

ANÁLISE MARGINAL DOS CUSTOS DA UTILIZAÇÃO DE SÊMEN SEXADO MACHO PARA PRODUÇÃO DE TOUROS NELORE

MARGINAL COSTS ANALYSIS OF MALE-SEXED SEMEN USED FOR NELLORE BULLS PRODUCTION

Dominguez, J.H.E.^{1A}, Costa, D.S.^{1*}, Centurion, V.J.² e Brumatti, R.C.¹

¹Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEZ). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. UFMS. ^Ajdominguez@uol.com.br; ^{*}deilercosta@yahoo.com.br

²Grupo Goya S.A. Estância Santa Teresa. Paraguay.

PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

Avaliação econômica.

ADDITIONAL KEYWORDS

Economic evaluation.

RESUMO

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a viabilidade econômica da utilização de sêmen sexado macho para produção de touros Nelore. O experimento foi realizado em duas propriedades de criadores e selecionadores de touros Nelore para comercialização. Foram inseminadas 663 fêmeas, sendo 433 novilhas de dois anos de idade e 230 vacas adultas sem bezerro ao pé. O escore corporal médio dos animais era de 3,25±0,5 numa escala de 1-5. A taxa total de gestação das fêmeas inseminadas com sêmen sexado macho dos touros A, B e C foi de 38,76% (131/338), valor inferior ($p < 0,001$) à taxa total de gestação observada nas fêmeas inseminadas com sêmen convencional dos mesmos touros, que foi de 57,85% (188/325). O uso de sêmen sexado macho apresentou um lucro de 1163,43 dólares, em relação à utilização de sêmen convencional para produção de reprodutores Nelore. Concluiu-se que a utilização de sêmen sexado de macho é economicamente viável para produção de touros Nelore, entretanto apresenta maiores riscos que a utilização de sêmen convencional para esse propósito.

SUMMARY

The aim of this research was to evaluate the economic viability of using male-sexed semen to Nelore bulls production. The experiment was conducted on two farms of breeders and selectors of Nelore bulls for sale. The females included 433

heifers (2 years old) and 230 non-suckling cows, totaling 663 animals. Average body condition score was 3.25±0.5 (1-5 scale). The total pregnancy rate of females inseminated with male-sexed semen of bulls A, B and C was 38.76% (131/338) lower ($p < 0.0001$) than the total pregnancy rate observed for females inseminated with conventional semen from the same bulls (57.85% [188/325]). The use of male sexed semen showed a profit of US\$ 1163.43, when compared with conventional semen to Nelore bulls production. It was concluded that the use of male sexed semen is economically viable for Nelore bulls production, but presents greater risks than the use of conventional semen for this purpose.

INTRODUÇÃO

No Brasil, houve um aumento de aproximadamente 51,9% do número de doses de sêmen de gado de corte vendidas pelas centrais de sêmen entre os anos de 2000 e 2009, chegando a mais de 5000000 de doses/ano. A raça Nelore é responsável por mais de 48% desse total (ASBIA, 2009).

O aumento da intensidade de seleção para o sexo pretendido (macho ou fêmea) propicia um rápido progresso genético e maior produtividade com a utilização de sêmen sexado de animais provados. Portanto, a o índice de nascimento de bezerros

Recibido: 2-11-10. Aceptado: 22-9-11.

Arch. Zootec. 61 (233): 111-118. 2012.

do sexo desejado deve ser confiável, a taxa de gestação deve ser o mais próximo possível à do sêmen convencional, e as doses devem ter um custo acessível para permitir seu uso em larga escala (Rath *et al.*, 2009).

Segundo Seidel Jr. (2009), há uma maior procura de sêmen sexado fêmea e de raças leiteiras do que raças de corte e sêmen sexado macho. No Brasil, não há informações disponíveis sobre a produção e comercialização de sêmen sexado, mas acredita-se que acompanhe a tendência mundial de maior procura por sêmen sexado de fêmea e de raças leiteiras.

No gado leiteiro, existem várias vantagens na utilização do sêmen sexado, como: aumento do número de novilhas no rebanho; diminuição do preço das novilhas para reposição; diminuição da diferença de preço novilhas/vacas de descarte, propiciando ao produtor aumentar o total de fêmeas na propriedade; e permitindo o aumento do número de animais com maior mérito genético (De Vries *et al.*, 2007).

Quanto à utilização de sêmen sexado para a produção de touros Nelore, não foi encontrado nenhum estudo sobre o seu impacto e viabilidade econômica. Por outro lado, como o touro possui um alto valor agregado, devido ao mérito genético, é bem possível que o uso de sêmen sexado para a produção de touros seja economicamente viável, pois, além do aumento do número de animais disponíveis para a venda, o criador poderá fazer maior pressão de seleção e, com isso, selecionar aqueles animais que se destacarem dentro do lote avaliado.

Usualmente, a avaliação de custos associada à inseminação artificial para se obter o custo por prenhez consiste em: custos com sêmen, hormônios para sincronização, custos de manutenção da matriz na propriedade. O valor dos bezerros filhos de inseminação artificial e o ganho genético em longo prazo, muitas vezes não são contabilizados, mesmo que sejam importantes incentivos econômicos para o uso da inseminação artificial (Johnson, 2005).

Existem na literatura internacional modelos bio-econômicos para calcular o desempenho de animais, as receitas e os custos dos sistemas de produção para obtenção de valores econômicos, os quais podem ser adaptados a diferentes situações (Jorge Jr. *et al.*, 2006).

Tendo em vista as constatações acima, o estudo foi conduzido com objetivo de verificar o impacto econômico da utilização de sêmen sexado macho para produção de touros Nelore.

MATERIAL E MÉTODOS

ANIMAIS E TRATAMENTOS

O experimento foi realizado em duas fazendas: uma localizada em Camapuã-MS, Brasil (Faz 1), no ano de 2008; e outra localizada em Pedro Juan Caballero, no Departamento de Amambay, Paraguai (Faz 2), no ano de 2009. A estação de reprodução foi durante os meses de novembro e dezembro nas duas fazendas. Utilizaram-se 663 animais, sendo 433 novilhas de dois anos de idade (206 da Faz 1 e 321 da Faz 2) e 230 vacas adultas sem bezerro ao pé (Faz 2). O escore corporal médio dos animais era de $3,25 \pm 0,5$ numa escala de 1-5.

Todos os animais foram submetidos a exame ginecológico com auxílio de ultrassonografia, antes de se iniciar o experimento, sendo selecionados aqueles que não apresentavam nenhuma alteração no aparelho reprodutivo e possuíam corpo lúteo ativo.

Aplicaram-se 2,0 mL IM de prostagladina F2 α (Sincrocio® Ouro Fino Saúde Animal) para sincronização do cio dos animais. A observação do cio foi realizada diariamente, a partir de 12 horas após a aplicação do luteolítico (d=0), e se estendeu até o 11º dia (d= 11). Pela manhã, o cio era observado entre 7:00 e 8:00 horas e, pela tarde, entre 16:00 e 17:00 horas. Foram considerados em cio os animais que apresentaram reflexo de imobilidade à monta. As fêmeas observadas em cio pela manhã foram inseminadas à tarde do mesmo dia e as fêmeas observadas

ANÁLISE MARGINAL DOS CUSTOS DA UTILIZAÇÃO DE SÊMEN SEXADO MACHO

em cio à tarde foram inseminadas na manhã do dia seguinte.

Constituíram-se os seguintes tratamentos: grupo 1- animais inseminados com sêmen convencional do touro A; grupo 2- animais inseminados com sêmen sexado macho do touro A; grupo 3- animais inseminados com sêmen convencional do touro B; grupo 4- animais inseminados com sêmen sexado macho do touro B; grupo 5- animais inseminados com sêmen convencional do touro C; e grupo 6- animais inseminados com sêmen sexado macho do touro C. Todos os touros utilizados eram da raça Nelore. A concentração das doses de sêmen sexado era de $2,1 \times 10^6$ espermatozoides e a do sêmen convencional, de $30,8 \times 10^6$ espermatozoides.

O diagnóstico de gestação foi realizado no mês de janeiro, através de ultrassonografia com aparelho Mindray com transdutor linear de 7,5 MHz, depois de 35 dias do encerramento dos trabalhos de cada lote.

AValiação DA VIABILIDADE ECONÔMICA

A avaliação da viabilidade econômica do uso de sêmen sexado macho para produção de touros Nelore foi realizada com base na inseminação de 100 fêmeas. Os índices utilizados foram baseados nos resultados obtidos no experimento com as 663 fêmeas e nos custos de produção e receitas médias das duas fazendas trabalhadas. O custo do sêmen foi calculado pela média dos três touros utilizados na pesquisa. O sêmen sexado e convencional eram dos mesmos reprodutores. O percentual de machos selecionados para venda como touros e como boi gordo (pressão de seleção), respectivamente 80% e 20%, eram os mesmos nas duas fazendas.

Os custos com cria, recria, engorda e preparação dos animais para venda foram considerados os mesmos entre os animais produzidos com sêmen sexado macho e convencional, portanto, não foram incluídos na avaliação econômica proposta. Uma vez

que os custos com hormônios, material descartável para inseminação, funcionários e instalações independem do tipo do sêmen utilizado, o custo total da inseminação nesta avaliação foi considerado como apenas o custo das doses de sêmen gastas em cada grupo experimental.

As equações matemáticas utilizadas para os cálculos estão descritas a seguir:

Custo total da inseminação = número de fêmeas inseminadas x custo da dose de sêmen;

Número de bezeros nascidos = número de fêmeas inseminadas x taxa de gestação x % de machos nascidos;

Número de bezerras nascidas = número de fêmeas inseminadas x taxa de gestação x % de fêmeas nascidas;

Número de touros para venda = número de bezeros nascidos x % machos selecionados para venda como touro;

Receita com venda de touros = número de touros para venda x preço de touros aos 24 meses;

Número de bois gordos para frigorífico = número de bezeros nascidos x % machos selecionados para venda como boi gordo;

Receita com venda de bois gordos = número de bois gordos para frigorífico x preço do kg de boi gordo x peso do boi gordo para venda para frigorífico;

Receita com venda de fêmeas = número de bezerras nascidas x preço do quilo da fêmea aos 24 meses para frigorífico x peso da fêmea de 24 meses para venda para frigorífico.

Lucro = receita com venda de touros + receita com venda de bois gordos + receita com venda de fêmeas - custo total da inseminação.

O percentual de machos selecionados para venda como touros foi de 80%;

O preço dos touros aos 24 meses foi considerado a média dos remates realizados jul/09- jul/10 no estado MS pelas leiloeiras Leiloboí, Leilogrande e Correa da Costa leilões;

O preço do quilo do boi gordo (US\$ 1,68) e da fêmea para frigorífico (US\$ 1,52) foi considerado a média da cotação diária jul/09- jul/10 Cepea/Esalq;

O peso do boi gordo para venda para

frigorífico foi considerado como 510 kg e da fêmea foi de 360 kg.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico BioEstat 3.0 (Ayres *et al.*, 2003). Após a determinação das estatísticas descritivas, as variáveis categóricas técnicas foram analisadas por meio do teste de qui-quadrado ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa total de gestação das fêmeas inseminadas com sêmen sexado macho dos touros A, B e C foi de 38,76% (131/338), valor inferior ($p < 0,0001$) à taxa total de gestação observada nas fêmeas inseminadas com sêmen convencional dos mesmos touros, a qual foi de 57,85% (188/325), conforme apresentado na **tabela I**. Não houve diferença entre o índice de gestação entre novilhas e vacas sem bezerro ao pé, tampouco entre as duas fazendas trabalhadas ($p > 0,05$).

A técnica utilizada no processo de sexagem é nociva às células espermáticas, deixando-as mais sensíveis à criopreservação (Krzyzosiak *et al.*, 2000; Hollinshead *et al.*, 2003). Por essa razão, ocorre uma redução da fertilidade do sêmen sexado em relação

ao sêmen convencional, que já tem sido relatada por vários autores (Johnson *et al.*, 1994; Bodmer *et al.*, 2005). Por esta razão, De Vries *et al.* (2007) recomendaram que, em gado leiteiro, a categoria principal para receber o sêmen sexado seria novilhas, por possuírem maior fertilidade quando comparadas as vacas. A mesma orientação foi feita por DeJarnette *et al.* (2008) que, tendo em vista o alto custo do sêmen sexado e a necessidade de o produtor obter um maior retorno financeiro, recomendaram o uso do sêmen sexado só em novilhas.

A baixa concentração espermática ocorre devido às perdas de espermatozoides durante o processo de sexagem, e minimizá-las é essencial para difundir o uso da técnica, uma vez que 60% dos espermatozoides são perdidos durante as várias fases do processo de industrialização do sêmen. Nesse sentido, com objetivo de encontrar um ponto que associasse a eficiência de separação entre os espermatozoides X e Y, com a viabilidade econômica da indústria de sexagem, Garner (2006) afirmou que as doses de sêmen sexado deveriam ter uma concentração mínima de 2×10^6 de espermatozoides. A eficiência desta concentração por dose inseminante foi confirmada posteriormente por Schenk *et al.* (2009), que trabalhando com vacas holandesas lactantes, não encontraram diferença significativa ($p > 0,05$).

Tabela I. Percentual de gestação de fêmeas Nelore inseminadas com sêmen convencional e sexado macho do mesmo touro. (Pregnancy rate of Nelore females inseminated with conventional and male-sexed semen from the same bull).

	Fazenda 1	Fazenda 2
Fêmeas IA com sêmen sexado do touro A	41,50% (39/94) ^a	-
Fêmeas IA com sêmen convencional do touro A	61,73% (50/81) ^b	-
Fêmeas IA com sêmen sexado do touro B	-	36,21% (41/114) ^a
Fêmeas IA com sêmen convencional do touro B	-	61,40% (71/116) ^b
Fêmeas IA com sêmen sexado do touro C	-	39,06% (51/130) ^a
Fêmeas IA com sêmen convencional do touro C	-	52,30% (67/128) ^b

Médias acompanhadas pela mesma letra na coluna, não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) pelo teste de qui-quadrado.

ANÁLISE MARGINAL DOS CUSTOS DA UTILIZAÇÃO DE SÊMEN SEXADO MACHO

entre os índices de gestação utilizando sêmen sexado na concentração de 10×10^6 ou $2,0 \times 10^6$ de espermatozoides por dose.

A modelagem é uma ferramenta utilizada para a derivação de valores econômicos de características de importância, mediante a aplicação de equações de lucro ou de modelos bio-econômicos. Esses modelos baseiam-se em análises conjuntas entre aspectos econômicos e produtivos, relacionando custos, receitas, dados biológicos e o manejo de uma propriedade para obtenção de valores econômicos nos sistemas de produção de bovinos de corte (Jorge Jr. *et al.*, 2006). De um modo geral, vários autores salientam a importância das simulações de diferentes situações, como auxiliares no processo de identificação de áreas com maiores necessidades de pesquisa (Jorge Jr. *et al.*, 2006).

Assim sendo, para se conhecer a viabilidade econômica do uso do sêmen sexado, foi feita a simulação da inseminação de 100 fêmeas com cada um dos tipos de sêmen trabalhado, juntamente com os valores de custos e receitas médios das duas fazendas, que possuíam manejo muito semelhante. Observou-se que, quando

foram utilizados os índices de gestação obtidos no experimento (38,76% e 57,85%, para o sêmen sexado macho e sêmen convencional, respectivamente), com o percentual de nascimentos de machos nascidos com a utilização do sêmen sexado de 90% e com um percentual de machos selecionados para venda como touros (pressão de seleção) de 80%, o uso dessa técnica foi economicamente viável, apresentando um lucro de 1163,43 dólares (**tabela II**).

Para um criador que seleciona e comercializa touros, a possibilidade de ter um maior número de animais disponíveis com o mesmo número de matrizes, é sem dúvida uma excelente perspectiva. Entretanto, a utilização de uma tecnologia para aumentar o número de touros para venda como reprodutores requer uma série de análises quanto a sua exequibilidade e custo. Além do mais, é necessário que exista um nível de risco conhecido e controlável, para que seu investimento não acabe em prejuízos. Assim sendo, para que a utilização de sêmen sexado para produção de touros seja economicamente viável, é preciso que se tenha um índice de confiabilidade no processo de separação dos espermatozoides X e Y

Tabela II. Custos e receitas para a inseminação de fêmeas Nelore com sêmen sexado macho ou convencional, visando à produção de touros para comercialização. (Costs and revenue for the insemination of Nelore females with male-sexed or conventional semen to production of bulls for sale).

Item	Especificação	Sêmen sexado	Sêmen convencional
1	Número de fêmeas inseminadas	100	100
2	Custo da dose de sêmen ¹	US\$ 34,37	US\$ 15,63
3	Custo total da inseminação ²	US\$ 3437,00	US\$ 1563,00
4	Taxa de gestação	38,70%	57,85%
5	% machos nascidos	90%	50%
6	% de fêmeas nascidas	10%	50%
7	Receita com venda de fêmeas	US\$ 2117,66	US\$ 15 830,50
8	Lucro	US\$ 97 230,48	US\$ 96 067,05

¹Valor da dose comercializada em Campo Grande, MS, Brasil. ²O custo da inseminação foi considerado como apenas o custo da dose de sêmen, pois todos os outros custos são os mesmos para ambos os grupos.

apresentado pela empresa que comercializa esse tipo de sêmen; é importante que os índices de gestação com o uso desse produto sejam os mais próximos possíveis dos alcançados com sêmen convencional; e que o custo da dose seja acessível à realidade do produtor.

Utilizando os índices e custos apresentados desta pesquisa (**tabelas I e II**), percebem-se seis variáveis principais cuja variação pode alterar o lucro total da atividade: o percentual de confiabilidade na sexagem espermática, a taxa de gestação obtida com o sêmen sexado, o preço do quilo do boi gordo no frigorífico, o preço dos touros no mercado, o percentual de touros produzidos selecionados para venda como reprodutores, e a diferença de preço entre a dose do sêmen sexado e convencional do mesmo touro. Note que esta pesquisa não tem o objetivo de fazer uma análise pormenorizada dos custos de produção de touros, tampouco almeja realizar uma planilha de gerenciamento financeiro de uma propriedade rural que comercializa touros Nelore. Nossa abordagem simplificada visa apresentar um rápido entendimento dos riscos e oportunidades de se utilizar sêmen sexado como uma ferramenta para se buscar maior lucratividade com a venda de reprodutores desta raça.

A partir dessas premissas, verificam-se os seguintes cenários para que o uso de sêmen sexado seja viável economicamente nas duas fazendas estudadas, desde que se mantenham constantes as demais variáveis: o percentual de confiabilidade na sexagem espermática deve ser de no mínimo 89%, ou seja, para cada 100 bezerros nascidos, pelo menos 89 devem ser machos. A taxa de gestação das fêmeas inseminadas com sêmen sexado deve ser de no mínimo 38,3%, ou seja, caso o percentual de fêmeas gestantes no final da estação seja $\leq 38,2\%$, a produção de touros usando sêmen sexado não será lucrativa quando comparada com a utilização de sêmen convencional. Nessa mesma linha de pensamento, o preço míni-

mo do quilo de boi gordo no frigorífico deve ser de 1,37 dólares. Isso implica que se houver oscilações no preço desse produto que atinjam valores inferiores a esse patamar, a despeito do maior número de machos produzidos com a utilização do sêmen sexado, o uso de sêmen convencional ainda será mais lucrativo. Por sua vez, o preço do touro no mercado tem que ser $\geq 3084,80$ dólares, e o percentual de touros produzidos selecionados para venda como reprodutores (pressão de seleção) de ver de no mínimo 74,4%, ou seja, a cada 100 bezerros machos nascidos a partir de inseminações com sêmen sexado, se o número de animais vendidos como touros for inferior a 74, a atividade estará dando prejuízo. Finalmente, a diferença entre os preços do sêmen convencional e sexado do mesmo touro na realidade trabalhada nas duas fazendas não pode ultrapassar a 191%, ou seja, o sêmen sexado teria que custar no máximo 45,50 dólares, pois valores acima desse, seriam responsáveis pelo prejuízo econômico para o criador.

Ao contrário do que se podia parecer, o preço do quilo da fêmea de 24 meses no frigorífico não se constitui uma variável relevante, visto que seu valor normalmente está atrelado ao preço do quilo do boi gordo. Hipoteticamente, para que o preço do quilo da fêmea influenciasse no lucro final das duas fazendas trabalhadas, o mesmo deveria representar mais que 97,6% do preço do quilo do boi gordo, realidade que dificilmente ocorreria no mercado atual.

Outro ponto que deve ser considerado pelos criadores deve ser os riscos embutidos em algumas das variáveis supracitadas. Destaco a taxa de gestação, o preço do touro, o preço do quilo do boi gordo e o custo da dose do sêmen sexado. A diferença entre o índice de gestação médio alcançado nas duas fazendas (**tabela I**) e o índice mínimo de gestação para que a atividade seja lucrativa é de apenas 0,4%. Vários fatores podem influenciar a taxa de gestação em uma estação de monta como, por exemplo, nutrição, intervalo entre o parto e primeiro

ANÁLISE MARGINAL DOS CUSTOS DA UTILIZAÇÃO DE SÊMEN SEXADO MACHO

estros, dificuldade de parto, distocias, infecções puerperais e pós-puerperais, e qualidade seminal (Yavas e Walton, 2000, Burns *et al.*, 2010). Portanto, variações nos índices de gestação entre anos diferentes são muito frequentes e esse valor de 0,4% é muito arriscado e deve ser criteriosamente avaliado pelo criador e sua equipe técnica. Outro fator de risco que também pode preocupar o criador é o preço do touro (**tabela II**), que apresenta um valor crítico de 3084,8 dólares, o que representa apenas 235,8 dólares de diferença do preço médio comercializado pelas duas fazendas. Já o preço do quilo do boi gordo apresenta valor crítico que foi de apenas 0,31 dólares inferior ao valor de mercado na ocasião da pesquisa. Ambas as situações também devem ser cuidadosamente avaliadas pelo criador uma vez que a flutuação do mercado destes produtos é muito grande no país. Por sua vez, a variação do preço da dose de sêmen diferiu 11,13 dólares do preço médio das doses de sêmen utilizadas na fazenda. Esse valor, apesar de importante, talvez seja me-

nos impactante, visto que existe uma grande variedade de touros provados no mercado cujos preços variam consideravelmente, permitindo ao produtor adquirir aquele que melhor se adequar a seu orçamento. Além disso, a paternidade do touro pode influenciar significativamente seu valor de sua venda, o que poderia amenizar tais riscos.

Visto isso, o criador juntamente com sua equipe técnica podem fazer uso de uma ferramenta simples como a análise proposta e apresentada nesse artigo, para uma rápida tomada decisão quanto à utilização ou não de sêmen sexado macho para produzir touros Nelore em sua propriedade.

CONCLUSÃO

A utilização de sêmen sexado de macho, nas condições desta pesquisa, é economicamente viável para produção de touros Nelore, entretanto apresenta maiores riscos que a utilização de sêmen convencional para esse propósito.

BIBLIOGRAFIA

- ASBIA. 2009. Associação Brasileira de Inseminação Artificial. <http://www.asbia.org.br/download/mercado/relatorio2009.pdf> (04/04/10).
- Ayres, M., Ayres Jr, M., Ayres, D.L. e Santos, A.S. 2003. Bio Estat. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil Maniraua. CNPq. Belém. Brasília.
- Bodmer, M., Janett, F., Hässig, M., Den Daas, N., Reichert, P. and Thun, R. 2005. Fertility in heifers and cows after low dose insemination with sex-sorted and non-sorted sperm under field conditions. *Theriogenology*, 64: 1647-1655.
- Burns, B.M., Fordyce, G. and Holroyd, R.G. 2010. A review of factors that impact on the capacity of beef cattle females to conceive, maintain a pregnancy and wean a calf - implications for reproductive efficiency in northern Australia. *Anim Reprod Sci*, 122: 1-22.
- De Vries, A., Overton, M., Fetrow, J., Leslie, K., Eicker, S. and Rogers, G. 2007. Exploring the impact of sexed semen on the structure of the dairy industry. *J Dairy Sci*, 91: 847-856.
- DeJarnette, J.M., Nebel, R.L., Marshall, C.E., Moreno, J.F., McCleary, C.R. and Lentz, R.W. 2008. Effect of sex-sorted sperm dosage on conception rates in Holstein heifers and lactating cows. *J Dairy Sci*, 91: 1779-1785.
- Garner, D.L. 2006. Flow cytometric of mammalian sperm. *Theriogenology*, 65: 943-957.
- Hollinshead, F.K., Gillian, L., O'Brien, J.K., Evans, G. and Maxwell, W.M.C. 2003. *In vitro* and *in vivo* assessment of functional capacity of flow cytometrically sorted ram spermatozoa after freezing and thawing. *Reprod Fert Develop*, 15: 351-359.
- Johnson, L.A., Cran, D.G. and Polge, C. 1994. Recent advances in sex preselection of cattle: flow cytometric sorting of X- Y- chromosome bearing sperm based on DNA to produce progeny. *Theriogenology*, 41: 51-56.
- Johnson, S.K. 2005. Possibilities with today's

DOMINGUEZ, COSTA, CENTURION E BRUMATTI

- reproductive technologies. *Theriogenology*, 64: 639-656.
- Jorge Jr., J., Cardoso, V.L. e De Albuquerque, L.G. 2006. Modelo bioeconômico para cálculo de custos e receitas em sistemas de produção de gado de corte visando à obtenção de valores econômicos de características produtivas e reprodutivas. *Rev Bras Zootecn*, 35: 2187-2196.
- Krzyzosiak, J., Evenson, D., Pitt, C., Jost, L., Molam, P. and Vishwanath, R. 2000. Changes in susceptibility of bovine sperm to *in situ* DNA denaturation during prolonged incubation at ambient temperature under conditions of exposure to reactive oxygen species and nuclease inhibitor. *Reprod Fert Develop*, 12: 251-261.
- Rath, D., Moench-Tegeder, G., Taylor, U. and Johson, L.A. 2009. Improved quality of sex-sorted sperm: A prerequisite for Wilder commercial application. *Theriogenology*, 71: 22-29.
- Schenk, J.L., Cran, D.G., Everett, R.W. and Seidel Jr, G.E. 2009. Pregnancy rates in heifers and cows with cryopreserved sexed sperm: effects of sperm numbers per inseminate, sorting pressure and sperm storage before sorting. *Theriogenology*, 71: 717-728.
- Seidel Jr., G.E. 2009. Sperm sexing technology. The transition to commercial application an introduction to the symposium "Update on sexing mammalian sperm". *Theriogenology*, 71: 1-3.
- Yavas, Y. and Walton, J.S. 2000. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: A review. *Theriogenology*, 54: 25-55.