletir o movimento toracoabdominal, e é determinado pelas mudanças nas dimensões antero-posterior da caixa torácica e do abdo-

me durante a fase inspiratória e expiratória, sendo a respiração realizada profundamente⁽¹⁰⁾.

Com o envelhecimento as alterações em ossos e músculos causam um pequeno aumento no diâmetro antero-posterior do tórax; a elasticidade pulmonar diminui. Ocorre enfraquecimento do diafragma e dos músculos intercostais, ocasionando perda parcial da capacidade de expansão torácica. A respiração pode ter seu padrão modificado tornando-se mais profundo para compensar a diminuição da expansão torácica^(11,13,9,4,3).

A função pulmonar diminui com o envelhecimento. Nada indica que deve ocorrer modificações na forma habitual de respirar, e mesmo uma pessoa muito idosa deveria ser capaz de respirar sem esforço. Ocorre uma progressiva diminuição na capacidade vital funcional dos pulmões nos idosos. Também a eficiência do reflexo de tosse diminui, facilitando a retenção de secreções brônquicas^(11,9,4,3).

Apesar de conhecidas as alterações respiratórias relacionadas ao envelhecimento, não encontramos na literatura descrições específicas sobre a influência da idade na predominância do padrão respiratório (apical, basal ou misto). Dessa forma, este estudo destina-se a análise desta correlação em indivíduos normais, utilizando para tanto o índice diafragmático como parâmetro de mensuração.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado nas cidades de Campo Grande/MS e Andradina/SP no período compreendido entre julho e agosto de 2003.

Foram incluídos no estudo 80 indivíduos de ambos os sexos, com idade variando entre 16 e 82 anos, divididos em quatro grupos iguais de 20 indivíduos, sendo: (grupo 1) 16 a 30 anos, (grupo 2) 31 a 45 anos, (grupo 3) 46 a 60 anos e (grupo 4) maior que 60 anos.

Os indivíduos foram incluídos no estudo através de voluntariado à participação. Foram excluídos indivíduos que apresentassem patologias instáveis ou agudizadas de qualquer natureza; em tratamento fisioterápico regular, cuja condição clínica impedisse a realização da avaliação e/ou com deformidades anatômicas torácicas.

Os indivíduos incluídos no estudo assinaram termo de consentimento prévio, conforme resolução do Ministério da Saúde para

pesquisa em seres humanos.

Para coleta do Índice Diafragmático foi realizada a seguinte seqüência de procedimentos:

Posicionamento do paciente na posição supina horizontal (sem inclinação).

Solicitação de inspiração profunda máxima (Capacidade Pulmonar Total) seguida de expiração total (Capacidade Residual Funcional) por duas vezes consecutivas, com pausa nos movimentos respiratórios ao final da inspiração e da expiração.

Durante as pausas respiratórias foi realizada mensuração das variações dimensionais perimétricas do tórax (ao nível do quarto espaço intercostal) e do abdome (ao nível da cicatriz umbilical), utilizando uma fita métrica milimetrada.

O Índice Diafragmático foi calculado a partir da fórmula:

$$ID = \Delta AB / \Delta AB + \Delta TX$$

Onde, ΔAB = variação do perímetro abdominal e ΔTX = variação do perímetro torácico.

Para classificação do padrão respiratório, considerou-se $ID = 0,5$ para padrão simétrico, $ID > 0,5$ para predominância basal e $ID < 0,5$ predominância apical.

Os dados coletados foram organizados e submetidos a análise estatística pelo Teste Z, considerando-se nível de significância $p = 0,05$.

RESULTADOS

Para o Grupo 1, representado por indivíduos com faixa etária entre 16 e 30 anos, houve

predominância do padrão apical (9 indivíduos – 45%), seguido pelo padrão de respiração basal (8 indivíduos – 40%) e simétrico (3 indivíduos – 15%) (Figuras 1 a 3).

No grupo 2 (faixa etária entre 31 e 45 anos) o resultado foi semelhante, encontrando-se 12 indivíduos (60%) com padrão apical, 6 (30%) com padrão basal e 2 (10%) com padrão respiratório simétrico (Figuras 1 a 3).

Diferenças na apresentação da predominância dos padrões respiratório foram encontradas no grupo 3 (faixa etária entre 46 e 60 anos), para o qual observou-se 6 indivíduos (30%) com padrão apical e distribuição igual (7 indivíduos – 35%) entre os demais padrões (basal e simétrico) (Figuras 1 a 3).

No grupo 4, representado pelos indivíduos com idade superior a 60 anos, observou-se distribuição idêntica para os padrões apical e basal (9 indivíduos – 45%), tendo 2 indivíduos (10%) apresentado padrão respiratório simétrico.

A análise estatística (Teste Z, com nível de significância $p = 0,05$) demonstrou diferença somente na comparação do padrão simétrico dos grupos, para a qual o grupo 3 apresentou-se acima do grau de normalidade (Figura 01). Os demais padrões respiratórios (basal e apical) não apresentaram diferenças estatísticas em relação a idade (Figuras 02 e 03).

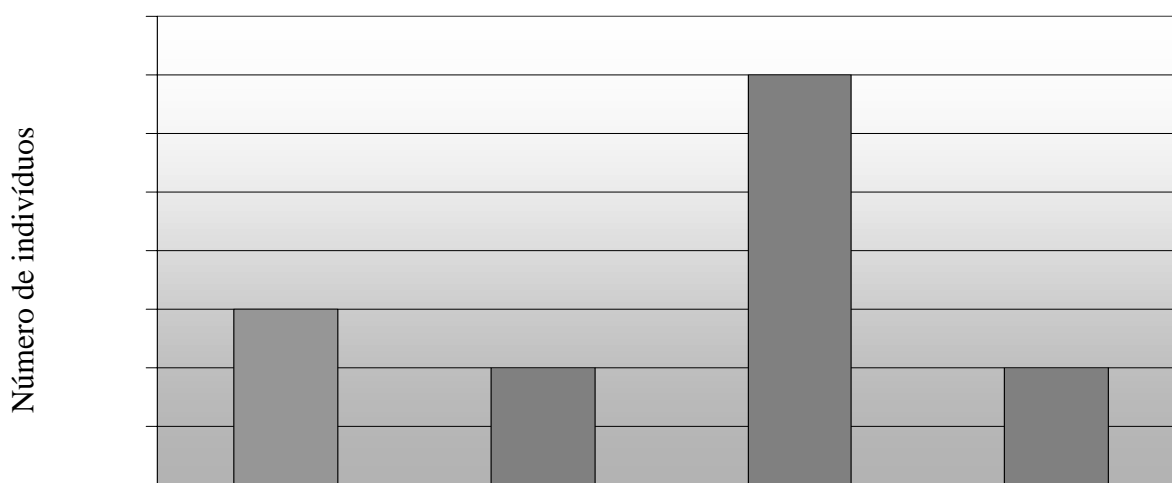


Figura 1 - Gráfico Comparativo do padrão respiratório Simétrico

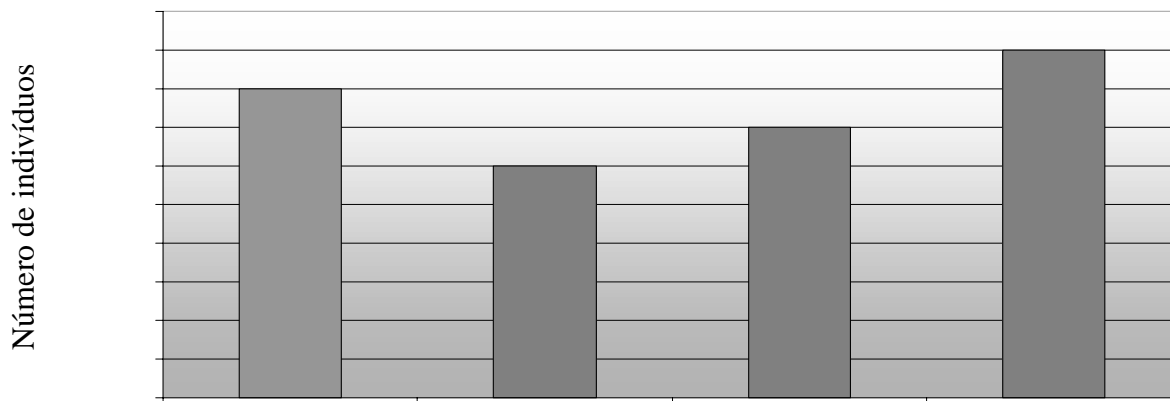


Figura 2 - Gráfico Comparativo do padrão respiratório Basal

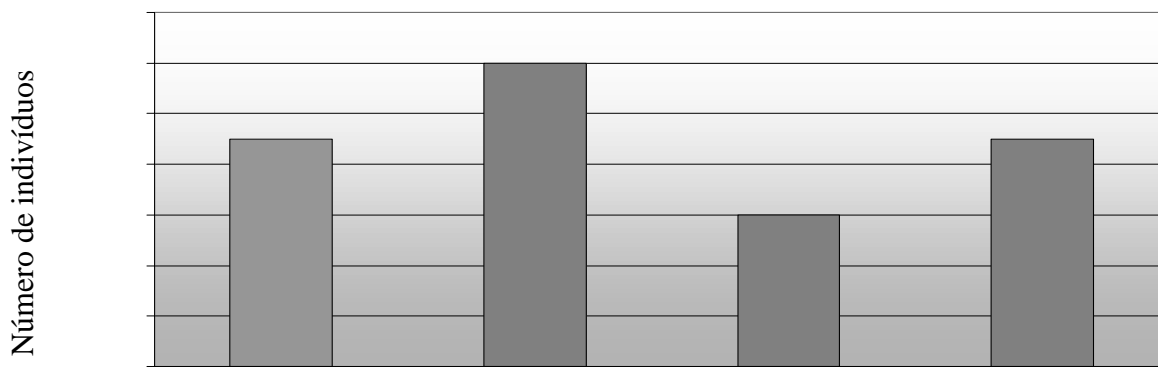


Figura 3 - Gráfico Comparativo do padrão respiratório Apical

DISCUSSÃO

Não obstante aos esforços dispensados durante a revisão bibliográfica, não encontramos na literatura trabalhos com tema ou metodologia análoga, o que dificulta o confronto dos nossos resultados.

Embora se aponte o diafragma como um músculo de maior participação no ato respiratório ⁽¹⁾, observamos neste estudo a predominância de padrão apical da respiração em 02 dos 04 grupos estudados, o que sugere importante influência de músculos da porção superior da caixa torácica na expansão da mesma.

Nos grupos 03 e 04 observa-se aumento da porcentagem de indivíduos com padrão basal de respiração. A ocorrência deste fato pode ser explicada pelo menor tônus muscular relacionada ao envelhecimento ⁽¹¹⁾, o que facilitaria a expansão abdominal pela menor retração elástica a ser vencida.

Uma outra explicação para o fato à cima mencionado seria que a associação entra a di-

minuição da elasticidade pulmonar e o aumento do diâmetro antero-posterior do tórax (incorrendo em menor variação da parede anterior durante a inspiração), como citado por ⁽³⁾, tornem a inspiração predominantemente basal nos grupos de maior faixa etária.

CONCLUSÃO

Apesar da ausência de significância estatística na comparação dos resultados entre os grupos, quando analisamos os mesmos isoladamente os dados encontrados sugerem diferenças na predominância do padrão respiratório apical (encontrado nos grupos de menor faixa etária) e dos padrões simétrico e basal observada nos grupos de maior faixa etária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AZEREDO CAC. *Fisioterapia Respiratória Moderna*. 4nd ed. São Paulo: Manole; 2002. p.210, 349.

2. BAJAY H.M., FURCOLIN M.I.R., ROGANTE M.M. *Assistência Ventilatória Mecânica*. São Paulo: EPV; 1991. p.1.
3. BRITO F.C., NETTO M.P. *Urgências em Geriatria*. 6nd ed. São Paulo: Atheneu; 2001. p.516-517.
4. CARVALHO FILHO E.T., NETTO M.P. *Geriatria: Fundamentos, Clínica e Terapêutica*. 2nd ed. São Paulo: Atheneu, 2000. p.33-35.
5. COSTA D. *Fisioterapia Respiratória Básica*. São Paulo: Atheneu; 1999. p.28-30.
6. DAVID C. *Ventilação Mecânica: da Fisiologia ao Consenso Brasileiro*. Rio de Janeiro: Revinter; 1996. p.29-32.
7. ELLIS E, ALISON J. *Fisioterapia Cardiorespiratória Prática*. Rio de Janeiro: Revinter; 1997. p.12.
8. GASKELL D.V., WEBBER B.A. *Fisioterapia Respiratória*. 2nd ed. Rio de Janeiro: Colina; 1988. p.15.
9. IRWIN S., TECKLIN J. *Fisioterapia Cardiopulmonar*. 2nd ed. São Paulo: Manole; 1996. p.225.
10. REGENGA M.M. *Fisioterapia em Cardiologia: da UTI a Reabilitação*. São Paulo: Roca; 2000. p.22-23.
11. SULLIVAN S., SCHMITZ T. *Fisioterapia: Avaliação e Tratamento*. 2nd ed. São Paulo: Manole; 1993.
12. TARANTINO A. *Doenças Pulmonares*. 3rd ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1990. p.73.
13. THOMPSON A., SKINER A., PIERCY J. *Fisioterapia de Tidy*. 12nd ed. São Paulo: Santos, 1994. p.410.
14. TROYER A., ESTENNE M. Functional Anatomy of the Respiratory Muscles. *Clinics in Chest Medicine* 1998; 9: 175-93.
15. WEINECK J. *Anatomia Aplicada ao Esporte*. 3rd ed. São Paulo: Manole; 1990. p.55-56.
16. WEST J. *Fisiologia Respiratória Moderna*. 5nd ed. São Paulo: Manole; 1996. p.83.

Recebido: 03/06/2004

Aceito: 23/09/2004

AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DA CARÇA DE BOVINOS SUPERPRECOSES

EVALUATION OF SUPERPRECOCE BEEF CATTLE CARCASS COMPOSITION

Liliane Suguisawa¹, Ricardo Velludo Gomes de Soutello², Mário de Beni Arrigoni³, André Mendes Jorge⁴, Daniela Cristina Morales Burini¹, Silvia Maria Marinho Storti⁵, Hamilton Ferreira Dourado⁶, José Roberto Beccaria⁶

RESUMO

Este estudo avaliou a composição de carcaça de 115 bovinos jovens (Nelore, ½ Angus Nelore, ½ Simental Nelore e Canchim) no sistema superprecoce. A pesagem e medida da área de olho-de-lombo (AOL) e gordura subcutânea (ECG) por ultra-som foram feitas após 120 dias de confinamento. Foram coletadas as medidas de AOL e ECG na carcaça, os pesos de traseiro, dianteiro e cortes cárneos comerciais e a composição corporal dos animais no abate. Foi calculado o rendimento de carcaça, de cortes cárneos, de traseiro, a AOL ultra-som por 100 kg de peso vivo (AOLUPKG) e a AOL carcaça por 100 kg de peso de carcaça (AOLPCAR). Os resultados demonstraram a alta deposição muscular dos animais de origem continental (1/2 Simental e Canchim), e alta deposição de tecido adiposo dos animais Nelore. No entanto, os cruzamentos com animais da raça Angus se mostraram muito apropriados para confinamento no sistema de produção do superprecoce, pois estes são os animais que equilibram musculosidade e gordura de acabamento.

Unitermos: bovinos, carcaça, carne, qualidade.

ABSTRACT

This work has evaluated the carcass composition of 115 young bulls (Nelore, ½ Angus Nelore, ½ Simental Nelore and Canchim) at the “supreprecoce” system. Live weight, ribeye area (RA) and fat thickness (FT) by ultrasound were measured after 120 days at feedlot. RA and FT carcass, retail yield weight and carcass composition were measured after slaughter. The yield grade, the back and front retail yield grade ratio of RA were taken by ultrasound for every 100 kg of live weight, and ratio of RA carcass and 100 kg weight carcass were calculated. The results showed higher muscle deposition in continental animals (1/2 Simental Nelore and Canchim) and also, higher fat deposition in Nelore animals. Nevertheless, the ½ Angus Nelore showed more adaptability to superprecoce system, as this animals have both muscle and fat deposition.

Uniterms: back and front retail yield

INTRODUÇÃO

Além das características de produção de carne, uma carcaça de qualidade deve apresentar quantidade de gordura suficiente para garantir sua preservação e características desejáveis para o consumo. Já foi observado que a quantidade de gordura corporal pode ser manipulada pela dieta, embora o local de deposição e a eficiência do processo serem características intrínsecas do animal⁽¹⁷⁾. Estas

características são muito diferentes entre os grupos genéticos, pois animais de tamanho pequeno à maturidade e conseqüentemente mais precoces, iniciam o processo de deposição de gordura mais cedo que animais de tamanho grande à maturidade, que com o prolongamento do período de deposição de músculo, necessitam de maior período para

¹Doutoranda em Nutrição e Produção Animal – FMVZ-UNESP/Botucatu-SP

²Coordenador da Faculdade de Ciências Agrárias de Andradina/SP

³Prof. Dr. Depto de Melhoramento Genético e Nutrição Animal – UNESP/Botucatu-SP

⁴Prof. Dr. Depto de Produção e Exploração Animal – UNESP/Botucatu-SP

⁵Profª. do Curso de Medicina Veterinária de Andradina/SP

⁶Alunos do Curso de Medicina Veterinária de Andradina/SP

atingir o mesmo grau de acabamento nas mesmas condições de alimentação ⁽¹⁵⁾. Além disso, os animais mais precoces apresentam maior deposição de gordura subcutânea, enquanto que os animais menos precoces apresentam maior quantidade de gordura entre os músculos ⁽¹⁾. Devido à natureza da deposição de tecido adiposo e à variação existente entre o grau de acabamento, estudos demonstraram que existem grandes diferenças quanto ao rendimento de cortes cárneos entre os diversos grupos genéticos.

A determinação da composição corporal é de grande importância para avaliação de grupos genéticos, tratamentos nutricionais e/ou hormonais que enfocam tanto o crescimento animal, como a determinação de exigências nutricionais. No entanto ela é bastante trabalhosa e de custo elevado, sendo sua execução por métodos diretos inviável, mesmo em rotinas experimentais, devido à depreciação de toda a carcaça ⁽¹¹⁾. O método indireto ⁽⁷⁾ utilizando a secção da 9ª à 11ª costelas permite prever a composição química e física da carcaça de bovinos com precisão e seus resultados têm sido validados em vários trabalhos ^(2,10,14,11,3,9).

O objetivo deste estudo foi à avaliação da composição da carcaça e do grau de acabamento de quatro grupos genéticos, de diferentes taxas de crescimento, submetidos ao sistema de produção do superprecoce, de modo a permitir a otimização dos recursos alimentares para cada genótipo.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi realizado no setor de confinamento de bovinos de corte da FMVZ-UNESP/Botucatu-SP. Foram utilizados 115 bezerros, machos, inteiros, com peso médio inicial de 329 kg, dos seguintes grupos genéticos; Nelore, ½ Angus Nelore, ½ Simental Nelore e Canchim. Desta maneira havia 30 animais oriundos de cada grupo, com exceção dos animais Nelore, em número de 25. A instalação do confinamento é de alvenaria, coberto, com um bebedouro automático por baia e com capacidade física para cerca de 180 animais dispostos em 26 baias.

Os animais no início do experimento foram identificados individualmente, tratados contra endo e ectoparasitas (Ivermectina) e distribuídos ao acaso nos currais de confinamento em grupos de cinco animais,

de acordo com a raça e tamanho, sendo alimentados com dietas isoenergéticas e isoprotéicas formuladas de acordo com as normas ⁽¹³⁾, para ganhos de pesos médios diários de 1,35 kg. A dieta continha 16% de PB, 74% de NDT e 1,14 Mcal/Kg de energia líquida para ganho, ambos estimados. Os animais passaram por período de adaptação de 15 dias onde a relação volumoso:concentrado foi de 40:60, sendo gradativamente aumentada para evitar possível estresse nutricional nos animais. A alimentação era oferecida duas vezes por dia e o consumo de alimentos por baia foi ajustado semanalmente, através da medição da quantidade de alimento oferecido e das sobras. A relação volumoso:concentrado foi de 21:79% na matéria seca, durante o período experimental.

Após 120 dias de confinamento, os animais foram pesados após jejum de 12 horas, e foi feita a medida ultra-sonográfica da área de olho-de-lombo (AOL) e da gordura de acabamento (ECG) ⁽⁸⁾. O critério de abate utilizado foi peso final mínimo de 480 kg e ECG mínima de 3 milímetros monitorado por ultra-sonografia para todos os grupos genéticos. Todos os animais foram abatidos no frigorífico FRIGOL de Lençóis Paulista/SP. O equipamento de ultra-sonografia utilizado foi o PIEMEDICAL Scanner 200 VET, com transdutor de 3,5 MHz de 18 cm e uma guia acústica.

Após o abate, as carcaças foram identificadas, pesadas e resfriadas por 24 horas. Coletou-se, após o resfriamento, um total de 65 amostras, sorteadas ao acaso dentro de cada grupo genético, da seção da 12ª e 13ª costelas para a obtenção da medida de AOL e ECG na carcaça. A AOL foi obtida através da utilização da régua de quadrantes de pontos ⁽¹²⁾, e a ECG através de mensuração com paquímetro. Coletou-se também, após o resfriamento, 71 amostras da secção da 9ª à 11ª costelas (secção HH) para a estimação da composição corporal ⁽⁷⁾. Esta metodologia envolveu a separação física dos três principais componentes desta secção (tecidos muscular, adiposo e ósseo) e o cálculo da sua participação percentual na amostra, que é utilizado para estimar a composição corporal de toda a carcaça, segundo as equações propostas por estes autores, a seguir:

$$TM = 16,08 + 0,80X$$

$$TA = 3,54 + 0,80X$$

$$TO = 5,52 + 0,57X,$$

onde TM é a quantidade percentual de tecido

muscular, TO é a quantidade percentual de tecido ósseo, TA é a quantidade percentual de tecido adiposo, e X é a porcentagem do respectivo componente na secção HH.

Foram determinados também os pesos do traseiro, dianteiro e dos cortes cárneos comerciais de 71 carcaças sorteadas ao acaso. Como as mesmas meias-carcaças que foram utilizadas para a obtenção das amostras para a secção HH, foram também utilizadas para a pesagem do traseiro, dianteiro e cortes cárneos comerciais, houve certo comprometimento nestes valores. Em função da forma que foi realizada a separação da carcaça para obtenção da secção HH não foi possível separar e quantificar adequadamente o corte do traseiro e da ponta de agulha. Assim, o peso do traseiro incluiu também o peso da ponta de agulha. Quanto aos cortes cárneos comerciais do traseiro, os músculos contra-filé e o filé mignon não foram computados, pois a retirada da secção HH incluía parte deles. A partir dos pesos do traseiro, dianteiro e cortes cárneos comerciais foram calculados o rendimento de carcaça (peso da carcaça total/peso final); o rendimento de cortes cárneos (cortes cárneos/peso da carcaça quente); o rendimento de traseiro (peso do traseiro/peso da carcaça quente); a AOL ultra-som por 100 kg de peso vivo (AOLUPKG) e a AOL carcaça por 100 kg de peso de carcaça (AOLPCAR).

O delineamento experimental para as medições ultra-sonográficas e características de desempenho tomadas ao longo do confinamento foi em parcelas subdivididas, sendo as parcelas apresentadas em arranjo fatorial 4 x 2 (quatro grupos genéticos x dois tamanhos à maturidade), e as subparcelas pelas medidas repetidas em cada animal dentro de raça e tamanho. Para as demais características o delineamento foi inteiramente casualizado. Para as características em que houve efeito de interação, foi realizado o desdobramento dos graus de liberdade e para comparação de médias foi utilizado o teste de Student-Neuman-Kleus (SNK). Todas as análises foram realizadas utilizando-se o procedimento GLM do sistema de análises estatísticas SAS ⁽¹⁶⁾.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentadas as médias de alguns dos principais componentes da carcaça de acordo com o grupo genético.

Foram observados efeitos significativos de grupo genético sobre a maioria destes componentes ($P < 0,05$). As exceções foram o rendimento de carcaça, a porcentagem de ossos, a quantidade de gordura e o peso dos cortes cárneos especiais.

A relação entre medidas de AOL e o peso vivo dos animais ou da carcaça é realizada para reduzir a influência do peso vivo e do grau de musculosidade dos diferentes grupos genéticos, facilitando a adequada comparação dos mesmos ⁽⁴⁾. Neste estudo, foi constatado que os animais Canchim obtiveram valor da última medida de AOL por ultra-sonografia em relação a 100 kg de peso vivo do animal (AOLUPKG) maior que os mestiços Simental. Os animais Nelore e os mestiços Angus apresentaram valores intermediários não diferindo estatisticamente dos outros dois grupos genéticos ($P > 0,05$). Em outro estudo ⁽⁴⁾ foi demonstrado que os maiores valores da medida de AOLUPKG foram dos animais da raça Charolês (16,2 cm²/100 kg), porém diferentemente deste trabalho, as raças britânicas, Angus, Hereford e Shorthorn obtiveram os menores valores (14,8 e 14,9 cm²/100 kg), enquanto que os animais da raça Simental alcançaram valores intermediários para esta medida (15,5 cm²/100 kg).

Apesar dos valores de AOLUPKG dos animais Canchim, Simental e Nelore terem apresentado tendência semelhante àqueles do rendimento de cortes cárneos (Tabela 1), este fato não foi observado para os mestiços Angus, que mostraram os maiores valores de AOLUPKG e o menor valor de rendimento de cortes cárneos. Também foram observados neste estudo a inexistência de diferenças significativas quanto aos grupos genéticos para o rendimento de cortes cárneos e existência de diferenças significativas ($P < 0,05$) para a AOLUPKG.

Uma relação entre a AOL da carcaça e 100 kg de peso da carcaça (AOLPCAR) de no mínimo 29 cm²/100 kg de carcaça, é indicativo de bom rendimento de cortes cárneos de alto valor comercial ⁽¹²⁾. Neste trabalho todos os grupos genéticos alcançaram este valor, sendo que todos os mestiços, Simental (33,75 cm²/100 kg carcaça), Canchim (33,32 cm²/100 kg carcaça) e Angus (31,55 cm²/100 kg carcaça) obtiveram valores significativamente superiores ($P < 0,05$) aos dos animais Nelore (29,12 cm²/100 kg

carcaça). Apesar do acréscimo da AOLPCAR em relação aos animais Nelore, as diferenças significativas encontradas quanto ao rendimento de cortes cárneos comerciais não foram adequadamente explicadas pelas medidas de AOLPCAR, o que corrobora o trabalho de ⁽⁵⁾, que observando dados significati-

vamente diferentes de AOLPCAR de 31,90 cm²/100 kg carcaça para animais de 400 kg, de 31,53 cm²/100 kg carcaça para animais com 440 kg e 30,71 cm²/100 kg carcaça para animais de 480 kg de peso vivo ao abate, não constataram diferença significativa quanto ao rendimento de cortes cárneos.

TABELA 1. Composição corporal e características de carcaça nos diferentes grupamentos genéticos.

| Variáveis | n | CV | Grupo Genético | | | |
|---|-----|-------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| | | | Mestiços Angus | Canchim | Mestiços Simental | Nelore |
| AOLUPKG (cm ² /100 kg) | 111 | 9,71 | 16,40 ^{ab} | 16,74 ^a | 15,45 ^b | 16,20 ^{ab} |
| AOLPCAR (cm ² /100 kg) | 60 | 10,80 | 31,55 ^a | 33,32 ^a | 33,75 ^a | 29,12 ^b |
| Tecido muscular (kg) | 71 | 11,55 | 141,74 ^b | 141,15 ^b | 159,11 ^a | 134,41 ^b |
| Tecido adiposo (kg) | 71 | 14,27 | 69,68 ^a | 63,84 ^a | 63,90 ^a | 69,75 ^a |
| Tecido ósseo (kg) | 71 | 7,91 | 37,94 ^b | 37,04 ^b | 40,48 ^a | 38,27 ^b |
| Músculo (%) | 71 | 6,07 | 57,45 ^{bc} | 58,91 ^b | 61,08 ^a | 55,95 ^c |
| Gordura (%) | 71 | 12,46 | 28,28 ^a | 26,70 ^a | 24,43 ^b | 29,04 ^a |
| Ossos (%) | 71 | 5,43 | 15,42 ^a | 15,50 ^a | 15,57 ^a | 15,95 ^a |
| Cortes cárneos especiais (kg) | 71 | 7,57 | 59,16 ^a | 59,44 ^a | 61,40 ^a | 58,18 ^a |
| Peso traseiro (kg) | 71 | 7,43 | 151,62 ^{ab} | 146,22 ^b | 154,66 ^a | 143,76 ^b |
| Peso dianteiro (kg) | 71 | 9,64 | 101,52 ^{ab} | 97,34 ^b | 107,74 ^a | 101,94 ^{ab} |
| Peso carcaça quente (kg) | 114 | 8,48 | 243,45 ^b | 240,25 ^b | 261,68 ^a | 241,91 ^b |
| Rendimento traseiro (%) | 71 | 2,70 | 61,56 ^a | 61,12 ^a | 59,45 ^b | 59,86 ^b |
| Rendimento carcaça (%) | 115 | 9,84 | 54,87 ^a | 55,84 ^a | 54,78 ^a | 53,51 ^a |
| Rendimento de cortes cárneos comerciais (%) | 71 | 4,47 | 24,02 ^b | 24,86 ^a | 23,60 ^b | 24,22 ^{ab} |

^{a,b,c} Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não apresentam diferenças significativas (P<0,05).

Quanto aos componentes da carcaça, existe óbvia relação negativa entre a porcentagem de músculo e de gordura entre os grupos genéticos. Os mestiços Simental apresentaram a maior porcentagem de músculo na carcaça, seguidos dos animais Canchim e Angus (P<0,05). Isto era esperado

para os mestiços Simental e animais Canchim, por se tratar de animais de raças da Europa Continental, com maior potencial de crescimento, porém não para a raça Angus que é, em geral, reconhecida como uma raça de menor tamanho corporal, e com potencial para acumular gordura mais precocemente.

Os animais Nelore e os animais Canchim e Angus apresentaram maior porcentagem de gordura na carcaça ($P < 0,05$). Este comportamento da raça Nelore de apresentar alta porcentagem de gordura da carcaça estimada por esta mesma metodologia ⁽⁷⁾, já havia sido observado em outros trabalhos ^(6,9). Assim como relatado por ⁽⁹⁾, existiu pouca variação entre os grupamentos genéticos quanto à porcentagem de ossos na carcaça.

Como os cortes básicos das carcaças brasileiras são o dianteiro com cinco costelas, a ponta de agulha e o traseiro, sendo este último constituído dos cortes cárneos mais valorizados, deve-se buscar o maior rendimento de traseiro devido ao seu maior valor comercial. Neste estudo, não houve efeito de grupo genético quanto à quantidade dos cortes cárneos, porém houve diferenças significativas quanto ao peso do traseiro ($P < 0,05$), tendo os mestiços Simental apresentado os maiores valores, os animais Canchim e animais Nelore os menores valores; e os mestiços Angus valores intermediários para este parâmetro, não diferindo dos outros grupos genéticos. Apesar disto, em outro trabalho ⁽⁶⁾, não foram encontradas diferenças significativas quanto ao peso do traseiro nos diversos grupos genéticos estudados. Em relação ao peso de dianteiro, também houve diferença significativa entre os grupos genéticos ($P < 0,05$), sendo que os pesos de dianteiro dos mestiços Simental foram maiores que dos animais Canchim.

O peso da carcaça quente foi superior para os mestiços Simental ($P < 0,05$), justificado em parte pelo peso vivo final destes animais. Conforme já citado anteriormente, os mestiços Simental também apresentaram as maiores quantidades de dianteiro e traseiro ($P < 0,05$). No entanto, em relação ao rendimento de traseiro, houve diferenças significativas quanto ao grupo genético, sendo as médias dos mestiços Simental e dos animais Nelore, significativamente ($P < 0,05$) inferiores aos das outras duas raças.

Embora não tenham sido encontradas diferenças significativas quanto à quantidade de cortes cárneos, houve diferença significativa quanto ao rendimento de cortes

cárneos, sendo observado que os animais Canchim obtiveram o maior valor, os animais Nelore valor intermediário e os mestiços Angus e Simental valores menores que os animais Canchim. Assim, da mesma maneira que o estudo de ⁽⁵⁾, o maior peso de carcaça quente, no caso dos mestiços Simental, não implicou necessariamente em aumento no rendimento de cortes cárneos da carcaça.

CONCLUSÕES

Os animais com algum grau de sangue de origem continental (1/2 Simental e Canchim) apresentaram alta capacidade de crescimento, visto seus dados de musculabilidade. Estes resultados indicam os cruzamentos com animais da raça Angus como os mais apropriados para confinamento no sistema de produção do superprecoce, pois estes equilibram musculabilidade e gordura de acabamento. Por outro lado, os animais Nelore apresentaram alta deposição de tecido adiposo, que também os torna aptos a curtos sistemas de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. ALBERTA AGRICULTURAL FOOD and RURAL DEVELOPMENT. *Selection of Beef cattle breeds*. <http://www.agric.gov.ab.ca/livestock/beef/breeds1.html>, Acessado em 10 de dezembro de 2001.
2. ALHASSAN, W. S.; BUCHANAN-SMITH, J. G.; USBORNE, W. R.; ASHTON, G. C.; SMITH, G. C. Predicting empty body composition of cattle from carcass weight and rib cut composition. *Canadian Journal of Animal Science*, v.55, p. 369-376, 1975.
3. ALLEONI, G. F.; LEME, P. R.; BOIN, C.; NARDON, R. F.; DEMARCHI, J. J. A. A.; VIEIRA, P. F.; TEDESCHI, L. O. Avaliação da composição química e física dos cortes da costela para estimar a composição química corporal de novilhos Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 26, p. 382-390, 1997.
4. BERGEN, R. D.; MCKINNON, J. J.; CHRISTENSEN, D. A.; KOHLE, N.; BELANGER, A. Use of the real-time ultrasound to evaluate live animal carcass traits in young performance-tested beef bulls. *Journal of Animal Science*, v. 73, p. 2300-2307, 1997.

5. CRUZ, G. M.; TULLIO, R. R.; ALENCAR, M. M.; ESTEVES, S. N. Efeito do peso de abate sobre a qualidade de carcaça e o rendimento de cortes cárneos comerciais de bovinos jovens cruzados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., São Pedro, 2001. *Anais...* Campinas: ITAL, 2001. p. 92-93.
6. GALVÃO, J. G.; FONTES, C. A. A. F.; PIRES, C. C.; CARNEIRO, L. H. D.; QUEIROZ, A. C.; PAULINO, M. F. Características e composição física da carcaça de bovinos não-castrados, abatidos em três estágios de maturidade (estudo II) de três grupos raciais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 20, p. 502-512, 1991.
7. HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. *Estimation of the composition of beef cattle carcasses and cuts*. Washington: USDA, 1946. (Tech. Bulletin, 926)
8. HERRING, W. O.; MILLER, D. C.; BERTRAND, J. K.; BENYSHEK, L. L. Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of backfat and longissimus muscle area in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 72, p. 2216-2226, 1994.
9. JORGE, A. M.; FONTES, C. A. A.; SOARES, J. E.; FREITAS, J. A.; RODRIGUEZ, L. R. R.; QUEIROZ, A. C.; RESENDE, F. D. Características quantitativas da carcaça de bovinos e bubalinos, abatidos em diferentes estágios de maturidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 26, p. 1039-1047, 1997.
10. LANNA, D. P. D. Estimativa da composição química do corpo vazio de tourinhos Nelore através da gravidade específica da carcaça e da composição de cortes das costelas. Piracicaba, 1988. 131p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
11. LANNA, D. P. D.; BOIN, C.; ALLEONI, G. F. et al. Estimation of carcass and empty body composition of Zebu bulls using the composition of rib cuts. *Scientia Agricola*, v. 52, p. 189-97, 1995.
12. LUCHIARI FILHO, A. *Pecuária da carne bovina*. São Paulo: LinBife, 2000. 134 p.
13. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7 ed. 1996. Washington: Academy Press, 1996. 242 p.
14. NOUR, A. Y. M.; THONNEY, M. L. Technical note: chemical composition of Angus and Holstein carcass predicted from rib section composition. *Journal of Animal Science*, v. 72, p. 1239-1241, 1994.
15. OWENS, F. N., DUBESKI, P., HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. *Journal of Animal Science*, v. 71, p. 3138-3150, 1993.
16. SAS INSTITUTE. *SAS/STAT™ guide for personal computers*. 6.ed. Cary, 1987. 1028p.
17. WILLIAMS, C. B., BENNETT, G. L. Application of a computer model to predict optimum slaughter end points for different biological types of feeder cattle. *Journal of Animal Science*, v. 73, p. 2903-2915, 1995.

Recebido: 23/08/2004

Aceito: 30/09/2004

UTILIZAÇÃO DE MARCADORES MOLECULARES PARA QUALIDADE DE CARNE EM BOVINOS DE CORTE

MOLECULAR MARKERS UTILIZATION TO MEAT QUALITY IN BEEF CATTLE

Liliane Sugisawa¹, Ricardo Velludo Gomes de Soutello², Cristina Lacerda Soares Petrarolha Silva³, José Francisco Fonzar⁴, Fernando Paes de Oliveira⁴, Adilson Marini⁴, Antônio Gasparelli Júnior⁴, Wilson Figueiredo Filho⁴

RESUMO

Trabalhos comprovam que a maciez é a característica mais importante na avaliação da qualidade da carne. Sabe-se que há inúmeros fatores que afetam a maciez da carne bovina, compreendendo desde a raça do animal, até os manejos pré e pós-abate. No entanto, mesmo existindo diferentes padrões de maciez entre as raças, a variação mais importante é aquela que ocorre dentro de uma mesma raça, que viabiliza a seleção de reprodutores com superioridade para maciez. Como as características de qualidade de carne são difíceis de serem preditas em reprodutores de um rebanho, pois são geralmente avaliadas nas carcaças e só se expressam no animal adulto, a utilização de testes de DNA que identificam o potencial genético dos indivíduos pelo uso de biotecnologia, mesmo em idades muito jovens, se mostra como alternativa cada vez mais promissora em programas de seleção de bovinos de corte.

Unitermos: bovinos, carne, maciez, marmoreio, melhoramento genético

ABSTRACT

Studies show that tenderness is the most important trait on meat quality evaluation. Many factors interfere on meat tenderness such as animal breed and handling system pre and post slaughter. Although there are many variations on meat tenderness among breeds, the most important variation occurs in the same breed, which allows a specific selection of meat tenderness bulls in a herd. As bulls with meat quality traits are hard to predict for all of them have the carcass measured once mature animals, the DNA tests utilization, which identifies the animal genetic potential thru biotechnology, even at young ages, seems to be the most important way to select beef cattle breeding programs.

Uniterms: biotechnology, genetic potential, tenderness.

INTRODUÇÃO

A enorme variação na maciez das carnes adquiridas nos supermercados, açougues ou mesmo lojas especializadas, é o principal fator de insatisfação dos consumidores no Brasil e no mundo^(8,6). Muitos estudos comprovam que a maciez é a característica mais importante na avaliação da qualidade da carne, e que cor, textura, e suculência só aparecem como critérios de avaliação quando o quesito maciez foi atingido⁽⁷⁾. Há inúmeros fatores que afetam a qualidade de uma carne, sendo estes divididos em aspectos pré-abate, como raça, manejo e nutrição, e aspectos pós-abate, tais como velocidade de resfriamento

das câmaras frigoríficas e quantidade de gordura subcutânea da carcaça (ECG)⁽¹⁰⁾.

REVISÃO DE LITERATURA

Dentre as variações de maciez observadas entre as raças, sabe-se que quanto maior a proporção de sangue zebuino no rebanho, menores são os valores de maciez encontrados⁽⁶⁾. Grande parte desta variação deve-se a diferenças no complexo enzimático calpaína-calpastatina que atua na carne após o abate do animal. A calpastatina é responsável pela inativação das enzimas calpaínas (amaciadoras da carne), sendo assim em sua

¹ Doutoranda em Nutrição e Produção Animal – FMVZ-UNESP/Botucatu-SP

² Coordenador da Faculdade de Ciências Agrárias de Andradina/SP

³ Prof^a. do Curso de Medicina Veterinária de Andradina/SP

⁴ Alunos do Curso de Medicina Veterinária de Andradina/SP

plena atividade, potencial inibidora da maciez da carne. O problema da maciez do gado zebuino é de possuir grande quantidade de calpastatina quando comparado aos animais de origem britânica. Por outro lado, raças como Jersey, Pinzgauer, South Devon, Red Poll e Piemontesa são conhecidas por produzirem carne macia ⁽⁶⁾.

Por muito tempo a marmorização (gordura entremeada nas fibras) foi associada à maciez da carne, sendo considerada critério importante para sua aquisição por grande parte dos consumidores do Canadá e dos Estados Unidos ⁽⁵⁾. No entanto, com as novas tendências de alimentação “light”, houve uma drástica redução na preferência por carnes marmorizadas, sem incorrer em prejuízos na maciez. Hoje se sabe que, dependendo da situação, a influência da marmorização pode variar de 7 a 33% na maciez da carne, não sendo mais primordial a utilização de reprodutores de raças com aptidão para depositar grande quantidade de marmoreio para produção de carne de qualidade ⁽⁵⁾.

A quantidade de gordura subcutânea no momento do abate também tem grande influência na maciez, pois sem o mínimo de 3-5 milímetros de cobertura de gordura para proteger as carcaças do rápido resfriamento das câmaras frigoríficas, ocorre a desidratação, o escurecimento e o enrijecimento da carne ⁽⁴⁾. Este processo, conhecido por “cold-shortening”, é responsável por grandes prejuízos à indústria frigorífica, e desta forma, os produtores, que constantemente enviam animais com gordura de cobertura inadequada para o abate, podem ser penalizados ⁽⁷⁾.

Mesmo existindo diferentes padrões de deposição de gordura subcutânea (ECG), maciez e marmorização entre as raças, a variação mais importante é aquela que ocorre dentro de uma mesma raça, que viabiliza a seleção de reprodutores com superioridade para ECG, maciez ou marmorização dentro de um grupo, e assim, após a utilização destes animais no rebanho comercial, promover o aumento da frequência de animais com as características selecionadas na progênie ⁽⁶⁾. Mercados especializados, como a Austrália e Estados Unidos, que consideram a quantidade de ECG, maciez e a marmorização como critério de classificação de suas carcaças, lançam mão das mais recentes tecnologias para produzir carne com qualidade garantida, já que estas características são difíceis de serem preditas em reprodutores de um rebanho, pois são geralmente avaliadas nas carcaças e só se expressam no animal adulto ⁽¹¹⁾.

Desta forma, a utilização de testes de DNA que identificam o potencial genético dos indivíduos pelo uso de biotecnologia, mesmo em idades muito jovens, se mostra como alternativa cada vez mais promissora em programas de melhoramento genético de bovinos de corte. Assim, a partir de uma amostra de sangue ou pelo, faz-se a análise dos marcadores moleculares e desvenda-se o potencial do indivíduo para determinada característica ⁽²⁾.

Os marcadores moleculares são por definição todo e qualquer fenótipo molecular oriundo de um gene expresso ⁽²⁾. Na área de produção animal estes compreendem os genes conhecidos e responsáveis, parcialmente ou em sua totalidade, por uma característica de interesse econômico importante. Atualmente, existe uma enorme gama de marcadores moleculares que podem nos fornecer informações sobre o potencial de desempenho, crescimento, precocidade, qualidade de carne, e até mesmo doenças congênitas importantes dos bovinos ⁽²⁾.

A Austrália, que por muito tempo foi o maior exportador de carne bovina do mundo, depois de muitos estudos comprobatórios, adquiriu a patente de 2 marcadores moleculares que fornecem características de maciez e marmorização. Desta maneira, realizando testes genéticos específicos ^(3,1), pode-se identificar qual o potencial dos animais testados em produzir carne macia ou marmorizada no abate, ainda quando estes são muito jovens (bezerros recém-nascidos). Este tipo de informação é de grande valia para centrais de reprodutores, pois selecionando animais com potencial de produção de carne macia ou marmorizada e utilizando os animais testados positivamente como reprodutores, esta característica passará com maior facilidade para sua progênie, incidindo em maior frequência de carne de qualidade nos rebanhos. Ambos testes foram desenvolvidos em parceria com o CSIRO e são os primeiros testes de DNA comercialmente aceitos para identificar superioridade dos animais nas características de produção ⁽¹⁾.

O teste para maciez da carne é baseado na detecção das variações do gene da calpastatina bovina que está localizado no cromossomo 7. O teste detecta 2 formas da calpastatina, uma associada com a carne mais macia e outra com a dureza da mesma. Quando o animal testado apresenta “□ □” a carne é considerada muito macia, “□ ” é mediana e “0” é considerada dura. Na Figura 1 pode-se verificar a frequência dos genótipos encontrados para cada raça.

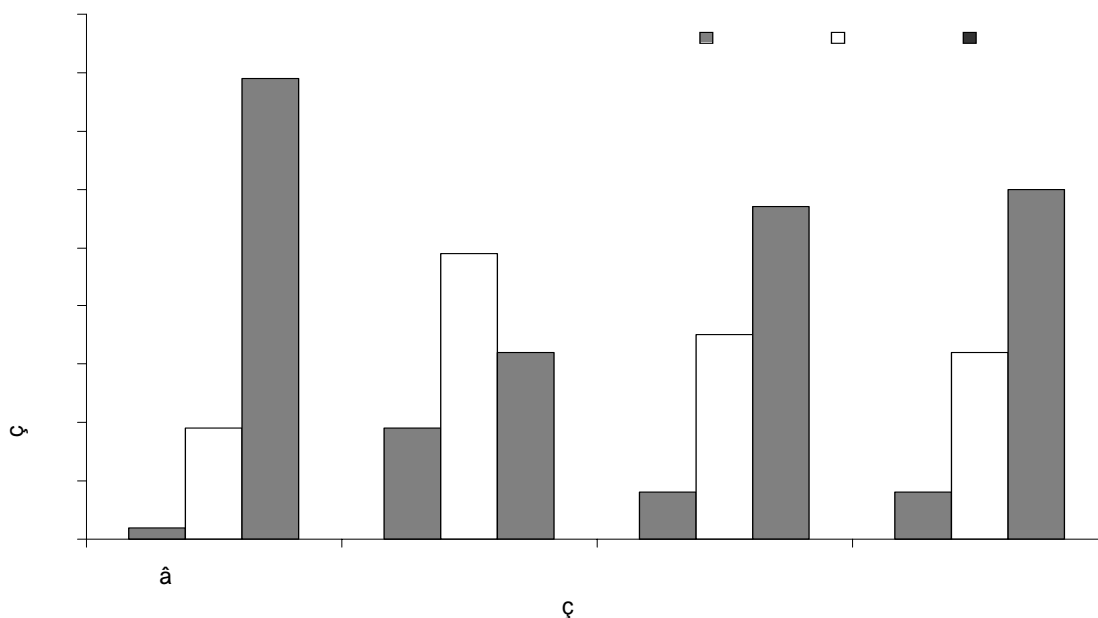


FIGURA 1- Frequência de carne dura, moderada e macia dentro de cada raça (Adaptado de ³)

Conforme esperado a frequência de animais com potencial genético para produção de carne macia (□ □) é maior em animais de origem britânica e menor nos animais de origem zebuína, graças a diferente quantidade de calpastatina existente entre os grupos ⁽⁶⁾. Grupos genéticos de raças compostas como Santa Gertrudes e Belmont Red apresentam comportamento intermediário entre os dois grupos demonstrando a colaboração das raças britânicas e zebuínas na sua formação.

Como sabe-se hoje que as maiores diferenças na maciez da carne não são mais entre raças, mas sim dentro de uma mesma raça ⁽⁶⁾, o conhecimento de quais animais teriam potencial para produzir carne macia nos forneceria ferramentas importantes para selecionar os reprodutores “certos” e usá-los

no rebanho de modo a aumentar a maciez da carne do rebanho comercial. Assim estratégias de cruzamentos seriam idealizadas de acordo com a finalidade que se pretende atingir (Tabela 1).

Na Tabela 1 vemos que a utilização de um touro testado “0” (carne dura) nos proporciona no máximo a possibilidade de produção filhos com carne medianamente macia (□). Porém à medida que utiliza-se um touro com potencial de produção de carne macia (□ □), mesmo quando cruzado com vacas “0” (carne dura), obtém-se no mínimo uma progênie de carne medianamente macia (□), podendo isto aumentar até a produção de filhos com 100% de carne macia (□ □), desde que suas matrizes já tenham sido selecionadas para tal.

TABELA 1- Frequência de carne dura, moderada e macia a progênie de acordo com cada programa de cruzamento (Adaptado de ³)

| Genótipo dos pais | | Frequência do genótipo esperado da Progênie | | |
|-------------------|------|---|--------------|------------|
| TOURO | VACA | 0 (dura) | ★ (moderada) | ★★ (macia) |
| 0 | 0 | 100% | | |
| 0 | ★ | 50% | 50% | |
| 0 | ★★ | | 100% | |
| ★ | 0 | 50% | 50% | |
| ★ | ★ | | 100% | |
| ★ | ★★ | | 50% | 50% |
| ★★ | 0 | | 100% | |
| ★★ | ★ | | 50% | 50% |
| ★★ | ★★ | | | 100% |

O teste para marmorização funciona da mesma maneira que o teste de maciez da carne, identificando a variação do gene mais relacionada à alta deposição de gordura intramuscular ou entremeada nos músculos. No entanto, o gene estudado que parece apresentar a maior contribuição na marmorização é o gene da tiroglobulina, precursor molecular dos hormônios tireoidianos T3 e T4 que já foram anteriormente relacionados com crescimento e diferenciação do tecido adiposo, principalmente em gado Wagyu, caracterizado por alta deposição de marmoreio na carne ⁽¹⁾.

Da mesma maneira que a Austrália utiliza estes testes genéticos para identificação de animais com potencial para produção de carne de qualidade, há uma infinita aplicação na identificação de mais marcadores moleculares para características de crescimento, precocidade, rendimentos de cortes cárneos, fertilidade, resistência à parasitas, etc. Lembrando que a base do nosso rebanho é constituída basicamente de sangue zebuino, na sua grande maioria proveniente da raça Nelore, o Brasil se mostra como um promissor campo de estudos para identificação dos marcadores moleculares mais importantes para o nosso sistema de produção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com isto temos que as tecnologias de DNA poderão nos ser muito úteis e aplicáveis à campo, principalmente para fins de melhorias nas características de produção importantes tais como ganho de peso, precocidade sexual e de acabamento, resistência a parasitas, e por fim qualidade da carne bovina. Em respeito a estes testes genéticos desenvolvidos e comercializados pela Austrália ⁽³⁾, muito pouco é conhecido e foi testado nas nossas condições aqui no Brasil. Assim, faz-se necessário alguns estudos que realmente comprovem a acurácia destes testes em detectar a maciez e a marmorização da carne bovina, principalmente na raça Nelore, base genética do nosso rebanho comercial. Ainda, como as pesquisas nesta área se mostram cada vez mais primordiais para aumentar a velocidade de ganho do melhoramento genético do nosso rebanho, estas devem ser incentivadas buscando cada vez mais melhorias na raça Nelore e seus cruzamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. BARENSE, W.; BUNCH, R.; THOMAS, M.; ARMITAGE, S.; BAUD, S.;

DONALDSON, N. *The TG5 DNA Marker Test for marbling capacity in Australian feeflot Cattle*. CSIRO Molecular Genetics Centre Level 3 - Austrália

2. COUTINHO, L.L.; REGITANO, L.C.A. O uso de marcadores moleculares na indústria animal. In: *Congresso Brasileiro De Reprodução Animal*, 11. Belo Horizonte: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, p.195-205, 1995.

3. GENENOTE4 - GENESTAR TENDERNESS - Genetic Solutions Ltd - Austrália Disponível no site <http://www.geneticsolutions.com.au>. Acessado em 20 de junho de 2004.

4. FIGUEIREDO, L. G. G. *Estimativas de parâmetros genéticos de características de carcaças feitas por bovinos por ultra-sonografia em bovinos da raça Nelore*. Pirassununga, 2001. 52 p. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

5. JEREMIAH, L. E. The influence of Subcutaneous Fat Thickness and Marbling on Beef - Palatability and Consumer Acceptability. *Food Research International*, v. 29, n.5-6, p. 513-520, 1996.

6. KOOHMARAIE, M.; VEISETH, E.; KENT, M. P.; SHACKELFORD, S. D. Understanding and Managing Meat Tenderness. SBZ - 40º REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA (CD Room) - Santa Maria/RS - 2003.

7. LUCHIARI FILHO, A. *Pecuária da carne bovina*. São Paulo: LinBife, 2000. 134 p.

8. MILLER, R. K. Avaliação instrumental da Qualidade da carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., São Pedro, 2001. *Anais*. Campinas: ITAL, 2001. p. 179-184.

9. OWENS, F. N., DUBESKI, P., HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. *Journal of Animal Science* v.71, p.3138-3150, 1993.

10. SUGUISAWA, L. Tecnologias promissoras na seleção de bovinos. *Revista Cultivar Bovinos*. p. Abril/2004.

SUGUISAWA, L. A importância dos marcadores moleculares em Bovinos de Corte. Disponível no site BeefPoint: www.beefpoint.com.br. Acessado em 10 de dezembro de 2003.

Recebido: 23/08/2004

Aceito: 22/09/2004

APLICAÇÕES DA ULTRA-SONOGRAFIA NA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE

ULTRASONOGRAPHY APPLICATIONS IN BEEF CATTLE PRODUCTION

Liliane Sugisawa¹, Ricardo Velludo Gomes de Soutello², Wilson Roberto Soares Mattos³, William Marinho Dourado Coelho⁴, José Marcos Gonçalves⁴, André de Andrade Haick⁴, Lourenço Haick Neto⁴, Brunilde Giuntoli Correa⁴, Juliana de Carvalho Apolinário⁵

RESUMO

O desenvolvimento de técnicas não invasivas e não destrutivas para a avaliação da composição e qualidade de carcaça em animais vivos têm mobilizado consideráveis recursos em pesquisa durante os últimos 50 anos. A ultra-sonografia entra neste contexto como técnica viável, acurada e de custo aceitável para esta função. No Brasil a técnica de ultra-sonografia poderia contribuir na determinação do ponto ideal de abate dos animais nos diferentes sistemas de produção, onde a prioridade seria a obtenção do mínimo de gordura subcutânea, indicado para prevenir a perda da qualidade da carcaça por resfriamento e na seleção de animais de crescimento rápido e com bom rendimento de cortes cárneos.

Unitermos: bovinos, carcaça, qualidade, ultra-som

ABSTRACT

The development of non-invasive and non-destructive techniques to evaluate carcass quality and composition in live animals has demanded considerable funds on research in the last 50 years. The ultrasonography turns out to be a very accurate and not so expensive technique to attend this function. In Brazil, the ultrasonography could determine the ideal slaughter point for animals of all different production systems, seek a minimum fat thickness to prevent the carcass losses by freezing procedure, and select fast growth and good retail yield animals.

Uniterms: ultrasonography, non-invasive techniques.

INTRODUÇÃO

A técnica de ultra-sonografia pode ser utilizada para o diagnóstico de certas patologias, detecção de gestação ou de desordens reprodutivas, transferência de embriões e como alternativa inovadora para mensuração das características da carcaça dos animais vivos⁽¹⁷⁾. Nos Estados Unidos a ultra-sonografia vem sendo largamente utilizada em bovinos de corte desde 1950, e hoje já faz parte da rotina de manejo dos grandes confinamentos^(3,14). No mercado americano, em que a qualidade de carne é a prioridade máxima e os animais são abatidos com quantidade de gordura de cobertura elevada (>10 milímetros), o ultra-som auxilia desde a formação dos lotes de confinamento e a detecção do grau de acabamento (quantidade de gordura subcutânea) adequado para o abate, até na predição do grau de marmorização da carne e do rendimento

de cortes cárneos^(26,23,7,4,5,6,15).

Atualmente no Brasil, a ultra-sonografia se mostra muito promissora para a detecção dos animais que estejam prontos para serem abatidos, com o mínimo de gordura subcutânea de modo a garantir adequada qualidade de carcaça, e na seleção de animais superiores, tanto para musculosidade como para precocidade, para o melhoramento genético dos rebanhos comerciais⁽³⁶⁾.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ultra-Sonografia e Qualidade De Carcaça

Apesar do Brasil possuir o maior rebanho bovino comercial do mundo, e ter aumentado rapidamente sua participação no mercado mundial da carne, a classificação de carcaças nos frigoríficos e o desenvolvimento

¹Doutoranda em Nutrição e Produção Animal – FMVZ-UNESP/Botucatu-SP

²Coordenador da Faculdade de Ciências Agrárias de Andradina/SP

³Prof. Dr. Depto de Produção Animal – USP/ESALQ/Piracicaba-SP

⁴Alunos do Curso de Medicina Veterinária de Andradina/SP

⁵Fisioterapeuta – Aluna de Especialização da UNIFESP

de sistemas de determinação da qualidade da carne ainda são incipientes. Em grande parte dos frigoríficos apenas características como peso e a gordura de cobertura são consideradas como critérios para a avaliação da carcaça⁽³⁸⁾. A quantidade de carne produzida por animal, indicada pelo grau de musculosidade, tem grande importância já que incide diretamente no retorno econômico da atividade pecuária⁽²⁹⁾. No entanto, um mínimo de 3-5 milímetros de gordura de cobertura (ECG) também é fundamental para a proteção das carcaças durante o rápido resfriamento das câmaras frigoríficas, evitando o encurtamento das fibras musculares, escurecimento e o endurecimento da carne que prejudica a aparência e a própria maciez do produto^(21,11). Este processo, conhecido por “cold-shortening”, é responsável por grandes prejuízos à indústria frigorífica, e desta forma, os produtores, que constantemente enviam animais com gordura de cobertura inadequada para o abate, podem ser penalizados. Neste sentido, um dos principais pontos de interesse para os produtores de bovinos e frigoríficos brasileiros é a produção de carcaças de peso adequado e com ECG mínima suficiente para garantir a manutenção da qualidade da carne durante o processo de resfriamento, de modo a fazer face à crescente demanda por produtos de qualidade⁽³⁸⁾.

O crescimento muscular e a deposição de gordura são, portanto, variáveis de grande importância na avaliação do desenvolvimento dos animais⁽³⁴⁾. Via de regra, animais de tamanho pequeno à maturidade são mais precoces e conseqüentemente iniciam o processo de deposição de gordura mais cedo. Animais de tamanho grande à maturidade necessitam de maior tempo para atingir o mesmo grau de acabamento nas mesmas condições de alimentação, devido ao prolongamento do período de crescimento muscular⁽²⁵⁾.

Considerando que a deposição de gordura é um processo caro para o produtor^(5,6), e mesmo para a indústria não há vantagens quando a ECG é superior a 7,6 mm⁽¹⁹⁾, a predição desta medida nos animais antes do abate é muito importante para o criador. Normalmente, tanto o grau de musculosidade como a ECG são determinadas por inspeção visual ou através de palpação, sendo sujeita a erros de avaliação^(17,3,14). Desta forma, qualquer metodologia que proporcione estimativas precisas destes parâmetros nos animais antes do abate pode garantir a economicidade do processo produtivo.

As medidas de ultra-sonografia possibilitam o conhecimento do nível de musculosidade e do grau de acabamento da carcaça do animal através da mensuração da área de olho-de-lombo (AOL) e da espessura da camada de gordura subcutânea (ECG) no animal vivo^(3,37). Para tanto fazemos a leitura da imagem tomada na região da 12^a-13^a costelas dos bovinos, podendo-se obter no mesmo momento ambas medidas de AOL e ECG⁽¹⁶⁾. Esta imagem representa um corte transversal do músculo *Longissimus dorsi* (contra-filé).

Como as medidas ultra-sonográficas possibilitam o conhecimento do nível de musculosidade e do acabamento da carcaça do animal vivo^(35,39,12,13), a ultra-sonografia pode contribuir para a melhoria da qualidade das carcaças, identificando os animais com a quantidade de gordura ideal para serem abatidos dias antes do abate. Desta forma, ao selecionar somente os animais com o mínimo de 3-5 milímetros de gordura de acabamento para o abate, reduzir-se á tanto as penalizações aos produtores como a condenação das carcaças pelos frigoríficos, colaborando desta maneira para o aumento do retorno econômico do sistema de produção da carne bovina⁽³⁸⁾.

Ultra-Sonografia e Melhoramento Genético

Como as medidas ultra-sonográficas (AOL e ECG) são muito confiáveis^(27,28), estas podem ser utilizadas em programas de seleção para produção de tourinhos com as características desejáveis em função da finalidade do programa⁽³⁸⁾. Assim, caso o interesse seja o aumento da quantidade de músculo do rebanho, pode-se fazer a seleção de animais com área de olho-de-lombo mais expressiva, ou se o interesse for maior precocidade deve-se selecionar os animais do grupo de contemporâneos que depositam gordura de acabamento (ou cobertura) mais cedo⁽³⁶⁾. A técnica de ultra-sonografia, sob o ponto de vista do melhoramento genético de características de carcaça, apresenta vantagens em evitar o atraso em tempo e os gastos elevados em testes de progênie, e de possibilitar a obtenção de medidas em grande número de animais, podendo então ser aplicada em provas de ganho de peso onde animais elite são selecionados para fins de reprodução⁽³¹⁾. A adição dos dados por ultrassom, dos animais vivos, nos programas de avaliação das carcaças proporcionaria a oportunidade não só de avaliar amostras

maiores e mais casualizadas de touros dentro de uma população, mas também avaliar o potencial genético das fêmeas ^(30,8,9).

Estimativas de correlação genéticas aditivas positivas entre características de tourinhos e novilhos já comprovam que o progresso genético pode ser feito nas características de carcaça através de seleção por ultra-sonografia. A incorporação de medidas de tourinhos jovens em programas de melhoramento genético pode afetar a taxa de mudança genética, influenciando o intervalo de gerações, a exatidão e também a intensidade de seleção ⁽¹⁰⁾.

A Associação Americana de Angus em parceria com a Universidade de Iowa recentemente completou estudos designados a análise e comparação das medidas por ultra-sonografia com as características da carcaça obtidas no momento do abate. Esta pesquisa é baseada em trabalhos prévios demonstrando que esta técnica detecta as mesmas características em bovinos jovens e nos novilhos aos 16 e 18 meses de idade nos frigoríficos. Este estudo contabilizou medições ultra-sonográficas de 38.000 tourinhos, novilhas, e novilhos. A correlação genética entre as medidas de ultra-sonografia, e a diferença esperada na progênie (DEP) quanto às características da carcaça para marmorização, AOL e ECG foram de 0,77; 0,71 e 0,75, respectivamente. Estes dados sugerem fortemente que se trabalha com as mesmas informações nas medições ultra-sonográficas e nas medidas obtidas na carcaça ⁽¹⁸⁾.

Já se sabe que a correlação entre ECG por ultra-sonografia e o rendimento de cortes cárneos é negativa, assim à medida que há

seleção para o incremento da ECG, há diminuição do rendimento de cortes cárneos na progênie nas condições norte-americanas ⁽³²⁾. Além disso, a correlação genética entre marmorização e ECG tem sido muito baixa, sugerindo que a seleção para aumentar a marmorização pode ser obtida sem incremento na ECG do animal ⁽¹⁸⁾.

Há diversos trabalhos na literatura estimando os coeficientes de herdabilidades (o valor que estima o quanto a característica avaliada é passada para a progênie) das características de carcaça, sejam estes obtidos através de experimentos previamente delineados ou por dados de campo. Recentemente, tem crescido o interesse da comunidade científica em estimar os parâmetros genéticos para as medidas ultra-sonográficas feitas nos animais vivos como uma boa alternativa de predição nos animais vivos das características de carcaça no momento do abate ^(12,13). Apesar de ainda se encontrar valores de herdabilidades para as características da carcaça um tanto conflitantes na literatura, espera-se valores muito superiores hoje em dia (valor máximo é 1), devido ao maior desenvolvimento da tecnologia da ultra-sonografia e do maior conhecimento dos fatores que afetam as características das carcaças no abate (Tabela 1) ^(1,40,30,2). Estes dados demonstram que as características de carcaça mensuradas por ultra-sonografia e as predições da produção de carne têm variabilidade genética, e que a seleção baseada na avaliação genética por análises de modelos mistos pode levar a progressos genéticos nestas características ⁽³⁰⁾.

TABELA 1. Coeficientes de herdabilidade das medidas ultra-sonográficas de AOL e ECG segundo vários autores

| Fonte | Herdabilidade | |
|------------------------|---------------|------|
| | AOL | ECG |
| Robinson et al. (1993) | 0,21 | 0,30 |
| Shepard et al. (1996) | 0,11 | 0,56 |
| Moser et al. (1998) | 0,29 | 0,11 |
| Reverter et al. (2000) | 0,37 | 0,47 |
| Devitt & Wilton (2001) | 0,45 | 0,41 |
| Figueiredo (2001) | 0,41 | 0,19 |
| Crews & Kemp (2001) | 0,44 | 0,63 |
| Kemp et al. (2002) | 0,61 | 0,50 |
| Riley et al. (2002) | 0,29 | 0,39 |
| Crews & Kemp (2002) | 0,61 | 0,50 |

As medidas ultra-sonográficas também podem fornecer alguma perspectiva do tamanho do animal à maturidade e também de sua precocidade de acabamento⁽²⁷⁾. Mesmo estando estabelecida a relação entre a precocidade de acabamento e a precocidade sexual, ainda não está bem definida e quantificada em termos de correlações genéticas, a associação existente entre medidas de ECG e da AOL e medidas de tamanho adulto e precocidade sexual em bovinos, havendo a necessidade de estudos nesta área.

Sabendo-se que há muita variação entre e dentro de raças, estas informações poderão complementar as avaliações que estão sendo corriqueiramente realizadas nos animais testados em provas de ganho de peso. Juntamente com as medidas tradicionalmente realizadas pelos técnicos responsáveis pelas provas, as medidas de ultra-sonografia colaborarão para aumentar a confiabilidade da classificação dos animais testados e, conseqüentemente, a eficiência de produção dos sistemas existentes, através da utilização de reprodutores selecionados que apresentem superioridade tanto para AOL ou para ECG.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das informações obtidas por ultra-som serem ainda pouco conhecidas no Brasil, a inclusão destas medidas em programas de seleção que visem a produção de bovinos com maiores rendimentos cárneos implicará em melhorias no sistema de produção de carne, atendendo à crescente demanda por qualidade e promovendo o aumento do retorno econômico da atividade.

Desta maneira, a ultra-sonografia se consolida como técnica promissora no monitoramento da musculosidade e do grau de acabamento dos bovinos, sendo a melhor maneira de predizer nos animais vivos as características de carcaça importantes tanto para a produção como para melhoramento genético.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. ARNOLD, J. W.; BERTRAND, J. K.; BENYSHEK, L. L.; LUDWIG, C. Estimates of genetic parameters for live animal

ultrasound, actual carcass data and growth traits in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 69, p. 985-992, 1991.

2. BANKS, L. R.; MILLER, S. P.; WILTON, J. W. *Genetic parameter estimates for traits measured on bulls in central evaluation stations*. Disponível no site <http://apsit.aps.uoguelph.ca/pub/jwwpapers/96beefrep6.html>. Acessado em 10 de outubro de 2001.

3. BERGEN, R. D.; MCKINNON, J. J.; CHRISTENSEN, D. A.; KOHLE, N.; BELANGER, A. Prediction of lean yield in yearling bulls using real-time ultra-sound. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 76, p. 305-311, 1996.

4. BRETHOUR, J. R. The repeatability and accuracy of ultrasound in measuring backfat of cattle. *Journal of Animal Science*, v. 70, p. 1039-1044, 1992.

5. BRETHOUR, J. R. Using receiver operating characteristics analysis to evaluate the accuracy in predicting future quality grade from ultrasound marbling estimates on beef calves. *Journal of Animal Science*, v. 78, p. 2263-2268, 2000a.

6. BRETHOUR, J. R. Using serial ultrasound measures to generate models of marbling and backfat thickness changes in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, v. 78, p. 2055-2061, 2000b.

7. BUSBOOM, J. A.; BRETHOUR, J. R.; ELIAS-CALLES, A.; GASKINS, C. T.; DUCKETT, S. K. *Using ultrasound for prediction feeding and marketing of cattle*. Disponível no site <http://www.ansci.wsu.edu/wagyu/wagsymp/articles97/busboom.htm>. Acessado em 10 de fevereiro de 2000.

8. CREWS, D. H & KEMP., D. J. Genetic evaluation of carcass yield using ultrasound measures on young replacement beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 80, p. 1809-1818, 2002a.

9. CREWS, D. H & KEMP., D. J. Genetic parameter for ultrasound and carcass measures of yield and quality among replacement and slaughter beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 79, p. 3008-3020, 2001.

10. DEVITT, C. J. B.; WILTON, J. W. Genetic correlation estimates between ultrasound measurements on yearling bulls and

carcass measurements on finished steers. *Journal of Animal Science*, v. 79, p. 2790-2797, 2001.

11. FIGUEIREDO, L. G. G. *Estimativas de parâmetros genéticos de características de carcaças feitas por bovinos por ultrasonografia em bovinos da raça Nelore*. Pirassununga, 2001. 52 p. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

12. HASSEN, A.; WILSON, D. E.; ROUSE, G. H. Evaluation of carcass, live, and real-time ultrasound measures in feedlot cattle: I. Assessment of sex and breed effects. *Journal of Animal Science*, v.77, p. 273-282, 1999a.

13. HASSEN, A.; WILSON, D. E.; ROUSE, G. H. Evaluation of carcass, live, and real-time ultrasound measures in feedlot cattle: II. Effects of different age end points on the accuracy of predicting the percentage of retail product, retail product weight, and hot carcass weight. *Journal of Animal Science*, v.77, p. 283-290, 1999b.

14. HASSEN, A.; WILSON, D. E.; WILLHAM, R. L.; ROUSE, G. H.; TRENKLE, A. H. Evaluation of ultrasound measurements of fat thickness and longissimus muscle area in feedlot cattle: Assessment of accuracy and repeatability. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 78, p. 277-285, 1998.

15. HASSEN, A.; WILSON, D. E.; AMIN, V. R.; ROUSE, G. H.; HAYS, C. L. Predicting percentage of intramuscular fat using two types of real-time ultrasound equipment. *Journal of Animal Science*, v. 79, p. 11-18, 2001.

16. HERRING, W. O.; MILLER, D. C.; BERTRAND, J. K.; BENYSHEK, L. L. Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of backfat and longissimus muscle area in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.72, p. 2216-2226, 1994b

17. HOUGHTON, P. L. & TURLINGTON, L. M. Application of ultrasound for feeding and finishing animals: A review. *Journal of Animal Science*, v.70, p. 930- 941, 1992.

18. IOWA STATE UNIVERSITY & AMERICAN ANGUS ASSOCIATION. *Angus carcass evaluation using ultrasound data*. 1999. 8 p.

19. JEREMIAH, L. E. The influence of Subcutaneous Fat Thickness and Marbling on Beef - Palatability and Consumer Acceptability. *Food Research International*, v. 29, n.5-6, p. 513-520, 1996.

20. KEMP., D. J.; HERRING, W. O.; KAISER, C. J. Genetic and environmental parameters for steer ultrasound and carcass traits. *Journal of Animal Science*, v. 80, p. 1489-1496, 2002b.

21. LUCHIARI FILHO, A. *Pecuária da carne bovina*. São Paulo: LinBife, 2000. 134 p.

22. MILLER, R. K. Avaliação instrumental da Qualidade da carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., São Pedro, 2001. *Anais*. Campinas: ITAL, 2001. p. 179-184.

23. MOELLER, S. J. ; CHRISTIAN, L. L. Evaluation of the accuracy of real time ultrasonic measurements of backfat and loin muscle area in swine using multiple statistical analysis procedures. *Journal of Animal Science*, v.76, p. 2503-2514, 1998.

24. MOSER, D. W.; BERTRAND, J. K.; MISZTAL, I.; KRIESE, L. A.; BENYSHEK, L. L. Genetic parameters for carcass and yearling ultrasound measurements in Brangus cattle. *Journal of Animal Science*, v.76, p. 2542-2548, 1998.

25. OWENS, F. N., DUBESKI, P., HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. *Journal of Animal Science*, v. 71, p. 3138-3150, 1993.

26. PARK, B.; WHITTAKER, A. D.; MILLER, R. K.; HALE, D. S. Predicting intramuscular fat in beef longissimus muscle from speed of sound. *Journal of Animal Science*, v. 72, p. 109-116, 1994.

27. PERKINS, T. L.; GREEN, R. D.; HAMLIN, K. E. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.70, p. 1002-1010, 1992a.

28. PERKINS, T. L.; GREEN, R. D.; HAMLIN, K. E.; SHEPARD, H. H.; MILLER, M. F. Ultrasonic prediction of carcass merit in beef cattle: evaluation of technician effects on ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle

- area. *Journal of Animal Science*, v.70, p. 2758-2765, 1992b.
29. PERRY, T. C.; FOX, D. G. Predicting carcass composition and individual feed requirement in live cattle widely varying in body size. *Journal of Animal Science*, v.75, p. 300-307, 1997.
30. REVERTER, A.; JOHNSTON, D. J.; GRASER, H. U.; WOLCOTT, M. L.; UPTON, W. H. Genetic analyses of live animal ultrasound and abattoir carcass traits in Australian Angus and Hereford cattle. *Journal of Animal Science*, v. 78, p. 1786-1795, 2000.
31. ROBINSON, D. L.; HAMMOND, K.; McDONALD, C. A. Live animal measurement of carcass traits: estimation of genetic parameters for beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 71, p.1128-1135, 1993.
32. ROBINSON, J. A B; ARMSTRONG, S. L.; KUEHNI, P. P. *Across breed evaluation of beef cattle carcass traits from commercial carcass data and real-time ultrasound*. Disponível no site <http://apsit.aps.uoguelph.ca/pub/97beefres/97bfres6.html>. Acessado em 15 de fevereiro de 2001.
33. SHEPARD, H. H; GREEN, R. D.; GOLDEN, B. L.; HAMLIN, K. E., PERKINS, T. L.; DILES, J. B. Genetic parameters estimates of live animal ultrasonic measures of retail yield indicators in yearling breeding cattle. *Journal of Animal Science*, v. 74, p. 761-768, 1996.
34. SILVEIRA, A C. Sistema de produção de novilhos superprecoce. In: Simpósio Goiano Sobre Produção De Bovinos De Corte, 1., Goiânia. *Anais*. Goiânia: CBNA, 1999. p. 105-122.
35. STOUFFER, J. R.; WALLENTINE, M. V.; WELLINGTON, G. H.; DIEKMANN, A. New techniques for real time ultrasonic evaluations of beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 67, p. 121, 1989.
36. SUGUISAWA, L. Ultra-sonografia para predição das características e composição da carcaça de bovinos. Dissertação – ESALQ/USP. 70 p. Marco/2002a.
37. SUGUISAWA, L.; MATTOS, W.R.S.; OLIVEIRA, H.N.; SILVEIRA, A.C.; ARRIGONI, M.B.; CHARDULO, L.A.L.; MARTINS, C.L. Ultrasonography as a predicting tool for carcass traits of Young bulls. *Scientia Agricola*, V.60, N.4, P.779-784, 2003.
38. SUGUISAWA, L. Tecnologias promissoras na seleção de bovinos. *Revista Cultivar Bovinos*. p. Abril/2004c.
39. WHITTAKER, A. D.; PARK, B.; THANE, B, R.; MILLER, R. K.; SAVELL, J. W. Principles of ultrasound and measurement of intramuscular fat. *Journal of Animal Science*, v. 70, p. 942-952, 1992.
40. WILSON, D. E; WILLHAM, R. L.; NORTHCUTT, S. L.; ROUSE, G. H. Genetic parameters for carcass traits estimated from Angus field records. *Journal of Animal Science*, v. 71, p. 2365-2370, 1993.

Recebido: 23/08/2004

Aceito: 28/09/2004

SELEÇÃO DE BOVINOS DE CORTE RESISTENTES A VERMINOSE

BEEF CATTLE SELECTION FOR HELMINTHIC RESISTANCE

Ricardo Velludo Gomes de Soutello¹, Liliane Suguisawa², Carla Cristina Pereira Cares³, Gean Carlos Aparecido dos Santos Pazeti³, José Henrique Resende Borges³, Michael Nunes Xavier Brito³, Carlos Rosane Ferreira Braga³, Décio Alessandro Navarro de Moraes³

RESUMO

A verminose é um antigo problema que acomete praticamente todo o rebanho nacional. Independentemente do sistema de produção, a verminose causa importantes perdas produtivas e econômicas. A utilização de vários tipos de drogas anti-helmínticas compreende a maneira tradicional de controlar os efeitos dos vermes no crescimento dos bovinos. Entretanto, devido ao uso indiscriminado e inadequado dos produtos, trabalhos recentes demonstram sinais graves de resistência dos vermes a ação anti-helmíntica das drogas, comprometendo assim a eficácia de controle. Desta forma, a seleção de animais resistentes aos vermes mostra-se como alternativa promissora em programas de melhoramento genético de bovinos, pois possibilita a diminuição de indivíduos sensíveis, dos gastos com tratamentos anti-helmínticos, e colabora para o aumento da frequência de animais resistentes a vermes no rebanho, facilitando assim o controle da verminose e das suas perdas.

Unitermos: bovinos, melhoramento genético, parasitologia.

ABSTRACT

The helminthics infection is an oldest problem in Brazilian beef cattle herd. It does not matter which beef cattle production system is studied, the helminthics infection causes important productive and financial losses. The different helminthic drugs utilization is still the traditional way to control helminthic infection on beef cattle growth. Nevertheless, due to the inadequate usage of different drugs, recent studies show a severe helminthic resistance to these drugs, compromising helminthic control efficiency. Therefore, the beef cattle selection for helminthic resistance appears to be an important tool for the animal breeding improvement by decreasing the number of resistant animals, expenses with helminthic treatments, and increasing the frequency of worm resistant animals in a herd, this way easing the worm control.

Unitermos: helminthic, verminosis.

INTRODUÇÃO

A crescente competitividade do processo de produção de carne no país vem tornando a eficiência econômica cada vez mais importante para os criadores. Todo e qualquer fator que interfira no processo produtivo, seja este oriundo do manejo, reprodução, nutrição ou genética, deve ser conhecido e explorado ou sanado. Assim, existe um grande interesse do mercado nas tecnologias que proporcionem melhorias no rendimento econômico de cada sistema de

produção existente, seja este extensivo, intensivo ou semi-intensivo⁽¹⁹⁾.

Um dos mais importantes problemas do rebanho nacional e que atinge qualquer sistema de produção é a verminose, responsável por grande parcela de prejuízo na atividade pecuária. Normalmente, as infecções causadas por vermes ocasionam desde a diminuição do consumo e da capacidade de digestão e absorção dos nutrientes, redução no ganho de peso e no escore corporal, anemia, diar-

¹ Coordenador da Faculdade de Ciências Agrárias de Andradina/SP

² Doutoranda em Nutrição e Produção Animal – FMVZ-UNESP/Botucatu-SP

³ Alunos do Curso de Medicina Veterinária de Andradina/SP

réia, em que a intensidade do quadro é influenciada pelo grau da infecção, até mesmo a morte dos animais (valor este que pode chegar a 2%)⁽¹⁷⁾. Praticamente 100% dos animais criados a campo possuem uma ou mais espécies destes vermes, no entanto, a categoria de bovinos mais acometida é a dos animais com até dois anos de idade⁽²⁾. As perdas causadas pela infecção por helmintos são difíceis de serem mensuradas, porém estima-se que animais que não recebem tratamento anti-helmíntico tem desempenho de 30 a 70 kg/ano inferior ao dos animais que receberam tratamento adequado nas condições de Brasil central^(14,5,17). Desta forma, tem-se que a omissão a tratamentos pode causar perdas de aproximadamente 68.000.000,00 de dólares somente na região centro-oeste do Brasil.

REVISÃO DE LITERATURA

O grau de importância de um determinado nematódeo depende do ambiente estudado, já que estes são dependentes de condições climáticas de cada região. O parasita mais importante para os bovinos em ambiente tropical é o *Haemonchus placei* presente no abomaso, que ocasiona grandes perdas de sangue. No entanto, também se encontram no rebanho nacional infecções por *Cooperia*, *Trichostrongylus*, *Ostertagia*, *Oesophagostomum*, etc⁽¹⁷⁾.

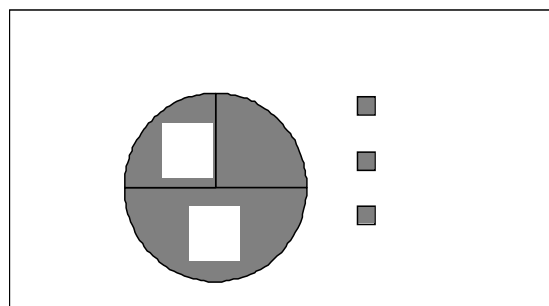
Atualmente, a questão da verminose é muito discutida porque há inúmeros fatores que podem afetar seu controle^(4,8). Sabe-se que o estado nutricional do hospedeiro pode influenciar os efeitos adversos do parasitismo, pois animais bem nutridos resistem melhor aos efeitos dos parasitas⁽¹⁷⁾. Possíveis mudanças no metabolismo de proteínas e dor abdominal em animais com alta carga de helmintos podem ser as prováveis causas da diminuição do consumo voluntário dos animais. Desta forma, estudos indicam que animais a pasto recebendo suplementação protéica geralmente apresentam não só maior resistência, mas também suportam melhor a verminose que animais não suplementados⁽¹⁷⁾. A nutrição tem grande importância na produção de Imunoglobulina A (IgA), essencial para a resistência aos helmintos.

Considerando que a grande gama de produtos comerciais de tratamentos químicos, com diferentes princípios ativos, para controle da verminose foi utilizada indiscriminadamente ao longo de anos, trabalhos recentes demons-

tram graves sinais de resistência dos vermes a ação anti-helmíntica dos produtos^(8,16,18). Esta constatação é de extrema importância para os produtores de bovinos, que por muitas vezes, por estarem utilizando um produto comercial a qual seu rebanho já apresenta resistência à droga, perdem dinheiro com o custo da dose do vermífugo utilizado, aumentam os gastos com manejo dos animais e contribuem para a persistência da sintomatologia das infecções parasitárias e suas perdas. Estudos avaliando a eficiência de cada produto em rebanhos específicos, com particular histórico e comportamento, precisam ser mais difundidos para que o manejo sanitário aplicado tenha boa eficácia no controle da verminose⁽²⁾.

O maior problema da verminose é que um número pequeno de indivíduos altamente infectados (animais susceptíveis) são os grandes responsáveis pela contaminação de todo o rebanho⁽⁸⁾. A maneira mais tradicional de se avaliar o grau da verminose e estabelecer o manejo sanitário adequado para determinado rebanho é através da técnica da contagem de ovos de helmintos por grama de fezes (OPG)⁽¹⁰⁾. Desta forma, os bovinos podem ser divididos em três classes⁽⁸⁾:

- 1) Animais que nunca apresentam alto OPG (normalmente compreendem 25% da população – Resistentes)
- 2) Animais que demonstram OPG, mas com produtividade aquém do potencial (50% da população – Resilientes)
- 3) Animais que sempre mantém o OPG em valores muito altos e produção seriamente comprometida (25% da população - Sensíveis)



Resistência a verminoses é definida como a habilidade de suprimir o estabelecimento e/ou subsequente desenvolvimento da infecção causada pelos vermes, e Resiliência, quando o animal suporta a verminose, porém com comprometimentos na produtividade⁽¹⁾. Sabe-se que a habilidade do animal em ad-

quirir imunidade e expressar resistência varia muito entre e dentre espécies, demonstrando ser um controle genético, comprovado em muitos estudos que utilizam OPG como parâmetro ^(8,10). A prova deste controle genético são trabalhos demonstrando que os valores de herdabilidade para resistência parasitária (o quanto desta característica é herdável e passada para a progênie) variam de 0,11 a 0,48 para os ovinos ⁽⁹⁾, e é estimado em 0,30 para os bovinos ^(8,11).

Desta maneira, a seleção para resistência dos bovinos aos vermes aparece como a melhor alternativa para aumentar a habilidade do animal em limitar o grau de infecção parasitária ^(4,6,7,1). Apesar de ser grande a quantidade de helmintos existentes, sabe-se que a resistência é similar entre todos os tipos, pois indivíduos resistentes apresentam resistência a qualquer verme ⁽⁹⁾. Em estudo de seleção de animais resistentes a verminoses na raça Wye Angus, foi verificado que quando se utiliza touros com número alto de OPG em uma população, há produção de bezerros com 20 vezes mais susceptibilidade a parasitas do que quando se utiliza touros que já apresentam resistência, ou seja, baixo OPG ⁽⁸⁾.

Considerando que as técnicas clássicas podem apresentar alguns comprometimentos na detecção de animais resistentes e sensíveis, a procura dos genes responsáveis pela resistência genética dos bovinos aos vermes, através do mapeamento genético e dos estudos do genoma dos bovinos, surge como forte tendência ^(8,10). A maior parte das características economicamente importantes em produção animal são influenciadas por um número não definido de genes ou QTLs tão bem como fatores do ambiente. A resistência de bovinos a parasitas não é exceção ⁽¹⁾.

Estudos da Nova Zelândia e de ⁽⁷⁾, mostram que os genes responsáveis pela resistência a parasitas estão no cromossomo 3 dos ovinos. Sabendo-se que o genoma dos bovinos tem 96% de homologia com o genoma dos ovinos ⁽⁶⁾, a manipulação do DNA parece ser uma das principais maneiras de alterar o comportamento de infecção por helmintos na população. Assim, a identificação individual, pelo uso das técnicas de biologia molecular, dos animais dentro de uma

população que possuem potencial para resistência a vermes, apresenta vantagens que compreendem desde a redução de custos com a utilização dos anti-helmínticos, evitando principalmente o uso indiscriminado e o impacto ambiental causado por estas drogas, melhora da baixa condição imunológica dos animais susceptíveis através da utilização de vacinas, eliminação dos animais sensíveis do rebanho, até a redução das perdas produtivas causadas pelos helmintos. No entanto, é válido ressaltar que a combinação da seleção para resistência a parasitas e tratamentos químicos deve acontecer de maneira equilibrada, pois se os vermes foram quase que totalmente eliminados do rebanho pode ocorrer o fenômeno da "hipersensibilidade", onde qualquer contato dos animais, que não foram expostos anteriormente, com os helmintos pode acarretar severas perdas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Contudo, tem-se que a seleção de animais mais resistentes a parasitas torna-se uma importante ferramenta no combate a verminose dos bovinos. Desta forma, conhecendo-se a resistência genética individual, seja esta aferida pelas técnicas clássicas ou pelo uso da biologia molecular, pode-se selecionar e utilizar reprodutores com resistência genética ao parasitismo na população, possibilitando o aumento do número de animais com resistência na progênie. Esta estratégia de manejo será de extrema importância aos produtores de bovinos, pois colabora com a redução dos custos relacionados aos diversos tipos de controle antiparasitário, diminui o comprometimento dos índices zootécnicos, e invariavelmente incide em maior retorno econômico da atividade pecuária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- 1.AMARANTE, AF.T.; AMARANTE, M.R.V. Breeding sheep for resistance to nematode infections. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, v.2, p.147-161, 2003.
- 2.AMARANTE, A.F.T. Resistência aos helmintos. *Revista Cultivar Bovinos*, v. 7, p.21-22, 2004.
- 3.BAERMANN, G. Eine einfache methode zur auffinding von ankylostomum

- (nematoden) lae in erdproben. *Genneskunding tijdschrift Voor Nedelandsch*, In-die, v.57, p.131-137, 1917.
- 4.BEH, K.J.; MADDOX, J.F. Prospects for development of genetic markers for resistance to gastrointestinal parasite infection in sheep. *International Journal for Parasitology*, v.26, p.879-897, 1996.
- 5.BIANCHIN, I. Epidemiologia dos nematódeos gastrointestinais em bovinos de corte nos cerrados e o controle estratégico no Brasil. In: Controle dos nematódeos gastrointestinais de bovinos. EMBRAPA, p. 113-156, 1996.
- 6.CLARKE, R. A et al. Molecular analysis and nematode resistance association of a polymorphism at the 5' end of the sheep IgE gene. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, v.79, p.15-29. 2001.
- 7.COLTMAN, D.W. et al. A microsatellite polymorphism in the gamma interferon gene is associated with resistance to gastrointestinal nematodes in a naturally-parasitized population of Soay sheep. *Parasitology*, v.122 p.571-582. 2001.
- 8.GASBARRE, L. C., LEIGHTON, E. A., SONSTEGARD, T. Role of bovine immune system and genome in resistance to gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology*, v. 98, p. 51- 64, 2001.
- 9.GAULY, M., ERHARDT, G. Genetic resistance to gastrointestinal nematode parasites in Rhon sheep following natural infection. *Veterinary Parasitology*, v.102, p. 253 –259, 2001.
- 10.GORDON, H.M.; WHITLOCK, H.V.A. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. *Journal Council Scientific Industrial Research*, v.12, p.50-52, 1939.
- 11.GRUNER, L.; BOUIX, J.; BRUNEL, J. C. High genetic correlation between resistance to *Haemonchus contortus* and to *Trichostrongylus colubriformis* in INRA 401 sheep. *Vet. Parasit.*, v. 119, p. 51-59, 2004.
- 12.IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível no site: www.ibge.org.br. Acessado em 2002.
- 13.KEITH, R.K. The differentiation of infective larvae of some common nematode parasites of cattle. *Australian Journal Zoology*, v.1, p.223-235, 1953.
- 14.PINHEIRO, A. C. Custo benefício dos esquemas estratégicos de controle dos helmintos em bovinos. *Anais do Seminário Brasileiro de Parasitologia Veterinária*, v. 3, p.153 –157, 1985.
- 15.ROBERTS, F.H.S.; O'SULLIVAN, P.J. Methods for eggs counts and larval cultures for strongyles infecting the gastro-intestinal tract of cattle. *Australian Journal Agriculture Research*, v.1,p.99-102, 1950.
- 16.SONSTEGARD, T.S.; GASBARRE, L.C. Genomic tools to improve parasite resistance. *Veterinary parasitology*, v.101, p.387-403. 2001.
- 17.SOUTELLO, R.V.G. *Influencia do parasitismo e da suplementação no desenvolvimento ponderal de novilhos mestiços Angus-Nelore e da raça Guzerá*. Dissertação. UNESP/Ilha Solteira. 52 p. 2001.
- 18.SOUTELLO, R.V.G; AMARANTE, A.F.T.; ZOCOLLER-SENO, M.C. The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of cattle in Sao Paulo State, Brazil. Proceedings: *World Congress of Parasitology*, New Orleans – USA, 2003.
- 19.SUGUISAWA, L. A importância dos marcadores moleculares em Bovinos de Corte. Site BeefPoint: www.beefpoint.com.br. Acessado em 2003b.

Recebido: 23/08/2004

Aceito: 22/09/2004

SELEÇÃO DE BOVINOS DE CORTE RESISTENTES AO CARRAPATO

BEEF CATTLE SELECTION FOR THICK RESISTANCE

Ricardo Velludo Gomes de Soutello¹, Liliane Sugisawa², Giane Kamimura Condi³, Marcelo Miyasaki³, Daniela Fumie Tanaka³, Jean Carlos Pegaiane³, Rafael Vargas Coelho³, Kátia Cristina Tanaka³

RESUMO

O carrapato é um dos mais importantes problemas que acomete praticamente todo o rebanho nacional. Independentemente do sistema de produção, o carrapato causa importantes perdas produtivas e econômicas. A utilização de vários tipos de drogas carrapaticidas compreende a maneira tradicional de controlar os efeitos dos carrapatos no crescimento dos bovinos. Entretanto, devido ao uso indiscriminado e inadequado dos produtos, trabalhos recentes demonstram sinais graves de resistência dos carrapatos a ação carrapaticida das drogas, comprometendo assim a eficácia de controle. Desta forma, a seleção de animais resistentes aos carrapatos mostra-se como alternativa promissora em programas de melhoramento genético de bovinos, pois possibilita a diminuição de indivíduos sensíveis, dos gastos com tratamentos carrapaticidas, e colabora para o aumento da frequência de animais resistentes ao carrapato no rebanho, facilitando assim o controle do carrapato e das suas perdas.

Unitermos: bovinos, melhoramento genético, parasitologia

ABSTRACT

The tick infection is one of the most important problem of the Brazilian beef cattle herd. Regardless the beef cattle production systems, the tick infection causes great productive and financial losses. The tick control drugs utilization follows the traditional procedures for its control on beef cattle growth. Nevertheless, due to the inadequate and undistinguished usage of drugs, recent studies show a severe tick resistance to most of the drugs, enabling the tick control efficiency. Therefore, the beef cattle selection of animals with tick resistance appears to be an important way in animal breeding for it decreases the number of resistant animals, costs with tick treatments, increase the frequency of tick resistant animals in the herds, favouring tick control and its losses.

Unitermos: animal breeding, bovine, parasitology

INTRODUÇÃO

Um dos mais antigos problemas do rebanho nacional e que atinge qualquer sistema de produção é a presença do carrapato *Boophilus microplus* ^(10,3,2). Este parasita hematófago, que ingere 0,5 a 3,0 ml de sangue ao longo de sua vida ⁽¹²⁾, é comumente encontrado em regiões intertropicais (cerca de 74% da América Latina e ao redor de 96% dos municípios brasileiros). O carrapato é o ectoparasita que causa perdas de grande vulto à pecuária brasileira e à de outros países do mundo, atingindo cerca de 75% da popu-

lação bovina mundial ^(3,2).

Mortalidade, perda de peso, diminuição na produção de leite, redução na natalidade, disseminação de doenças transmitidas por carrapatos e até a diminuição da qualidade dos subprodutos, tais como o couro (70% do couro brasileiro é de 2^a e 3^a categoria forçando o país com o maior rebanho comercial do mundo a importar este subproduto) são algumas das perdas causadas por este parasita ^(3,2,12). Além disto, o controle dos carrapatos onera o sistema de produção de carne bovina

¹ Coordenador da Faculdade de Ciências Agrárias de Andradina/SP

² Doutoranda em Nutrição e Produção Animal – FMVZ-UNESP/Botucatu-SP

³ Alunos do Curso de Medicina Veterinária de Andradina/SP

já que os investimentos com carrapaticidas, banheiros e aspersão, e mão-de-obra são altos ⁽¹²⁾.

Não sendo suficiente, ainda acredita-se que o *Boophilus microplus* ao se alimentar, inocula toxinas na corrente sanguínea dos bovinos que não só deprimem o apetite dos animais como ainda apresentam efeito direto nos processos metabólicos do hospedeiro, reduzindo a capacidade funcional do fígado ^(10,12). Apesar das dificuldades em mensurar os prejuízos causados por este parasita estima-se perdas em torno de 8 dólares/cabeça/ano no Brasil, compreendendo desde os custos com controle químico, prejuízos no desempenho e até mortalidade, em casos mais graves, de animais do rebanho ^(3,2). Há dados da região sul do Brasil (Bagé/RS) demonstrando que uma infestação por carrapatos foi responsável pela mortalidade de até 40% de um rebanho da raça Hereford ⁽⁴⁾.

REVISÃO DE LITERATURA

O carrapato encontra-se no hospedeiro (bovino) na fase parasitária, onde se alimenta, aumenta consideravelmente seu peso (cerca de 200 vezes) e armazena reservas de nutrientes para a fase seguinte no solo (pastagens). Nas espécies monoxenas, onde o *Boophilus microplus* é o representante mais conhecido, a cópula bem como as mudanças de fases de vida ocorrem num único hospedeiro ⁽¹²⁾. Geralmente, os fatores climáticos pouco afetam o desenvolvimento nesta fase do carrapato, pois o microclima que os envolve está intimamente relacionado à fisiologia do bovino ⁽⁴⁾. Independentemente se existe ou não a transmissão de agentes patógenos, esta fase do parasitismo determina prejuízos econômicos importantes tais como perdas na produção de carne e leite e danos no couro dos animais ⁽¹²⁾.

Sendo esta a fase mais prejudicial, as mensurações (contagens) desta população no bovino é que expressa a quantidade de indivíduos que compõem de forma direta ou indireta à infestação por carrapatos ⁽¹²⁾. Geralmente determina-se a quantidade de carrapatos fêmeas ingurgitadas que são produzidas por dia no hospedeiro. Sabe-se que as fêmeas de *Boophilus microplus* maiores de

4,5 mm se desprendem do hospedeiro cerca de 24 horas após terem alcançado o referido tamanho ⁽¹⁴⁾. Desta maneira, contando a quantidade de fêmeas maiores de 4,5 mm no animal, tem-se idéia da quantidade de carrapatos que desovarão nas pastagens.

O período de pré-postura vai desde ao desprendimento do carrapato até a expulsão do primeiro ovo, que em boas condições tem duração de dois a quatro dias. Este período sofre maior influência da temperatura ambiente (ideal 27°C), e menor influência da umidade relativa do ar (ideal 70%) ⁽¹²⁾. Em situações adversas, isto é, baixa temperatura ambiente, a fêmea de carrapato (teleogina) não efetua a postura, porém é capaz de se manter viva até as condições se tornarem favoráveis novamente para iniciar o processo. As fêmeas de carrapatos são capazes de permanecer em pré-postura por até 90 dias, e em situações desfavoráveis podem permanecer vivas nas pastagens por até 5 meses ⁽¹⁰⁾.

Dentre as estratégias de controle existem quatro alternativas que se destacam no controle do carrapato; a utilização de produtos químicos, o consórcio de pastagens, aplicação de vacinas e a seleção de animais resistentes ^(3,2). Infelizmente a simples utilização de controle químico, ultimamente não aparece como uma alternativa tão eficaz no controle deste parasita, uma vez que o uso indiscriminado e inadequado destes produtos faz com que surjam cepas resistentes do carrapato a todas as classes de compostos químicos comercialmente utilizados ^(6,7). Além disto, a utilização de produtos químicos apresenta um alto custo, tanto na aquisição do produto e equipamentos, como na disponibilidade de mão-de-obra ⁽¹²⁾. Consórcio e rotação de pastagens específicas (capim Gordura, capim Elefante, Andropogon), implantação de lavouras por um período na área infestada, uso de pó de Neem (pecuária orgânica) e vacinas apresentam-se como alternativas eficazes somente em situações de baixa infestação de carrapatos ^(3,2). Desta forma, a seleção de animais geneticamente resistentes ao carrapato apresenta-se como a alternativa que atualmente mais preenche os requisitos necessários para amenizar este problema em qualquer sistema de produção de bovinos de corte ^(6,7,8,11).

Pode-se afirmar com tranquilidade que raças de origem européia e seus cruzamentos são mais susceptíveis às infestações por carrapatos que as de origem zebuínas (10,4,6,7,8,3,2,12). Estudos realizados no Brasil em 1941 envolvendo raças européias (Aberdeen Angus, Flamengo, Holandesa Vermelha e Branca, Holandesa Preta e Branca e Schwys), zebuínas (Gir, Guzerá e Nelore) e nacionais (Caracu e Mocho Nacional), já demonstraram diferenças de susceptibilidade ao carrapato entre origens (européia, zebuína ou nacional), entre raças dentro da mesma origem e entre indivíduos dentro da mesma raça, comprovando que a genética do animal influencia na resistência ao parasita. Fatores ligados diretamente à pele, como o comprimento do pêlo, secreções sebáceas, espessura e dureza da pele que existem entre as diferentes raças foram contabilizados como as possíveis causas da resistência (10).

Embora a imunidade a ectoparasitas seja bem menos definida que a dos endoparasitas, ela ocorre em bovinos contra a maioria das espécies de carrapatos. Num rebanho em condições de grande desafio (ambiente exposto à alta quantidade de parasitas), esta manifestação de resistência pode ser mascarada podendo ter carrapato tanto em animais jovens suscetíveis quanto em animais adultos resistentes. Além da idade, o sexo também influencia na resistência, sendo animais do sexo masculino mais acometidos às infestações por carrapatos (13).

Programas de seleção de raças da Austrália (Belmont Adaptado e Shorthorn Australiano) mostraram que a herdabilidade da resistência ao carrapato é alta ($h^2=0,48$), o que demonstra que esta característica, quando selecionada, pode ser passada para a progênie. Em um programa de seleção, desenvolvido por cerca de 15 anos foi verificado que quando foram selecionados animais resistentes ao carrapato, houve uma diminuição linear do número de carrapatos/animal (de 275 para 40 carrapatos/animal). Estes resultados indicam que a seleção de reprodutores resistentes ao carrapato *Boophilus microplus*, independente da raça enfocada, pode ser a alternativa mais eficiente para redução dos custos com o controle químico e desta forma contribuir para

o aumento dos índices de produtividade do rebanho nacional, e conseqüentemente do retorno econômico da atividade pecuária (6,7).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim, tem-se para o futuro a necessidade de seleção de animais que apresentam a resistência genética aos carrapatos dentro de cada raça (6,7,8). Com os recentes avanços das técnicas da biologia molecular na pecuária, pode-se acreditar que dentro em breve estarão disponíveis aos criadores testes genéticos, baseados na informação contida no DNA do animal, que possibilitarão a detecção precisa de quais animais dentro de um grupo que apresentam potencial para esta resistência (1). Desta forma, a possibilidade de utilização destes testes genéticos para determinar quais reprodutores do rebanho que passam a resistência genética ao carrapato para seus filhos, poderá complementar os modelos de melhoramento genético já existentes, principalmente nos programas das raças de maior susceptibilidade ao carrapato (6,7,8). A seleção de animais geneticamente resistentes às infestações parasitárias diminuirá não só a necessidade de controle químico como também o comprometimento dos índices zootécnicos, promovendo desta maneira maior ganho econômico da atividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. ALMAZAN, C.; KOCAN, K. M.; BERGMAN, D. K.; GARCIA-GARCIA, J. C.; BLOUIN, E. F.; LA FUENTE, J. Identification of protective antigens for the control of *Ixodes scapularis* infestations using cDNA expression library immunization. *Vaccine*, v.21, p.1492-1501, 2003.
2. ANDRADE, A. B. F. Análise genética da infestação de fêmeas da raça Caracu por carrapato (*Boophilus microplus*) e mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans*). *Tese – UNESP/Jaboticabal*. 104 p. Fevereiro/2001.
3. CARDOSO, V. Avaliação de diferentes métodos de determinação da resistência genética ao carrapato *Boophilus microplus* em bovinos de corte. *Dissertação – UNESP/Jaboticabal*. 108 p. Junho/2000.
4. CORDOVÉS, C. O. C. Importância dos carrapatos. In: Carrapato: Controle ou erradicação.

- Guaíba: Agropecuária, p. 19-117, 1997.
5. COLTMAN, D.W. et al. A microsatellite polymorphism in the gamma interferon gene is associated with resistance to gastrointestinal nematodes in a naturally-parasitized population of Soay sheep. *Parasitology*, v.122 p.571-582. 2001.
6. FRISCH, J. E. Towards a permanent solution for controlling cattle ticks. *International Journal for Parasitology*, 29 : 57-71, 1999.
7. FRISCH, J. E.; O' NEILL, C. J.; KELLY, M. J. Using genetics to control cattle parasites - the Rockhampton experience. *International Journal for Parasitology*, 30 : 253-264, 2000.
8. FRISCH, J.E. Sistema Frisch – Produtividade no Campo, Carne Nobre na mesa. Disponível no site <http://www.altagenetics.com.br>. Acessado em 2003.
9. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível no site <http://www.ibge.org.br>. Acessado em 2002.
10. PENNA, V. M. *Boophilus microplus*: a resistência genética do hospedeiro como forma de controle. *Caderno Técnico Veterinária UFMG*, v.4, p.3-65, 1989.
11. SONSTEGARD, T.S.; GASBARRE, L.C. Genomic tools to improve parasite resistance. *Veterinary Parasitology*, v.101, p.387-403. 2001.
12. SOUTELLO, R.V.G. Influência do parasitismo e da suplementação no desenvolvimento ponderal de novilhos mestiços Angus-Nelore e da raça Guzerá. *Dissertação*. UNESP/Ilha Solteira. 52 p. 2001.
13. URQUHART, G. M.; ARMOUR, J.; DUNCAN, J.L.; JENNING, F.W. *Parasitologia Veterinária*. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 1990. 306 p.
14. WHARTON, R. H.; UTECH, K. B. W. The relation between engorgement and dropping of *Boophilus microplus* (Canestrini) (Inoxidae) to the assessment of tick numbers. *Journal of Australian Entomology Society*, v.9, p.171-182, 1970.

Recebido: 23/08/2004

Aceito: 29/09/2004

OS EVENTOS DA FERTILIZAÇÃO EM MAMÍFEROS

MAMMALIAN FERTILIZATION EVENTS

Sandra Helena Gabaldi ¹, Alexandre Wolf ² e Cesar Roberto Esper ³

RESUMO

Para que a fertilização do oócito pelo espermatozóide ocorra, há a necessidade que aconteça uma série de eventos intracelulares nos gametas, como a capacitação, hiperatividade espermática, reação acrossomal, exocitose dos grânulos corticais, bloqueio a polispermia e ativação oocitária. Esta revisão objetiva esclarecer cada passo dos eventos da fertilização em mamíferos.

Unitermos: exocitose dos grânulos corticais, fertilização, mamíferos, reação acrossomal.

ABSTRACT

To have an oocyte fertilized by spermatozoon, many intracellular events have to occur such as sperm capacitation, hyperactivity, acrossomal reaction, cortical granule exocytosis, polyspermic blocker and oocyte activation. The purpose of this review is to enlighten each step of fertilization events in mammalian.

Uniterms: acrossomal reaction, cortical granules exocytosis, fertilization, mammalian.

INTRODUÇÃO

A fertilização é um evento único, na qual somente a interação entre dois tipos de células da mesma espécie leva a uma cascata de eventos, que resultam na produção de um novo indivíduo. É necessário que haja uma série de transformações organizadas desde a capacitação espermática, o reconhecimento da espécie, a passagem do espermatozóide pelas camadas do oócito, a maturação oocitária, a penetração do espermatozóide no citoplasma materno, e, finalmente, a ativação do processo intracelular que leva à embriogênese.

Este evento se inicia com uma ligação espécie-específica entre os gametas e termina, relativamente rápido, com a fusão de um único espermatozóide em cada oócito. Embora este processo seja bem investigado, ainda há muitas dúvidas com relação à adesão e à fusão de gametas, e ao mecanismo do bloqueio à polispermia, representando ainda

uma importante área de pesquisa.

Eventos no espermatozóide para a fertilização

Os espermatozóides no trato reprodutivo masculino não são capazes de fertilizar o oócito, mas adquirem competência funcional após um período espécie-dependente no trato reprodutivo da fêmea. Estas alterações para aquisição da habilidade de fecundar são chamadas de capacitação. Uma vez capacitados, os espermatozóides podem sofrer exocitose acrossomal em resposta à molécula oócito-associada (ZP₃), penetração pela zona pelúcida e fusão com a membrana plasmática do oócito. ⁽¹³⁾

O cálcio intracelular no espermatozóide tem um papel fundamental nos processos de capacitação, hiperatividade e reação acrossomal para a fertilização. Além disso, o cálcio intracelular é o principal elemento para a motilidade flagelar e fusão da vesícula acrossomal. ⁽⁵⁾ O aumento de cálcio interno é um passo essencial na via de sinali-

¹ Professora Doutora da Disciplina Fisiopatologia da Reprodução e Inseminação Artificial do Curso de Medicina Veterinária da Fundação Educacional de Andradina. Andradina. SP. Brasil.

² Professor MS da Disciplina Obstetrícia Veterinária do Curso de Medicina Veterinária da Fundação Educacional de Andradina. Andradina. SP. Brasil.

³ Professor Titular do Curso de Medicina Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP-Jaboticabal.

zação da ZP_3 (uma das três glicoproteínas da zona pelúcida e espécie-específica), levando à reação acrossomal, sendo o cálcio extracelular muito importante para este processo fisiológico. ⁽⁵⁾

O acrossomo é uma vesícula secretória que está presente na região apical do espermatozóide. A liberação do conteúdo desta vesícula ocorre por um processo de exocitose conhecido como reação acrossomal. Primeiro, o espermatozóide deve sofrer uma ativação prévia, chamada de capacitação, a qual regula a eficiência da exocitose. Depois, a reação acrossomal dos espermatozóides capacitados é iniciada durante o contato com a ZP_3 da zona pelúcida do oócito. ⁽³⁾

Antes do espermatozóide se ligar ao oócito, ele sofre uma série de mudanças bioquímicas no trato genital feminino, processo chamado de capacitação espermática, alterando a composição lipídica (efluxo de colesterol) e glicoprotéica da membrana plasmática; ainda, ocorre uma elevação do metabolismo espermático e de sua motilidade (hiperativação). ^(2,4)

Motilidade hiperativada ou hiperativação é definida como o padrão de movimento flagelar apresentado pelo espermatozóide no sítio de fertilização, podendo ser estimulada por hormônios, íons e secreções do fluido luminal do oviduto, dependendo da espécie. O cálcio possui uma importante função na regulação da motilidade hiperativada, tanto extra como intracelular, atuando principalmente no axonema. ⁽²⁾

Várias etapas estão envolvidas na reação acrossomal como: componentes de sinal de transdução, incluindo proteínas G, IP_3 e seus receptores, fosforilase C, íons cálcio e canais de cálcio voltagem-dependentes. A ZP_3 estimula proteínas G no espermatozóide, despolariza a membrana plasmática espermática (de $\cong 60$ para $\cong 30$ mV), ativa canais de cálcio e eleva o pH ($\cong 6,6$ para $\cong 6,8$ a $7,0$) e a concentração de cálcio intracelular (de $\cong 150$ para $\cong 400$ nM). ⁽²⁾

Em geral, uma vez capacitado, o espermatozóide penetra entre as células foliculares e liga-se à zona pelúcida. A glicoproteína ZP_3 é responsável pela ligação espécie-específica, e induz o espermatozóide

à reação acrossomal, onde o conteúdo do acrossomo é liberado

Eventos no oócito para a fertilização

Em várias espécies de mamíferos, a penetração do espermatozóide durante a fertilização produz um transitório e periódico aumento de cálcio no oócito, que se propaga por várias horas após este estímulo inicial. O significado biológico destas oscilações nas concentrações de cálcio não é bem conhecido, mas se sabe que os íons cálcio estão envolvidos na exocitose dos grânulos corticais para o bloqueio da polispermia e controlam a progressão do ciclo celular (clivagem do embrião). ⁽²⁾

Para o mecanismo de liberação do cálcio no oócito, acredita-se que a ligação do espermatozóide à membrana plasmática do oócito ative os receptores de proteínas G (sítios de ligação do GTP), os quais promovem ativação da cascata de fosfoinositídeos. A fosfolipase C (PLC) induzem a hidrólise do fosfatidil inositol 4,5-bifosfato ($PI4,5P_2$), formando dois mediadores intracelulares: o IP_3 , que se funde no citoplasma e libera picos de cálcio, e o diacilglicerol (DAG), que permanece na membrana plasmática e auxilia a ativação da enzima proteína quinase C (PKC). ^(7, 10, 12, 2)

O IP_3 difunde-se no citoplasma rapidamente, reage na membrana do retículo endoplasmático e abre seus canais dependentes, liberando o cálcio estocado. Para cessar a liberação de cálcio, o IP_3 é desativado (defosforilado para IP_2 ou fosforilado para IP_4) e o cálcio que entrou no citosol é bombeado para o meio extracelular ou retorna para o retículo endoplasmático. ^(7, 10, 12, 2) Há, também, a participação dos receptores de rianodina do retículo endoplasmático que mantêm abertos os canais de cálcio. ^(10, 12) Deste modo, esta via de sinalização dinâmica de IP_3 e cálcio controlam os eventos da fertilização. ^(7, 6)

Outra hipótese descrita afirma que as oscilações de cálcio intracelulares são desencadeadas pela liberação de um fator citosólico presente no espermatozóide, após a fusão com a membrana do oócito. Isto pode ser comprovado pela microinjeção de extrato

de espermatozóide no citoplasma do oócito, o que provoca picos de cálcio semelhantes à fecundação e à ativação do oócito. A proteína isolada do extrato dos espermatozóides de hamsters, de humanos e de suínos foi denominada oscilina, proteína multimérica com subunidades de 33kDa, localizada no segmento equatorial da cabeça do espermatozóide. Este fator só está presente em espermatozóides maduros; portanto, a qualidade do sêmen interfere na ativação do oócito. ^(10, 12.)

Estes aumentos transitórios de cálcio, induzidos pelo espermatozóide, persistem por várias horas. Em camundongo, o primeiro pico ocorre poucos minutos após a fusão do espermatozóide e, os picos secundários ocorrem a intervalos de cinco a vinte minutos; este processo dura em torno de três a seis horas. Esta sucessão de picos cessa no momento da formação dos pronúcleos e reaparecem novamente durante a primeira divisão mitótica. Em suínos, esta flutuação na concentração de cálcio intracelular dura até três horas após a fecundação, em hamsters, apenas 30 minutos, e em bovinos, o primeiro pico, que é o maior, dura quatro minutos e é seguido por picos menores que duram dois minutos cada. Tais elevações são mantidas pela liberação de cálcio dos estoques intracelulares e propagam-se no oócito em forma de onda. No primeiro pico, a onda se inicia no sítio da penetração do espermatozóide no oócito e migra, pelo citoplasma, para o pólo oposto; já nos demais ciclos, as ondas se iniciam no córtex do oócito no hemisfério oposto ao fuso da meiose (local que não apresenta o retículo endoplasmático em rede), em seguida, propagando-se para todo o citoplasma. O aumento da concentração intracelular de cálcio é pulsátil e periódico, pois o cálcio em altas concentrações, por longos períodos de tempo, é citotóxico e prejudica a organização dos fusos, afetando a formação dos pronúcleos e, conseqüentemente, a clivagem. Os picos de cálcio livre são importantes tanto na ativação do oócito quanto no desenvolvimento embrionário normal. ^(10, 12)

As funções destas repetidas oscilações não são inteiramente entendidas. Há suposições que as ondas de cálcio podem ser necessárias para completa inativação do fator

promotor de metáfase (MPF) e dos fatores citostáticos, substâncias que mantêm o oócito em metáfase II *arrest*. ⁽⁶⁾ O MPF deve ser desativado para que ocorra a formação dos pronúcleos. ⁽¹³⁾

Em geral, no momento da fertilização, a penetração do espermatozóide induz alterações na concentração de cálcio intracelular no oócito. Estas elevações iônicas são responsáveis pela exocitose dos grânulos corticais, endurecendo e modificando os receptores da zona pelúcida (reação cortical), levando ao bloqueio à polispermia, pela retomada da meiose pelo oócito e pelo término da segunda divisão meiótica com a extrusão do segundo corpúsculo polar para o espaço perivitelíneo.

Exocitose dos grânulos corticais e bloqueio à polispermia

Na fertilização, a elevação do cálcio intracelular e suas oscilações são necessárias e muito importantes para a ativação do oócito, e uma das primeiras reações desencadeadas por este íon é a exocitose dos grânulos corticais. ^(1, 11, 8, 9)

A polispermia é a penetração de dois ou mais espermatozóides no oócito, o qual resultará em um desenvolvimento embrionário anormal. Os oócitos da maioria dos mamíferos desenvolvem mecanismos de bloqueio à polispermia durante seu crescimento e maturação. No momento da fertilização, a polispermia é prevenida pela modificação de duas estruturas primárias: a membrana plasmática e a zona pelúcida. A relativa importância da zona pelúcida e da membrana plasmática ao bloqueio da polispermia varia entre as espécies. Na maioria das espécies de mamíferos, acredita-se que a zona pelúcida é a principal estrutura para o bloqueio à polispermia. ^(1, 11, 9)

Caso ocorra a polispermia, são formados fusos extras ou multipolares, resultando na falha da segregação de cromossomos durante a divisão celular, geralmente, cessando o desenvolvimento embrionário. Há dois mecanismos de bloqueio no oócito para assegurar a monospermia. O primeiro ocorre pela despolarização da membrana plasmática oocitária causada pela fusão do primeiro

espermatozóide, prevenindo temporariamente a penetração de outros. O segundo bloqueio à polispermia, o mais importante em mamíferos, se dá pela extrusão dos grânulos corticais, constituindo-se de um evento permanente e causado por ondas de cálcio. ⁽²⁾

Esta exocitose dos grânulos corticais, também chamada de reação cortical, é iniciada pela oscilação de cálcio durante a penetração do espermatozóide. A elevação da concentração do cálcio intracelular induz a fusão da membrana dos grânulos corticais com o ooplasma e o conteúdo dos grânulos corticais é liberado para o espaço perivitelínico. ^(1, 11, 9)

Evidências mostram que a reação cortical é provavelmente mediada pela ativação da cascata do inositol fosfato. A fusão espermatozóide-oócito, mediada pela proteína ligadora-GTP (proteína G), induz a formação dos segundos mensageiros, IP_3 e DAG. Estes, principalmente o IP_3 , são responsáveis pela indução da liberação de cálcio dos estoques intracelulares e, posteriormente, ativa a PKC, levando à exocitose dos grânulos corticais. A proteína calmodulina-dependente quinase II (CaMKII) parece atuar como sinalizador na transdução da sinalização do cálcio. ⁽⁸⁾

A elevação do cálcio ativa a CaMKII que tem como funções a inativação dos fatores citostáticos e do fator promotor de maturação (MPF) para a reativação oocitária, e ainda há indícios na participação da indução da exocitose dos grânulos corticais, extrusão do segundo corpúsculo polar e formação dos pronúcleos. ⁽⁸⁾

A zona pelúcida é uma densa matriz glicoprotéica semitransparente (10-15 microns de espessura) envolvendo o oócito e que contém os sítios de ligação ZP_1 , ZP_2 e ZP_3 . Esta camada tem como principais funções: ligação e penetração do espermatozóide (reconhecimento espécie-específica), ativação da reação acrossomal, bloqueio à polispermia e proteção do desenvolvimento embrionário até o período pré-implantação. ^(11, 9) Os grânulos corticais extrusos no espaço vitelínico durante a fertilização, possuem enzimas que modificam a estrutura da zona pelúcida, endurecendo-a por quebra

proteolítica da ZP_2 e hidrólise de grupos açúcares da ZP_3 . ⁽²⁾

Esta modificação estrutural e química da zona pelúcida pelas enzimas contidas nos grânulos corticais é chamada de reação zonal. As enzimas presentes são: ovoperoxidase, proteases, enzima semelhante à tripsina, glicoconjugados, *N*-acetilglucosaminidase, lecitinas, ativador de plasminogênio e outras proteínas, como p75, 3E10 e proteína placentar ligadora de heparina. Estas enzimas atuam individual ou sinergicamente na zona pelúcida, alterando a sua habilidade em se ligar ao espermatozóide e induzir a reação acrossomal. Estas transformações na zona são permanentes, não havendo penetração de espermatozóides capacitados em oócitos já fecundados. Alguma falha neste mecanismo da reação cortical ou zonal resulta na ocorrência de polispermia. ^(11, 9)

A incidência da polispermia aumenta em casos como: oócitos imaturos, pois não tem boa habilidade em liberar os grânulos corticais; oócitos velhos, provavelmente pela menor atividade enzimática, redução de responsividade da zona pelúcida e/ou degeneração citoplasmática; anormalidades na conformação das camadas de matriz da zona; elevado número de espermatozóides capacitados no sítio de fertilização, não tendo tempo do oócito desencadear o sistema de bloqueio; e, condições no momento da fecundação, como os meios utilizados na fertilização *in vitro* (FIV) (temperatura, pH, suplementos protéicos e concentração de cálcio). ⁽⁹⁾

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.ABBOTT, A.L.; DUCIBELLA, T. Calcium and the control of mammalian cortical granule exocytosis. *Front. Biosci.*, 6:d792-d806, 2001.
- 2.ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RALFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, P. *Molecular biology of the cell*, 4. ed., New York: Garland Science, 2002. 1463 p.
- 3.ARNOULT, C.; KAZAM, I.G.; VISCONTI, P.E.; KOPF, G.S.; VILLAZ, M.; FLORMAN, H.M. Control of the low voltage-activated calcium channel of mouse sperm by egg ZP_3 and by membrane hyperpolarization during

capacitation. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 96:6757-6762, 1999.

4. BREITBART, H. Signaling pathways in sperm capacitation and acrosomal reaction. *Cell. Mol. Biol.*, 49(3):321-327, 2003.

5. DARSZON, A.; LABARCA, P.; ISHIGAKI, T.; ESPINOSA, F. Ion channels in sperm physiology. *Physiol. Rev.*, 79(2):481-510, 1999.

6. KLINE, D. Attributes and dynamics of the endoplasmic reticulum in mammalian eggs. *Curr. Top. Dev. Biol.*, 50:125-154, 2000.

7. MIYAZAKI, S.; SHIRAKAWA, H.; NAKADA, K.; HONDA, Y. Essential role of inositol 1,4,5-trisphosphate receptor/ Ca^{2+} release channel in Ca^{2+} waves and Ca^{2+} oscillation at fertilization of mammalian eggs. *Dev. Biol.*, 158:62-78, 1993.

8. SUN, Q. Y. Cellular and molecular mechanisms leading to cortical reaction and polyspermy block in mammalian eggs. *Micr. Res. Techn.*, 61(6-7):342-348, 2003.

9. WANG, W. H.; DAY, B. N.; WU, G. M. How does polyspermy happen in mammalian oocytes? *Micr. Res. Techn.*, 61(6-7):335-41, 2003.

10. WASSARMAN, P. M.; ALBERTINI, D. F. The mammalian ovum. In: KNOBIL, E.; NEILL, J. D. *The physiology of reproduction*. New York: Raven Press, 1994. p. 79-122.

11. WESSEL, G. M.; BROOKS, J. M.; GREEN, E.; HALEY, S.; VORONINA, E.; WONG, J.; ZAYDFUDIM, V.; CONNER, S. The biology of cortical granules. *Intern. Rev. Cytol.*, 209:117-206, 2001.

12. WHITE, K. L.; YUE, C. Intracellular receptors and agents that induce activation in bovine oocytes. *Theriogenology*, 45:91-100, 1996.

13. YANAGIMACHI, R. Mammalian fertilization. In: KNOBIL, E.; NEILL, J. D. *The physiology of reproduction*. New York: Raven Press, 1994. p. 189-288.

Recebido: 13/09/2004

Aceito: 22/09/2004

A IMPORTÂNCIA DA TERMORREGULAÇÃO TESTICULAR NA QUALIDADE DO SÊMEN EM TOUROS

IMPORTANCE OF TESTICULAR THERMOREGULATION IN BULL SEMINAL QUALITY

Sandra Helena Gabaldi ¹ e Alexandre Wolf ²

RESUMO

A elevação da temperatura ambiental altera a testicular, induzindo o decréscimo da qualidade do sêmen e da produção de esteróides em touros. A presente revisão mostra a importância da termorregulação testicular na qualidade espermática, os mecanismos fisiológicos responsáveis pelo seu controle, as lesões causadas pelo aumento da temperatura testicular na espermatogênese e esteroidogênese, bem como a sua recuperação.

Unitermos: degeneração testicular, qualidade espermática, termorregulação testicular, testículo, touros.

ABSTRACT

Environmental heat changes testicular temperature and decreases the semen quality and steroid production in bulls. This revision shows the importance of the testicular thermoregulation and spermatogenic quality, physiologic mechanisms to its control, lesions caused by the increase of testicular temperature in spermatogenesis and steroidogenesis, as well as, spermatogenic quality recovery.

Uniterms: bulls, testicle, testicular degeneration, testicular thermoregulation, spermatogenic quality.

INTRODUÇÃO

O testículo tem por funções básicas sintetizar hormônios e realizar a espermatogênese. Esta última é um processo longo e sensível que exige manutenção de temperatura testicular entre 2 a 6°C abaixo da temperatura corporal para que sejam produzidos espermatozoides férteis, necessitando para isso numerosos mecanismos locais.

Com a elevação da temperatura normal dos testículos, a espermatogênese sofre um efeito deletério, podendo ficar completamente reduzida, como é observado em animais criptorquídicos ou em indução experimental.

Desde a primeira metade deste século já se produziam trabalhos visando o conhecimento dos problemas decorrentes ao aumento da temperatura testicular na qualidade de sêmen produzido. Lagerlof (1938) ⁽¹⁰⁾ induziu experimentalmente a elevação da temperatura testicular, o que levou a um aumento significativo da patologia espermática e isto passou a ser preocupação constante dos pes-

quisadores, principalmente após o grande aumento da utilização da inseminação artificial na atualidade.

É sabido que a elevação da temperatura ambiental altera o mecanismo de termorregulação testicular acarretando degeneração que é a causa principal de subfertilidade e infertilidade em reprodutores. A recuperação do animal nestas condições depende da natureza e da duração do que está provocando o aumento dessa temperatura.

Pesquisas indicam que a degeneração testicular é a principal causa da subfertilidade e infertilidade de touros, o que ocorre, principalmente, nos animais que vivem em condições climáticas desfavoráveis. O clima tropical, por apresentar altas temperaturas, facilita o aparecimento de alterações no epitélio seminífero, com conseqüentes efeitos na qualidade do sêmen. A avaliação potencial da fertilidade do macho está centrada nas ca-

¹ Professora Doutora da Disciplina Fisiopatologia da Reprodução e Inseminação Artificial do Curso de Medicina Veterinária da Fundação Educacional de Andradina. Andradina. SP. Brasil.

² Professor MS da Disciplina Obstetrícia Veterinária do Curso de Medicina Veterinária da Fundação Educacional de Andradina. Andradina. SP. Brasil.

racterísticas seminais do reprodutor, sendo importante a qualidade do espermatozóide na fertilização e no desenvolvimento embrionário.

A fisiologia da termorregulação testículo-escrotal, bem como os efeitos da temperatura testicular devem ser estudados detalhadamente, uma vez que a estação de monta ocorre nas épocas mais quentes do ano, o que pode vir a prejudicar a produtividade do rebanho.

REVISÃO DA LITERATURA

Mecanismos fisiológicos responsáveis pela termorregulação testicular no bovino

No touro, o escroto exerce uma importante função na manutenção da temperatura testicular⁽¹⁸⁾. Os testículos devem ser mantidos entre 2 a 6°C abaixo da temperatura corporal para que a produção de espermatozoides (espermatogênese) e de testosterona (esteroidogênese) não sejam prejudicadas.^(15, 11, 9)

A manutenção térmica da pele escrotal é afetada pela temperatura ambiental, umidade, temperatura corporal, quantidade de calor perdida por radiação do escroto, postura do animal, variação anatômica na forma (escroto com funículo espermático curto, escroto pequeno), grau de obesidade do animal (excesso de gordura no subcutâneo escrotal e funículo espermático) e integridade do escroto como ausência de hiperexia, edema e traumatismos.^(18, 6, 2)

A termorregulação testículo-escrotal é um fenômeno complexo onde numerosos mecanismos locais desempenham um importante papel. O cone vascular, formado pelas veias do plexo pampiniforme circundando a artéria testicular, permite a troca contracorrente de calor, a regulação do fluxo sanguíneo e a perda de calor por irradiação. O escroto penduloso aumenta a área de superfície que facilita a exposição do cone vascular ao meio ambiente e permite que os testículos fiquem distantes do corpo do animal. A pele escrotal é fina, pobre em gordura subcutânea e relativamente sem pêlos; contam ainda com os sistemas sanguíneo e linfático bem desenvolvidos, facilitando a perda térmica por irradiação e evaporação. A sudorese é uma perda de calor importante dada pelo escroto, graças a grande quantidade

de de glândulas sudoríparas presentes. O músculo cremáster e a túnica dartus, cuja ação é comandada por nervos simpáticos lombares, relaxam e contraem, afastando ou aproximando os testículos da área inguino-abdominal, posicionando-os em resposta a temperatura do meio ambiente, o que facilita a preservação do gradiente de temperatura abdomino-testicular.^(5, 1, 9)

A organização geral do suprimento sanguíneo dos órgãos genitais masculinos é essencial para a termorregulação, é espécie-específica e ocorre variações individuais. Uma disposição especial existe no touro entre a artéria e a veia testicular. No curso distal do cordão espermático, a artéria testicular começa enovelar-se fortemente, sendo circundada por uma fina rede da veia testicular. Esta malha venosa, também chamada de plexo pampiniforme, proporciona uma grande superfície de contato e um sistema de trocas térmicas contracorrentes entre artéria e veia. Acredita-se que trocas de calor ocorram neste local, entre o sangue arterial quente com o sangue venoso frio, auxiliando manter a temperatura testicular menor que a corporal. Esta troca de calor depende muito da diferença de temperatura entre artéria e veia, ou seja, da temperatura corporal e do testículo, respectivamente.^(15, 9, 12, 16)

Numerosas anastomoses arteriovenosas estão presentes entre a artéria testicular enovelada, seus ramos epididimais e as veias do plexo pampiniforme, proporcionando um meio para diminuir o fluxo de sangue arterial para o testículo. Acredita-se que apenas 50% do sangue que chega pela artéria testicular irriga os testículos, trabalhando em estado de hipóxia. O significado fisiológico desta notável conformação ainda não é totalmente entendida, mas provavelmente constitui uma regulação potencial do suprimento sanguíneo, do controle hormonal e da função de termorregulação.⁽¹²⁾

Os touros zebuínos apresentam uma superfície de pele mais extensa e com maior número de glândulas sudoríparas, além de

uma termogênese menor que os taurinos, características que permitem aos zebuínos ter uma melhor termorregulação, tornando-os mais resistentes ao estresse térmico. Diferenças individuais na área da superfície corporal, no número de glândulas sudoríparas, na característica do escroto, do cone vascular e na termogênese podem determinar essa desigualdade entre os animais, influenciando na susceptibilidade ao calor, denominando um touro termo-sensível ou termo-resistente. ⁽⁴⁾

Os efeitos da temperatura na espermatogênese e na esteroidogênese testicular

O aumento da temperatura nos testículos causa a degeneração testicular, alterando suas funções de espermatogênese e esteroidogênese.

A hipertermia testicular pode causar a aspermia, aumento da taxa de mutações e alterar a espermatogênese e formação do gameta, podendo levar a infertilidade e esterilidade do touro. ^(18, 8)

As primeiras conseqüências do calor no bovino é observada com a alteração da fertilidade. Ao exame clínico externo, mudanças anatômicas dos testículos ocorrem no tamanho, no peso e na textura. Ainda, o aumento da temperatura ocasiona efeitos fisiológicos e metabólicos, incluindo mudanças no fluxo sanguíneo e linfático, tensão de oxigênio, fluídos testiculares, vias metabólicas específicas e do sistema enzimático. Estas alterações afetam também o estado endocrinológico, comprometendo a produção de testosterona e conseqüentemente a sua ação no trato reprodutivo. ⁽¹⁸⁾

As altas temperaturas nos testículos reduzem a qualidade do sêmen produzido, ocasionando o aumento das patologias espermáticas e a diminuição da motilidade, do vigor e de espermatozóides vivos, devida à depressão da espermatogênese vista nos touros. Além disso, pode apresentar redução do volume do ejaculado e alteração da concentração espermática. ^(18, 3, 8)

As patologias espermáticas características do ejaculado em uma degeneração testicular são a presença de células descamativas, de

espermátides, núcleos picnóticos e formação de células gigantes e medusas. Há alta incidência de anomalias de cabeça, como piriforme, estreita na base, subdesenvolvida, contorno anormal e pequena, patologias de acrossomo, de cauda e gota citoplasmática proximal e distal. ^(13, 8)

Durante os meses mais quentes do ano, os bovinos apresentam uma redução na performance reprodutiva devido ao estresse térmico. Em situações de temperatura ambiente elevada, a temperatura corporal é mantida pelo aumento da vasodilatação periférica, da sudorese e da frequência respiratória, permitindo a perda de calor corporal. No entanto, os mecanismos fisiológicos da termorregulação são limitados e quando não suficientes, resultam em hipertermia causando estresse térmico. A conseqüência da exposição dos testículos a altas temperaturas ambientais é a redução da libido, da qualidade seminal e da fertilidade. ^(18, 14)

As elevações de temperatura produzem espermatozóides anormais, pois afetam etapas da espermatogênese, principalmente na fase intermediária (espermátocitos e espermátides) e com menos intensidade, na etapa inicial (espermatogônia) e na final (espermatozóides). Os espermátocitos e as espermátides são muito termo-sensíveis, e quando alteradas, prejudicam a qualidade do sêmen. Já os espermatozóides maduros parecem ser afetados durante o estágio final de desenvolvimento ou na região da cabeça do epidídimo, ocorrendo alterações estruturais e metabólicas; este gameta pode fertilizar, mas ocorre a morte embrionária conseqüente. ⁽¹⁸⁾

As células de Leydig e de Sertoli parecem ser mais resistentes ao calor, enquanto que as células germinativas são as mais termo-sensíveis do testículo. Todos os estágios são susceptíveis ao calor, com o grau de lesão dependendo da extensão e duração do insulto térmico. A regeneração da função espermática após o dano do calor depende da divisão contínua da espermatogônia A_0 que é originada de um reservatório altamente resistente de *stem cells*, sendo o intervalo de término da injúria até a restauração de espermatozóides normais no ejaculado correspondente ao período do início da diferenciação na espermatogênese até a ejaculação. ^(19, 6)

A gravidade da degeneração testicular é dependente do tempo e da temperatura de exposição, mas mesmo um aumento térmico de 1 ou 2°C por 8 horas pode causar grandes alterações na espermatogênese. ⁽⁶⁾

A degeneração testicular pode ser temporária ou permanente; sua dimensão depende do tipo, severidade e duração do insulto térmico. Na maioria dos estudos de revisão, a morfologia espermática retorna aos valores obtidos no pré tratamento com aproximadamente 6 semanas após o insulto térmico. Injúrias térmicas severas no testículo, ou por período muito prolongado, provocam um retardo na recuperação do mesmo. Entretanto, mesmo após a morfologia da célula retornar ao normal, este sêmen apresenta baixa capacidade de fertilização e há um aumento na incidência de morte embrionária. ⁽¹⁶⁾

A exposição do animal a elevadas temperaturas por um período maior de tempo, causa redução nas concentrações plasmáticas de testosterona, ocorrendo um aumento deste hormônio após um período curto de adaptação. ^(16, 8)

Possibilidade de recuperação

A degeneração do epitélio seminífero pode ser causada rapidamente e, se o processo não for muito longo, a recuperação completa pode ser em um período curto de tempo; alguma melhora será visível por volta de 60 dias após a remoção do agente casual. A regeneração do epitélio germinativo é possível e dependerá da sobrevivência das espermatogônias e das células de Sertoli. Se não for possível a regeneração, pode-se instalar nos testículos uma fibrose ou calcinose. ^(11, 17) Nos insultos severos em que a espermatogônia A é atingida pode ocorrer a azoospermia. ⁽⁷⁾

A fase regenerativa é marcada por uma recuperação da concentração, motilidade, vigor e espermatozoides morfologicamente normais, que apesar da desorganização do epitélio germinativo durante a fase de degeneração, demonstra uma grande capacidade de recuperação devido à resistência das espermatogônias e células de Sertoli. ^(1, 7, 8)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em resumo, com o objetivo de manter a temperatura testicular menor que a cor-

poral, a termorregulação escroto-testicular é um fenômeno complexo que tem numerosos mecanismos locais incluindo perda de calor contracorrente, regulação do fluxo sanguíneo, posição do testículo dada pelo músculo cremáster e túnica dartus, e capacidade de produção de suor pelas glândulas sudoríparas. A falha deste sistema como um todo ou a combinação de alguns destes mecanismos pode levar à infertilidade por dar problemas na espermatogênese e esteroidogênese.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARTH, A.D. Insights to the pathogenesis of sperm abnormalities in bulls. *Rev. Bras. Repr. Anim.*, 1(4):1-11, 1993.
2. BARTH, A.D., BOWMAN, P.A. The sequential appearance of sperm abnormalities after scrotal insulation or dexametasone treatment in bulls. *Can. Vet. J.*, 35:93-102, 1994.
3. BARTH, A.D.; OKO, R.J. *Abnormal morphology of bovine spermatozoa*. Iowa State: University Press, Ames, 1989. 139p.
4. BERBIGIER, P. *Bioclimatologie des ruminants domestiques en zone tropicale*. Paris: INRA, 1988. 237p.
5. BLANCHARD, T.L.; VARNER, D.D.; BRETZLAFF, K.N.; ELMORE, R.G. The causes and pathologic changes of testicular degeneration in large animals. *Vet. Med.*, 86:531-6, 1992.
6. ENTWISTLE, K. Effects of heat stress on reproductive function in bulls. *Bull Fertility, Proceedings...*, p. 57-63, 1992.
7. FONSECA, V.O.; CHOW, L.A. Características seminais de touros zebus com degeneração testicular transitória. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 47(5):707-16, 1995.
8. GABALDI, S.H. *Alterações espermáticas e dos níveis plasmáticos de testosterona e cortisol em touros da raça Nelore, submetidos à insulação escrotal*. Botucatu, 2000, 85p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária), FMVZ - Universidade Estadual Paulista. Botucatu. 2000. 85p.
9. KASTELIC, J.P.; COULTER, G.H. Scrotal and testicular thermoregulation in the bull and ram. *Soc. for Theriogenology – Proc. Annual Meeting*, Florida, p.67-72, 1993.
10. LAGERLOF, N. Infertility in male domestic animals. *Vet. Med.*, 33:550-61, 1938.

11. McENTEE, K. *Reproduction pathology of domestic mammals*. 1ed., California: Academic Press, 1990. p.224-70.
12. MEIJER, J.C.; FENTENER VAN VLISSINGEN, J.M. Gross structure and development of reproductive organs. In: KING, G.J. *Reproduction in domesticated animals*. World Animal Science - B9, Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1993. p. 9-26.
13. RAO, A.R.; BANE, A. Incidence of sperm abnormalities in infertile bulls with testicular degeneration. *Indian Vet. J.*, 62:46-9, 1985.
14. RHINES, W.E.; EWING, L.L. Testicular endocrine function in Hereford bulls exposed to high ambient temperature. *Endocrinology*, 92(2):509-15, 1973.
15. SETCHELL, B.P. *The mammalian testis*. Ithaca: Cornell Univ. Press (N.Y.), 1978. 450p.
16. SETCHELL, B.P. The parkes lecture heat and the testis. *J. Reprod. Fertil.*, 114:179-194, 1998.
17. THOMSON, R.G. *Patologia veterinária especial*. São Paulo: Ed. Manole, 1990. p.695-740.
18. VAN DEMARK, N.L.; FREE, M.J. Temperature effects. In: JOHNSON, A. D.; GOMES, W.R. *The testis*. 1ed., New York: Academic Press, v. 3, 1970. p. 233-312.
19. WAITES, G.W.H.; SETCHELL, B.P. Physiology of the mammalian testis. In: LAMMING, G.E. *Marshall's physiology of reproduction*. 1ed., Londres: Churchill Livingstone, 4ed. v.2, 1990. p. 1-105.

Recebido: 13/09/2004

Aceito: 23/09/2004

A UTILIZAÇÃO DA CLONAGEM EM MAMÍFEROS E TÉCNICAS ASSOCIADAS

THE CLONAGE UTILIZATION IN MAMMALIAN AND ASSOCIATED TECHNIQUES

Alexandre Wolf¹ e Sandra Helena Gabaldi²

RESUMO

A clonagem tem amplas aplicações tanto na produção animal como na medicina humana e na ecologia. No entanto há vários problemas a serem resolvidos para esta técnica se tornar eficiente.

Unitermos: clonagem, mamífero, transferência nuclear, xenotransplante.

ABSTRACT

The clonage has great applications in animal production, in human medicine and ecology. However there are several problems to be solved to improve this technique in order to be more efficient.

Uniterms: clonage, mammalian, nuclear transfer, xenotransplant.

INTRODUÇÃO

Nos últimos 50 anos, a biotecnologia vem se aprimorando para suprir as novas necessidades de produção, que aumentam a eficiência reprodutiva e aceleram o ganho genético dos animais de produção.

Uma metodologia em desenvolvimento é a clonagem, cujos trabalhos em mamíferos iniciaram em 1981, com camundongos, mas somente em 1997 sofreu um importante alavanque com o relato da clonagem animal adulto, o nascimento da ovelha Dolly.

A clonagem tem amplas aplicações tanto na produção animal (multiplicação de animais elite e produção de transgênicos) como na medicina humana (xenotransplantes e terapia gênica) e na ecologia (preservação de espécies em extinção).

Para a produção animal, a precisa manipulação genética é de grande interesse econômico, devido à possibilidade de se alterar positivamente a taxa de crescimento, a composição corporal e a resistência a doenças e, a criação de biorreatores para a produção farmacêutica. Uma das metodologias em ascensão, com grandes perspectivas para o futuro, é a transfecção de linhas celulares com a posterior utilização na produção de animais quiméricos ou clones transgênicos, produzindo

animais que serão utilizados em cruzamentos tradicionais.

Na medicina, a clonagem associada à biotecnologia das células tronco embrionárias abre novas perspectivas para a realização de xenotransplantes em indivíduos com doenças degenerativas ou por deficiências na produção de substâncias importantes para a vida.

Quanto à ecologia, a preservação das espécies em extinção ou de espécies já extintas torna-se uma realidade com a utilização da clonagem.

No entanto, a biotecnologia da clonagem necessita ser complementada por outras técnicas para obter maior sucesso e aplicabilidade. Desta forma, o objetivo deste trabalho é apresentar a utilização da clonagem em mamíferos, bem como citar as técnicas complementares.

HISTÓRICO DA CLONAGEM EM MAMÍFEROS

O clone pode ser definido como um “...Indivíduo geneticamente idêntico ao outro, desenvolvido a partir de uma célula somática deste por técnica artificial...”⁽⁹⁾, ou seja, geração de cópias animais geneticamente iguais.

¹ Professor MS da Disciplina Obstetrícia Veterinária do Curso de Medicina Veterinária da Fundação Educacional de Andradina, Andradina, SP, Brasil.

² Professora Doutora da Disciplina Fisiopatologia da Reprodução e Inseminação Artificial do Curso de Medicina Veterinária da Fundação Educacional de Andradina, Andradina, SP, Brasil.

Para muitos, a clonagem surgiu com o nascimento da Dolly ⁽³²⁾, mas ela se iniciou há décadas em mamíferos, e a sua realização somente seguiu a ordem normal dos experimentos que deram origem a clones de embriões mamíferos entre as décadas de 70 e 80 ^(28,30), pela separação de blastômeros ⁽¹⁾. No entanto, esta técnica apresenta produção e viabilidade baixas dos embriões clones ^(14b).

Para contornar este problema, foi desenvolvida a técnica de transferência nuclear, cujo primeiro clone mamífero foi produzido pela fusão de células de embrião de ovelha em estágio de clivagem (célula embrionária indiferenciada) com oócitos de ovelha não fertilizados ⁽²⁹⁾. Posteriormente esta técnica foi também utilizada em bovino ⁽⁶⁾, em coelho ⁽²¹⁾ e em suíno ⁽¹¹⁾.

No entanto, o número de células nos embriões no estágio inicial de desenvolvimento limita a produção de um grande número de clones e também de transgênicos, surgindo a necessidade de manter estas células em proliferação (cultivo celular). SIMS & FIRST (1994) ⁽²⁰⁾ foram os pioneiros na obtenção de embriões clones bovinos vivos pela transferência nuclear, utilizando-se células da massa celular interna (MCI). Apesar de embriões derivados de linhas celulares sustentarem a gestação acima de 45 dias, nenhum nascimento foi obtido ⁽²³⁾.

Experimentos subseqüentes definiram as condições necessárias para a sobrevivência e o desenvolvimento embrionário dos clones por transferência nuclear. Também, estenderam a doação nuclear para células de embriões em estágio de desenvolvimento mais adiantado, células germinativas primordiais (PGCs) e, ultimamente para células de animais adultos. Desta forma, o conceito inicial de que uma célula mais diferenciada torna-se inviável para o desenvolvimento normal do clone foi modificada ⁽¹⁾.

TÉCNICA DA CLONAGEM

A produção do clone inicialmente era realizada pela separação de blastômeros ou secção de embriões em estágio inicial de desenvolvimento, mas era limitada. Atualmente é realizada a reconstrução de um embrião pela transferência nuclear, onde o material genético (nucleoplasto ou carioplasto) de uma célula doadora é transferido para o citoplasma (citoplasto) de um oócito sem núcleo

(enucleado) não fertilizado ^(3,27,33). Desta forma, o núcleo doador substitui os cromossomos normalmente provindos do espermatozóide e do oócito durante o processo natural da fertilização ⁽¹⁾.

As células doadoras de núcleo podem ser embrionárias, fetais ou de animal adulto, utilizando a técnica definida como “transferência nuclear de célula somática”. As células somáticas devem estar no estágio G₀ (quiescente) do ciclo celular, obtido com a remoção do soro fetal bovino do meio de cultivo, durante 4 a 5 dias ^(3,27,33). Sabe-se, que quanto mais diferenciada for a célula doadora de núcleo, menor a eficiência do processo ⁽³⁴⁾. Já o oócito receptor deve estar em metáfase II da meiose para poder ser enucleado com eficiência ^(3,27,33).

Uma baixa taxa de eficiência do processo se dá pela reprogramação nuclear imprópria e uma falha no desenvolvimento e nas funções normais das membranas placentárias ⁽²⁷⁾. Apesar disso, a clonagem apresenta um enorme espectro de aplicação potencial, como a ilimitada multiplicação de embriões ou animais elite, e na transgênese com precisão para a produção ou para o xenotransplante ^(27,33).

UTILIZAÇÃO DA CLONAGEM EM MAMÍFEROS

Produção animal

O melhoramento genético é limitado pelo intervalo entre gerações e pela eficiência reprodutiva, mas com o advento da clonagem, a indústria bovina de criação fica dividida em duas partes: um ramo de criação produzindo melhoramento genético pela seleção acurada e, um segundo, com a utilização de animais clonados com valor genético definido ⁽³³⁾.

O seqüenciamento do genoma contribui para o entendimento da dinâmica gênica que controla os eventos da vida. Com estes conhecimentos, é possível determinar a função dos genes e sua alteração com precisão, gerando novos produtos animais ⁽²⁷⁾.

Rápida multiplicação de animais geneticamente superiores

Com a utilização de linhas celulares embrionárias ou de animais adultos, a disseminação do material genético de indivíduos geneticamente superiores apresenta uma grande expectativa de aumento na produção,

reduzindo os riscos de produção e garantindo a qualidade do produto ao consumidor⁽³³⁾. Estima-se que a utilização da clonagem pode resultar na disseminação genética equivalente a 15 ou 17 anos de cruzamentos tradicionais⁽²⁾.

A clonagem potencialmente permite uma rápida produção de grandes rebanhos, criando um volume econômico de produtos agrícolas para mercados específicos e/ou dinâmicos, com uma produção mais uniforme, associada à identificação correta de indivíduos superiores na população por seleção assistida por marcadores⁽²⁷⁾.

No entanto, uma das conseqüências da utilização da clonagem em larga escala é a redução da variabilidade genética na população. Isso seria contornado com a manutenção de grandes núcleos de seleção, preservando a variação genética^(14a).

Apesar das expectativas, associada a baixas taxas de prenhez de embriões clones, os problemas com a técnica (reprogramação nuclear de células somáticas, efeito da fonte de carioplasto e as diferenças espécie-específicas) e com os produtos (alto peso ao nascimento, anormalidades neonatais e a baixa sobrevivência pós-natal) claramente limitam a aplicação da clonagem em escala comercial até que estes entraves sejam resolvidos^(18,22).

Além da produção em si, a clonagem com linhas celulares aprimorará a experimentação animal pela eliminação da diversidade genética, conseqüentemente, reduzindo o número de animais requeridos para um experimento⁽¹¹⁾.

Produção de animais geneticamente modificados (transgênicos)

A produção de camundongo quimérico pela utilização de células tronco embrionárias (ES-cells) mutagênicas representou uma importante ferramenta na manipulação precisa da linha germinativa⁽¹⁶⁾. No entanto, apesar da produção de embriões e animais quiméricos com a utilização das ES-cells em suínos⁽¹⁷⁾ e em bovinos⁽⁵⁾, a transmissão pela linha germinativa ainda não foi obtida nos animais de produção. Este fato restringia a criação de animais transgênicos de interesse zootécnico ao processo inicial da microinjeção do DNA no pró-núcleo ou em zigotos de uma célula, a qual apresenta uma baixa eficiência e um elevado custo para os

animais domésticos^(1,6,33).

Os problemas com a transgenia⁽²⁶⁾ levaram à necessidade do desenvolvimento da técnica de produção de animais com linhas celulares mantidas, modificadas e selecionadas em cultivo antes de serem usadas como doadoras de núcleo na clonagem^(4,22).

Com o desenvolvimento da biotecnologia em cultivo celular, a clonagem atualmente possibilita a produção mais econômica e eficiente de animais transgênicos com a utilização de linhas celulares embrionárias, fetais ou de animais adultos como doadores de núcleo^(1,33). Deste modo, com as modernas técnicas moleculares (recombinação homóloga), estas linhas celulares podem ser manipuladas geneticamente com precisão para a produção de animais transgênicos^(4,27). O primeiro animal de produção transgênico pela técnica da clonagem foi a ovelha Polly, em 1997, a qual secreta no leite o fator IX da coagulação para o tratamento da hemofilia B⁽³²⁾.

As células em cultivo apresentam várias vantagens, como: conservação e armazenamento pela criopreservação (flexibilidade de utilização), determinação do sexo (produção de proteínas farmacêuticas na glândula mamária) e introdução, deleção ou modificação específica de genes nas espécies domésticas⁽³³⁾.

Portanto, o impacto mais imediato da transferência nuclear será sua combinação com a tecnologia de transgênese. Com isso, a produção de rebanhos ou reprodutores transgênicos clonados, que possuem alterações genéticas herdáveis, permite uma disseminação da característica desenvolvida facilmente pela inseminação artificial⁽²⁷⁾.

Conservação de animais ameaçados de extinção ou extintos

A clonagem é uma ferramenta forte na preservação de espécies raras ou ameaçadas de extinção. Associada à tecnologia de criopreservação de material biológico (células somáticas), ela promove uma importante segurança contra futuras perdas de diversidade ou possível extinção e, na manutenção da biodiversidade no planeta, o que será mais fácil que a preservação de gametas^(25,34).

No entanto, para esta finalidade a clonagem necessita de pré-requisitos: conhecimento da biologia reprodutiva e da

embriologia da espécie em questão, adequada fonte de oócitos receptores para a transferência nuclear, tipo celular ideal para a transferência nuclear em cada espécie, conhecimento da reprogramação nuclear e susceptível “barriga de aluguel” para gestar o embrião. Embora a ciência esteja muito evoluída, a maioria destes conhecimentos é limitada nas espécies ameaçadas, sem falar nas já extintas ^(8,27).

Devido à escassez de material dos animais em extinção, há uma possibilidade de utilização do citoplasto de outra espécie ^(12,19).

Seria, então, o momento de estabelecer estoques de material biológico criopreservado de espécies ameaçadas de extinção, constituindo-se bancos genômicos de células somáticas, gametas, zigotos e embriões de animais e plantas domésticas e selvagens, os quais servirão para recuperar espécies extintas ou evitar sua extinção ⁽⁸⁾.

MEDICINA HUMANA

Transplante de órgãos e tecidos entre espécies animais (xenotransplante)

Há uma escassez internacional de órgãos humanos para a doação e o tratamento de doenças crônicas e degenerativas ⁽¹⁰⁾. Para suprir esta necessidade, órgãos de animais podem ser utilizados para transplantes em humanos, mas a rejeição tem que ser evitada. Para isso, pode-se produzir clones transgênicos imunologicamente compatíveis com os seres humanos (xenotransplante) ⁽¹²⁾.

Futuramente, muitas alterações poderão ser introduzidas nos suínos para modular a completa cascata das respostas imuno-mediadas ⁽²⁷⁾, incluindo a introdução de genes MHC (complexo maior de histocompatibilidade) humano e a remoção dos genes MHC suíno, possibilitando a “humanização” do suíno ⁽¹⁰⁾.

Notavelmente, a hemofilia, o diabetes, a doença de Alzheimer e a doença de Parkinson podem ser tratadas utilizando-se células transplantadas, o que pressiona a imaginação para o transplante de células e órgãos animais para pacientes humanos em escala contínua ⁽¹³⁾, resultando em enorme avanço na terapia celular ⁽¹²⁾.

Terapia celular

Uma vez que o controle dos mecanismos de diferenciação celular e a reprogramação da expressão gênica estiverem elucidados, um impacto significativo da tecnologia de transferência nuclear será na área da terapia celular humana ⁽³²⁾, o que poderá substituir a necessidade do xenotransplante ⁽²⁷⁾.

O conceito do uso das células tronco embrionárias (ES-cells) como fonte de múltiplos tipos celulares para a utilização na reposição de tecidos e órgãos já existe por mais de 20 anos. Recentes avanços na transferência nuclear e na produção de ES-cells humanas produziram uma nova cogitação nessa área, com o reconhecimento de que as linhas ES-cells sejam utilizadas para o transplante autólogo ⁽⁷⁾.

As ES-cells são células obtidas de embriões em estágio inicial de desenvolvimento e, apresenta-se na forma indiferenciada com capacidade de serem mantidas em cultivo. Estas células são pluri ou totipotentes, podendo dar origem a qualquer tipo de tecido ⁽¹⁵⁾.

Enxertos celulares podem ser obtidos se as células somáticas de um paciente forem utilizadas para produzir embriões clones, os quais serão usados para gerar ES-cells humanas. Estas células podem ser cultivadas e ter diferenciação direcionada em tipos celulares específicos *in vitro*, constituindo uma fonte universal de células para o transplante terapêutico, o qual corrigirá as deficiências genéticas que ameaçam a vida ou induzirá respostas imunes apropriadas. No entanto, esta tecnologia está apoiada no sucesso de outras, como a obtenção de quantidade suficiente de oócitos, a produção *in vitro* de embriões e de ES-cells humanas, a diferenciação controlada das ES-cells em cultivo e a transferência nuclear ⁽²⁴⁾.

Portanto, estas abordagens são tecnicamente difíceis e não apresentaram sucesso até o momento devido à necessidade da validação das linhas ES-cells em humanos, a melhoria na taxa de transferência nuclear, a geração e a expansão de populações específicas de células tronco em cultivo e a diferenciação celular guiada para a terapia de doenças que necessitem de transplante ⁽⁷⁾.

Proteínas terapêuticas humanas e nutracêuticos

A clonagem terá sua principal aplicação na criação de animais transgênicos (biorreatores) para uso comercial ⁽¹⁾. Genes específicos humanos poderão ser introduzidos em células cultivadas *in vitro* e, direcionados para serem expressos apenas na glândula mamária, da qual serão facilmente isoladas as proteínas farmacêuticas para uma variedade de doenças e patologias ^(24,27).

Com a possibilidade de alterações no genoma, a qualidade nutricional dos produtos alimentícios podem ser melhorados, elevando-se as proteínas do leite (ex. caseína) ou adicionando-se outras, como a lactoferrina humana para suplementação de ferro. Além disso, pode-se remover as enzimas que causam reações alérgicas em algumas crianças, bem como, a alteração dos ácidos graxos do leite, tornando-o mais saudável ⁽²⁷⁾.

Modelos animais para o estudo de doenças humanas

Com a possibilidade da alteração genética, pode-se produzir animais modelos para o estudo de doenças humanas (entendimento de doenças, atuação de novas drogas e tratamentos antes de serem aplicados em humanos) ^(3,27).

Embora muita discussão ética seja gerada na criação de animais com doenças, os benefícios na pesquisa médica são enormes, justificando sua utilização em testes de novos medicamentos e tratamentos antes da liberação para uso em humanos ⁽²⁷⁾.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há milênios que a composição de animais e plantas é modificada pelo cruzamento seletivo. O avanço da biotecnologia apenas tenta conhecer, controlar e acelerar os eventos do melhoramento genético.

O advento da técnica de clonagem associado à transferência nuclear, utilizando-se células cultivadas, é um grande avanço na biotecnologia animal, proporcionando um ilimitado número de animais geneticamente idênticos para a pesquisa e a produção. A associação destas técnicas abre novas fronteiras para a produção econômica de animais domésticos transgênicos.

Apesar de muitos problemas a serem resolvidos na maioria das etapas da clonagem

(sincronização do ciclo celular, ativação oocitária, reprogramação do núcleo e gestação a termo), bem como na transgênese, elas abrem novas e excitantes oportunidades para a biotecnologia na geração de animais com várias aplicações biomédicas (biorreatores de proteínas farmacêuticas, alimento com elevado teor nutricional e propriedades de saúde, e órgãos para transplante), e rebanhos com incremento nas características de produção agrícola.

Quando estas biotécnicas e suas interações estiverem totalmente dominadas pelo ser humano, a compreensão e o domínio da biologia darão uma possibilidade imaginável de controle da vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDERSON, G.B. & SEIDEL, G.E. Cloning for profit. *Science*, v.280, p. 1400-1, 1998.
2. BAKER, R.L.; SHANNON, P.; GARRICK, D.J. et al. The future impact of new opportunities in reproductive physiology and molecular biology on genetic improvement programmers. *Proc. New Zeland Soc. Anim. Prod.*, v.50, p.197-210, 1990.
3. CAMPBELL, K. Look on the side of cloning. *Nature Medicine*, v.4, p.557-8, 1998.
4. CAMPBELL, K.H.S.; WILMUT, I. Totipotence or multipotentiality of cultured cells: Applications and progress. *Theriogenology*, v.47, p.63-72, 1997.
5. CHERNY, R.A.; STOKES, T.M.; MEREI, J. et al. Strategies for the isolation and characterization of bovine embryonic stem cells. *Reprod. Fert. Dev.*, v.6, p.569-75, 1994.
6. CIBELLI, J.B.; STICE, S.L.; GOLUEKE, P.J. et al. Cloned transgenic calves produced from nonquiescent fetal fibroblasts. *Science*, v.280, p.1256-8, 1998.
7. COLMAN, A. & KIND, A. Therapeutic cloning: Concepts and practicalities. *Tibtech*, v.18, p.192-6, 2000.
8. CORLEY-SMITH, G.E. & BRANDHORST, B.P. Preservation of endangered species and populations: A role for genome banking, somatic cell cloning, and androgenesis? *Mol. Reprod. Dev.*, v.53, p.363-7, 1999.
9. FERREIRA, A.B.H. Mini Aurélio século XXI – Mini dicionário da Língua Portuguesa. Editora Nova Fronteira, 4^a.ed., Rio de Janeiro, 2000, p.159.
10. FRENCH, A.J.; GREENSTEIN, J.L.; LOVELAND, B.E. et al. Current and future

- prospects for xenotransplantation. *Reprod. Fert. Dev.*, v.10, p.683-96, 1998.
- 11.LAMBERSON, W.R. Production of identical swine: Uses for families with reduced phenotypic variation. *Theriogenology*, v.41, p.453-60, 1994.
- 12.LANZA, R.P.; CIBELLI, J.B.; DIAZ, F. et al. Cloning of an endangered species (*Bos gaurus*) using interspecies nuclear transfer. *Cloning*, v.2, p.79-89, 2000.
- 13.LANZA, R.P.; COOPER, K.C.; CHICK, W.L. After struggling for decades with a shortage of donated organs from cadavers, transplant surgeons may soon have source to tap. *Scientific American*, july, p. 40-5, 1997.
- 14a.LOHUIS, M.M. Potential benefits of bovine embryo manipulation technologies to genetic improvement programs. *Theriogenology*, v.43, p.51-60, 1995.
- 14b.LOSKUTOFF, N.M.; JOHNSON, W.H.; BETTERIDGE, K.J. The developmental competence of bovine embryos with reduced cell numbers. *Theriogenology*, v.39, p.95-107, 1993.
- 15.MARTIN, G.R. Isolation of a pluripotent cell line from early mouse embryos cultured in medium conditioned by teratocarcinoma stem cells. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, v.78, p.7634-8, 1981.
- 16.MOREADITH, R.W.; RADFORD, N.B. Gene targeting in embryonic stem cells: The new physiology and metabolism. *J. Mol. Med.*, v.75, p.208-16, 1997.
- 17.NOTARIANNI, E.; LAURIE, S.; N.G., A. et al. Incorporation of cultured embryonic stem cells into transgenic and chimeric, porcine fetuses. *Int. J. Dev. Biol.*, v.41, p.537-40, 1997.
- 18.POLEJAEVA, I.A. & CAMPBELL, K.H.S. New advances in somatic cell nuclear transfer: Application in transgenesis. *Theriogenology*, v.53, p.117-26, 2000.
- 19.SAEGUSA, A. Mother bears could help save giant panda. *Nature*, v.394, p.409, 1998.
- 20.SIMS, M. & FIRST, N.L. Production of calves by transfer of nuclei from cultured inner cell mass cells. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, v.90, p.6143-7, 1993.
- 21.STICE, S.L. & ROBL, J.M. Nuclear reprogramming in nuclear transplant rabbit embryos. *Biol. Reprod.*, v.39, p.657-64, 1988.
- 22.STICE, S.L.; ROBL, J.M.; PONCE DE LEON, F.A. et al. Clonig: New breakthroughs leading to commercial opportunities. *Theriogenology*, v.49, p. 129-38, 1998.
- 23.STICE, S.L.; STRELCHENKO, N.S.; KEEFER, C.L. et al. Pluripotent bovine embryonic stem cells lines direct embryonic development following nuclear transfer. *Biol. Reprod.*, v.54, p.100-10, 1996.
- 24.TROUNSON, A. & PERA, M. Potential benefits of cell cloning for human medicine. *Reprod. Fert. Dev.*, v.10, p.121-5, 1998.
- 25.WALES, R.G. From uncommitted to committed embryonic cells: Opportunities for their study and manipulation. *Reprod. Fert. Dev.*, v.7, p.983-96, 1995.
- 26.WALL, R.J. Transgenic livestock: Progress and prospects for the future. *Theriogenology*, v.45, p.57-68, 1996.
- 27.WELLS, D.N. Animal cloning: Current progress, challenges and future prospects. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, v.23, p.86-97, 1999.
- 28.WILLADSEN, S.M. & POLGE, C. Attempts to produce monozygotic quadruplets in cattle by blastomere separation. *Vet. Rec.*, v.108, p.211-213, 1981.
- 29.WILLADSEN, S.M. Nuclear transplantation in sheep embryos. *Nature*, v.320, p.63-65, 1986.
- 30.WILLADSEN, S.M. The development capacity of blastomeres from 4- and 8-cell sheep embryos. *J. Embryol. Exp. Morphol.*, v.65, p.165-72, 1981.
- 31.WILMUT, I.; SCHNIEKE, A.E.; MCWHIR, J. et al. Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. *Nature*, v.385, p.810-3, 1997.
- 32.WILMUT, I. Now that genetically modified and copied mammals are a reality, biomedical researchers are starting to develop imaginative ways to use this technology. *Scientific American*, december, p.58-63, 1998.
- 13.WOLF, E.; ZAKHARTCHENKO, V.; BREM, G. Nuclear transfer in mammals: Recent developments and future perspectives. *J. Biotechnology*, v.65, p.99-110, 1998.
- 34.WOOLLIAMS, J.A. & WILMUT, I. New advances in cloning and their potential impact on genetic variation in livestock. *Anim. Sci.*, v.68, p.245-56, 1999.

Recebido: 13/09/2004

Aceito: 28/09/2004

ACOMPANHAMENTO ULTRA-SONOGRÁFICO DA GESTAÇÃO EM GRANDES ANIMAIS – PARTE I

ULTRA-SONOGRAPHIC ACCOMPANIMENT OF GESTATION IN LARGE ANIMALS – PART I

Alexandre Wolf¹ e Sandra Helena Gabaldi²

RESUMO

A ultra-sonografia é uma técnica não invasiva, relativamente simples, segura para o técnico e para o paciente, e fornece informações rápidas, visto que as imagens permitem a interpretação e o diagnóstico imediato na maioria das situações, e em tempo real. Desta forma, esta técnica está sendo utilizada rotineiramente na medicina veterinária, principalmente nas avaliações obstétricas e ginecológicas dos animais domésticos, por apresentar grande potencial para o entendimento dos processos reprodutivos e maximização da eficiência reprodutiva.

Unitermos: equino, gestação, prenhez, ultra-sonografia

ABSTRACT

The ultra-sonography technique is not an invasive one, relatively simple, secure for the technician and patient. It supplies fast information, for the images permit the immediate interpretation and diagnosis in most of the situations, and at real time. Hence, this technique is being routinely utilized in veterinary medicine, mainly in obstetric and gynecologic evaluation of domestic animals, as it offers great potential to the understanding of the reproductive process and to the increasing of the reproductive efficiency.

Uniterms: equine, gestation, pregnant, ultra-sonography.

INTRODUÇÃO

O primeiro relato da utilização da ultra-sonografia na reprodução dos animais domésticos foi no diagnóstico de gestação em ovinos⁽¹⁴⁾. Devido ao alto custo do equipamento, os médicos veterinários reconheceram esta técnica como um valioso instrumento diagnóstico e de pesquisa apenas na década de 80, quando sua utilização foi instituída na rotina da reprodução animal em grandes animais (bovino e equino)⁽²³⁾ e tem se difundido muito.

O objetivo desta revisão de literatura é apresentar o acompanhamento ultra-sonográfico da gestação em grandes animais, abrangendo o diagnóstico e a perda embrionária precoce da gestação e, a determinação do sexo, a viabilidade e a biometria fetal.

FUNCIONAMENTO DO EQUIPAMENTO

O som é um movimento vibratório de um corpo sonoro que se propaga pelo ar (340m/s), nos líquidos (1425m/s) e nos sólidos (maior velocidade e mais variável), sofrendo reflexão (produção de ecos) quando encontra um obstáculo fixo. Já o ultra-som é definido como um som de alta frequência, usualmente de 5 a 7 milhões de ciclos por segundo (MHz), acima da média normal audível pelo homem (16 a 20000Hz)⁽²²⁾.

O equipamento utilizado na medicina veterinária consiste de duas partes básicas interligadas por um cabo de fibras ópticas:

a) corpo principal - composto de um computador e um monitor, responsáveis pela origem da energia, recebimento, amplificação

¹ Professor MS da Disciplina Obstetrícia Veterinária do Curso de Medicina Veterinária da Fundação Educacional de Andradina. Andradina. SP. Brasil.

² Professora Doutora da Disciplina Fisiopatologia da Reprodução e Inseminação Artificial do Curso de Medicina Veterinária da Fundação Educacional de Andradina. Andradina. SP. Brasil.

e conversão dos sinais, culminando com a exposição visual (sonograma) das ondas sonoras captadas pelo transdutor;

b) transdutor - produz as ondas sonoras e capta sua reflexão da superfície tissular, por meio de cristais piezelétricos que transformam corrente elétrica em ondas sonoras e vice-versa ⁽¹⁶⁾.

As ondas sonoras iniciais são produzidas piezeletricamente quando uma corrente de voltagem alternada é amplificada nos cristais contidos no interior do transdutor. Em resposta a esta estimulação elétrica, os cristais sofrem deformação e vibração que, por sua vez, geram ondas de alta freqüência de energia sonora ⁽²²⁾.

A freqüência de onda sonora produzida depende do estímulo dos cristais e de suas características específicas. Paralelamente, a freqüência se comporta nos transdutores de maneira similar as objetivas nos microscópios, ou seja, quanto menor a freqüência, maior será a área de exame e menor a resolução da imagem; ao contrário, com altas freqüências só poderão ser visualizadas pequenas áreas, mas com melhor detalhamento das estruturas observadas. Diz-se, então, que a penetração, ou seja, a capacidade de atingir determinadas estruturas, é inversamente proporcional a freqüência utilizada; já a resolução, que é a capacidade de discriminar espacialmente duas estruturas, aumenta proporcionalmente com a freqüência ⁽⁵⁾. Na veterinária, as freqüências mais utilizadas são de 3½, 5 ou 7½MHz.

Desta forma, a resolução das imagens geradas por equipamentos de 3,5MHz, apesar de apresentarem imagens em torno de 12 a 15cm de profundidade só permitem a visualização de estruturas de 6 a 8mm e, portanto, a qualidade das imagens geradas é inadequada para a visualização de estruturas menores que 6mm, servindo para as avaliações de gestações mais tardias. Já o equipamento de 5MHz é suficiente para a identificação de estruturas de 3 a 5mm a uma profundidade de 8 a 10cm, tornando-se ideais para os exames rotineiros do trato genital dos grandes animais e em gestações iniciais. No entanto, para aumentar a qualidade das imagens podem ser utilizados transdutores de

7,5MHz, com a profundidade ficando restrita à apenas 4 a 5cm, mas de ótimo uso para a avaliação de estruturas próximas ao transdutor ^(10,16).

As ondas ultra-sônicas produzidas são direcionadas para o tecido alvo que, ao encontrem interfaces de tecidos de diferentes densidades, uma porção dos raios sonoros irá propagar ou refletir, determinando a produção de ecos diferentes. A porção de onda sonora refletida como um eco é captada pelo transdutor e convertida em impulsos elétricos, os quais serão processados, amplificados, compensados e apresentados no monitor do aparelho, como um "corte" do tecido avaliado, na forma de imagem em tons de cinza ⁽⁷⁾.

Desta forma, de acordo com as características de absorção e reflexão das ondas sonoras pelos tecidos, estes são identificados na imagem ultra-sonográfica dentro de uma escala cinza; portanto, na tela os líquidos aparecerão na cor preta, por não refletirem as ondas sonoras (estrutura não ecogênica ou anecóica) e os tecidos densos surgirão na cor branca, pois apresentam alta reflexão dos raios sonoros (estrutura hiperecogênica ou hiperecóica). Já os tecidos de densidade intermediária serão representados na tela nos diversos tons de cinza (estruturas hipocogênicas de maior ou menor intensidade) ⁽⁷⁾.

As interações tecidos-ondas sonográficas podem ser classificadas em: reflexão (parte da onda sonora que volta ao transdutor por atingir uma estrutura densa), absorção (a energia das ondas sonoras que é absorvida pelos tecidos) e refração (a onda sonora que é desviada ao atravessar tecidos ou fluidos, sofrendo dispersão) ⁽⁷⁾. Há, também, os artefatos: amplificação ecogênica, sombra acústica, artefato das seis horas e do meio dia e, reverberação ⁽¹⁹⁾.

Há quatro formas básicas de imagem ultra-sônica:

a) modo-A (amplitude) - é uma apresentação em gráfico unidimensional de amplitude versus distância dos ecos ou profundidade das ondas sonoras nos tecidos. É utilizada na determinação da espessura do toucinho em suínos ⁽⁷⁾;

b) modo-B (brilho) - consiste de um conjunto de ecos ultra-sonográficos dispos-

tos num plano lado a lado, produzindo uma acurada imagem bidimensional de um “corte” de tecido em tempo real. Este modo é utilizado para diagnósticos na medicina humana e veterinária ⁽⁷⁾;

c) modo-M (movimento) ou T-M - uma adaptação do modo-B para avaliar movimentos de estruturas como o coração, que são representados na forma unidimensional contínua ^(7,22);

d) Doppler colorido - utilizado para avaliar a dinâmica da circulação sanguínea no coração e nos vasos pela determinação da velocidade do fluxo, apresentada nas tonalidades entre as cores vermelha (baixo fluxo) e amarela (alta velocidade sanguínea) ⁽¹⁶⁾.

Com relação aos transdutores, existem três tipos:

a) transdutor linear - possui os cristais dispostos linear e paralelamente, gerando uma imagem de corte transversal e longitudinal em forma retangular de alta definição;

b) setorial mecânico - exige uma pequena área de contato e apresenta um feixe divergente, facilitando o acesso às estruturas subcondrais pelo espaço intercostal, pois os raios penetram nos tecidos por uma pequena “janela” e então se divergem, produzindo uma imagem de corte transversal angular pela rotação de um único cristal em um eixo ^(16,20);

c) setorial convexo - semelhante ao linear, oferece uma imagem de maior ângulo por apresentar os cristais em disposição convexa ⁽¹⁶⁾.

Importante ressaltar que antes de se iniciar o exame ultra-sonográfico nos grandes animais é necessária a realização da palpação transretal dos órgãos reprodutivos internos, com a finalidade da localização e orientação espacial iniciais, bem como a remoção das fezes presentes no reto para evitar interferências na propagação das ondas sonoras. Em seguida, o transdutor é introduzido no reto e movimentado de um lado a outro, sobre a genitália interna (ovários, cornos e corpo uterino), produzindo imagens longitudinais do útero, ou girando 90° de modo a mudar o plano de longitudinal para transversal em relação ao eixo do corpo, obtendo, assim, seções transversais do útero ⁽¹⁰⁾.

DIAGNÓSTICO E CARACTERÍSTICAS DA GESTAÇÃO

Com o transdutor pressionado no assoalho do reto, mantendo contato com a superfície dorsal do trato reprodutivo, o diagnóstico precoce de gestação nos grandes animais é realizado com a observação da vesícula alantoideana no corno uterino, bem como a detecção de um corpo lúteo no ovário, variando com a espécie em questão ⁽¹⁰⁾.

A acurácia do diagnóstico precoce de gestação varia muito e depende de alguns fatores, tais como: tipo e frequência do transdutor, repetição do exame, idade, raça e número de parições dos animais, dias pós-cobertura ou inseminação, exame dos ovários e a experiência e as condições de trabalho do técnico ⁽²¹⁾. Deste modo, com transdutores de 5 ou 7,5MHz, um técnico experiente consegue realizar o diagnóstico positivo com 50% antes dos 18 dias e, 100% de confiança a partir do 20° dia pós-cobertura nas vacas ^(13,21).

Embora o uso do ultra-som rotineiramente em todos os animais não é prático, ele é de alto valor em casos de infertilidade, na biotecnologia (transferência de embriões, aspiração folicular e sexagem fetal), na detecção de gestação gemelar ⁽⁴⁾ e em animais suspeitos de apresentarem morte embrionária ⁽²⁴⁾. A ultrasonografia no diagnóstico precoce de gestação não causa danos à vesícula embrionária, como pode ocorrer na palpação via retal ^(6,9).

EQÜINOS

O exame ultra-sonográfico dos eqüinos deve levar em consideração a anatomia da espécie, onde os cornos uterinos estão dispostos em “V”.

O diagnóstico precoce de gestação na espécie eqüina teve início com os trabalhos de na década de 80, quando houve a introdução da ultra-sonografia na reprodução eqüina, possibilitando um estudo detalhado da vesícula embrionária, bem como do feto ⁽¹⁸⁾.

O exame ultra-sonográfico para o diagnóstico precoce de gestação na égua deve ser realizado com muita cautela, pois um fenômeno característico na espécie eqüina é a mobilidade intensa da vesícula embrionária (cerca de 7 deslocamentos de um corno para

o outro em 24 horas) entre os dias 11 e 14 da gestação^(16,8). Esta mobilidade parece ser causada pelas contrações da parede uterina, a qual é controlada pelo próprio concepto, sofrendo redução até cessar no dia 17, devido ao aumento do tônus uterino e da própria vesícula, culminando com o processo de fixação ao endométrio que se dá geralmente logo após a bifurcação uterina^(7,8,10,11). Além disso, para o diagnóstico precoce da gestação é importante saber que nos dias 9 a 11, a vesícula pode ser detectada no corpo do útero em 60% dos casos, nos dias 12 a 14, em 30% dos casos, e após este período, raramente⁽¹⁰⁾.

Na maioria das éguas, o concepto é visualizado pela primeira vez a partir dos dias 9 a 13 após a ovulação como uma pequena vesícula esférica com 4 a 5mm de diâmetro e espaço vesicular anecóico. Já, a partir do dia 14, o diagnóstico de prenhez positivo ou negativo é totalmente seguro, pela visualização da vesícula embrionária com diâmetro médio de 15mm. Entre os dias 14 e 17 esta vesícula apresenta um crescimento diário de 3 a 4mm^(7,11), sofrendo uma drástica redução na taxa de crescimento entre os dias 17 e 25 e, retornando a aumentar rapidamente depois deste período⁽¹⁰⁾. O concepto inicial tem um formato estritamente esférico até o dia 15 de gestação, toma a forma ovóide até o dia 17, a forma de pêra entre os dias 18 e 21 e, após este período, a forma é irregular⁽¹⁰⁾.

Há inúmeros critérios para se diferenciar uma vesícula embrionária inicial de condições patológicas, como cisto endometrial e secreções (endometrites e morte embrionária). Neste estágio, o concepto intacto é uma vesícula redonda claramente visível e contrastada contra a parede uterina ecóica; não há reflexões dentro da vesícula e seu conteúdo é anecóico⁽¹⁰⁾.

Nesta espécie, há um consenso com relação ao período ótimo para o diagnóstico de gestação simples e múltipla pelo ultra-som, ficando entre os dias 15 a 18 pós-cobertura ou inseminação, pois a vesícula é facilmente detectada. No entanto, é indicado que se faça um reexame por volta do dia 30, com a finalidade de se verificar uma possível morte embrionária inicial, que é mais comum neste período; outra avaliação é recomendada en-

tre os dias 50 e 60 para que todas as perdas embrionárias possam ser detectadas. Além disso, a membrana formada pelo saco vitelínico e alantóide, especialmente no dia 30 da gestação, pode levar a um diagnóstico falho de gestação gemelar, se não for cuidadosamente avaliado; da mesma forma pode ocorrer o contrário⁽¹⁰⁾. A ocorrência de partos gemelares é muito baixa, mas a concepção é relativamente elevada (25%) na espécie equina⁽¹⁸⁾.

Em torno do 21º dia de gestação, o embrião pode ser visualizado pela primeira vez com certa dificuldade, na porção ventral da vesícula, com posterior ascensão até o pólo dorsal da vesícula embrionária (40º dia de gestação) devido a formação da vesícula alantoideana na parede ventral uterina e sua progressiva expansão, com redução concomitante do saco vitelínico; o embrião parece ser suspenso pela membrana hiperecóica formada pelo saco vitelínico e alantóide. Já no 24º a 26º dia, pode-se observar os movimentos cardíacos do feto (150 a 190 batimentos por minuto, mas diminui com o avançar da gestação), primeiro parâmetro relacionado à viabilidade embrionária, além de servir para excluir uma gestação patológica; os batimentos cardíacos sofrem um aumento (196 batimentos por minuto) durante o 3º mês de gestação, mas diminui gradualmente até o 6º mês (130 batimentos por minuto)⁽²⁾. No 36º dia de gestação, há o início da penetração de células coriônicas no endométrio para a formação dos cálices endometriais, responsáveis pela produção da gonadotrofina coriônica equina (eCG)^(7,8,10).

Na fase posterior, ou seja, entre 41 e 60 dias, ocorre o descenso fetal para a porção ventral da vesícula, devido a formação do cordão umbilical ligado ao pólo dorsal do alantocóion, onde o feto ficará na posição de decúbito dorsal; a partir deste momento, o feto pode ser frequentemente observado e, são vistos os primeiros movimentos fetais, parâmetro também relacionado com a viabilidade fetal^(7,8,10).

Após o 60º dia de gestação, a ultrasonografia do feto ganha importância, podendo-se descrever inúmeras partes e órgãos do corpo fetal, bem como a mensuração destes, obtendo-se importantes conclusões de gesta-

ções anormais e determinação da idade fetal. A aparência ultra-sonográfica dos vários órgãos fetais nos eqüinos geralmente se assemelha com a dos bovinos, apresentando algumas particularidades ⁽¹⁰⁾, que serão descritas a seguir.

As estruturas mais facilmente visualizadas e avaliadas são as órbitas oculares, a cavidade craniana e o coração. Diferentemente dos bovinos, o estômago é representado por uma área oval hipoecóica na região das últimas costelas e apresenta as características típicas de um estômago eqüino (saco cego dorsal e o corpo ventral), e o cordão umbilical apresenta uma disposição típica de duas artérias e uma veia ⁽¹⁰⁾.

Também, semelhante aos bovinos, a fetometria oferece a possibilidade da determinação da idade fetal, onde a acurácia aumenta com a combinação de vários parâmetros. A órbita ocular é a estrutura mais frequentemente avaliável durante quase toda a gestação, cujo diâmetro aumenta progressivamente de forma linear. Para se reduzir os erros na mensuração, várias costelas (3 a 5) e seus espaços intercostais devem ser medidos em conjunto ⁽¹⁰⁾.

Com relação à biometria fetal, o embrião mede 5mm de comprimento e cresce numa taxa de 1mm por dia até o 25º dia, passando à 2mm por dia até o 50º dia, onde aos 45 dias de gestação o feto apresenta uma distância cabeça-garupa de aproximadamente 25mm e, aos 60 dias, 40mm ⁽¹¹⁾. Mas, a partir do 50º dia não é mais possível a visualização total da vesícula fetal no monitor. No entanto, ele pode ser visualizado em partes até a sua descência para o abdômen (150 dias de gestação) ⁽¹⁶⁾. Durante o segundo e terceiro trimestres da gestação, a avaliação transabdominal pode ser útil na visualização do feto e ambiente uterino ⁽¹⁰⁾.

As dificuldades técnicas do exame ultrassônico do feto eqüino dependem do estágio da gestação. Desta forma, a acessibilidade do feto varia com o avanço da gestação ⁽¹⁰⁾.

Sexagem fetal

A determinação do sexo fetal pode ser realizada entre os dias 50 e 70 de gestação, onde a técnica para a determinação do sexo

fetal está baseada no posicionamento relativo do tubérculo genital. O tubérculo genital é a estrutura que dará origem ao pênis e ao prepúcio nos machos e, à vulva e ao clitóris nas fêmeas, apresentando-se à ultrasonografia como uma estrutura bilobulada, com cada lobo alongado e ovóide, de poucos milímetros de tamanho e ecogenicidade intensa ^(1,10). Para a visualização do tubérculo genital, o transdutor deve ser posicionado no sentido longitudinal, mostrando uma imagem lateral do feto ⁽²⁵⁾.

Por volta do 40º dia de gestação, o tubérculo genital está posicionado entre os membros posteriores em ambos os sexos. Após este período, o tubérculo genital inicia uma migração cranial, em direção ao cordão umbilical, no feto masculino e, caudal, em direção a base da cauda, no feto do sexo feminino ^(1,3,10,25).

No entanto, o tubérculo genital pode ser confundido com a cauda e a coluna vertebral, que são semelhantes em ecogenicidade e também bilobuladas ⁽¹⁾. Desta forma, algumas estruturas internas e externas do feto podem auxiliar na localização e na identificação do tubérculo genital, como: nos machos, o úraco, que tem aspecto anecóico e está na região do tubérculo; nas fêmeas, as glândulas mamárias, que são visualizadas pelo ultra-som, confirmando o diagnóstico fetal a partir do 90º dia de gestação, até o momento em que for possível a visualização da área pélvica do feto ⁽¹⁹⁾. Importante ressaltar que para a sexagem fetal, deve ser seguido o critério de localizar a cabeça, a cauda e o cordão umbilical antes do diagnóstico do sexo. Geralmente, a secção transversal ajuda na determinação do tubérculo genital e dos pontos de referência descritos; já, a secção frontal determina a localização relativa do tubérculo genital em relação às estruturas adjacentes ⁽¹⁾.

No entanto, em contraste com os bovinos, não é possível a visualização do escroto, pois a descência do testículo nos eqüinos é mais tardia que nos bovinos ⁽¹⁰⁾.

O período ótimo para a sexagem fetal nas éguas é entre 59 e 68 dias de gestação ^(1,3). A partir do 69º dia de gestação a acurácia cai drasticamente, devido aos problemas na obtenção de uma adequada visualização da

região posterior do feto eqüino ⁽³⁾.

Importante lembrar que a experiência do operador conta muito na acurácia da técnica de determinação do sexo fetal pela ultra-sonografia ⁽³⁾.

Perda embrionária

Considera-se perda embrionária e/ou fetal precoce uma prenhez interrompida involuntariamente durante os primeiros 60 dias ⁽¹⁷⁾.

Na espécie eqüina, a morte embrionária ocorre em 4 a 15% das gestações entre os dias 10 e 50. Há vários parâmetros ultrasonográficos para se prever uma morte embrionária, tais como: qualquer achado que indique uma anormalidade no desenvolvimento fetal, aumento da ecogenicidade do fluido da vesícula embrionária (aumento da celularidade e desorganização das membranas placentárias), irregularidade da parede da vesícula embrionária e o endométrio (diminuição na produção e aumento na reabsorção do fluido embrionário) e a parada do batimento cardíaco, precedido por uma bradicardia, que é o mais seguro sinal para a determinação da morte embrionária e fetal ⁽¹⁰⁾.

Em gestações mais avançadas, o formato e o tamanho do saco fetal não podem ser mais acessados, devido ao aumento no seu tamanho. Portanto, a avaliação deve ser concentrada no feto, principalmente na taxa cardíaca, que fica além dos limites normais. Frequentemente, o feto não é imediatamente expelido após ter morrido, onde uma diminuição do fluido placentário é observada, assim como alterações na anatomia estrutural e dos órgãos, e na ecogenicidade do feto. Já, nos casos de hidroalantóide e hidroâmion, a extensiva quantidade de líquido no útero é visualizada ⁽¹⁰⁾.

Punção da vesícula embrionária pela ultra-sonografia transvaginal

Enquanto a redução manual de uma gestação gemelar nos eqüinos não obtém sucesso após 20 a 25 de gestação, a punção e a aspiração de um dos conceptos por via transvaginal ou transcutânea pode ser uma possibilidade com a ultra-sonografia ^(10,15). A redução da gestação gemelar é necessária, pois causa perdas econômicas na criação eqüina ⁽¹⁵⁾.

Esta técnica de punção guiada por ultra-

som também pode ser utilizada para a colheita de células (aminocentese), que servirão para a determinação do sexo ⁽³⁾ pela técnica da reação em cadeia da polimerase (PCR); esta técnica tem boa acurácia num período de 70 a 100 dias de gestação em bovinos ⁽¹²⁾.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CURRAN, S. Fetal sex determination in cattle and horses by ultrasonography. *Theriogenology*, v.37, n.1, p.17-21, 1992.
2. CURRAN, S.; GINTHER, O.J. M-mode ultrasonic assessment of equine fetal heart rate. *Theriogenology*, v.44, p.609-17, 1995.
3. CURRAN, S.; GINTHER, O.J. Ultrasonic determination of fetal gender in horses and cattle under farm conditions. *Theriogenology*, v.36, n.5, p.809-14, 1991.
4. DOBSON, H. et al. Assessment of fetal number and fetal and placental viability throughout pregnancy in cattle. *Theriogenology*, v.40, n.2, p.411-25, 1993.
5. DYSON, S. Selecting a machine for diagnostic ultrasound examinations in horses. *Equine Vet. Education*, v.3, p.161-5, 1991.
6. GALLAND, J.C.; OFFENBACH, L.A.; SPIRE, M.F. Measuring the time needed to confirm fetal age in beef heifers using ultrasonographic examination. *Vet. Med.*, v.89, n.8, p.795-804, 1994.
7. GINTHER, O.P. In: GINTHER, O.P. *Ultrasound imaging and reproductive events in the mare*. Madison: Equiservice, 1986. 377 p.
8. GINTHER, O.J. Equine pregnancy: physical interactions between the uterus and conceptus. Milne Lecture: Equine Pregnancy, v.44, p.73-104, 1998. Proceedings.
9. HORDER, M.M.; BARNET, S.B.; EDWARDS, M.J. Diagnostic ultrasound in veterinary practice: How safe is it? *Australian Vet. J.*, v.73, n.1, p.10-5, 1996.
10. KÄHN, W. In: *Veterinary Reproductive Ultrasonography*, Mosby-Wolfe, London, 1994, p.256.
11. KÄHN, W. Sonographic imaging of the bovine fetus. *Theriogenology*, v.33, n.2, p.385-96, 1990.
12. KAMIMURA, S. et al. Determination of bovine fetal sex by PCR using fetal fluid aspirated by transvaginal ultrasound-guided amniocentesis. *Theriogenology*, v.47, p.1563-9, 1997.

- 13.KASTELIC, J.P.; CURRAN, S.; GINTHER, O.J. Accuracy of ultrasonography for pregnancy diagnosis embryonic loss in heifers. *Theriogenology*, v.31, n.4, p.813-20, 1989.
- 14.LINDAHL, I.L. Detection of pregnancy in sheep by means of ultrasound. *Nature*, v.212, p.642-3, 1966.
- 15.MACPHERSON, M.L.; REIMER, J.M. Twin reduction in the mare: current opinions. *Anim. Reprod. Sci.*, v.60-61, p.233-44, 2000.
- 16.MOURA, J.C.A.; MERKT, H. In: *A ultrasonografia na reprodução equina*. 2 ed., Salvador: Editora Universitária Americana, 1996. 162 p.
- 17.NEELY, D.P. et al. In: *Reproducción Equina*. Hemisfério Sur, 1989, 178 p.
- 18.PALMER, E.; DRIACOURT, M.A. Use of ultrasonic echography in equine gynecology. *Theriogenology*, v.13, p.202-16, 1980.
- 19.PETER, A.T.; JAKOVLIJEVIC, S.; PIERSON, R.A. Use of real-time ultrasonography in bovine and equine reproduction. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, v.14, n.8, p.1116-24, 1992.
- 20.POWIS, R.L. Ultrasound science for the veterinarian. In: RANTANEN, N.W., *The Vet. Clinics of North America: Equine Practice*. Philadelphia: WB Saunders, 1986, p.3-28.
- 21.RAJAMAHENDRAN, R.; AMBROSE, D.J.; BURTON, B. Clinical and research applications of real-time ultrasonography in bovine reproduction: A review. *Can. Vet. J.*, v.35, p.563-72, 1994.
- 22.RANTANEN, N.W.; EWING, R.L. Principles of ultrasound application in animals. *Ultrasound Application in Animals*, v.22, n.5, p.196-203, 1981.
- 23.REEVES, J.J.; RANTANEN, N.W.; HAUSER, M. Transrectal real-time ultrasound scanning of the cow reproductive tract. *Theriogenology*, v.21, p.485-94, 1984.
- 24.SANTOS, I.W.; NEVES, J.P. Diagnóstico de gestação na vaca pela ultrasonografia. *Ciência Rural*, v.24, n.2, p.365-9, 1994.
- 25.WIDEMAN, D.; DORN, C.G.; KRAEMER, D.C. Sex detection of the bovine fetus using linear array real-time ultrasonography. *Theriogenology*, v.31, n.1, p.272, 1989.

Recebido: 13/09/2004

Aceito: 28/09/2004

ACOMPANHAMENTO ULTRA-SONOGRÁFICO DA GESTAÇÃO EM GRANDES ANIMAIS – PARTE II

ULTRA-SONOGRAPHIC ACCOMPANIMENT OF GESTATION IN LARGE ANIMALS – PART II

Alexandre Wolf¹ e Sandra Helena Gabaldi²

RESUMO

A ultra-sonografia é uma ferramenta valiosa para a reprodução bovina, pois permite realizar o diagnóstico precoce de gestação, a viabilidade e a sexagem fetal, sem prejudicar a manutenção da gestação. A determinação do sexo fetal agrega valor ao produto e permite planejar o rebanho.

Unitermos: bovino, búfalo, gestação, prenhez, ultra-sonografia.

ABSTRACT

The ultra-sonography is a precious instrument by bovine reproduction, because permit to realize gestation premature diagnostic, foetal viability and sexage, without damage the gestation maintenance. The foetal sexage aggregate value to product and permit to project the breeding.

Uniterms: bovine, buffalo, gestation, pregnant, ultra-sonography.

INTRODUÇÃO

Após a década de 80, a ultra-sonografia tornou-se uma ferramenta poderosa para a reprodução animal, possibilitando desde a avaliação do ciclo estral até a avaliação fetal. Embora o custo do equipamento ainda seja alto, um bom volume de trabalho pode favorecer sua aquisição pelo médico veterinário.

O objetivo desta revisão de literatura é apresentar o acompanhamento ultra-sonográfico da gestação em bovinos e búfalos, incluindo o diagnóstico e a perda embrionária precoce da gestação e, a determinação do sexo, a viabilidade e a biometria fetal.

BOVINOS

Como para os equínos, o exame ultra-sonográfico dos bovinos segue a mesma seqüência de avaliação, levando-se em consideração a anatomia da espécie.

A vesícula embrionária nos bovinos pode ser visualizada pela primeira vez aos 11,7 dias após a ovulação⁽¹³⁾. No entanto, uma melhor acurácia só é vista a partir do 17º dia

pós-ovulação, onde a vesícula embrionária pode ser visualizada no corno que a abriga, aparecendo como uma área anecóica, estreita e comprida no “corte” longitudinal e circular no transversal (2 a 4mm diâmetro)⁽²⁶⁾.

Até o 16º dia de gestação a vesícula embrionária apresenta um processo de alongação e não está ocupando completamente o corno uterino, o qual apresenta fluido livre, confundindo o operador. O diagnóstico preciso após o 17º dia de gestação é fornecido pela utilização de transdutor de alta frequência (7,5MHz), o qual apresenta um alto poder de resolução e melhora a qualidade da imagem⁽²²⁾.

Entre os dias 17 e 20, as secções hipoecóicas da vesícula embrionária são visíveis em várias regiões do corno gravídico. Por volta do 19º dia, a expansão da vesícula é ainda maior e resulta na distensão óbvia do lúmen uterino, usualmente próxima ao meio do corno uterino gravídico na mesma área onde ela apareceu primeiro⁽¹³⁾.

A prenhez gemelar pode ser uni ou bi-

¹ Professor MS da Disciplina Obstetrícia Veterinária do Curso de Medicina Veterinária da Fundação Educacional de Andradina.. Andradina. SP. Brasil.

² Professora Doutora da Disciplina Fisiopatologia da Reprodução e Inseminação Artificial do Curso de Medicina Veterinária da Fundação Educacional de Andradina.. Andradina. SP. Brasil.

lateral, onde, a disposição das vesículas unilateralmente pode ser justaposta, de tal maneira que a imagem ultra-sonográfica apresenta-se na forma de número “8”, ou mesmo tão justapostas que dá a impressão de uma única vesícula nos estádios iniciais da gestação, deixando o diagnóstico de gestação gemelar mais difícil ⁽¹³⁾.

Portanto, para um diagnóstico seguro, recomenda-se realizar o exame, entre os dias 18 e 26 da gestação, minucioso por todo o útero em busca de uma possível segunda vesícula embrionária, pois a maior falha no diagnóstico de gestação gemelar está na não procura de uma segunda vesícula embrionária quando do encontro de uma. Além disso, a presença de cistos endometriais pode dificultar o diagnóstico de gestação gemelar. Desta forma, o diagnóstico de gestação gemelar somente deve ser confirmada com a visualização clara de duas ou mais vesículas embrionárias, onde o período mais indicado para este diagnóstico é o segundo mês de gestação, devido à visualização fácil e individual dos fetos ⁽¹³⁾.

Em média, com 20 a 22 dias de gestação é possível identificar o embrião, em forma de “C” até o 30º dia, de aproximadamente 5mm de comprimento no seu maior eixo, e seus batimentos cardíacos (150 a 188 batimentos por minuto, diminuindo com a progressão da gestação), permitindo, assim, a verificação de sua viabilidade ^(15, 26). Neste momento (23 dias), a vesícula (âmnion) já se encontra bem distendida (3 a 5mm de diâmetro) e é facilmente observada na ultra-sonografia. A visualização do embrião nesta fase inicial nem sempre é possível devido à dificuldade de diferenciá-lo, algumas vezes, da parede uterina com a qual ele está em contato, mas, posteriormente, é de fácil identificação, apresentando um crescimento de 1mm/dia, entre os dias 20 e 50 da gestação ⁽¹³⁾.

O saco alantóide é evidenciado entre 23 e 27 dias de gestação em alguns animais, estando na porção média ventral do embrião por 1 a 2 dias ⁽²⁶⁾.

No dia 25 de gestação, a vesícula apresenta um diâmetro de 10mm, alcançando o corpo do útero e, as pregas uterinas a dividem em lojas. No 30º dia, o diâmetro da vesícula já é de 18 a 20mm e, já pode ser visualizado no corno uterino contralateral

com um diâmetro de 4 a 8mm, onde o feto pode ser bem visualizado em forma de “L”, com 12mm de tamanho e envolto por uma fina linha ecogênica, o âmnion. Com 29 a 33 dias, as cavidades oculares podem ser observadas como áreas anecóicas esféricas em cada lado do crânio, com 29 a 39 dias de gestação os membros anteriores são identificados e, com 33 a 38 dias, os placentomas já são evidentes próximos ao feto, como elevações semicirculares ^(15, 26, 13).

O 60º dia de gestação é caracterizado pela visualização pronunciada das pregas uterinas dividindo o útero prene em pseudocompartimentos, mas aos 70 dias de gestação, estas dobras uterinas se retraem pelo crescimento do feto ⁽¹³⁾.

O conhecimento da idade do feto é de fundamental importância para o auxílio no diagnóstico clínico das enfermidades ocasionadas por aborto, além de ser um importante subsídio do ponto de vista médico legal. Desta forma, já existem padrões biométricos fetais nos diferentes estádios de gestação para os grandes animais, analisados por ultra-som, baseados no tamanho e características gerais de desenvolvimento ⁽¹¹⁾.

A partir dos 30 dias de gestação torna-se possível a mensuração de uma variedade de parâmetros, tais como: distância *crown-rump* (cabeça-garupa) e diâmetros transabdominal, da órbita ocular e cefálico. Estas medidas permitem a inferência da idade do conceito *in vivo* pela ultra-sonografia, chamada de fetometria ultra-sônica, podendo ser calculada por uma equação de regressão, dependendo do órgão mensurado. O olho é o órgão mais frequentemente avaliado para a fetometria durante todos os estádios da gestação, bem como, semelhantemente, a caixa craniana, que é avaliada até o final do sétimo mês. Já, a distância cabeça-garupa (distância entre o osso occipital e a primeira vértebra da cauda) somente pode ser mensurada por um breve período, devido ao limitado tamanho da imagem mostrada na tela (10cm), apesar de ser um dos mais acurados para a determinação da idade fetal. No entanto, outros órgãos podem ser mensurados, mas com dificuldades e por períodos limitados ⁽¹³⁾.

É importante frisar que a ótima aproximação da determinação da idade fetométrica de fetos bovinos depende do estágio da ges-

tação e da acessibilidade das partes do corpo fetal, podendo ser melhorada pela combinação de vários parâmetros ⁽¹³⁾.

O estômago e a fenda dos cascos são observados, respectivamente, aos 40 e de 42 a 49 dias, juntamente com o início dos movimentos dos membros e da cabeça.

Com 35 a 40 dias de gestação, iniciam os centros de ossificação, onde: aos 51 a 55 dias aparecem as costelas, aos 61 a 65 dias a mandíbula, vértebras cervicais ⁽²⁶⁾, torácicas, lombares e sacrais e, ossos longos, aos 66 a 70 dias a escápula, o íleo e o ísquio, aos 71 a 80 dias a cauda e, aos 81 a 85 dias as falanges e o esterno, antes da calcificação total, a qual se torna mais intensa ao redor dos 180 dias de gestação ^(14, 13).

A partir do segundo trimestre de gestação, a ultra-sonografia do feto ganha importância, pois todos os órgãos ou partes do feto

podem ser avaliados. Além disso, entre o segundo e o terceiro trimestre, as características observáveis do ambiente uterino são os múltiplos placentomas e a hiperecogenicidade (riqueza em células) do fluido amniótico em detrimento à hipoeecogenicidade do fluido alantóide ⁽¹³⁾.

Para se determinar corretamente a posição das porções avaliadas, há a denominação de três planos de exame: secção sagital ou mediana, secção horizontal e secção cruzada ou transversal. Em semelhança à radiologia, na ultra-sonografia há também a descrição do direcionamento das ondas sonoras que atravessam o corpo avaliado: raio sonoro dorso-ventral e ventrolateral ⁽¹³⁾.

A visualização das porções e órgãos fetais pela ultra-sonografia vai ocorrendo com o avançar da gestação, permitindo a avaliação de suas características (Tabela 1).

TABELA 1 - Identificação e características observadas pela ultra-sonografia das estruturas fetais a longo da gestação em bovinos

| Estrutura | Identificação | Características | Obs |
|---|-------------------------|--|--|
| Coração | 20 a 22 dias | Pulsatilidade | |
| Alantóide | 23 a 27 dias | Membrana hiperecólica com fluido (vesícula) | Fluido hipoeecólico |
| Âmnion | 30 dias | Membrana hiperecólica com fluido (vesícula) | Hiperecogenicidade com o tempo |
| Cabeça | 5ª semana | Centros de ossificação | Movimento |
| Cordão umbilical | 5ª semana 3º mês | Linha sinuosa hiperecólica 2 artérias e 2 veias | Fácil visualização Secção transversal |
| Coluna espinal | 5ª semana 8ª semana | Linha hiperecólica Vértebra individual | Secção sagital Secção transversal |
| Estômago | 40 dias | Grande área anecólica | Determina posição fetal |
| Órbitas oculares | 40 dias | | |
| Cavidade craniana (ventrículos, cérebro e meninges) | 50 a 60 dias até 7º mês | Cavidade arredondada Cavidade oval | Secção transversal Secção sagital |
| Bexiga urinária | 60 dias | Pequena área anecólica | Difícil localização |
| Estruturas oculares | 70 dias | | |
| Membros anteriores e posteriores | 10ª a 12ª semana | Estruturas hiperecólicas | Mensuração entre finais da diáfise |
| Ossos pélvicos | 11ª a 12ª semana | 2 pares de estruturas lineares hiperecólicas paralelas ao eixo longitudinal do corpo | Visualização do cone pélvico |
| Câmaras cardíacas | 90 dias | Válvulas e vasos | Movimento |
| Fígado | 3º mês | Eco grosseiramente granular e grandes vasos sanguíneos | |
| Mandíbula | 3º mês | | |
| Rins | | Hipoeecólico (anatomia própria) | Entre osso ilíaco e última costela |

Em torno do 110º dia, o útero assume uma posição extrema na cavidade abdominal, ficando difícil a visualização do feto pela ultrasonografia transretal, mas podendo ser observado pela via transcutânea abdominal ⁽¹³⁾.

SEXAGEM FETAL

A sexagem fetal proporciona o planejamento de rebanhos, devido à possibilidade de concentrar maior número de machos em rebanhos produtores de carne e mais fêmeas nos de leite e de corte elite, conseqüentemente, descartando e comercializando gestações e matrizes em atendimento às necessidades do comprador e do vendedor ⁽²⁾. Com isso, a sexagem fetal aliada às novas técnicas de produção animal maximizam o retorno financeiro investido na pecuária bovina ⁽²⁷⁾.

Os primeiros trabalhos com sexagem de embriões bovinos pela ultra-sonografia datam 1986, quando MÜLLER & WITTKOWSKI (1986) ⁽¹⁹⁾ consideraram o aumento do prepúcio e das mamas nos fetos machos ao redor de 73 a 120 dias de gestação, com acurácia de 94%; porém, não puderam identificar a vulva nas fêmeas devido a presença da cauda.

No entanto, a determinação do sexo fetal pode ser realizada entre os dias 50 e 60 de gestação. A determinação do sexo fetal segue a mesma seqüência descrita para o equíno, onde a técnica está baseada no posicionamento relativo do tubérculo genital. O tubérculo genital é a estrutura que dará origem ao pênis e ao prepúcio no caso dos machos e, à vulva e ao clitóris no caso das fêmeas, apresentando-se à ultra-sonografia como uma estrutura bilobulada, com cada lobo alongado e ovóide, de poucos milímetros de tamanho e ecogenicidade intensa ^(5,13).

Por volta do 40º dia de gestação, o tubérculo genital está posicionado entre os membros posteriores em ambos os sexos. Após este período, o tubérculo genital inicia uma migração cranial, em direção ao cordão umbilical, no feto masculino e, caudal, em direção a base da cauda, no feto do sexo feminino ^(27, 6, 5, 13).

No entanto, o tubérculo genital pode ser confundido com a cauda e a coluna vertebral, que são semelhantes em ecogenicidade e também bilobuladas ⁽⁵⁾. Desta forma, algumas estruturas internas e externas do feto podem auxiliar na localização e na identificação do tubérculo

genital, como: nos machos, o úraco, que tem aspecto anecóico e está na região do tubérculo, e o escroto; nas fêmeas, as glândulas mamárias ⁽²²⁾. Importante ressaltar que para a sexagem fetal, deve ser seguido o critério de localizar a cabeça, a cauda e o cordão umbilical antes do diagnóstico do sexo ⁽²⁵⁾. Geralmente, a secção transversal ajuda na determinação do tubérculo genital e dos pontos de referência descritos; já, a secção frontal determina a localização relativa do tubérculo genital em relação às estruturas adjacentes ⁽⁵⁾. Portanto, é possível prever o sexo fetal, com 100% de acurácia, a partir do 55º dia de gestação ^(27, 21, 6, 22), apresentando um limite seguro entre 59 e 68 dias ^(5, 24).

PERDA EMBRIONÁRIA

Anteriormente, a detecção destas perdas não era possível, pois não havia um diagnóstico precoce de gestação, nem um método para se avaliar a viabilidade fetal. Com a ultra-sonografia, todas as imagens de gestação não fisiológicas levam a um diagnóstico presuntivo de morte embrionária ou fetal precoce ⁽⁹⁾.

Vários parâmetros podem ser utilizados para esta avaliação:

- a) ecogenicidade no fluido vesicular - presença de células pela decomposição dos envoltórios embrionários;
- b) ondulação do limite entre a vesícula embrionária e o endométrio - redução da quantidade de líquido da vesícula embrionária;
- c) bradicardia do feto - sofrimento fetal;
- d) presença de secreções patológicas no lúmen uterino - microorganismos ^(9, 14).

Os parâmetros “a” e “b” perdem sua confiabilidade a partir do momento em que a vesícula embrionária adquire formas irregulares fisiológicas. Por este motivo, a monitorização ultra-sonográfica do feto é de fundamental importância para resguardar o profissional e a tecnologia de possíveis erros de diagnóstico com apenas uma observação ⁽¹⁸⁾.

Com isso, a taxa de perda embrionária foi considerada normal em 5%, aceitável em 8,2% a 10,6% e anormal acima de 10% ⁽⁷⁾.

A maior taxa de perda embrionária em bovinos (21%) é detectada por volta do 16º ao 18º dias de prenhez, devido à falha do embrião em bloquear a luteólise (11 a 17 dias) ⁽¹⁷⁾. Esta taxa pode variar com a categoria (7 a 20% em novi-

lhas e 9 a 12% em vacas, dependendo do autor)^(12,4) e com o período do ano (18% na primavera e verão e, 9% no outono e inverno)⁽¹⁰⁾.

Em estágio mais avançado, os sinais mais evidentes da morte embrionária são a parada dos batimentos cardíacos, a separação das membranas fetais da mucosa uterina, a perda da forma e o aumento da ecogenicidade do embrião, a diminuição dos líquidos fetais e a presença de fragmentos nos líquidos⁽²⁵⁾, quando podem ocorrer sintomas de estro e expulsão de debris sólidos pela cérvix⁽¹³⁾.

Pode ocorrer também a mumificação fetal, onde o útero apresenta poucas informações ultrasonográficas conclusivas, ficando o diagnóstico baseado nas características fetais: perda da identificação de partes do corpo do feto e diminuição da penetração das ondas sonoras no feto, formando uma área periférica hiperecogênica, com os tecidos profundos do feto não refletindo os ecos ultrasonográficos, permanecendo anecóico (alteração na absorção do som). Também pode ser detectada a maceração fetal, onde o fluido amniótico tem sua ecogenicidade aumentada, resultado da desintegração dos tecidos fetais, as estruturas do feto são vagamente reconhecidas e, apenas partes ósseas podem ser diferenciadas⁽¹³⁾.

BUBALINOS

A detecção de gestação determinação de morte embrionária precocemente é muito importante devido à dificuldade de detecção do retorno ao estro em búfalas pela observação^(20, 3, 23).

O diagnóstico de gestação nas búfalas é realizado pela observação da vesícula esférica (11,7mm de diâmetro) e do conceito (4,2mm de diâmetro) dentro do útero por volta do dia 19 a 22 pós-cobertura⁽²³⁾ e, com o aparecimento dos movimentos cardíacos (203 batimentos por minuto) aos 30 dias⁽²⁰⁾. O desenvolvimento embrionário e fetal nos bufalinos se dá de forma mais lenta que nos bovinos, provavelmente devido a duração da gestação ser diferente (305 a 320 dias nos búfalos e 282 dias nos bovinos). A vesícula embrionária torna-se alongada após o 26º dia de gestação e assume uma forma irregular mais tarde, crescendo numa taxa de 1,06mm por dia⁽²⁰⁾.

O alantóide e o âmnion são primeiramente detectados no dia 26 a 32 e 30 a 36, respectivamente. Outras estruturas, como os membros anteriores, o cordão espinal, a área óptica, a fen-

da dos cascos, as costelas e as vértebras são primeiramente detectadas nos dias 34, 36, 37, 38, 46 e 60 da gestação, respectivamente. Os movimentos fetais também foram observados a partir do dia 49⁽²⁰⁾.

Como nos bovinos, o ultra-som também é muito importante na detecção de gestações gemelares em búfalos, tendo-se como período ideal para este diagnóstico 50 a 60 dias de gestação⁽²⁰⁾.

Além disso, a idade fetal também pode ser determinada em bufalinos, onde se utiliza as seguintes fórmulas: $y=29+9/2.x$ (para fetos com menos de 20cm) ou $y=74+9/4.x$ (para fetos com mais de 20cm), onde x representa o comprimento ápi-ce-sacro⁽¹⁾.

A determinação do sexo nos fetos bufalinos também é realizada pelo posicionamento relativo do tubérculo genital, como nos bovinos, podendo ser observado inicialmente no dia 47 de gestação entre os membros posteriores⁽⁸⁾. No entanto, o melhor período para a determinação do sexo em bufalinos com 100% de acurácia, é entre o 66º e 85º dia de gestação^(3,23).

A maior taxa de morte embrionária nesta espécie ocorre entre os dias 35 e 39 da gestação, havendo um declínio no conteúdo uterino e no tamanho da vesícula embrionária, a presença de áreas hipoecóicas da membrana e, uma perda da identidade estrutural do embrião aos 50 dias de gestação⁽²⁰⁾. No entanto, as avaliações ultrasonográficas da gestação na espécie bufalina ainda são escassas, necessitando de informações importantes e próprias desta espécie.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ultra-sonografia como uma ferramenta diagnóstica e de manejo revolucionou o exercício do diagnóstico veterinário, particularmente das atividades ligadas à reprodução animal. O diagnóstico precoce de gestação e a sexagem fetal podem ser empregados para maximizar a exploração animal, aumentando o retorno financeiro da atividade pecuária.

Além disso, a ultra-sonografia permite um estudo minucioso do desenvolvimento fetal, relacionando-o às anormalidades e possibilitando um prognóstico destas gestações, bem como a orientação correta para o tratamento e recuperação rápida da fêmea gestante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABDEL-RAOUF, M.; EL-NAGGAR, M.A. Biometry of the Egyptian buffalo foetus. *Vet. Sci.*, v.6, p.37-43, 1968.
2. BARROS, B.J.P. Diagnóstico precoce de gestação, perdas embrionárias e fetal e sexagem de fetos pela técnica da ultra-sonografia em bovinos zebus. São Paulo, 1997, 99p. *Dissertação (Mestrado em Reprodução Animal)* - FMVZ, USP.
3. BARUSELLI, P.S.; BARROS, B.J.P.; NOGUEIRA, M.F.G. et al. Fetal sex determination using ultrasound in buffalo. *Arq. Fac. Vet. UFRGS*, v.27, n.1, p.198, 1999 (Supl.).
4. BAXTER, S.J.; WARD, W.R. Incidence of fetal loss in dairy cattle after pregnancy diagnosis using an ultrasound scanner. *Vet. Rec.*, v.15, p.287-8, 1997.
5. CURRAN, S. Fetal sex determination in cattle and horses by ultrasonography. *Theriogenology*, v.37, n.1, p.17-21, 1992.
6. CURRAN, S.; GINTHER, O.J. Ultrasonic determination of fetal gender in horses and cattle under farm conditions. *Theriogenology*, v.36, n.5, p.809-14, 1991.
7. FORAR, A.L.; GAY, J.M.; HANCOCK, D.D. The frequency of endemic fetal loss in dairy cattle: a review. *Theriogenology*, v.43, n.6, p.989-1000, 1995.
8. GIMENES, C.R.; IRIKURA, I.; MARTIN, M.B. et al. Detecção ultra-sonográfica do sexo fetal em bubalinos (*Bubalus bubalis*) - Resultados preliminares. *Anais da 4ª Mostra Científica - FMVZ - UNESP - Botucatu*, 2000.
9. GINTHER, O.P. In: GINTHER, O.P. *Ultrasound imaging and reproductive events in the mare*. Madison: Equiservice, 1986. 377 p.
10. GREGORY, R.M.; MATTOS, R.C.; LAMPRECHT, M. Embryonic mortality in bovine-ultrasonographic evaluation. *Arq. Fac. Vet. UFRGS*, v.24, n.2, p.25-9, 1996.
11. HAFEZ, E.S.E. In: ____ *Reprodução Animal*. 4 ed., São Paulo: Manole, 1998. 720 p.
12. HANZEN, C.; LAURENT, Y. Application of ultrasonography in pregnancy diagnosis and evaluation of embryonic mortality rate in cattle. *An. Med. Vet.*, v.135, n.7, p.481-7, 1991.
13. KÄHN, W. In: ____ *Veterinary Reproductive Ultrasonography*, Mosby-Wolfe, London, 1994, p.256.
14. KÄHN, W. Sonographic imaging of the bovine fetus. *Theriogenology*, v.33, n.2, p.385-96, 1990.
15. KASTELIC, J.P.; CURRAN, S.; PIERSON, R.A. et al. Ultrasonic evaluation of the bovine conceptus. *Theriogenology*, v.29, n.1, p.39-54, 1988.
16. KETNER, G.; VAN CAMP, S.D. Assessment of the reproductive system of the female ruminant. *Vet. Clin. North Am.: Food Animal Practice.*, v.8, p.317-30, 1992.
17. LULAI, C.; KASTELIC, J.P.; CARRUTHERS, T.D. et al. Role of luteal regression in embryo death in cattle. *Theriogenology*, v.41, n.5, p.1081-9, 1994.
18. MOURA, J.C.A.; MERKT, H. In: ____ *A ultra-sonografia na reprodução equina*. 2 ed., Salvador: Editora Universitária Americana, 1996. 162 p.
19. MÜLLER, E.; WITTKOWSKI, G. Visualization of male and female characteristics of bovine fetuses by real-time ultrasonics. *Theriogenology*, v.25, n.4, p.571-4, 1986.
20. PAWSHE, C.H.; APPA RAO, K.B.C.; TOTEY, S.M. Ultrasonographic imaging to monitor early pregnancy and embryonic development in the buffalo (*Bubalus bubalis*). *Theriogenology*, v.41, p.697-709, 1994.
21. PERRY, R.C.; BEAL, W.E.; CORAH, L.R. Reproductive applications of ultrasound in cattle, Part 2 - Monitoring uterine characteristics and pregnancy. *Agri-Practice*, v.11, n.6, p.31-5, 1990.
22. PETER, A.T.; JAKOVLIJEVIC, S.; PIERSON, R.A. Use of real-time ultrasonography in bovine and equine reproduction. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, v.14, n.8, p.1116-24, 1992.
23. PRESICCE, G.A.; DE SANTIS, G.; STECCO, R. et al. Fetal gender determination by ultrasound in the mediterranean italian buffalo (*Bubalus bubalis*). *Theriogenology*, v.55, p.532, 2001.
24. RAJAMAHENDRAN, R.; AMBROSE, D.J.; BURTON, B. Clinical and research applications of real-time ultrasonography in bovine reproduction: A review. *Can. Vet. J.*, v.35, p.563-72, 1994.
25. STROUD, B.K. Clinical applications of bovine reproductive ultrasonography. *Continuing Education Article: Food Anim.*, v.16, p.1085-97, 1994.
26. TOTEY, S.M.; SINGH, G.; TANEJA, M. et al. Ultrasonography for detection of early pregnancy following embryo transfer in unknown breed of *Bos indicus* cows. *Theriogenology*, v.35, n.3, p.487-97, 1991.
27. WIDEMAN, D.; DORN, C.G.; KRAEMER, D.C. Sex detection of the bovine fetus using linear array real-time ultrasonography. *Theriogenology*, v.31, n.1, p.272, 1989.

Recebido: 13/09/2004

Aceito: 30/09/2004

EUTANÁSIA ANIMAL

ANIMAL EUTHANASIA

Fabio dos Santos Nogueira¹; Willian Marinho Dourado Coelho²; Carla Cristina Pereira Caris²; Fabiano Arlindo Alves³; Natalia Marinho Dourado Coelho⁴; Juliana de Carvalho Apolinário⁵

RESUMO

Este estudo tem o objetivo de proporcionar um breve conhecimento sobre o instituto da eutanásia animal, qual a sua finalidade, quando é necessária no cotidiano e quais são suas formas, aceitabilidade e etapas que decorrem do processo, métodos aceitáveis e inaceitáveis (físicos e químicos) e amparo legal.

Unitermos: eutanásia química, eutanásia física

ABSTRACT

The purpose of this study is to provide a brief knowledge of the animal euthanasia institute, its goals, whenever necessary in the everyday life, its forms, acceptance and steps for the process, as well as its approved and unapproved methods (physical and chemical) and legal support.

Uniterms: chemistry euthanasia, physical euthanasia

INTRODUÇÃO

Tomando como exemplo para apreciação os famosos casos de eutanásia que ocorreram com o passar dos anos sem regulamentação legal, tangendo a questão ética e humanitária sobre a eutanásia desde a análise até a decisão a ser tomada. Longe de querer findar o assunto ou as opiniões concernentes a ela, busca-se nesse trabalho argumentos para que conjuntamente com o amparo legal, norteiem-se as práticas profissionais no cotidiano.

Oriundo, do grego que quer dizer euthanasia que quer dizer “boa morte”, (Dr. Albert Lang). Este conceito foi criado por Francis Bacon (1561-1626) ato de induzir a morte sem dor ou tensão.⁽⁸⁾

Como definição, eutanásia “é aquela morte que alguém dá a uma pessoa que sofre de uma enfermidade incurável, a seu próprio requerimento, para abreviar a agonia demasiada, longa ou dolorosa”. Esta é a definição de sentimento, de piedade e humanidade, presente naquele que pratica a eutanásia.⁽¹⁴⁾

Eutanásia significa que o animal sofrerá uma morte tranqüila, sem sofrimento físico ou

mental, que será provocada voluntariamente por compaixão.⁽³⁾ O ato da prática da eutanásia animal é exercido nas mais diversas esferas e necessidades atuais, compreendendo os matadouros, os laboratórios e/ou biotérios, as clínicas veterinárias, partindo da experimentação animal, obtenção de alimentos de origem animal, e abate por situações humanitárias e sócio-econômicas.⁽⁸⁾

Nota-se claramente, que nos últimos anos ocorreu uma crescente preocupação por parte da sociedade e dos profissionais envolvidos neste processo, quanto a uniformização de metodologias, e das questões éticas do papel do profissional na indicação da eutanásia quanto ao posicionamento moral junto aos proprietários, necessitando a observância de parâmetros éticos específicos.^(10,13)

Contudo, esta questão nunca foi amplamente debatida, e a normatização sobre tal assunto é ainda muito recente, fato que ocasionou uma grande diversidade de métodos e procedimentos abusivos e condenáveis.⁽⁷⁾

Segundo a Resolução nº 714, de 20 de

¹ Professor Titular das Faculdades Integradas Stella Maris no Curso de Medicina Veterinária e doutorando pela FMVZ - UNESP de Botucatu.

² Alunos de Graduação das Faculdades Integradas Stella Maris no Curso de Medicina Veterinária

³ Aluno de Graduação da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul no Curso de Direito

⁴ Aluno de Graduação da Universidade São Camilo no Curso de Enfermagem

⁵ Fisioterapeuta - Aluna de Especialização UNIFESP

Junho de 2002, a eutanásia será indicada quando o bem estar animal estiver ameaçado, como meio de eliminar a dor, o distresse e o sofrimento que não possam ser aliviados, ou quando o animal constituir ameaça à saúde pública ou animal, ou for objeto de ensino ou pesquisa.

É fundamental que, para se retirar a vida de um animal de forma dolosa, deve-se atender a uma necessidade real, onde os meios justifiquem os fins que se deseja obter, observando os motivos e os princípios bioéticos profissionais quando:

a- se quer diminuir dor, tensão, sofrimento inaceitável;⁽⁸⁾

b- quando o estado de saúde dos animais são preocupantes, e doenças incuráveis;⁽⁸⁾

c- para a obtenção de alimentos;⁽⁸⁾

d- após a realização de uma experiência onde ocorreram efeitos adversos; segundo o protocolo;⁽⁸⁾

e- para a obtenção de materiais biológicos com fins científicos;⁽⁸⁾

f- quando já não servem para a reprodução;⁽⁸⁾

g- quando o crescimento populacional é demasiadamente alto, como número de cães vadios nos grandes centros urbanos, quando o sexo não seja ajustável aos fins experimentais.^(5,8)

Quando determinada espécie animal passa a trazer transtornos corriqueiros, como zoonoses, custos com sua manutenção, incidentes, desequilíbrio ecológico etc, torna-se, então, necessário o sacrifício destes animais para o bem comum da sociedade e do meio ambiente.⁽⁵⁾

É conveniente ressaltar que nos casos dos animais de companhia, como cães e gatos, que passam a constituir tais transtornos mais comumente, é um fator decorrente da irresponsabilidade de seus proprietários quanto a sua guarda, sendo estes negligentes na responsabilidade que lhe cabe possuir um animal.⁽⁵⁾

Distinguem-se as diversas formas de eutanásia, considerando-se os motivos e os meios empregados na sua execução, bem como a pessoa que a realiza:

a) eutanásia terapêutica: está relacionada com o emprego ou omissão de meios terapêuticos a fim de obter a morte do paciente, distinguindo-se, nos casos presentes aplicáveis a eutanásia animal:

i) eutanásia ativa: provocar morte sem sofrimento por fins misericordiosos;⁽⁴⁾

ii) eutanásia passiva ou indireta: a morte ocorre dentro de um estado de terminalidade ou se omite uma ação médica necessária;⁽⁴⁾

iii) eutanásia involuntária: morte ocorre contra a vontade do paciente;⁽⁴⁾

iv) eutanásia não voluntária: inexistência de manifestação da posição do paciente em relação a ela;⁽⁴⁾

v) eutanásia de duplo efeito: morte é acelerada como uma consequência indireta das ações médicas, visando alívio de um paciente terminal;⁽⁴⁾

b) eutanásia eugênica: eliminação indolor dos doentes indesejáveis, velhos, inválidos com o escopo de aliviar a sociedade, pessoas e a economia;⁽⁴⁾

c) eutanásia criminal: eliminar pessoas e animais socialmente perigosos;⁽⁴⁾

d) eutanásia experimental: morte indolor com o fim experimental para o progresso da ciência;⁽⁴⁾

e) eutanásia legal: morte consentida por lei.⁽⁴⁾

A eutanásia animal tem se revestido cada vez mais de aspectos éticos. Neste caso a eutanásia é realizada quando não existem meios de manter um animal vivo sem sofrimento; quando clinicamente não há como mantê-lo vivo ou na falta de condições locais para realizar tratamento clínico ou cirúrgico. Admite-se na hipótese de o proprietário não possuir recursos financeiros para realizar o tratamento, ou, se não há interesse em gastar alta soma num animal de esporte que não dará retorno. O veterinário além de adotar método indolor, deve considerar a afetividade que existe entre o proprietário e seu animal, antes de recomendar a eutanásia.⁽⁴⁾

A Declaração Universal dos Direitos dos Animais em seu Art. 3.alínea b.reza que "...Se a morte de um animal é necessária ela deve ser instantânea, sem dor ou angústia."⁽⁶⁾

Conforme o Art. 32. da Legislação Ambiental Brasileira Lei de Crimes Ambientais. Incorre em crime quem "...Praticar ato abusivo, maus tratos, ferir ou mutilar animais silvestres, domésticos ou domesticados, nativos ou exóticos..., em pena de três a um ano, e multa."⁽¹⁰⁾

Parágrafo 1º. Incorre nas mesmas penas

quem realiza experiência dolorosa ou cruel em animal vivo ainda que para fins didáticos ou científicos, quando existirem recursos alternativos.⁽¹⁰⁾

A aplicação da eutanásia bem como seus procedimentos dependerá da espécie animal envolvida, dos meios disponíveis para a contenção, da técnica do executor, do número de animais, e no caso de experimentação animal, do protocolo de estudo devendo o método ser segundo a Resolução nº 714, de 20 de Junho de 2002.⁽¹³⁾

a- compatível com os fins desejados;⁽¹³⁾

b- seguro para quem o executa, causando o mínimo de estresse no operador, observador e no animal;⁽¹³⁾

c- realizado com o maior grau de confiabilidade possível, comprovando-se a morte do animal com a declaração do óbito pelo Médico Veterinário.⁽¹³⁾

Segundo Hatch (1987), a eutanásia ideal é aquela cujo método ou agente escolhido atenda aos quesitos:

a- Não provoque dor, ansiedade, medo, luta, vocalização, espasmos musculares, ou sinais clínicos de ativação autonômica, possa agir rapidamente, que provoque inconsciência e morte instantânea ou dentro de minutos, confiável, seguro e prático, que tenha rígido controle sobre as drogas, esteticamente aceitável, econômico e condizente com a finalidade.⁽⁹⁾

b- Que não provoque alterações teciduais que prejudiquem o ato da necropsia, bem como provoquem contaminação ambiental e de saneamento.⁽⁹⁾

Para que ocorra uma melhor desenvoltura e aceitabilidade do processo, evitar situações de estresse, angústia, optar-se-á por realizá-lo em um ambiente seguro, silencioso, e totalmente isolado de outros animais, principalmente, os da mesma espécie em razão dos feromônios que indicam seu estado de angústia, medo, o que é logo percebido pelos outros animais.⁽²⁾

A identificação dos sinais de dor, medo e angústia, é importantíssimo para uma correta eutanásia onde manifestam-se vocalizações de angústia, debate, tentativas de fuga, agressão defensiva ou reativa, imobilidade, respiração ofegante, salivação, urinar ou defecar, midríase, taquicardia, sudação e contrações musculares reflexas (calafrios, tremores e espasmos).⁽⁸⁾

O reconhecimento e a confirmação da morte é papel único do Médico Veterinário (Resolução 714/02); onde o executante seja capaz de reconhecer e confirmar a morte dos animais submetidos à eutanásia quando os sinais, em conjunto, forem parada cardíaca e respiratória e ausência de reflexos.^(8,13)

Deste modo, o procedimento da eutanásia deverá resultar na rápida perda de consciência, seguida de parada cardíaca e respiratória e por fim perda da função cerebral.^(7,11)

O Conselho das Organizações Internacionais de Ciências Médicas, filiado a Organização Mundial da Saúde e a UNESCO, em reunião na sede da OMS fixou cinco critérios para comprovação da morte a saber:

a- Perda de todo o sentido de ambiente, de todo contato entre o cérebro e o organismo;

b- Total incapacidade Muscular;⁽⁴⁾

c- Cessação espontânea da respiração;⁽⁴⁾

d- Colapso da pressão sangüínea no momento em que deixa de ser mantida artificialmente;

e- Cessação absoluta da atividade cerebral comprovada eletricamente pelo traçado linear no EEC (eletro encefalógrafo), mesmo sob estímulo.⁽⁴⁾

Portanto, considera-se que a morte humanitária de animais deve ser aquela que ocorre com o mínimo de dor e estresse possível.⁽¹⁾

Segundo a Resolução nº 714, de 20 de Junho de 2002, Art. 12, parágrafo 1º "... os métodos recomendados são aqueles que produzem conscientemente uma morte humanitária, quando usados como métodos únicos de eutanásia".

A Resolução nº 714, de 20 de Junho de 2002 em seu Art. 4, diz que: ... os animais serão submetidos a eutanásia em ambiente tranqüilo e adequado, longe de outros animais e alojamento dos mesmos.

A escolha dos métodos e dos locais em que ocorra a prática da eutanásia animal deve fazer corpo imprescindível o Médico Veterinário, que será responsável por todas as etapas do ato da eutanásia em todas as pesquisas que envolvam animais.⁽¹³⁾

Quando da escolha dos métodos recomendados e aceitos, devem seguir linhas de trabalhos consultadas obedecendo suas especificações no caso de associações.⁽¹⁾

Seja qual for o método ou agente esco-

lhido para a indução da morte do animal, o mesmo só poderá ser empregado após o total conhecimento de seu mecanismo de ação.⁽⁷⁾

O parágrafo 2º da mesma Resolução reza que métodos aceitos sob restrição são aqueles que por sua natureza técnica ou por possuírem um maior potencial de erro por parte do executor ou por apresentarem problemas de segurança, podem não produzir conscientemente uma morte humanitária, ou ainda por não se constituírem métodos ainda não bem documentados na literatura científica. Tais métodos devem ser empregados somente diante da total impossibilidade do uso dos métodos recomendados constante do anexo I desta Resolução. Sendo que no art. 13 desta Resolução, "...outros métodos não constantes no anexo I desta Resolução somente serão permitidos e realizados mediante autorização do CRMV ou CFMV".⁽¹³⁾

Segundo a Resolução 714/02, art.14; são considerados métodos inaceitáveis:

- a- Embolia Gasosa;
- b- traumatismo Craniano;
- c- incineração in vivo;
- d- Hidrato de Cloral (para pequenos animais);
- e- Clorofórmio;
- f- Gás Cianídrico ou Cianuretos;
- g- Descompressão;
- h- Afogamento;
- i- Exsanguinação (sem sedação prévia);
- j- Imersão em formol;
- k- Bloqueadores Neuromusculares Isoladamente (nicotina, sulfato de magnésio, cloreto de potássio e todos os curarizantes);
- l- Estricnina.

O clorofórmio usado para eutanásia de pequenos animais e de animais de laboratório, produz efeitos indesejáveis por serem miocardiotoxíco, causando forte excitação no animal quando injetado. E em locais fechados, a morte se dá por depressão do centro respiratório.⁽³⁾

O éter que é usado de maneira semelhante ao clorofórmio, não oferece resultados desejáveis devido ao efeito excitante que provoca. Para alcançar a eutanásia a dosagem deve ser aumentada até o ponto de colapso.⁽³⁾

O sulfato de magnésio, usado para eutanásia de pequenos e grandes animais, deprime o sistema nervoso central, causando perda de

sensações antes da parada respiratória, o animal cai convulsionando e morre antes dentro de 1 a 2 minutos.⁽³⁾

A estricnina é desaprovada, pois provoca intenso sofrimento do animal. Nas primeiras etapas da convulsão o animal está consciente e sente dores fortíssimas causadas pelo intenso espasmo muscular. A estricnina provoca morte agitada, por qualquer que seja a via de administração.⁽³⁾

O ácido cianídrico, é contra-indicado porque provoca dores quando o animal entra em tetania. Sua desvantagem é a grande excitação do animal e a manipulação perigosa.⁽³⁾ O uso de bloqueadores neuromusculares em animais, e com vida, aparentemente causam o sacrifício do animal, porém com asfixia e minutos de sofrimento sem possibilidades de defesa.⁽¹¹⁾ Tais drogas somente serão permitidas quando houver uma prévia sedação e inconsciência dos animais.⁽⁷⁾

A eutanásia pode então ser classificada de acordo com o método empregado dividindo-a por métodos físicos e químicos sendo por sua vez inalantes ou não. Os métodos físicos ocasionam na maioria das vezes a morte instantânea, porém tais procedimentos são esteticamente indesejáveis inviabilizando em termos sua aplicação. Já os métodos químicos são os mais aceitáveis, seguros e humanitários entre os mesmos.⁽⁷⁾

Tem-se por métodos físicos:

a- Arma de efeito cativo: provocam destruição do tecido cerebral por lâmina ou ar comprimido, normalmente associado ao abate de animais para a produção.⁽⁷⁾

b- Arma de fogo: quando bem utilizado produz morte rápida e indolor, porém pode ser considerado esteticamente inaceitável.⁽⁷⁾

c- Deslocamento cervical: utilizados em animais de laboratório ou de pequeno porte, preferencialmente sedados facilitando o deslocamento das vértebras e rompimento do tecido nervoso local.⁽⁷⁾

d- Decapitação: utilizado em pequenos animais de laboratório podendo ser associado com a eletrocussão.⁽⁷⁾

e- Eletrocução: a fulminação ou eletrocução é considerado um método quase perfeito para realizar a eutanásia devido sua rapidez.⁽³⁾

f- Irradiação por microondas: somente é liberado para uso em animais de pesquisa como ratos, camundongos e cobaias. Tem como desvantagem o custo do equipamento industrial, sendo que, os aparelhos domésticos são totalmente inaceitáveis para esta finalidade.⁽⁷⁾

g- Compressão torácica: método rápido e aparentemente indolor, deve-se levar em consideração seu caráter estético.⁽⁷⁾

Segundo Fontes (1995), ainda existem a concussão, destruição medular, maceração, esmagamento da nuca, estrangulamento. Sendo citado a descompressão, hipotermia (congelamento), hipertermia, exsanguinação e afogamento todos tidos como métodos físicos inaceitáveis.

Tem-se por métodos químicos inalantes:

a- Anestésicos: substâncias como éter, halotano, isoflurano, sevoflurano, podem ser utilizadas como indutores de eutanásia. Sua desvantagem está no alto custo dos equipamentos e fármacos além da possibilidade dos animais tornarem-se ansiosos e irritados durante a indução anestésica.⁽⁷⁾

b- Nitrogênio e argônio: são gases inodoros, inflamáveis, que produzem a morte por hipóxia cerebral (competição com o oxigênio). Ocorrem dificuldades de se manter um ambiente em concentrações de oxigênio menores do que 2%.⁽⁷⁾

c- Monóxido e dióxido de carbono: Apresentam custo baixo, morte rápida. Animais jovens tem maior resistência a hipóxia e podem permanecer vivos após a interrupção do fornecimento do gás. E quando se tratar do fornecimento de gás em câmaras para promover eutanásia em massa, os animais devem estar previamente sedados evitando-se brigas e acidentes.⁽⁷⁾

Altas concentrações de gás carbônico tem rápido efeito anestésico. Muitas investigações tem sugerido que altas concentrações de gás carbônico podem causar sofrimento (dor e aflição) aos animais por causa da irritação da mucosa e estimulação ventilatória.⁽¹⁾ Experimentos com suínos em matadouros comerciais tem mostrado efeito indesejado de excitação e vocalização por cerca de 40 segundos antes da perda da consciência.⁽¹⁾ Além disso, alguns animais podem apresentar extraordinária resistência ao gás carbônico.⁽¹⁾

d- Ainda pode ser utilizado azoto, óxido

nitroso, ciclopropano, cianeto de hidrogênio.⁽⁸⁾

Agentes químicos não inalantes:

a- Barbiturados: promovem rápida perda de consciência com mínimo desconforto dos animais.

O procedimento deve contar com altas concentrações do produto e rápida velocidade de aplicação. Tais drogas são controladas por legislação federal.⁽⁷⁾

São substâncias que mais se aproximam de um agente ideal para eutanásia quando administrada em altas doses. Deprimem o centro respiratório e vasomotor. A morte é rápida e suave fornecendo ao clínico e ao proprietário o efeito desejável do ponto de vista psicológico e humanitário tão importante numa prática desta natureza. Os barbitúricos podem ser usados na eutanásia de grandes animais porém no cavalo produzem considerável excitação, além de serem economicamente inviáveis devido a alta dosagem necessária.⁽³⁾

b- Hidrato de cloral: deve ser empregado somente em grandes animais intravenosamente, não devendo ser aplicado em cães e gatos.⁽⁷⁾

Deprimem mortalmente o centro respiratório e vasomotor.⁽³⁾

c- T-61: é uma combinação de três drogas não barbitúricas e não narcóticas de ação curariforme.⁽⁷⁾

É considerado método inaceitável pela resolução 714/2002 sem prévia sedação.⁽⁷⁾ Usado para eutanásia de animais de pequeno e grande porte, de administração endovenosa, devendo haver controle quanto a velocidade de administração da droga de forma ininterrupta.⁽³⁾

Para que ocorra uma eutanásia a contento, a manipulação adequada e a contenção deve seguir critérios específicos para cada espécie animal, tamanho, domesticação, presença de doenças e ferimentos dolorosos e o grau de excitação.⁽⁸⁾

Os instrumentos, equipamentos, e instalações utilizadas para atordoar ou matar os animais, devem ser desenhados, construídos e mantidos de modo a obter rápida e eficazmente os efeitos desejados. Devem ainda ser regularmente inspecionados para garantir o seu bom funcionamento quando necessário.⁽⁸⁾

Reforça-se portanto aqui a necessidade dos Médicos Veterinários adequarem suas instalações de trabalho, centros de controle de

zoonoses ou quaisquer outros estabelecimentos onde seja realizada a eutanásia animal os mais modernos e científicos conceitos existentes.⁽³⁾

Quanto a alienação de cadáveres e lixo, devem seguir regras de higiene de modo a não por em risco o ambiente e a saúde pública, seguindo regras nacionais e internacionais de manuseamento, evitando contaminações com agentes zoonóticos e substâncias químicas tóxicas ou radioativas.⁽⁸⁾

Assim todas as vezes que houver necessidade de realizar uma eutanásia em um animal pertencente a outra pessoa, o médico veterinário para salvaguardar-se de acusação injusta, crítica, ou indenizações de pessoas de má fé; assim deverá fazê-lo através de uma ordem por escrito e assinada do proprietário autorizando-o a proceder a eutanásia em seu animal.⁽³⁾

CONCLUSÃO

Cabe portanto, lembrar a todos os profissionais a quem a lei impõe a competência para praticar tal ato, que métodos padrões humanistas de eutanásia, em conjunto com a ética profissional, devem nortear a ações da eutanásia no dia-a-dia, lembrando sempre, que o direito da igualdade é universal, independentemente de espécie, raça, etc., e que, o direito à vida, nunca deve ser violado com atitudes desumanas e impensadas, devendo o homem colocar a sua consciência para a proteção, e a serviço dos demais seres vivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.AMERICAN VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION. Report of the AVMA Panel on Euthanasia. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v.218, n.5, 2001, 669 p.
- 2.BEAVER,B.V. *Comportamento canino: um guia para veterinários*, São Paulo: Roca, 2001, p.1-53 e p. 171-249.
3. BOELTER, R. ;MAGALHÃES, H. M. *Elementos de Terapêutica Veterinária*. 2ªedição.Porto Alegre: Sulina,1987. 164 p.
- 4.CARNEIRO,S.C.; CUNHA,M.E.; MARINHO, J.M.R.; SILVA,A.E.A. *Pós graduandos em direito da UFRN*. Disponível na Internet: www1.jus.com.br/doutrina/texto.asp. Acessado em 10 de Abril de 2004.

5.COMAN,B.J.;ROBINSON,J.L. Some aspects of stray dog behaviour in an urban fringe area. *Australian Veterinary Journal*, v.66,n.1,1989, 30p.

6. DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS DOS ANIMAIS. Proclamado em Assembléia da Unesco em Bruxelas em 27 de Janeiro de 1978. Disponível na Internet: www.geocities.com/salve_animais. Acessado em 16 de Abril de 2004.

7.FIGUEIREDO,A.C.C.; ARAÚJO, F.A.A. Eutanásia Animal nos Centros de Controle de Zoonoses. *Revista CFMV*. Brasília/DF- ano VII- n° 23 Maio/Jun/Jul/Agosto, p.12-17, 2001.

8.FONTES,E.M. Faculdade de Medicina Veterinária- *Departamento de Morfologia Clínica- Secção de Farmacologia e Toxicologia*. Disponível na Internet: www.fmv.utl.pt/democ/sft/artigos/EUTANAS.htm. Acessado em 08 de Abril de 2004.

9. HATCH,R.C.; JONES,M.; BOOTH,N.H.; MCDONALD,L.E. *Agentes utilizados na eutanásia*. In: *Farmacologia e terapêutica em Veterinária*. Rio de Janeiro: 4ª ed. Guanabara Koogan,1987, p. 927-932.

10.LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA. LEI DE CRIMES AMBIENTAIS. Disponível na Internet: www.wildvet.com.br/leiambiental.htm. Acessado em 08 de Abril de 2004.

11.MASSONI,M. *Anestesiologia Veterinária*. Guanabara Koogan. 4ª edição. 236 p.

12.SINGER,P. *A Importância Moral do Sofrimento*. Artigo produzido na Universidade de Princeton 2003. Disponível na Internet: www.criticanarede.com/fa_9.html. Acessado em 08 de Abril de 2004.

13.RESOLUÇÃO 714, de 20 de JUNHO de 2002. Disponível na Internet: www.redevet.com.br. Acessado em 05 de Abril de 2004.

14.SILVIA,S.M.T. *Consultora Jurídica do Estado do Pará*. Disponível na Internet: www1.jus.com.br/doutrina/texto.asp. Acessado em 10 de Abril de 2004.

Recebido: 12/05/2004

Aceito: 22/09/2004

CONTENÇÃO QUÍMICA DE ANIMAIS SELVAGENS

CHEMISTRY RESTRAINT OF WILD ANIMALS

Cristina Lacerda Soares Petrarolha Silva¹, Carla Renata Silva Baleroni Guerra¹; Willian Marinho Dourado Coelho²; Carla Cristina Pereira Caris²; Juliana de Carvalho Apolinário³

RESUMO

Estudou-se quais são as principais, mais utilizadas e eficazes drogas no que diz respeito a contenção química de animais silvestres; quais são as suas vantagens, desvantagens, quando e como utilizá-las sem colocar em risco a vida do animal.

Uniterms: animais silvestres, contenção química

ABSTRACT

This study has analyzed which are the main and most effective drugs used as a chemistry restraint of wild animals, their advantages and disadvantages, when and how they are utilized without endangering the animal's life.

Uniterms: Chemical restraint, effective.

INTRODUÇÃO

São grandes os avanços da farmacologia no campo da contenção de animais. Durante a captura o estresse é um fator predominante, freqüente e limitante do manejo desses animais. O desenvolvimento de fármacos seguros tornou-se um objetivo a ser alcançado. Atualmente, existem várias drogas que, sozinhas ou associadas, facilitam muito o trabalho.⁽⁵⁾

É considerável o número de pesquisas efetuadas com várias espécies animais, a fim de obter orientações sobre as drogas a serem utilizadas em contenção destes animais. Entretanto, verifica-se que ainda são escassas as pesquisas dedicadas aos animais silvestres, dentro deste contexto. Não se deve esquecer as características individuais de resposta, que nas espécies silvestres, podem assumir grande importância, pois são muitas as influências estressantes que afetam estes animais e alteram o seu comportamento. O nível nutricional, a exposição a doenças, a hierarquia social, os recintos em que estão alojados, o clima, a via e o modo de aplicação da droga, tudo isso concorre para influenciar na reação do animal. Em animais estressados, a aplicação de drogas implica em riscos que devem sempre ser levados em consideração.⁽⁸⁾

Os fármacos, em sua maioria, são produ-

zidos para animais domésticos, e sua utilização em animais silvestres, geralmente representa um problema, pois existem poucos estudos e trabalhos direcionados a espécies silvestres. Desta forma, a farmacocinética nas espécies silvestres ainda é pouco conhecida, exigindo do profissional uma grande capacidade de diferenciação anatômica e fisiológica destes animais.⁽⁸⁾

UTILIZAÇÃO PRÁTICA DE TRANQUILIZANTES

Os tranquilizantes são utilizados nos casos em que os animais são manejados, como por exemplo em mudanças para outros recintos onde não tenham possibilidade de locomover-se por si só, incluindo neste caso a sua captura para viagem, onde possivelmente estará sujeito a períodos de confinamento em jaulas ou similar.⁽⁵⁾

Também convém lembrar que animais recém-chegados a novos ambientes ou grupos podem expressar agressão ou serem agredidos, devendo-se então mantê-los isolados ou tranquilizá-los com drogas leves, bem como os outros animais. A tranquilização usada para tratamento veterinário dependerá do nível de intervenção, em detrimento dos anestésicos.⁽⁵⁾

O uso de anestésicos para captura desti-

¹ Professores Titulares das Faculdades Integradas Stella Maris no Curso de Medicina Veterinária.

² Alunos de Graduação das Faculdades Integradas Stella Maris no Curso de Medicina Veterinária

³ Fisioterapeuta – Aluna de Especialização da UNIFESP

nada a pesquisa deve seguir padrões que não causem estresse demasiado no animal,

potencializando ou inutilizando a ação da droga e comprometendo os resultados esperados.⁽⁸⁾

PRINCIPAIS AGENTES QUÍMICOS

| FÁRMACOS INJETÁVEIS | EFEITOS | PRECAUÇÕES |
|---|--|---|
| FENOTIAZÍNICOS <i>Acepromazina,</i> <i>Levomepromazina</i> <i>Clorpromazina</i> | Depressoras do SNC, potencializadoras de barbitúricos, analgésico, antiemético. ⁽⁵⁾ anticonvulsivante, pouco efeito em aves. ⁽³⁾ Sonolência e relaxamento muscular, hipotensivo. ⁽¹⁾ | Mudanças no pulso e respiração, pode causar bloqueio cardíaco, afeta a termorregulação, não devendo ser usados em animais estressados. ⁽⁵⁾ Crises convulsivas. ⁽⁸⁾ |
| BENZODIAZEPÍNICOS <i>Diazepam</i> <i>Midazolam</i> | Tranquilização, sedação, anticonvulsivante. ^(1,5,8) Miorrelaxante. ^(1,2) ansiolítico. ⁽¹⁾ | Afeta a termorregulação, depressão respiratória, dependência física e psíquica, sintomas de abstinência, cefaléia, irritações, tenção. ⁽²⁾ Não promovem analgesia. ⁽³⁾ |
| ATROPINA | Usada como pré-anestésico, diminui os riscos durante a indução anestésica. ⁽⁸⁾ Previne a bradicardia e secreções no trato respiratório. ⁽⁸⁾ | Pode causar hipertensão ou agravar hemorragias durante as cirurgias. ⁽⁸⁾ |
| AZAPERONE | Tranquilizante e anestésico, imobilizante e neuroléptico. ⁽⁵⁾ | Agitação e comportamento alterado. ⁽⁵⁾ |
| DROPERIDOL | Pode causar morte de roedores e cobaias. ⁽⁸⁾ Sedação psicomotora. ⁽⁵⁾ | Pode causar morte. ⁽⁸⁾ e queda acentuada da capacidade motora. ⁽⁵⁾ |
| PROMETAZINA | Sedação, antialérgico, pré-anestésico. ⁽⁵⁾ | Sedação com queda da capacidade motora. ⁽⁵⁾ |
| FENTANIL | Analgésico de curta duração, sedação psicomotora, “desligamento em relação ao meio”. ⁽⁵⁾ | Depressão cardio-respiratória. ⁽⁵⁾ Pode causar morte. ⁽⁸⁾ |
| XILASINA | Sedativo e analgésico à nível do SNC, miorrelaxante. ^(1,5) Tranquilizante. ⁽⁸⁾ Pré-anestésico de indução de analgesia epidural. ⁽⁸⁾ | Superdosagens pode causar problemas respiratórios; timpanismo em ruminantes, hipotensão, bradicardia. ^(1,5) Depressão cardio-respiratória, bloqueio átrio-ventricular. ⁽⁸⁾ Hipotensão, choque, tremores. ⁽¹⁾ |
| QUETAMINA | Anestesia dissociativa, falta de coordenação psicomotora Analgesia. ⁽⁵⁾ Ampla margem de segurança. ⁽³⁾ | Contrações e convulsões. ⁽⁵⁾ Sialorréia, lacrimação, hipertonia muscular. ⁽³⁾ lacrimação, retorno agitado. ⁽¹⁾ Recuperação agitada. ⁽³⁾ |
| DETOMIDINA | Sedativo, hipnose, ataxia, relaxamento muscular, analgesia. ⁽⁸⁾ | Bradicardia, bloqueio átrio-ventricular, diminuição do débito cardíaco. ⁽⁸⁾ |
| PROPOFOL | Indutor para anestesia inalatória. A infusão contínua proporciona manutenção da anestesia. ⁽⁶⁾ | Depressão respiratória e hipotensão. ⁽⁶⁾ |

| FÁRMACOS INALANTES | EFEITOS | PRECAUÇÕES |
|--------------------|--|---|
| HALOTANO | Indução e recuperação rápida. ^(1,4) | Sensibiliza o miocárdio às catecolaminas. ⁽⁵⁾ diminuição da frequência respiratória, hipotensão. ⁽¹⁾ Parada cardiorrespiratória, hipotermia, hipercapnia, depressão respiratória e cardiovascular são dose-dependente. ⁽⁴⁾ |
| ISOFLURANO | Indução e recuperação muito rápidas, recomendados para animais de risco ou estressados. ⁽¹⁾ | Depressão cardiorrespiratória intensa. ⁽³⁾ |
| SEVOFLURANO | Indução demorada com recuperação rápida, promove menor ataxia em algumas espécies. ⁽³⁾ | Pode provocar depressão cardiorrespiratória. ⁽³⁾ |

| ASSOCIAÇÃO DE FÁRMACOS | EFEITOS | PRECAUÇÕES |
|--|--|--|
| TILETAMINA+ZOLAZEPAN | Promove anestesia mais prolongada que a quetamina. ⁽³⁾ Anestesia e analgesia, relaxamento muscular. ⁽¹⁾ | Salivação, apnéia, hipertensão. ⁽¹⁾ |
| QUETAMINA+XILASINA | Diminui os efeitos colaterais, anestesia, analgesia, relaxamento muscular pelo sinergismo entre essas drogas. ^(1,3) Permite cirurgias mais invasivas. ⁽³⁾ | Salivação, hipotensão ^(2,5) Depressão cardiovascular, bradicardia, bloqueio átrio ventricular, redução do débito cardíaco. Evitar o uso em animais debilitados. ⁽³⁾ Retorno pode ser agitado. ⁽¹⁾ |
| QUETAMINA + DIAZEPAN MIDAZOLAN | Relaxamento muscular, maior sedação ⁽⁵⁾ Bastante seguro, produz bom relaxamento muscular. ⁽²⁾ | Deprimem a frequência respiratória. ⁽⁵⁾ Não permite ações muito invasivas. ⁽²⁾ |
| TILETAMINA+BUTORFANOL | Permite ações mais invasivas. ⁽³⁾ | |
| TILETAMINA+LEVPROMAZINA | Melhora a qualidade da anestesia. ⁽⁷⁾ | |
| QUETAMINA+MIDAZOLAN+ XILASINA | Anestesia, analgesia, maior relaxamento muscular. ⁽¹⁾ | Recuperação agitada. ⁽¹⁾ |
| QUETAMINA+MIDAZOLAN+ ACEPROMAZINA | Anestesia, analgesia, maior relaxamento muscular. ⁽¹⁾ | Recuperação tranqüila. ⁽¹⁾ |

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os animais silvestres são amplamente protegidos por leis, mas o número de criadores ou interessados na criação e preservação destes animais ainda é muito diminuto, devido ao baixo retorno financeiro desta atividade, além da exigência de investimentos e cuidados específicos regulamentados por leis fe-

derais. Atualmente a indústria farmacêutica e pesquisadores não têm desenvolvido muitos estudos para animais silvestres; sendo utilizados para esses animais, os fármacos indicados para animais de companhia e de produção.

Neste estudo foi elencado um rol dos principais e mais eficazes, os quais são em-

pregados tanto como tranqüilizantes usuais de diferentes níveis indutores e diversos fins, até anestésicos dissociativos ou, em geral, utilizados em cirurgias simples ou mais complexas para os animais silvestres.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. NUNES, A.L.V. *Abordagem de um Animal Selvagem*. Disponível na Internet: <http://anunes@directnet.com.br>. Acessado em 25 de Janeiro de 2004
2. DEF.DICIONÁRIO DE ESPECIALIDADES FARMACÊUTICAS. *Produção Jornal Brasileiro de Medicina* 31ª ed, Rio de Janeiro-RJ, 2002/03, 1234 p.
3. MASSONI, F.; *Anestesiologia Veterinária farmacologia e Técnicas*. 4ª ed, São João da Boa Vista-SP, Guanabara Koogan, 2003, 326 p.
4. JAENSCH, S.M.; CULLEN, L.; RAIDAL, S.R. Comparative cardiopulmonary effects of halotane and isoflurane in galahs (*Eolophus roseicapillus*). *Journal of Avian Medicine and*

- Surgery*. v.13(1), p.15-22. 1999
5. DEUTSCH, L.A.; PUGLIA, L.R.R. *Os Animais Silvestres*. Publicações Globo Rural, 186 p.
6. LUKASIK, V.M.; GENTZ, E.J.; ERB, H.N.; LUDDERS, J.W.; CARLETT, J.M. Cardiopulmonary effects of propofol anesthesia in chickens (*Galus gallus domesticus*). *Journal of Avian Medicine and Surgery*. v.11(2), p.93-97. 1997
7. NICOLAU, A.A.; SPINOSA, H.S.; MAIORKA, P.C.; GUERRA, J.L. Evaluation of tiletamine-zolazepam as an anesthetic in quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Contemporary Topics in Laboratory Animal Science*. v.38(1), p. 73-75. 1999.
8. ANDRADE, S.F. *Manual de Terapêutica Veterinária*. 2ª ed. São Paulo, Roca, 2002, 697 p.
9. CUBAS, Z.S. ANDRADE, S.F. *Manual de Terapêutica Veterinária, Terapêutica dos Animais Silvestres*. 2ª ed. São Paulo, Roca, 2002, 569 p.

Recebido: 02/06/2004

Aceito: 23/09/2004