

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

RENATA DE MOURA TRAUER

**SIMULAÇÃO DO DESEMPENHO REPRODUTIVO DE VACAS DE CORTE
SUBMETIDAS A DIFERENTES DURAÇÕES DE ESTAÇÃO DE MONTA E
CONDIÇÕES NUTRICIONAIS**

**Dom Pedrito
2016**

RENATA DE MOURA TRAUER

**SIMULAÇÃO DO DESEMPENHO REPRODUTIVO DE VACAS DE CORTE
SUBMETIDAS A DIFERENTES DURAÇÕES DE ESTAÇÃO DE MONTA E
CONDIÇÕES NUTRICIONAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Zootecnia da
Universidade Federal do Pampa, como
requisito parcial para obtenção do Título de
Bacharel em Zootecnia.

Orientador: José Acélio S. da Fontoura
Júnior

**Dom Pedrito
2016**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

T614s Trauer, Renata de Moura

Simulação do desempenho reprodutivo de vacas de corte submetidas a diferentes durações de estação de monta e condições nutricionais / Renata de Moura Trauer.

37 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do Pampa, ZOOTECNIA, 2016.

"Orientação: José Acélio Silveira da Fontoura Júnior".

1. Bovinocultura de corte. 2. Condição corporal. 3. Estação reprodutiva. 4. Modelagem. 5. Rebanho de cria. I. Título.

RENATA DE MOURA TRAUER

**SIMULAÇÃO DO DESEMPENHO REPRODUTIVO DE VACAS DE CORTE
SUBMETIDAS A DIFERENTES DURAÇÕES DE ESTAÇÃO DE MONTA E
CONDIÇÕES NUTRICIONAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Zootecnia da
Universidade Federal do Pampa, como
requisito parcial para obtenção do Título de
Bacharel em Zootecnia.

Orientador: José Acélio S. da Fontoura
Júnior

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em:
Banca examinadora:

Prof. Dr. José Acélio Silveira da Fontoura Júnior
Orientador
Campus Dom Pedrito – UNIPAMPA

Prof^a Dr^a. Tisa Echevarria Leite
Campus Dom Pedrito – UNIPAMPA

Prof. Dr. Nelson de Mello Balverde
Campus Dom Pedrito – UNIPAMPA

AGRADECIMENTO

Aos meus pais Neuza Aparecida Menezes de Moura Trauer e Eugenio José Trauer, minha base e exemplo de vida, pelo apoio incondicional, incentivo constante e pela credibilidade em mim depositada. Vocês foram fundamentais para a concretização de mais um objetivo. Amo vocês!

A minha avó Olga Menezes de Moura e meu avô Josué Machado de Moura (in memoriam), pelo afeto, amor, dedicação e por tudo que sempre me proporcionaram.

A meu namorado Filipe de Oliveira Leão, incansável companheiro e o melhor presente que a faculdade me deu. Obrigada por todo o carinho, alegria e força durante esta caminhada. Por estar comigo em todas as horas, segurando minha mão e evitando muitos tombos, pela paciência (enorme) e também pelos inúmeros puxões de orelha, que com toda a certeza, muito me serviram. Obrigada por acreditar sempre no meu trabalho, mesmo quando nem eu acreditava.

A todos os professores que fizeram parte de minha formação, em especial a meu orientador José Acélio S. da Fontoura Júnior, pelo conhecimento passado, paciência, disposição e orientação deste trabalho.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente participaram desta etapa,

Muito obrigada!

RESUMO

O setor pecuário é essencial no desenvolvimento da economia nacional, sendo a cria a fase de maior importância na eficiência da cadeia de bovinos de corte. Nesta etapa além de outros fatores, dois são fundamentais e devem ser levados em consideração para o máximo desempenho reprodutivo: a duração da estação de monta e o escore da condição corporal. O objetivo deste trabalho foi testar diferentes condições nutricionais, com base no escore da condição corporal, associadas a diferentes estações de monta. O trabalho foi realizado a partir de um modelo de simulação para desempenho reprodutivo de vacas de corte, de acordo com distintos cenários. Sendo as condições nutricionais representadas pelos grupos BAIXO (60% vacas com ECC 2 e 40% com ECC3), MÉDIO (20% vacas com ECC 2, 60% vacas com ECC 3 e 20% com ECC4) e ALTO (40% com ECC3 e 60% vacas com ECC 4) essas condições foram testadas para três estações de monta: com 60, 90 e 120 dias de duração. As variáveis respostas analisadas foram a taxa de concepção, intervalo entre partos, intervalo parto concepção e peso ao desmame de bezerros. Foi possível observar que conforme prolongamento na duração de estação de monta, maior foi a taxa de concepção do rebanho no primeiro ano, porém esta duração pode influenciar negativamente a repetição de cria nos anos subsequentes, já que o intervalo parto concepção também aumentou assim como o intervalo entre partos. Os resultados analisados são dados demonstrativos, pois não houve análise estatística. A simulação de cenários pode ser eficaz para a maximização da produtividade dentro da bovinocultura de corte. Tanto o pecuarista como o técnico, são potenciais usuários desta ferramenta, para avaliar o desempenho reprodutivo do rebanho, ressaltando que, a simulação serve de método auxiliar, pois se deve levar em consideração o sistema como um todo.

Palavras-Chave: Bovinocultura de Corte. Condição corporal. Estação reprodutiva. Modelagem. Rebanho de Cria.

ABSTRACT

The beef cattle industry is essential in the development of the national economy, with breeding being the phase of greater importance in the beef chain efficiency. At this phase, among others, two factors are critical and should be taken into account for maximum reproductive performance: duration of the breeding season and the body condition score (BCS). The objective of this study was to test different nutritional conditions, based on body condition score, associated to different breeding seasons. The study was conducted from a simulation model for reproductive performance of beef cows, according to different scenarios. Nutritional conditions were represented by groups LOW (60% cows with BCS 2 and 40% with BCS 3), MEDIUM (20% cows with BCS 2, 60% cows with BCS 3 and 20% with BCS 4) and HIGH (40% with BCS 3 and 60% of cows BCS 4) these conditions were tested for three breeding seasons: with 60, 90 and 120 days of duration. The response variables analyzed were conception rate, calving interval, calving-conception interval and weaning weight of calves. It was observed that extending the length of the breeding season, the greater is the herd conception rate in the first year, but this length can negatively influence the breeding back of the cows in the subsequent years, since the calving-conception interval also increased, as well as the calving interval. The analyzed results are demonstrative data, since there was no statistical analysis. Scenarios simulation can be effective for maximizing productivity with beef cattle. Both the farmer as the technical, are potential users of this tool to evaluate the reproductive performance of the herd, pointing out that the simulation serves as a support method, as it should take into consideration the system as a whole.

Key-Words: Beef Cattle industry. Body condition. Breeding season. Cow/calf operation. Modeling.

:

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Caracterização do ciclo completo no Sistema de Produção de Bovinos de Corte	14
Figura 2 – Cenários utilizados para simulação, sendo estes baseados na resposta dos grupos de acordo com o ECC em relação a duração da Estação de Monta.....	19
Figura 3 - Estação de monta, estação de parição e data do desmame para os cenários simulados.....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Intervalo parto-concepção de acordo com a condição nutricional de matrizes e diferentes durações de estação de monta.....	21
Tabela 2 – Taxa de concepção de acordo com a condição nutricional e a duração da estação de monta.....	22
Tabela 3 - Intervalo entre partos de acordo com a condição nutricional e a duração da estação de monta.	23
Tabela 4 - Peso ao desmame de bezerros, de acordo com a condição nutricional de matrizes e a duração da estação de monta.	24
Tabela 5 - Receita bruta da venda de bezerros desmamados.....	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEP – Começo da estação de parição

ECC – Escore da condição corporal

EM – Estação de monta

FEP – Final da estação de parição

GMD – Ganho médio diário

IEP – Intervalo entre partos

IPC – Intervalo parto-concepção

PV – Peso Vivo

PN – Peso ao nascimento

SAD – Sistema de apoio a decisão

SUMÁRIO

1 Introdução	12
2 Revisão Bibliográfica	13
2.1 Sistema de Produção de Bovinos de Corte	13
2.1.1 Nutrição x Escore da condição corporal.....	15
2.1.2 Estação de Monta.....	15
2.1.3 Novilhas de reposição x vacas descarte	16
2.1.4 Índices Zootécnicos Reprodutivos.....	16
2.1.5 Simulação.....	17
3 Metodologia	18
4 Resultados e Discussão	20
5 Considerações finais	26
Referências	27
Anexos	30

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, em âmbito mundial, está entre um dos escassos países, onde ainda existem áreas propícias à exploração pecuária de modo sustentável, bem como condições climáticas favoráveis a uma criação extensiva e de baixo custo, proporcionando assim, um adequado desenvolvimento de espécies forrageiras de qualidade, as quais são transformadas com eficiência em proteína animal (MEZZADRI, 2015; HOFFMANN et al., 2014). O rebanho bovino brasileiro atingiu no ano de 2011, 212.797.824 de animais (IBGE 2011), sendo considerado o maior rebanho comercial do mundo. Pode-se considerar que o setor pecuário é essencial no desenvolvimento da economia nacional, o que inclui desde o fornecimento de alimentos a preços baixos para a população até a geração de emprego, renda e mercado consumidor para bens industrializados (BRASIL, 2014).

A bovinocultura de corte abrange três fases de produção, de acordo com a idade do animal, as quais se dividem em cria, recria e terminação, sendo que o conjunto destas, forma o denominado ciclo completo (BARCELLOS et al., 2011). Com relação ao desempenho produtivo da carne bovina, a fase de cria exerce influência marcante na eficiência da cadeia. Essa fase é caracterizada por produção extensiva (TÔSTO et al., 2013), iniciando com a reprodução do rebanho e o nascimento dos bezerros, a qual vai até a desmama dos mesmos, sendo este o produto final. A partir do desmame, torna-se recria, que finaliza com os animais seguindo para a engorda ou para a fase de cria novamente, como matrizes e reprodutores. Finalizando o ciclo de produção, a fase de terminação consiste na engorda de bois ou vacas magras, os quais são destinados para o abate (SACHS e PINATTI 2007; SIMÕES, MOURA e ROCHA, 2007).

O aporte nutricional da vaca de corte durante sua vida reprodutiva reflete nos quilos (kg) de bezerro desmamado/ano. A avaliação do escore da condição corporal (ECC) é tão eficaz quanto a do peso vivo (PV) das matrizes, já que essa considera o acúmulo das reservas corporais disponíveis para a mobilização durante a lactação que as fêmeas possuem (OLIVEIRA et al., 2006).

Para a maximização da produtividade na bovinocultura de corte, a introdução de uma estação de monta (EM) fixa é uma das práticas a serem realizadas, o que permite um eficiente manejo dos animais em épocas determinadas, como seleção, descarte, concentração de parição permitindo uniformidade de lotes de bezerros, o

que facilita sua comercialização. Porém, caso a estação de monta seja utilizada inadequadamente, poderá acarretar diminuição da taxa de fertilidade do rebanho (SERENO et al., 1996).

Assim como no Brasil, a pecuária de corte no estado do Rio Grande do Sul é economicamente expressiva, fazendo com que as novas tecnologias acompanhadas de técnicas de produção e manejo permitam os resultados positivos. Para atingir estes resultados, o pecuarista pode utilizar métodos estatísticos na decisão sobre o manejo a ser utilizado, projetando as variáveis contidas no negócio, o que auxilia a planejar um futuro investimento, simulando situações produtivas para a tomada de decisões, presumindo máximo retorno (SILVEIRA; SOARES e SILVA, 2013).

Na bovinocultura de corte, o uso de modelos de simulação ainda é bastante reduzido, porém de grande importância, tornando crescente a necessidade de se aplicar este tipo de ferramenta na gestão dos sistemas de produção, buscando sua otimização e garantindo a viabilidade da atividade. Os modelos de simulação devem ser simples e com o intuito de resolver problemas, principalmente em nível de produtor (FONTOURA JÚNIOR et al., 2009).

O objetivo deste trabalho foi testar diferentes condições nutricionais, através da avaliação da condição corporal com base em escores, associadas a diferentes estações de monta, analisando fatores que alteram os índices reprodutivos, através de um modelo de simulação. Com isto, discutir os fatores a serem levados em consideração pelo produtor rural, visando alternativas de um manejo reprodutivo adequado dentro do rebanho de cria.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sistema de Produção de Bovinos de corte

O ciclo da pecuária bovina é fragmentado em três etapas, sendo estas a cria, recria e engorda, onde a primeira torna-se base fundamental para as etapas subsequentes. A cria é caracterizada pela reprodução do rebanho e consequentemente venda de bezerros após o desmame, sendo esta a única atividade do processo em que se comercializa essa categoria animal. Embora esta fase tenha grande importância dentro da bovinocultura de corte, seu manejo ocorre em campos com baixo aporte nutricional, apesar da alta exigência das matrizes em

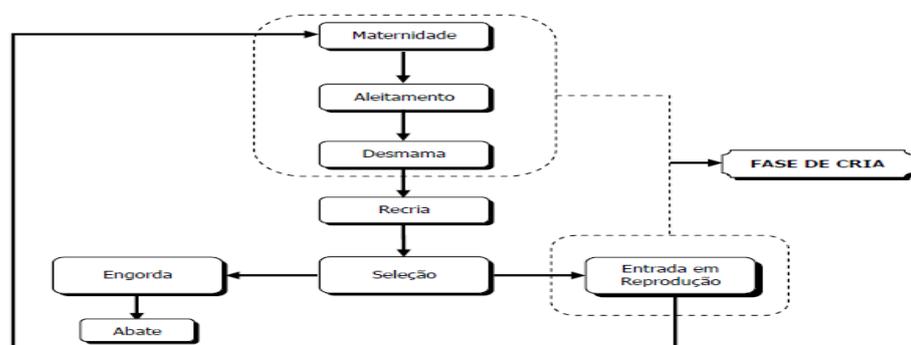
relação aos kg de bezerros desmamado, resultando em baixa eficiência biológica, fazendo com que seja considerada uma atividade secundária com baixos ganhos econômicos. Este fato ocorre devido ao grande capital mobilizado associado com o baixo retorno econômico desta etapa, em comparação a fase de recria ou engorda (BARCELLOS, CRHISTOFARI e OIAGEN, 2011).

O rebanho de cria padrão é composto por touros, vacas de cria, novilhas de reposição e bezerros(as) em distintas proporções, sendo dependente da taxa de natalidade, idade ao primeiro parto, taxa de mortalidade e reposição, relação touro/vaca e comercialização de bezerros e animais de descarte (OIAGEN, 2007).

A etapa de recria está compreendida entre cria, na qual ocorre a desmama dos bezerros, e o início da engorda. Nesta fase ocorre gradativo crescimento do bovino, devido ao maior depósito de músculo e desenvolvimento da estrutura óssea. Ao final desta fase, o animal estará formado estruturalmente, pronto para retornar a fase de cria como reprodutor ou seguir para a engorda e posterior abate (CÔRREA et al., 2009).

Por fim, a fase de engorda ou terminação, é aquela na qual o animal possui maior eficiência em ganho de peso, atingindo desenvolvimento máximo, através da deposição de tecido muscular e gordura, definindo o acabamento da carcaça. Compreende o período entre final da recria até o abate (CÔRREA et al., 2009). As três fases podem ser caracterizadas pela Figura 1, a qual engloba o processo de ciclo completo.

Figura 1: Caracterização do ciclo completo no Sistema de Produção de Bovinos de corte.



Fonte: Adaptado de OLIVEIRA et al. (2006).

Naturalmente, a eficiência das fases de recria e engorda depende, em boa parte, da qualidade dos animais produzidos na fase de cria (TÔSTO et al., 2013).

2.1.1 Nutrição x Escore da condição corporal

A nutrição da vaca de corte durante toda sua vida é a grande responsável pela resposta adequada em termos de kg do bezerro desmamado/ano. Contudo, tanto a sub quanto a superalimentação são prejudiciais ao sistema (OLIVEIRA et al., 2006). A carência nutricional pode intervir negativamente na fertilidade das fêmeas e desenvolvimento dos bezerros, prolongando o intervalo de partos devido ao aumento do período de serviço (TORRES-JÚNIOR et al., 2009).

O ECC, importante método para auxiliar no manejo reprodutivo, avalia subjetivamente, por meio visual e/ou tátil, o estado nutricional dos ruminantes, classificando-os, estando fundamentado pela cobertura muscular e da massa de gordura. Há distintas escalas de escores, podendo variar de 1 a 5 ou 1 a 9, onde 1 define a vaca muito magra nas duas escalas, e 5 bem como o ECC 9, caracterizam o animal gordo (MACHADO et al., 2008).

Diversos trabalhos de pesquisa constataram elevada correlação entre a condição corporal ao parto e o desempenho reprodutivo no pós-parto. Animais em boas condições corporais na parição retornam a ciclar mais cedo. Portanto, o monitoramento da condição corporal, no terço final de gestação, pode indicar a necessidade de ajustes nos níveis nutricionais, de modo que, ao parto, a condição corporal adequada seja atingida (VALLE, ANDREOTTI e THIAGO, 1998).

2.1.2 Estação de Monta

A EM é definida como o período estabelecido para que se obtenha concepção das matrizes, permitindo definir pontos de controle nas fases que envolvem a reprodução, como a melhor época de nascimento dos bezerros e o período de maior exigência nutricional das vacas, bem como controle na fase de produção, como melhor momento da venda de bezerros (PIRES et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2006).

A monta anual caracteriza-se pela presença do touro o ano inteiro com as vacas, sem controle algum, o que dificulta o manejo das categorias presentes no rebanho (novilhas, matrizes e bezerros), devido aos nascimentos dos bezerros distribuídos por vários meses (VALLE, ANDREOTTI e THIAGO 1998). Devido a isto, torna-se importante ressaltar que o controle do manejo reprodutivo é a base para o

desempenho da produção do rebanho, e o mesmo é realizado através da utilização de EM e de nascimento definidas (ABREU et al., 2003).

Para vacas adultas, a duração recomendada da EM é de 60 a 90 dias, já que as principais vantagens de uma estação de monta reduzida são a melhoria da fertilidade e da produtividade do rebanho. Reduzindo-se a duração da estação de monta é possível identificar as fêmeas de melhor desempenho reprodutivo. As vacas mais prolíficas tendem a parir no início da estação de nascimento e desmamam-se bezerras mais pesados (VALLE, ANDREOTTI e THIAGO, 1998; TORRES-JÚNIOR et al., 2009).

2.1.3 Novilhas de Reposição x Vacas de Descarte

A reposição anual do rebanho de matrizes é essencial para manter a produtividade, através da introdução de novilhas (SULEIMAN, 2014) e do descarte de fêmeas de idade avançada, baixa habilidade materna ou problemas reprodutivos, as quais são destinadas ao abate (GRASSI e MÜLLER, 1991). Este descarte, geralmente é feito após o diagnóstico de gestação, no qual se detecta as vacas vazias (SULEIMAN, 2014).

As novilhas devem ser consideradas como uma categoria especial dentro de um rebanho de cria, já que são utilizadas para a reposição de vacas descarte. A maturidade sexual precoce desta categoria é o aspecto básico a ser utilizado na sua seleção e manejo, visando a concepção e parição no início da estação (VALLE, ANDREOTTI e THIAGO, 1998).

O PV é fator fundamental para que a novilha alcance a maturidade sexual, influenciando muito mais do que a idade (BARCELLOS et al., 2003). Em circunstâncias nutricionais adequadas, os animais apresentarão condições corporais de moderada a boa no momento da parição. O trimestre final da gestação é crucial no desenvolvimento da fêmea e do feto, sendo que em situações de restrição alimentar nesse período, acarreta baixo peso do bezerro ao nascimento e reduz a probabilidade de concepção na estação subsequente. Porém, o excesso de peso também pode diminuir os índices de fertilidade (VALLE, ANDREOTTI e THIAGO 1998).

2.1.4 Índices Zootécnicos Reprodutivos

A taxa de concepção envolve a relação das vacas prenhes com o total de vacas expostas a reprodução, e é influenciada pelo ECC, período pós-parto, estresse, problemas sanitários, relação touro:vaca (MADUREIRA, 2001).

O intervalo do parto a concepção (IPC) é o período da parição até o estabelecimento de nova gestação, o qual é dependente de múltiplos fatores, como a estação do parto, raça das vacas, tamanho do rebanho, ECC, entre outros, e influencia diretamente no intervalo entre partos (BALL e PETERS, 2006; SANTOS e VASCONCELOS 2010).

O Intervalo entre Partos (IEP) é um importante fator a ser avaliado na fase de cria (OLIVEIRA et al., 2006), sendo ideal quando tiver um intervalo de doze meses, visando um bezerro/vaca/ano. Deve-se considerar que este índice, não considera vacas que tiveram apenas um parto ou que nunca pariram, avalia apenas animais que tiveram no mínimo dois partos, superestimando assim a eficiência reprodutiva de um rebanho (CÔRREA et al., 2001).

O peso ao desmame do bezerro, é influenciado nos primeiros meses de vida, onde a maior parte dos nutrientes são ingeridos através do leite materno. A desmama tradicional, entre os 6 a 8 meses de idade, segue a curva da produção de leite das vacas de corte. A raça e grupo genético tem grande influência na quantidade diária de leite e conseqüentemente no peso à desmama, bem como a quantidade e qualidade da forragem disponível e a reserva energética armazenada no pré-parto (RODRIGUES e CRUZ, 2003).

2.1.5 Simulação

Atualmente, a utilização de ferramentas computacionais no ambiente rural em relação ao urbano, estão mais atrasadas. Porém, é considerada uma ferramenta indispensável na atividade, permitindo aprendizado, conhecimento e redução de custos (CEOLIN et al., 2008). As tecnologias disponíveis na bovinocultura de corte permitem estimar as respostas biológicas no sistema de cria, através dos (SAD) – sistemas de apoio a decisão, que minimizam os riscos existentes na produção. Estes softwares possuem certo grau de segurança, possibilitando o gestor a escolher o melhor método de trabalho, simulando resultados biológicos e econômicos, já que os mesmos englobam rotinas e informações que se ajustam à realidade. Logo, estas

tecnologias são aquelas relacionadas ao manejo na estação de monta, nascimento e desmame, alimentação dos animais, etc (BARCELLOS, OIAGEN e CHRISTOFARI, 2007).

A simulação é uma técnica que representa a realidade e auxilia em tomadas de decisões na produção de bovinos de corte, sendo utilizada com o intuito de reduzir custos e tempo. Esta possibilita gerar resultados para cenários criados a partir de variáveis associadas ao sistema produtivo, relacionadas com o manejo dos animais, permitindo analisar e evitar problemas em um sistema real. A utilização de um modelo de simulação propicia um crescente entendimento do sistema, já que amplia a visão e manipulação do mesmo (COSTA, 2004).

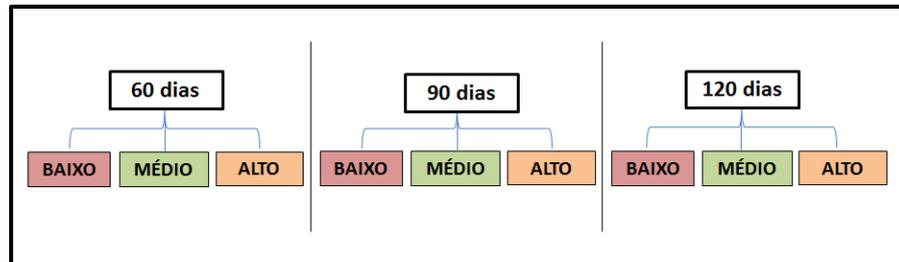
3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do trabalho, foi utilizado o modelo de simulação desenvolvido por Fontoura Júnior et al. (2009) (Anexo A). Segundo os autores, trata-se de um modelo empírico, dinâmico e contém elementos determinísticos e estocásticos, o qual é baseado na relação entre escore da condição corporal e o intervalo parto concepção para vacas com cria ao pé; para novilhas e vacas vazias a concepção é baseada na probabilidade de conceber, sendo que, para novilhas, a idade e/ou peso a puberdade são os fatores determinantes. O modelo tem duas formas de leitura dos dados de entrada: uma do relatório de parição gerado pelo software no qual o modelo foi implementado e a outra a partir dos dados de entrada definidos pelo usuário. Os dados de entrada são considerados médios, com exceção dos referentes à estação reprodutiva, e o modelo atribui um desvio padrão para cada variável e os dados utilizados na execução do modelo seguem uma distribuição normal.

No presente trabalho a simulação considerou um rebanho de cria, baseado em condições reais da produção de bovinos de corte *Bos taurus taurus*, criados extensivamente no estado do Rio Grande do Sul. Os cenários utilizados foram compostos por vacas com condição corporal ao parto de 2, 3 e 4 (considerando escala de 1 a 5), divididos em três grupos, identificados como BAIXO: constituído por 60% de vacas com ECC 2 e 40% de vacas com ECC 3; cenário MÉDIO: integrado por 20% de vacas com ECC 2, 60% com ECC 3 e 20% com ECC 4; cenário ALTO: composto por 40% de vacas com ECC 3 e 60% com ECC 4; estimando as respostas

em estações de monta de 60, 90 e 120 dias, em dois anos subsequentes, conforme Figura 2.

Figura 2: Cenários utilizados para simulação, sendo estes baseados na resposta dos grupos de acordo com o ECC em relação a duração da Estação de Monta.



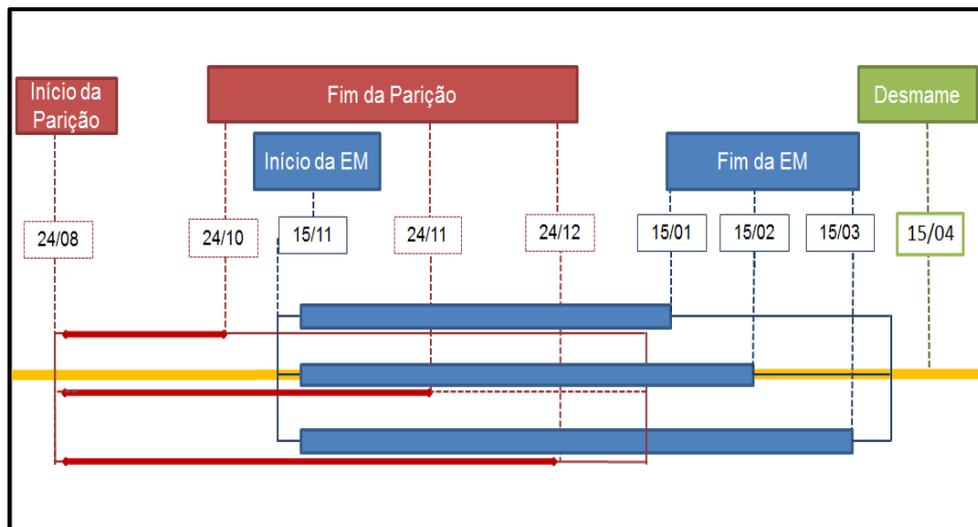
Fonte: A autora (2016).

Supôs-se que todos os rebanhos partiram de uma condição corporal boa (ECC 3, na escala de 1 a 5) e similar, tendo uma Taxa de reposição dos animais/ano de 20%, através da introdução de novilhas aos 420 dias (14 meses), com peso a puberdade de 270kg e probabilidade de concepção de 80%, sendo essa probabilidade utilizada também para vacas solteiras. Todas as novilhas foram consideradas com ECC 3. Não foi considerada a mortalidade de bezerros até o desmame e a retenção de matrizes. O início da EM para todos os cenários foi definido em 15 de novembro de 2016, início da estação de parição em 24 de agosto de 2016 e a data do desmame em 15 de abril de 2017 (Figura 3). Estimou-se a duração da gestação em 282 dias, tendo um desvio padrão de 2 dias. Foram realizadas 10 rodadas de simulações por cenário, para evitar possíveis desvios relacionados a casualidade, caso fosse feita apenas uma simulação.

As respostas demonstrativas avaliadas foram o IPC, data do parto e próxima concepção, taxa de concepção e IEP, ressaltando que não houve análise estatística. Conforme Fontoura Júnior et al., (2009), o modelo é baseado na relação entre ECC ao parto e o IPC, para vacas com cria ao pé, considerando que o primeiro determinará o segundo. Através da data do parto e o IPC, o modelo calcula a data de concepção e a data da próxima parição. Para novilhas, a data de concepção é determinada pelo peso ou idade a puberdade. Outra variável de entrada é a estação reprodutiva. O modelo também calcula o peso à desmama, através da data do parto, peso ao nascimento, ganho médio diário do nascimento à desmama e data do desmame. O desempenho reprodutivo simulado pelo modelo é avaliado por kg de

bezerro desmamado/vaca/ano. O relatório de parição pode ser lido através de dados gerados pelo usuário, como data média do parto, começo da estação de parição (CEP) e final da estação de parição (FEP) ou da EM anterior, peso ao nascimento (PN) médio e peso ao desmame. Os dados de saída gerados são data de concepção, de nascimento, dias e peso ao desmame, número de vacas paridas.

Figura 3: Estação de monta, estação de parição e data do desmame para os cenários simulados.



Fonte: A autora (2016).

Por meio de simulação foram determinados os cenários para um rebanho de cria, durante sua reprodução, analisando a probabilidade de parição dos animais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As datas de partições foram semelhantes entre grupos (Tabela 1), porém a concepção ocorreu em datas distintas, devido ao ECC, já que vacas com melhor condição corporal ao parto em relação às de baixo ECC, ciclam mais cedo (Machado et al., 2008). O ECC ao parto determina o IPC, sendo este maior em vacas com baixo ECC conforme Pfeifer et al. (2007), o que foi possível observar nesta simulação. Quanto maior foi o período de EM, maior foi o IPC, porém este diminuiu nos rebanhos com matrizes de melhor ECC. Na EM de 60 dias, obteve-se um IPC de 98 dias para o grupo BAIXO, de 89 dias para o MÉDIO e de 84 dias para o grupo ALTO. Quando se prolongou esta estação para 90 dias, obteve-se um IPC de 102, 92 e 87 dias para os grupos BAIXO, MÉDIO e ALTO, respectivamente. Na estação

de 120 dias, o IPC foi maior, chegando aos 107 dias para o grupo BAIXO, 96 dias para o grupo MÉDIO e 88 dias para o grupo ALTO (Tabela 1).

Tabela 1: Intervalo parto-concepção de acordo com a condição nutricional de matrizes e diferentes durações de estação de monta.

EM em dias	BAIXO	MÉDIO	ALTO
60	98,4424	89,54463	84,77853
90	102,163	92,21868	87,3877069
120	107,93318	96,72348	88,444313

Fonte: A autora (2016).

Conforme JAUME e MORAES (2002), quando se tem boas reservas corporais ao parto, as vacas reiniciam a atividade reprodutiva precocemente em relação aos animais com baixo ECC, já que estes tendem a perder peso chegando a um estado crítico, bloqueando a atividade reprodutiva para assegurar a sobrevivência dos bezerros. Em vacas com reservas intermediárias, estas tem a possibilidade de recuperar-se quando ocorre pequena perda de peso, permitindo o reinício da atividade reprodutiva antes do final da estação de monta.

Tanto uma alimentação deficiente como excessiva são prejudiciais para o desempenho reprodutivo, sendo que o ECC baixo e alto acarretam falha em ciclar e falha na concepção (EVERSOLE et al., 2000). Os resultados obtidos nesta simulação demonstraram a influência da nutrição sobre o desempenho reprodutivo de vacas de corte conforme relatado por diversos trabalhos de pesquisa. Assim, os rebanhos de vacas com melhor ECC (grupo MÉDIO e grupo ALTO) apresentaram maior taxa de concepção em relação ao grupo BAIXO. A taxa de concepção (Tabela 2) aumentou em todos os grupos conforme o prolongamento da EM. A taxa de concepção em uma EM de 60 dias foi de 66,47% para o grupo BAIXO, de 89,1% para o grupo MÉDIO e 99% para o grupo ALTO. Na estação de monta de 90 dias, houve incremento na taxa de concepção em todos os grupos, obtendo-se concepção de 84,50%, 99,6% e 100% para o grupo BAIXO, MÉDIO e ALTO, respectivamente. Na estação de 120 dias, obteve-se 100% de concepção em todos os grupos.

Tabela 2: Taxa de concepção de acordo com a condição nutricional e a duração da estação de monta.

EM em dias	BAIXO	MÉDIO	ALTO
60	66,47%	89,10%	99,00%
90	84,50%	99,60%	100,00%
120	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: A autora (2016).

Segundo PIRES et al., (2011), vacas que parem mais tarde dentro da estação de parição não terão a oportunidade de conceber durante uma EM curta, enquanto EM maiores, permitem aumento nas taxas de concepção, porém resultam em bezerros mais novos e leves na desmama. Apesar da máxima taxa de concepção na estação de 120 dias, essa decisão pode influenciar na estação subsequente, reduzindo a taxa de concepção, já que conforme se aumenta a duração da EM, as matrizes tendem a conceber no final da mesma e conseqüentemente, parem dentro da próxima EM, não obtendo tempo suficiente para recuperar-se. Ressaltando que, a manutenção do bom ECC (acima de 3, escala de 1 a 5), é imprescindível para o bom resultado na estação reprodutiva das matrizes, já que vacas magras não têm boa taxa de concepção e possuem anestro prolongado (OLIVEIRA et al., 2006).

Além do ECC da matriz e duração da EM, existem inúmeros fatores que não foram discutidos neste trabalho, porém possuem a mesma importância e interferem na taxa de concepção, como relação touro:vaca, sanidade do rebanho, seleção de fêmeas férteis e descarte criterioso de vacas, touros provados (andrológico e libido), detecção de estro e inseminação (no caso da inseminação artificial). Todos estes pontos podem ser considerados como de controle, os quais contribuem para a eficiência reprodutiva de todo o rebanho (PIRES et al., 2011) .

O IEP (Tabela 3) foi menor em vacas com maior ECC, porém aumentou conforme o prolongamento da EM. Na EM de 60 dias, obteve-se 380, 370 e 366 dias de IEP para os grupos BAIXO, MÉDIO e ALTO, respectivamente. Na EM de 90 dias, o IEP no grupo BAIXO foi de 383, no MÉDIO de 373 e no ALTO de 369. Na EM de 120 dias, o IEP foi de 389 dias para o grupo BAIXO, 378 dias para o grupo

MÉDIO e 369 dias para o grupo ALTO. Conforme dados avaliados por Sonohata et al., (2009), independente da situação da vaca, com ou sem bezerro ao pé, a condição corporal pode afetar o desempenho reprodutivo e produtivo do rebanho, impedindo a fêmea de conceber e de não atingir a meta de produção de 1 bezerro/vaca/ano, o que corrobora com Pires et al., (2011), pois o ECC baixo alonga o período de serviço e conseqüentemente, aumenta o IEP.

Tabela 3: Intervalo entre partos de acordo com a condição nutricional e a duração da estação de monta.

EM em dias	BAIXO	MÉDIO	ALTO
60	380,09734	370,7633	366,0309
90	383,9155937	373,5473	369,1809
120	389,42438	378,2551	369,9076

Fonte: A autora (2016).

Um dos fatores mais importantes que devem ser avaliados para determinar o lucro ou o prejuízo econômico do sistema de cria é a quantidade de kg de bezerros desmamados/ano (VALLE, ANDREOTTI e THIAGO, 1998). Na EM de 60 dias, o grupo BAIXO desmamou bezerros com 163kg, o grupo MÉDIO com 162,8kg e o grupo ALTO com 162,7kg. Enquanto na EM de 90 dias, obteve-se peso ao desmame de 146,6kg para o grupo BAIXO, 147,7kg para o grupo MÉDIO e 148kg para o grupo ALTO. Já na EM de 120 dias, o peso ao desmame foi menor, esse de 145,5kg, 146kg e 145kg para o grupo BAIXO, MÉDIO e ALTO respectivamente (Tabela 4). Ressalta-se que estes resultados ocorreram devido a data do desmame, a qual foi fixa para todos os grupos. A diminuição do peso ao desmame em relação ao aumento na duração da EM, é influenciada devido a data de parição, onde vacas que parem no final da estação, desmamam bezerros mais leves, enquanto as vacas mais férteis parem no início da estação de parição, desmamando bezerros mais pesados. Quanto maior for o número e o peso dos bezerros à desmama, maior será o retorno econômico por hectare (VALLE, ANDREOTTI e THIAGO, 1998).

Outro fator que interfere o peso do bezerro ao desmame é a condição nutricional da vaca com bezerro ao pé, porém, nesta simulação não houve influência

desse fator sobre o desempenho dos bezerros, já que estes tiveram um mesmo ganho médio diário (GMD) de 0,65kg/animal/dia.

Figura 6: Peso ao desmame de bezerros, de acordo com a condição nutricional de matrizes e a duração da estação de monta.

EM em dias	BAIXO	MÉDIO	ALTO
60	163,218	163,0315	146,7351
90	162,6353	162,9287	163,3394
120	163,4334	163,703	163,3297

Fonte: O autor (2016).

Levando em consideração, o peso médio de bezerros desmamados e a taxa de concepção nesta simulação (pois não foi considerada mortalidade de bezerros) junto à média do preço de bezerros e bezerras do estado do Rio Grande do Sul, a qual se encontra em R\$ 5,88/kg, pode-se calcular a receita bruta do kg de bezerros desmamado/ano, caso estes fossem comercializados, conforme Tabela 5, ressaltando que não foram descontados os custos com produção.

Tabela 5: Receita bruta da venda de bezerros desmamados

EM, em dias	BAIXO	MÉDIO	ALTO
60	R\$ 63.257,04	R\$ 85.196,50	R\$ 94.710,924
90	R\$ 72.408,67	R\$ 85.979,12	R\$ 87.024,00
120	R\$ 85.554,00	R\$ 85.848,00	R\$ 85.260,00

Fonte: A autora (2016).

Pode-se observar que a maior receita se deu através do grupo ALTO em uma EM de 60 dias, devido a porcentagem de bezerros nascidos e kg desmamados, o que corrobora com Pires et al. (2011), o qual afirma que o ECC de matrizes influencia na produção e no custo final dos bezerros, possuindo diferença sobre a

margem de lucro oriunda de vacas com ECC 3 (escala 1 a 5). Em relação ao resultado obtido com a EM de 120 dias, este não repetir-se-á no ano seguinte, devido o maior IPC e a redução da taxa de concepção, reduzindo conseqüentemente o total de kg de bezerro desmamado/ano.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fase de cria é a base para as fases seguintes de produção dentro da bovinocultura de corte, a qual deve ser devidamente planejada e estruturada, visando máximo desempenho produtivo-econômico. Para a maior eficiência na produtividade, o manejo dentro da propriedade é o ponto crucial para atingir esta meta. Pode-se iniciar-se com a definição da duração de uma EM, a qual deve ser baseada na eficiência reprodutiva do rebanho, avaliada pela taxa de concepção, distribuição dos nascimentos de bezerros dentro da estação de parição e a duração desta, o IPC e a quantidade de kg de bezerro desmamado/vaca/ano.

Para a introdução de uma EM, devem ser considerados inúmeros fatores, dentre eles está o ECC, método simples e prático para a avaliação nutricional subjetiva de um rebanho. Associado a isto, a utilização de tecnologias, como a simulação da produção para planejar futuros investimentos e tomada de decisões, sendo que essa é rápida e de baixo custo, quando comparado com a aplicação real desses manejos.

Nesse sentido, a simulação de cenários pode ser eficaz para a maximização da produtividade dentro da bovinocultura de corte. Tanto o pecuarista como o técnico, são potenciais usuários desta ferramenta, para avaliar o desempenho reprodutivo do rebanho, ressaltando que, a simulação serve de método auxiliar, pois a simulação possui limitações, e deve-se sempre levar em consideração o sistema como um todo, incluindo o manejo de pastagens, fertilidade do solo, sanidade dos animais, seleção de matrizes, qualidade genética do rebanho, entre outros.

REFERÊNCIAS

ABREU, U.G.P; CEZAR, M.I; TORRES, R.A. Análise bioeconômica da introdução de período de monta em sistemas de produção de rebanhos de cria na região do Brasil Central. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.5, p.1198-1206, 2003

BALL, P. J.H; PETERS, A.R. **Reprodução em Bovinos**. São Paulo. Roca, 2006.

BARCELLOS, J.O.J. et al. **Crescimento de fêmeas bovinas de corte aplicado aos sistemas de cria**. Porto Alegre : Departamento de Zootecnia - UFRGS, 2003. 72 p. (Sistemas de Produção em Bovinos de Corte. Publicação Ocasional, 1).

BARCELLOS, J. O.J; OIAGEN, R.P; CHRISTOFARI, L.F. Gestão de tecnologias aplicadas na produção de carne bovina: pecuária de cria. XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA-Cusco-Perú. Arch. Latinoam. Prod. Anim. Vol. 15 (Supl. 1) 2007.

BARCELLOS, J. O.J; OIAGEN, R.P; CHRISTOFARI, L.F. **Pecuária de cria e a gestão do negócio**. Módulo 4 do Curso Online Pecuária de Cria: agregando valor à produção de bezerros, Beef Point, 2011. Disponível em: <
<http://www.beefpoint.com.br/cadeia-produtiva/dicas-de-sucesso/pecuaria-de-cria-e-a-gestao-do-negocio-70174/>> Acesso em: 31 de maio de 2016.

BARCELLOS, J. et al. **Processos de intensificação dos sistemas de produção de carne bovina para o mercado**. XV Congresso Latinoamericano de Buiatria e XXXIX Jornadas Uruguayas de Buiatria. Paysandú – Uruguai, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano mais pecuária / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Assessoria de Gestão Estratégica. – Brasília : MAPA/ACS, 2014.

CARVALHO, F.M; RAMOS, E. O. LOPES, M.A. Análise comparativa dos custos de produção de duas propriedades leiteiras, no município de Unaí-MG, no período de 2003 e 2004. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1705 -1711, 2009

CEOLIN, A. C. et al. Sistemas de informação sob a perspectiva de custos na gestão da pecuária de corte gaúcha. **Custos e @gronegocio on line - v. 4, Edição Especial - Mai - 2008**. ISSN 1808-2882. Disponível em:
<www.custoseagronegocioonline.com.br> Acesso em: 28 de abril de 2016.

CÔRREA, E.S. et al. **Desempenho reprodutivo em um sistema de produção de gado de corte**. 33p. - Boletim de Pesquisa / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1516-5809 ; 13. Campo Grande, 2001.

CÔRREA, C.C. et al. **Gerenciamento da pecuária de corte no Brasil: cria, cria e engorda de bovinos a pasto**. Sober, 47º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Porto Alegre/RS, 2009.

COSTA, M. A.B. **Um modelo baseado em conhecimento para simular rebanhos de bovinos de corte**. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica – Área de Automação) Universidade Estadual de Campinas, Campinas/São Paulo, 2004.

EVERSOLE, D.E. et al. **Body condition scoring beef cows**. Virginia Cooperative Extension, publication 400-791, 2000. Disponível em: < <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/50710/400-795.pdf?sequence=1>> Acesso em: 28 de abril de 2016.

FONTOURA, A.F.J. et al. Modelo de simulação do desempenho reprodutivo de fêmeas bovinas de corte com base no escore de condição corporal. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.8, p.1627-1635, 2009

GRASSI, C. MÜLLER, L. Efeito do manejo de vacas descarte no desempenho e nas características da carcaça. **Pesq. Agropec. Bras.** Brasília, 26(8): 1175-1181, ago, 1991.

HOFFMANN, A. et al. Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período seco. **Rev. Nativa**, Sinop, v. 02, n. 02, p. 119-130, abr./jun. 2014 Pesquisas Agrárias e Ambientais. Disponível em: <<http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa>> Acesso em: 28 de abril de 2016.

IBGE. Pesquisa pecuária municipal. Produção Pecuária Municipal, v.39, 2011. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/>> Acesso em: 10 de junho de 2016.

JAUME, C.M; MORAES, J.C.F. **Importância da condição corporal na eficiência reprodutiva de cria**. Embrapa CPPSul, Bagé, 2002.

MACHADO, R. et al. **Escore da condição corporal e sua aplicação no manejo reprodutivo de ruminantes**. Circular Técnica 57 – Embrapa Sudeste, São Carlos/SP, 2008

MADUREIRA. Índices reprodutivos em gado de corte – revisto e ampliado. Radar técnico beef point, 2001. Disponível em: < <http://www.beefpoint.com.br/radares-tecnicos/reproducao/indices-reprodutivos-em-gado-de-corte-revisto-e-ampliado-5042/>> Acesso em: 01 de julho de 2016.

OIAGEN, R.P. **Utilização do método dos centros de custos na pecuária de cria**. Tese (Mestrado em Zootecnia – Área de Produção Animal) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, 2007.

OLIVEIRA, R.L. et al. Nutrição e manejo de bovinos de corte na fase de cria. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.7, n.1, p. 57-86, 2006. Disponível em: < <http://www.rbspa.ufba.br> > Acesso em: 25 de março de 2016.

PFEIFER, L.F.M. et al. Efeito da condição corporal avaliada no diagnóstico de gestação sobre o momento da concepção e taxa de prenhez em vacas de corte. **Acta Scientiae Veterinariae**. 35(3):303-307, 2007.

PIRES, A.V. et al. **Interrelações entre nutrição e reprodução: fatores que potencializam o desempenho reprodutivo**. I SIMBOV – I Simpósio Matogrossense de bovinocultura de corte Corumbá, MS, 2011.

RODRIGUES, A. A; CRUZ, G.M. **Comportamento Social dos Bovinos e o uso do espaço**. Sistemas de Produção, 2 – Versão Eletrônica. Julho/2003. Disponível em: < <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/BovinoCorte/BovinoCorteRegiaoSudeste/alimentacao.htm> > Acesso em: 20 de maio de 2016.

SACHS, R. C.C. PINATTI, E. Preços do boi gordo e do boi magro na pecuária de corte paulista, no período de 1995 a 2006. **Revista de economia e agronegócio**, VOL.5, Nº 3, 2007

SERENO, J.R.B. et al. Efeito da duração do período de monta sobre a eficiência reprodutiva de fêmeas da raça nelore no estado de Mato Grosso do Sul. **R.Soci. Bras. Zootec.** 1996.

SILVEIRA, L.G.; SOARES, M.A.; SILVA, M.A. Rentabilidade do gado de corte na fase de recria: uso da simulação de Monte Carlo para planejamento e controle empresarial. **Custos e @gronegócio on line** - v. 9, n. 4 – Out/Dez – 2013. Disponível em: < www.custoseagronegocioonline.com.br > Acesso em: 20 de maio de 2016.

SIMÕES, A.R.P; MOURA, A.D; ROCHA, D.T. Avaliação econômica comparativa de sistemas de produção de gado de corte sob condições de risco no Mato Grosso do Sul. **Revista de economia e agronegócio**, VOL.5, Nº 1, 2007.

SONOHATA, M.M. et al. Escore de condição corporal e desempenho reprodutivo de vacas no Pantanal do Mato Grosso do Sul – Brasil. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.10, n.4, p.988-998 out/dez, 2009. Disponível em: < <http://www.rbspa.ufba.br> > Acesso em: 25 de março de 2016.

SULEIMAN, K. **Descarte de vacas é essencial para manter a produtividade de vacas de corte**. Notícias Produção Animal, Embrapa gado de Corte, 2014. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1746238/descarte-de-vacas-e-essencial-para-manter-productividade-nas-propriedades> > Acesso em: 30 de maio de 2016.

TORRES-JÚNIOR, J.R.S. et al. Considerações técnicas e econômicas sobre reprodução assistida em gado de corte. **Rev. Bras. Reprod. Anim**, Belo Horizonte, v.33, n.1, p.53-58, jan./mar. 2009. Disponível em: < www.cbpa.org.br > Acesso em: 25 de março de 2016.

TÔSTO, S. G. et al. **Aspectos produtivos da pecuária de corte do Brasil e de Mato Grosso do Sul**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2013.

VALLE, E.R.do; ANDREOTTI, R.; THIAGO, L.R.L. de S. **Estratégias para aumento da eficiência reprodutiva e produtiva em bovinos de corte**. Campo Grande: EMBRAPA- CNPGC. (Documentos 71), 1998.

SANTOS, R.M; VASCONCELLOS, J.L.M. Relação entre intervalo parto concepção e taxa de descarte ou morte na estação subsequente. Radar técnico mil point, 2010. Disponível em: < <http://www.milkpoint.com.br/> > Acesso em: 01 de julho de 2016.

ANEXO A

Modelo de simulação do desempenho reprodutivo de fêmeas bovinas de corte com base no escore de condição corporal



Revista Brasileira de Zootecnia

© 2009 Sociedade Brasileira de Zootecnia

ISSN 1516-3598 (impresso)

ISSN 1806-9290 (on-line)

www.sbz.org.br

R. Bras. Zootec., v.38, n.8, p.1627-1635, 2009

Modelo de simulação do desempenho reprodutivo de fêmeas bovinas de corte com base no escore de condição corporal

José Acélio Silveira da Fontoura Júnior^{1,3}, Frank Siewerd², Nelson José Laurino Dionello¹, Marcio Nunes Corrêa³

¹ Departamento de Zootecnia, FAEM, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

² Department of Animal and Avian Sciences, University of Maryland, College Park, MD, EUA.

³ Departamento de Clínicas Veterinária, FAVET, UFPEL, Núcleo de Pesquisa, Ensino e Extensão em Pecuária (NUPEEC) - Campus Universitário, CEP: 96010-900, Pelotas, RS.

RESUMO - Os objetivos neste trabalho foram desenvolver um modelo matemático dinâmico para descrever o processo reprodutivo em sistemas de produção de bovinos de corte e simular o desempenho reprodutivo do rebanho, com base no desempenho individual das fêmeas, determinado a partir do escore de condição corporal ao parto e da maturidade sexual. Trata-se de um modelo empírico, dinâmico e que contém elementos determinísticos e estocásticos. O desenvolvimento do modelo foi baseado na relação entre o escore de condição corporal (ECC) e o intervalo parto-concepção (IPC) para vacas com cria ao pé. Para novilhas e vacas vazias, a concepção foi baseada na probabilidade de conceber, de modo que, para novilhas, a idade e/ou o peso à puberdade foram fatores limitantes. O modelo tem duas formas de leitura dos dados de entrada: uma do relatório de partição gerado pelo *software*, e a outra, a partir dos dados de entrada definidos pelo usuário. Os dados de entrada são considerados médias, com exceção dos referentes à estação reprodutiva, e o modelo atribui um desvio-padrão para cada variável, de modo que os dados utilizados na execução do modelo seguem uma distribuição normal. A saída final, em formato de relatórios, fornece, além de outras informações, o total de kg de bezerras desmamadas/vaca/ano. É possível alterar valores de entrada para testar o impacto dessas mudanças nas variáveis de resposta. O desenvolvimento do modelo contribuiu para maior compreensão do sistema estudado e permitiu a simulação do desempenho reprodutivo de fêmeas bovinas de corte a partir do ECC ao parto (ECCPAR). Seu uso, para auxiliar no processo de tomadas de decisão no mundo real, depende das próximas etapas do trabalho, como verificação, calibração e validação.

Palavras-chave: bovinos de corte, modelagem, reprodução

Simulation model of the reproductive performance of beef cows based on body condition score

ABSTRACT - A dynamic mathematical model was developed to describe the reproductive process in beef cattle production systems and to simulate individual cow reproductive performance while generating results for the herd, based on the body condition score (BCS) at calving and age at sexual maturity. The model is empiric and dynamic, containing deterministic and stochastic elements. The model was developed based on the relationship between BCS and postpartum interval for lactating cows; for heifers and non-lactating cows, the conception rate was based on the probability to conceive; for heifers, body weight and age at puberty were the limiting factors. The model has two forms of reading inputs: from a parturition report generated by software or from raw data provided by the user. Input data are considered averages, except for those defining the reproductive season. The model assigns a standard deviation to each variable, with normal distribution. The final output is in the form of a report providing the annual amount of kg of weaned calves per cow, among other information. Inputs may be freely changed to evaluate the impact of new parameters on the output. This model contributes to a greater understanding of the production system studied and allows simulation of the reproductive performance of beef cows at calving from their BCS. Once validated, it is envisioned that the model will be a valuable tool to aid decision-making.

Key Words: beef cattle, modeling, reproduction

Introdução

A modelagem é sobretudo uma tentativa de integração de diferentes fenômenos e pode ser limitada pelos recursos

humanos e materiais utilizados na sua construção (Lovatto & Sauvant, 2001). É baseada principalmente na sistematização, o que permite o posicionamento do modelador frente ao estado de conhecimento (Lovatto, 2003). O

objetivo de modelar um sistema é entender seu funcionamento e para prever o seu comportamento em diversas condições (Fialho, 1999). Em decorrência das várias combinações entre as opções de manejo e genética e a alta exigência em recursos monetários e tempo para avaliar sistemas de produção em bovinos de corte, a simulação por computador é uma importante ferramenta para avaliá-los (Tess & Kolstad, 2000).

Os módulos de produção que englobam o sistema de cria devem dar especial atenção à reprodução que é o componente de maior impacto na eficiência produtiva (Morrison et al., 1999) e o maior determinante da lucratividade (Wiltbank et al., 1962). O desempenho reprodutivo é, frequentemente, limitado pelo prolongado anestro pós-parto (Ciccio et al., 2003), principal fator econômico em termos de produtividade da vaca (Rutter & Randel, 1984), uma consequência das baixas reservas energéticas corporais ou da condição corporal (Richards et al., 1986; Hess et al., 2005). Níveis alimentares inadequados no período pré-parto ocasionam perdas de reservas corporais e aumentam o período parto-primeiro cio (Wiltbank et al., 1962; Richards et al., 1986; Spitzer et al., 1995). O escore de condição corporal ao parto (ECCPAR) é mencionado como o principal fator determinante do intervalo parto-primeiro cio, data de prenhez (Selk et al., 1988; Spitzer et al., 1995; Lake et al., 2005), da duração do anestro pós-parto (Spitzer et al., 1995; Lalman et al., 1997; Looper et al., 2003; Hess et al., 2005) e do intervalo de partos (Renquist et al., 2006). Segundo DeRouen et al. (1994) registros do ECCPAR são um indicador confiável do desempenho reprodutivo pós-parto para parição de primavera em vacas primíparas. O total de bezerrões desmamados por vaca por ano em um sistema de cria é a forma mais precisa de avaliar a produtividade desse sistema (Gregory & Rocha, 2004). Os objetivos com este trabalho foram desenvolver um modelo matemático dinâmico para descrever o processo reprodutivo em sistemas de produção e simular o desempenho reprodutivo, com simulação por indivíduo e resultados globais, a partir do ECCPAR e da maturidade sexual.

Material e Métodos

Visando maior facilidade de entendimento, foi criada uma lista de acrônimos (Tabela 1), os quais serão usados no texto e nos modelos conceituais deste estudo. O modelo foi desenvolvido e implementado no *software* RURAL FAZPEC (SIGTECH Tecnologia em Gestão e Universidade Federal de Pelotas - UFPel., 2005). Trata-se de um modelo empírico, dinâmico e que contém elementos determinísticos e estocásticos. A descrição é feita conforme os modelos

conceituais (Figuras 1 e 2) para vacas com cria ao pé e novilhas ou vacas solteiras, respectivamente. Para vacas com cria ao pé, o modelo é fundamentado na relação do ECCPAR com o intervalo parto concepção (IPC) (Figura 1), assumindo que o primeiro (ECCPAR) determinará o segundo (IPC). Uma variável importante é a data do parto (DPAR), pois é por meio dela e do IPC que o modelo calcula a data da concepção (DCON) e a data do próximo parto, até atingir os cinco anos de simulação. Outras variáveis de entrada, como estação reprodutiva, por exemplo, atuam na restrição, ou seja, vacas que, devido ao seu ECCPAR, conceberiam, são consideradas sem concepção se a possibilidade de conceber estiver fora do período de estação reprodutiva. Nesse caso, as vacas consideradas vazias podem ficar no rebanho para a próxima estação reprodutiva ou ser descartadas. Se o número de novilhas for suficiente para suprir a reposição, todas as vacas sem cria ao pé são descartadas, caso contrário, fica no rebanho um número suficiente para suprir o déficit de novilhas. Com a DPAR, PN, GMDND e DDESM, o modelo calcula o peso ao desmame dos bezerrões,

Tabela 1 - Acrônimos e suas definições no texto e nos modelos conceituais

ECC	Escore de condição corporal, escala de 1 a 5
ECCPAR	Escore de condição corporal ao parto, escala de 1 a 5
DPAR	Data do parto
DDESM	Data do desmame
DNASC	Data do nascimento
DCON	Data da concepção
PN	Peso do bezerro ao nascimento, em kg (média entre machos e fêmeas)
PD	Peso ao desmame, em kg (média entre machos e fêmeas)
PRIM	Vacas primíparas, número de animais
VREPRO	Vacas em reprodução, número de animais
EP	Estação de parição, período
IEP	Início da estação de parição, data
FEP	Fim da estação de parição, data
ER	Estação reprodutiva, período
IER	Início da estação reprodutiva, data
FER	Fim da estação reprodutiva, data
IPC	Intervalo parto-concepção, em dias
TDESC	Taxa de descarte, em %
TN	Taxa de natalidade, em %
TD	Taxa de desmame, em %
MORTDESM	Taxa de mortalidade até o desmame, %
PUB	Puberdade
PER	Peso da novilha ao início da estação reprodutiva, kg
IPUB	Idade à puberdade, em dias
INOV	Idade da novilha, em dias
PPUB	Peso da novilha à puberdade, em kg
NNOV	Número de novilhas
CON	Concepção, o fato de conceber
PCON	Probabilidade de concepção, em %
GMD	Ganho médio diário, em kg/animal/dia
GMDND	Ganho médio diário do nascimento à desmama, em kg/animal/dia
CCRESC	Curva de crescimento para novilhas
GNA	Gerador de variável aleatória

descontada a MORTDESM. Para as novilhas, a data de concepção é estimada de maneira diferente, com base na IPUB ou PPUB. Se ao início da estação reprodutiva a novilha estiver crescendo conforme ou acima de sua CCRES, a PUB será atingida quando a INOV for igual a IPUB. Caso isso não ocorra, a PUB é determinada pelo PPUB, ou seja, quando o peso da novilha for igual ao PPUB. Ressalta-se que os modelos conceituais para vacas e novilhas são integrados, apenas foram separados no intuito de torná-los mais compreensíveis.

O desempenho reprodutivo simulado pelo modelo é medido pelo índice *kg de bezerro desmamado/vaca/ano*; ressalta-se que os índices necessários para se chegar a esse indicador, também são saídas do modelo, como: TN, TD, PN, GMDND, MORTDESM, idade do bezerro ao desmame e, conseqüentemente, o momento da concepção. Além disso, existe a possibilidade de filtrar esses resultados e extraí-los, por exemplo, por ECCPAR da vaca. Abaixo serão descritos os componentes do modelo e suas formas de funcionamento.

O escore de condição corporal (ECC) ou condição corporal é uma medida subjetiva de gordura corporal e a escala adotada nesse trabalho é a de 1 a 5 (segundo Moraes et al. 2005), de modo que 1 = animal muito magro e 5 = animal gordo).

Relatório de parição - O modelo executa a simulação para um período de cinco anos, com duas opções de leitura. A primeira lê os dados já existentes na propriedade por meio do relatório de parição gerado pelo programa RURAL FAZPEC com os seguintes dados: ECCPAR, DPAR, PN e identificação das PRIM. A segunda é uma projeção onde os dados de entrada, como: número de vacas, distribuição do

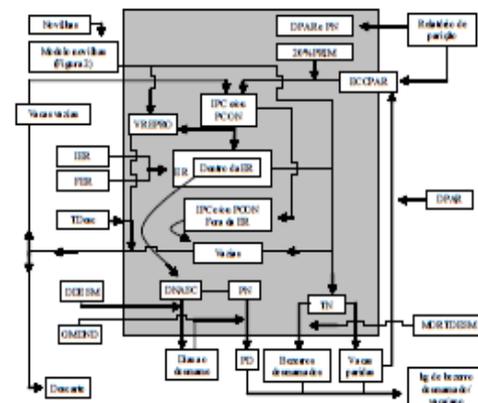


Figura 1 - Diagrama do modelo conceitual da vida reprodutiva de fêmeas bovinas de corte, a partir do ECC ao parto.

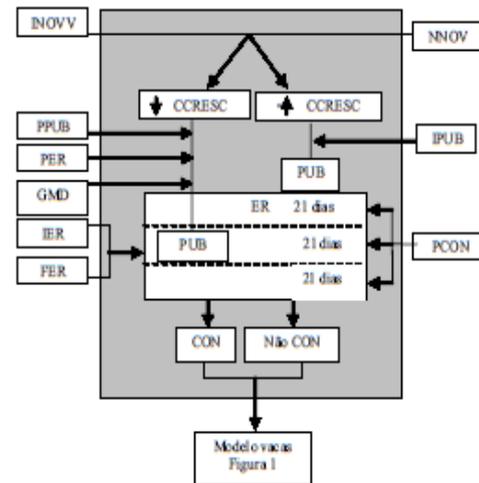


Figura 2 - Diagrama do modelo conceitual da concepção em novilhas baseado na curva de crescimento, na idade da novilha, na probabilidade de concepção, na idade à puberdade e no peso à puberdade.

número de vacas de acordo com o ECC ao parto (em número de vacas), data média do parto, IEP e FEP, ou da estação reprodutiva anterior, PN médio, os quais são fornecidos pelo usuário. Nesse caso, o modelo assume uma distribuição normal para esses dados, com média igual ao valor de entrada, e usa um desvio-padrão de 10% e 30%, respectivamente, para PN e DPAR, com os limites mínimos e máximos, respectivamente, de IEP e FEP para DPAR.

Adotou-se nesse trabalho o escore de condição corporal aferido ao parto (ECCPAR) por suas relações com o desempenho reprodutivo. O ECCPAR é um dado de entrada do modelo usado para calcular o IPC para vacas com cria ao pé. Os dados de ECCPAR são fornecidos pelo relatório de parição (1º ano), gerado pelo software (RURAL FAZPEC), ou diretamente pelo usuário.

IPC para vacas com cria ao pé - apesar das várias constatações da relação do ECCPAR com o desempenho reprodutivo, como visto no item introdução e posteriormente abordado nas discussões, poucos trabalhos referem-se ao IPC, principalmente com pontos suficientes para se formar uma curva de resposta. Empiricamente sabe-se que a resposta reprodutiva decorrente do ECC é quadrática. Neste trabalho foram utilizados os dados de Osoro & Wright (1992) para gerar a seguinte equação de regressão:

$$IPC = 10,714 \times ECC^2 - 84,286 \times ECC + 243,37 \quad (1)$$

A equação foi gerada com base em 321 partições de primavera, em vacas de corte, em Lanarkshire, Escócia, de 237 animais cruzados Hereford × Friesians e 84 Blue-Greys

(Whitbred Shorthorn \times Galloway). A data de concepção foi estimada subtraindo-se 282 dias da data do parto seguinte. Os dados gerados por essa equação são coerentes, segundo o conhecimento empírico, e também suportados pelos dados de DeRouen et al. (1994), dos quais foi obtida a seguinte equação:

$$IPC = 12 \times ECCPAR^2 - 89,2 \times ECCPAR + 240,4 \quad (2)$$

Essa equação gera valores semelhantes aos de Osoro & Wright (1992). Os dados DeRouen et al. (1994) foram obtidos em dois anos, na Louisiana, EUA, com animais mestiços de várias origens genéticas, incluindo *Bos taurus* e *Bos indicus*.

No intuito de tornar o modelo o mais próximo da realidade, foi acrescentada aleatoriedade ao resultado de IPC. Para isso, considera-se o resultado da equação (1) como médio e, aleatoriamente, é acrescentado um valor que varia de -5 a +5 dias para cada animal, a cada vez que o modelo é executado, empregando-se um gerador de números aleatórios (GNA) com distribuição uniforme (Freitas Filho, 2001).

Primíparas – o modelo calcula o IPC de acordo com ECCPAR, conforme a equação descrita para vacas com cria ao pé. No entanto, vacas com cria ao pé aos 2 anos de idade retomam a função ovariana 20 a 40 dias depois das múltiparas (Wiltbank, 1970). Com base nisso, o modelo soma ao resultado de IPC um valor entre 20 e 40 dias, gerado de maneira aleatória – GNA com distribuição uniforme (Freitas Filho, 2001) – para as PRIM, de modo que esse valor é acrescentado de maneira individual para cada PRIM a cada rodada do modelo. O número de PRIM no ano corrente está de acordo com a taxa de reposição do ano anterior e a taxa de reposição/descarte entra no modelo como dado. Portanto, o percentual de reposição/descarte gerará o número de PRIM correspondente. No caso do número de novilhas não ser suficiente no ano anterior, o número de PRIM passa a corresponder ao número de novilhas disponíveis para reposição. Nesse caso, ao número de novilhas poderá ser somado, dependendo do sistema, um número de vacas sem cria ao pé, por meio da redução da taxa de descarte (entrada no modelo), ou seja, retendo matrizes vazias para manter estável o número de fêmeas.

Possibilidade de concepção – é determinada com base no IPC e período de estação reprodutiva. As vacas em que o IPC indica concepção dentro da estação reprodutiva são consideradas prenhes e aquelas com possibilidade de concepção fora da estação reprodutiva são consideradas vazias.

PCON – novilhas e vacas sem cria ao pé

Novilhas – para a concepção em novilhas foi adaptado o método descrito por Tess & Kolstad (2000), no qual a

idade à puberdade (IPUB) e a probabilidade de concepção (PCON) são entradas do modelo. Novilhas que crescem conforme, ou mais que sua curva normal de crescimento atingem a puberdade quando sua idade é igual à IPUB. Para novilhas com desenvolvimento abaixo da curva normal de crescimento, a puberdade ocorre quando atingem o peso à puberdade (PPUB, entrada no modelo) e, para isso, foi usada outra entrada do modelo, a taxa de ganho de peso (GMD) e PER. As novilhas que atingem PUB, independentemente se por peso ou idade, concebem segundo a PCON em 1 dos 21 dias do ciclo estral usando um GNA com distribuição uniforme (Freitas Filho, 2001). Se a novilha não conceber nos primeiros 21 dias, terá nova chance no próximo cio, entre os dias 21 e 42 a contar da puberdade, ou seja, no segundo ciclo estral, e assim por diante até que seja limitada pela duração da estação reprodutiva;

Vacas sem cria ao pé – as vacas sem cria ao pé têm a possibilidade de conceber, de acordo com a PCON, conforme descrito para as novilhas, mas não dependem da IPUB e PPUB, por já serem púberes, portanto a aleatorização passa a ser feita a partir do IER;

Data da concepção (DCON) – para vacas paridas, a data de concepção é igual a DPAR mais o IPC. Para novilhas, a data de concepção depende de como esse animal atinge a PUB, se por idade ou peso. A partir do momento em que o animal atinge a PUB, será aleatorizado um dia para a CON, dentro de um ciclo estral (21 dias) pelo uso de um GNA com distribuição uniforme (Freitas Filho, 2001). Este mesmo método será aplicado para vacas sem cria ao pé, que não dependem da IPUB e PPUB, portanto a aleatorização passa a ser feita a partir do IER para essa categoria;

Número total de matrizes em reprodução – somatório das vacas com cria ao pé, novilhas de reposição e vacas vazias. As vacas vazias podem não existir se o sistema adotar o descarte de vacas vazias no diagnóstico; nesse caso, se o número de novilhas não for suficiente para reposição, o plantel sofrerá redução ou será necessária a compra de matrizes e o número de fêmeas compradas será um dado de entrada do modelo;

Estação reprodutiva (ER) – a estação reprodutiva é delimitada pelas entradas IER e FER ou IER e pela duração da estação reprodutiva; neste último caso, o modelo calcula a data do FER. Esse sistema é adotado tanto para vacas adultas quanto para novilhas. Como o modelo trata separadamente a estação reprodutiva de novilhas e de vacas adultas, a estação reprodutiva para novilhas e vacas pode ter diferentes épocas e durações. As entradas no modelo são independentes para novilhas e vacas;

Duração da gestação – se o usuário não inserir o período de gestação, o modelo assumirá que o período tem

distribuição normal com média de 282 dias e desvio-padrão de dois dias;

Data do nascimento/parto – para o primeiro ano, a data de nascimento/parto é uma entrada no modelo obtida por meio do relatório de parição ou de uma projeção a partir da data média do parto, conforme descrito no item *Relatório de parição*. Para os anos posteriores, ver em saídas;

Peso ao nascimento (PN) – se o modelo for executado a partir da leitura do relatório de parição, para o primeiro ano, é usado o PN lido no relatório. Para os anos subsequentes e/ou no caso de o modelo não ler o relatório e, ainda, no caso de novilhas e vacas sem cria ao pé, o PN será entrada no modelo com valor estimado médio, definido pelo usuário, para cada ano da simulação. Esses valores serão gerados aleatoriamente com distribuição normal, com média igual à entrada PN e desvio-padrão de 10% em relação à média;

Taxa de natalidade – os dados gerados pela equação incluem concepção e foram obtidos a partir do parto subsequente (Osoro & Wright, 1992). Portanto, a taxa percentual de natalidade será igual ao total de vacas expostas à reprodução, dividido pelo número de vacas que conceberam, multiplicado por 100;

Número de bezerros nascidos – é calculado multiplicando-se o total de fêmeas expostas à reprodução pela taxa de natalidade (%); e

GMDND – é gerado aleatoriamente para cada bezerro, com distribuição normal, de média igual ao valor de entrada para essa variável (entrada no modelo) e desvio-padrão de 0,1 kg.

Dados de entradas definidos pelo usuário:

Referentes às novilhas: as entradas definidas pelo usuário referente às novilhas são: PPUB, em kg, de acordo com a genética utilizada; PCON, em %, valor estimado da taxa de concepção (%) de acordo com as metas estabelecidas pelo usuário ou, ainda, referentes às médias históricas da propriedade; IPUB, em dias, idade à puberdade conforme genética utilizada; PER, em kg, peso vivo ao início da estação reprodutiva, lido do relatório gerado pelo programa RURAL FAZPEC ou gerado aleatoriamente para cada novilha, com distribuição normal, de média igual ao valor de entrada para essa variável (entrada no modelo) e desvio-padrão de 20 kg.; GMD, em kg/animal/dia, taxa de ganho médio estimado para o período; NNOV, número de novilhas, caso não seja feita a leitura do relatório.

Gerais: as entradas de caráter geral definidas pelo usuário são: IER – data de início da estação reprodutiva; FER – data do término da estação reprodutiva; duração da estação reprodutiva, em dias, número de dias de duração da estação reprodutiva, entrar com esse período que o

modelo calcula a data de término da estação reprodutiva. Essas entradas são válidas para novilhas e vacas, mas são independentes para cada categoria (ver item ER); ECCPAR, de acordo com a escala descrita; PN, em kg, para os anos subsequentes no caso dos dados serem lidos do relatório de parição, no primeiro ano, ou para os cinco anos; MORTDESM, em %, taxa de mortalidade aplicada ao total de bezerros nascidos a cada ano; TDESC, em %, percentual de matrizes descartadas anualmente; DDESM, incluir a data em que os bezerros serão desmamados, GMDND, em kg/animal/dia, estimado ou de acordo com as médias históricas da propriedade.

A composição dos dados de saída inclui a simulação para cada animal individualmente, entretanto, as saídas mostram o desempenho geral do rebanho, com índices e resultados médios.

Saídas (output):

Número de vacas descartadas – conforme o percentual de descartes sobre o total de matrizes expostas à reprodução. As vacas vazias serão descartadas ou acasaladas na próxima estação reprodutiva;

Data da concepção – data média da concepção para novilhas, vacas paridas e vacas sem cria ao pé;

Data de nascimento – a data de nascimento é obtida somando o período de gestação (282 dias em média) à data de concepção, com exceção do primeiro ano, no caso de leitura direta no relatório de parição onde esse dado é fornecido. Caso contrário, a DNASC será igual à data do parto, que assume distribuição normal com média igual a entrada DPAR e desvio-padrão de 30%, limitado pelo IEP e FEP;

Dias ao desmame – para o primeiro ano, é calculado subtraindo a data do desmame da data do nascimento, lida no relatório de parição ou gerada pelo modelo. Para os demais anos, subtrai-se a data do desmame (entrada no modelo) da data de nascimento calculada pelo modelo;

Peso ao desmame – peso ao nascimento mais o ganho de peso até o desmame, de acordo com a equação: $PD = PN + (GMDND \times \text{número de dias ao desmame})$, de modo que o GMDND conduzirá o resultado do PD à variação individual, visto que a variável GMDND tem caráter aleatório;

Número de bezerros desmamados – é igual ao número de bezerros nascidos menos a taxa de mortalidade até o desmame (entrada no modelo). Bezerros desmamados = $((\text{Vacas expostas à reprodução} \times (TN/100)) \times ((100 - \text{Taxa de mortalidade})/100))$;

Número de vacas paridas – é o número de vacas expostas à reprodução multiplicado pela TN; será igual ao número de bezerros nascidos. Vacas paridas = $\text{vacas expostas à reprodução} \times (TN/100)$; e

kg de bezerro desmamado/vaca/ano – índice usado para avaliar a eficiência reprodutiva em rebanhos de corte. De acordo com Gregory & Rocha (2004), a eficiência reprodutiva das vacas é medida tomando-se o número de animais expostos à reprodução e o número de bezerrinhos desmamados. Dessa forma consideram-se as taxas de prenhez, de natalidade, de desmame e de mortalidade até o desmame. Entretanto, utilizando-se *kg de bezerro desmamado/vaca/ano* consideram-se, também, peso ao desmame, peso ao nascimento e ganho médio até o desmame. Por isso, esse índice pode ser considerado o melhor indicador do desempenho reprodutivo. Portanto, *kg de bezerro desmamado/vaca/ano* é o total de *kg de bezerro desmamado* no ano dividido pelo total de matrizes expostas à reprodução na estação reprodutiva correspondente ao ano anterior.

Resultados e Discussão

O escore de condição corporal foi adotado neste trabalho por ser uma medida de fácil obtenção. Embora a gordura corporal seja apenas um indicador de características de alguns dos mecanismos que controlam o recomeço da atividade estral e, portanto, não é um efeito direto de controle desses mecanismos, seu uso se justifica pela falta de um melhor preditor em nível de campo, além do fato de o ECC ser recomendado como parte do manejo reprodutivo (Tess & Kolstad, 2000). O peso vivo do animal é um indicador limitado para esse contexto por ter grande variabilidade entre raças e até mesmo entre rebanhos, além de ser uma medida que necessita de infraestrutura e deslocamento dos animais para ser aferida. Lake et al. (2005) ressaltaram que o ECC é um indicador das reservas de energia na forma de tecido muscular e/ou adiposo que pode ser usado para suportar os processos fisiológicos durante períodos de aumento da demanda metabólica. O acúmulo de gordura corporal ocorre quando a ingestão de nutrientes é maior que as exigências para manutenção e produção (Wettemann & Bossis, 1999; Lake et al., 2004) e a mobilização quando os animais se encontram em balanço energético negativo (Lake et al., 2004), ou seja, quando a ingestão de energia é menor que a demanda. O ECC ainda é mencionado ao parto como o principal fator determinante do intervalo parto–primeiro cio e taxa de prenhez em vacas multiparas (Richardset al., 1986; Selk et al., 1988; Spitzer et al., 1995; Lake et al., 2005) e um confiável indicador do desempenho reprodutivo pós-parto em primíparas (Wettemann & Bossis, 1999; Morrison et al., 1999; DeRouen et al., 1994).

Assimulações feitas a partir do modelo permitem avaliar o desempenho reprodutivo do rebanho e estratégias adotadas no manejo referentes à reprodução. Por exemplo,

é possível visualizar o desempenho das matrizes conforme ECCPAR. Com essa informação, pode-se monitorar as vacas no intuito de que atinjam um ECCPAR que aumente o desempenho reprodutivo, uma vez que o ECCPAR tem mostrado relação com o retorno do ciclo estral seguinte ao parto e ao anestro nutricional induzido (Randel, 1990; Short et al., 1990; Spitzer et al., 1995). Short et al. (1990) indicam que o ECCPAR é o maior determinante do intervalo de anestro pós-parto e que vacas com ótimo ECC (5, escala de 1 a 9 ou valor 3 na escala de 1 a 5) apresentam intervalo de anestro pós-parto menor que o de vacas em pior ECC. Ainda nesse sentido, Morrison et al. (1999) afirmaram que a ECCPAR é provavelmente o determinante mais importante da produção de bezerrinhos em vacas de corte adultas. Esses mesmos autores demonstraram que vacas que chegam ao parto com ECC igual a 5 (escala de 1 a 9) têm mesmo desempenho reprodutivo, independentemente do ECC anterior ao parto. Com base no exposto acima, foi adotado, para vacas com cria ao pé, o ECCPAR como o fator determinante da concepção pós-parto e do IPC.

A adoção de um padrão quadrático de resposta para a relação ECCPAR e IPC baseou-se no conhecimento empírico e na equação gerada a partir dos dados de Osoro & Wright (1992), utilizados no modelo, e suportados pelos dados de DeRouen et al. (1994) (Figura 3). Shafer et al. (2007) descreveram que os modelos devem ser compostos de níveis reais de variabilidade e que as respostas nem sempre são lineares, como ocorre na relação intervalo pós-parto e gordura corporal, na qual há um segmento da curva que não é linear, pois não há ganho com o acréscimo de gordura corporal. Esse seria o ponto crítico no qual o intervalo pós-parto volta a ser mais longo à medida que o ECC é aumentado. O IPC simulado pelo modelo para uma vaca com ECCPAR 3 é de 87 dias, o que praticamente garante o objetivo de produção de um parto por ano. Esse valor de IPC está de acordo com os encontrados por Morrison et al. (1999) que foi de 87 dias para vacas com ECCPAR entre 5 e 6 e Richardset al. (1986), que encontraram 84 dias para vacas com ECC > 5 (escala de 1 a 9, em que 5 corresponde a 3 em uma escala de 1 a 5). De acordo com Lalman et al. (1997), o ECC está relacionado à primeira fase luteal normal e ECCPAR foi o melhor indicador do intervalo pós-parto. Esses autores relataram que, para cada unidade de aumento no ECCPAR, o intervalo pós-parto reduz em 28 dias. Nesse caso, a resposta é linear, ao contrário da resposta quadrática assumida no modelo em estudo. Segundo Dunn & Kaltenbach (1980), o intervalo do parto até o primeiro cio em vacas de corte amamentando varia de 46 a 168 dias. Os dados gerados pela equação de regressão referentes à relação entre ECCPAR e IPC têm como valores

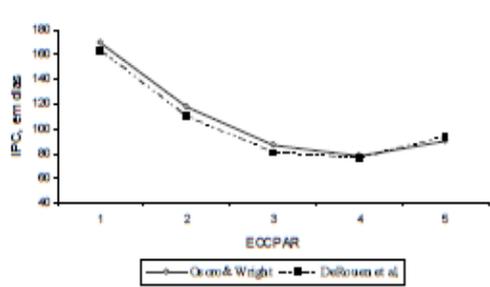


Figura 3 - Curva de resposta do IPC de acordo com o ECCPAR (Osoro & Wright, 1992; DeRouen et al., 1994).

máximo e mínimo 170 e 78, respectivamente, considerando estes valores como médios. No entanto, no modelo esses valores podem sofrer variações, para mais ou para menos, de acordo com o desvio-padrão imposto para essa variável, de 5 dias. Ressalta-se que o valor de mínima de 46 dias (Dunn & Kaltenbach, 1980) refere-se ao primeiro cio pós-parto, enquanto no modelo em estudo os valores referem-se à concepção. Ainda assim, o valor de mínima do modelo é de 78 dias e pode ser considerado um pouco elevado, podendo constituir um fator limitante do modelo, apesar de suportado por outros estudos (Lalman et al., 1997; Morrison et al., 1999; Looper et al., 2003).

Existem autores que destacam a importância das flutuações no ECC pós-parto (Ciccioli et al., 2003; Lalman et al., 1997; Perry et al., 1991; Vizcarra et al., 1998) e na ingestão de energia pré e/ou pós-parto (Wiltbank et al., 1962) no desempenho reprodutivo. No entanto, Lalman et al. (1997) ressaltaram que, quando vacas primíparas passam por balanço energético negativo no período pré-parto, o ECCPAR passa a ser o fator mais importante na determinação da duração do período de anestro pós-parto. Ainda em relação ao período pré-parto, Morrison et al. (1999) demonstraram que vacas com distintos ECC (4, 5 e 6) no pré-parto, mas que atingiram o mesmo ECC ao parto (5), tiveram o mesmo desempenho reprodutivo. Nesse trabalho, os autores testaram as condições de perda, manutenção e ganho de ECC até o parto e não encontraram diferenças nas variáveis reprodutivas. Essa informação é relevante para o modelo desenvolvido, uma vez que ele não considera essas flutuações de ECC no período pré e/ou pós-parto, o que pode – apesar do embasamento bibliográfico favorável a essa decisão – ser considerado uma limitação do modelo. Há trabalhos, no entanto, em que os autores consideraram diferentes ECCPAR, como o de Lake et al. (2005), no qual as vacas chegaram ao parto com ECC de 4 ou 6 (escala de 1 a 9),

embora não tenham sido encontradas diferenças nas taxas de concepção ao primeiro serviço, a taxa de prenhez total foi maior nas vacas com ECCPAR 6. Nesse contexto, DeRouen et al. (1994) dizem que as mudanças de PV e ECC no período pré-parto têm menos influência que o ECCPAR no subsequente desempenho reprodutivo. Os resultados de DeRouen et al. (1994), Morrison et al. (1999) e Lake et al. (2005), de certa forma, validam o uso do ECCPAR como um bom indicador do desempenho reprodutivo pós-parto e balizaram a decisão de usar o ECCPAR como fator determinante desse desempenho. Além disso, as questões relacionadas à facilidade de aferição do ECC a campo, como já destacado anteriormente, contribuíram para a decisão tomada neste estudo.

Outra informação importante gerada pelo modelo e relacionada ao IPC, e conseqüentemente ao ECCPAR, é a DCON. No caso de a simulação mostrar uma DCON tardia, duas medidas podem ser adotadas: 1) se em tempo hábil, modificar o plano nutricional para que as vacas possam chegar ao parto com ECC adequado, isso também é válido para novilhas abaixo da CCRES. De acordo com Spitzer et al. (1995), a ingestão de nutrientes ao final da gestação e do pós-parto pode ser manipulada para que as vacas apresentem ECC específicos que assegurem desempenho reprodutivo desejável; 2) no caso de não haver mais tempo para que, isoladamente, um ajuste no plano nutricional traga respostas satisfatórias, pode-se simular alterações nas datas de IER e FER, ou seja, modificar limites e/ou duração do período de estação reprodutiva, visando maior taxa de concepção. Werth et al. (1991) afirmaram que a estação reprodutiva pode precisar ser estendida para aumentar a taxa de prenhez e, conseqüentemente, a renda líquida. Ao realizar a simulação para tentar melhorar o desempenho aumentando o período de estação reprodutiva, ou alterando as datas de IER e FER, é possível visualizar os impactos dessas mudanças no PD dos bezeros. Como as alterações na DCON têm impacto na DNASC e na idade e peso ao desmame e, ainda, na possibilidade de concepção na próxima estação reprodutiva – visto que as matrizes terão um parto tardio e conseqüentemente menor tempo para conceberem novamente –, o modelo considera a concepção com base no IPC e que a concepção é limitada pela duração da estação reprodutiva.

O modelo não considera o ECCPAR um fator que determine o PN, GMDND e PD dos bezeros. Essas variáveis têm caráter estocástico baseado em médias (entradas no modelo) e desvios-padrão, para cada variável, incluídos no modelo. Embora já relatada a influência do ECCPAR no PN (Spitzer et al., 1995), esses autores não encontraram diferenças para PD. Em contraposição, Lake et al. (2005) e Ciccioli et al.

(2003) não encontraram relação entre ECCPAR e PN. Os resultados de Lake et al. (2005), Ciccio et al. (2003) e DeRouen et al. (1994) corroboram os descritos por Spitzer et al. (1995), que não encontraram relação entre ECCPAR e PD.

Uma limitação do modelo é a não-inclusão da idade da vaca como fonte de variação em variáveis como ECCPAR, PN, PD, IPC, TN e TD. Segundo Renquist et al. (2006), a idade da vaca está relacionada a PV, espessura de gordura subcutânea (ECC) e está correlacionada a taxa de prenhez, IPC, PN e PD. No entanto, decidiu-se não usar mais esta fonte de variação, uma vez que o aumento de variáveis e parâmetros de um modelo pode torná-lo de mais difícil manipulação e interpretação pelo usuário, além de aumentar também a probabilidade de propagação de erros. As diferenças encontradas no trabalho de Renquist et al. (2006), embora estatisticamente significativas, são de pequena magnitude. Por exemplo, para peso ao nascimento, a maior e menor médias encontradas para as idades, foram de 32 e 35, respectivamente. Como o modelo é executado para a maioria dessas variáveis de acordo com uma distribuição normal, com média igual ao valor de entrada no modelo e desvio-padrão incluído no modelo, essas diferenças podem ser reduzidas ou, mesmo, geradas pelo caráter aleatório dessas variáveis em cada execução do modelo.

Os efeitos de ano, de época do ano, de época de parto, de época de acasalamento, variáveis climáticas e as interações entre esses fatores não são consideradas pelo modelo. Esses fatores podem ter influência na resposta reprodutiva, no entanto, por essas mesmas justificativas, não foram incluídos no modelo. Outra questão importante é o momento da avaliação do ECC. Segundo Moraes et al. (2007), o momento ideal para avaliar o ECC é a partir do 60 dias pós-parto, pois existe variação do ECC do parto até os 60 dias pós-parto (Moraes & Jaume, 2000; Godoy et al., 2004). No entanto no trabalho de Moraes & Jaume (2000) no qual o ECC foi avaliado por sete semanas pós-parto, houve variação até a quinta semana e essa variação foi de apenas 0,5 pontos (escala de 1 a 5) com posterior estabilização do ECC. Da mesma forma, no trabalho de Godoy et al. (2004) com vacas sem suplementação no período do parto aos 112 dias pós-parto, houve variação de 0,5 pontos (escala de 1 a 9), como a escala é diferente, essa variação é ainda menor, já que corresponderia a uma variação de 0,25 na escala de 1 a 5. Ruas et al. (2000) não encontraram variação no ECC do parto até os 105 dias pós-parto em vacas mantidas em pastagem formadas predominantemente por capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa* spp.) O fundamental é que no período pós-parto, as vacas, com maior exigência de lactação e ainda com necessidade de retornar a ciclicidade normal, devem ter suas exigências plenamente atendidas para que

não percam ECC e, assim, garantam bom desempenho reprodutivo.

No futuro desenvolvimento do modelo, pode-se incluir alguns dos fatores citados acima ou mesmo fazer algumas modificações, como inserir o ECC 60 a 80 dias pós-parto ou, ainda, substituir o ECC ao parto pelo ECC 60 a 80 dias pós-parto.

Ressalta-se que as simulações podem ser feitas a partir de dados reais (a partir de um relatório) ou estimativas (entradas no modelo) visando testar estratégias no intuito de alterar respostas do sistema e, então, tomar a decisão. Outro tópico que merece destaque é a maneira como o modelo executa a simulação. Os dados de entrada são considerados individualmente para cada animal, no entanto, os dados de saída são produzidos para o rebanho, ou seja, médias incluindo todas as fêmeas acasaladas.

Conclusões

O desenvolvimento do modelo contribui para maior compreensão do sistema estudado e permite a simulação do desempenho reprodutivo de vacas de corte a partir do escore de condição corporal ao parto. O uso do modelo para fins de apoio à tomada de decisão depende das próximas etapas do trabalho que dizem respeito a verificação, calibração e validação do modelo. Há extrema carência de dados produtivos e/ou econômicos para uso nas diversas etapas do desenvolvimento do modelo em estudo, principalmente dados de sistemas reais de produção, pela ausência de registros/controles zootécnicos e econômicos, o que limita o avanço da ferramenta modelagem e, principalmente, o controle efetivo dos sistemas de produção.

Literatura Citada

- CICCIOLI, N.H.; WETTEMANN, R.P.; SPICER, L.J. et al. Influence of body condition at calving and postpartum nutrition on endocrine function and reproductive performance of primiparous beef cows. *Journal of Animal Science*, v.81, p.3107-3120, 2003.
- DeROUEN, S.M.; FRANKE, D.E.; MORRISON, D.G. et al. Prepartum body condition and weight influences on reproductive performance of first-calf beef cows. *Journal of Animal Science*, v.72, p.1119-1125, 1994.
- DUNN, T.G.; KALTENBACH, C.C. Nutrition and postpartum interval of the ewe, sow and cow. *Journal of Animal Science*, v.51, p.29, 1980 (suppl. 2).
- FIALHO, F.B. Sistemas de apoio à decisão na produção de suínos e aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p.307-317.
- FREITAS FILHO, P.J. *Introdução à modelagem e simulação de sistemas, com aplicações em arena*. Florianópolis: Visual Books, 2001. 322p

- GODOY, M.M.; ALVES, J.B.; MONTEIRO, A.L.G. et al. Parâmetros reprodutivo e metabólico de vacas da raça Guzerá suplementadas no pré e pós-parto. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.1, p.103-111, 2004.
- GREGORY, R.M.; ROCHA, D.C. Protocolos de sincronização e indução de estros em vacas de corte no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO ANIMAL APLICADA, 1., 2004, Londrina. *Anais...* Londrina, 2004. p.246.
- HESS, B.W.; LAKE, S.L.; SCHOLLJEGERDES, E.J. et al. Nutritional controls of beef cow reproduction. *Journal of Animal Science*, v.83, p.E90-E106, 2005 (suppl.).
- LAKE, S.L.; HESS, B.W.; RULE, D.C. et al. Effects of supplemental high-linoleate or high-oleate safflower seeds on adipose tissue fatty acids, apparent mobilization, and potential uptake and storage in postpartum cows. *Proceedings...* Western Section, American Society of Animal Science, 2004. v.55, p.29-35.
- LAKE, S.L.; SCHOLLJEGERDES, E.J.; ATKINSON, R.L. et al. Body condition score at parturition and postpartum supplemental fat effects on cow and calf performance. *Journal of Animal Science*, v.83, p.2908-2917, 2005.
- LALMAN, D.L.; KEISLER, D.H.; WILLIAMS, J.E. et al. Influence of postpartum weight and body condition change on duration of anestrus by undernourished suckled beef heifers. *Journal of Animal Science*, v.75, p.2003-2008, 1997.
- LOOPER, M.L.; LENTS, C.A.; WETTEMANN, R.P. Body condition at parturition and postpartum weight changes do not influence the incidence of short-lived corpora lutea in postpartum beef cows. *Journal of Animal Science*, v.81, p.2390-2394, 2003.
- LOVATTO P.A. Princípios de modelagem e sua aplicação no estudo de cadeias de produção agrícola. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. (CD-ROM).
- LOVATTO, P.A.; SAUVANT, D. Modelagem aplicada aos processos digestivos e metabólicos do suíno. *Ciência Rural*, v.31, n.4, 2001.
- MORAES, J.C.F.; JAUME, C.M. A condição corporal como indicativo da atividade ovariana de vacas de corte criadas sob condições extensivas nas primeiras semanas pós-parto. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2000. (Boletim de pesquisa, 20).
- MORAES, J.C.F.; JAUME C.M.; SOUZA C.J.H. [2005]. Controle da reprodução em bovinos de corte. Bagé: Embrapa Pecuária Sul (Comunicado técnico, 58). Disponível em: <<http://www.cpsul.embrapa.br/public/index.php>> Acesso em: 13/8/2007.
- MORAES, J.C.F.; JAUME, C.M.; SOUZA, C.J.H. Manejo reprodutivo da vaca de corte. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.31, n.2, p.160-166, 2007.
- MORRISON, D.G.; SPITZER, J.C.; PERKINS, J.L. Influence of prepartum body condition score change on reproduction in multiparous beef cows calving in moderate body condition. *Journal of Animal Science*, v.77, p.1048-1054, 1999.
- OSORO, K.; WRIGHT, I.A. The effect of body condition, live weight, breed, age, calf performance and calving date on reproductive performance of spring calving beef cows. *Journal of Animal Science*, v.70, p.1661-1666, 1992.
- PERRY, R.C.; CORAH, L.R.; COCHRAN, R.C. et al. Influence of dietary energy on follicular development, serum gonadotropins, and first postpartum ovulation in suckled beef cows. *Journal of Animal Science*, v.69, p.3762-3773, 1991.
- RANDEL, R.D. Nutrition and rebreeding in cattle. *Journal of Animal Science*, v.68, p.853-862, 1990.
- RENQUIST, B.J.; OLTJEN, J.W.; SAINZ, R.D. et al. Relationship between body condition score and production of multiparous beef cows. *Livestock Science*, v.104, p.147-155, 2006.
- RICHARDS, M.W.; SPITZER, J.C.; WARNER, M.B. Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.62, n.2, p.300-306, 1986.
- RUAS, J.R.M.; TORRES, C.A.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Efeito da suplementação proteica a pasto sobre consumo de forragens, ganho de peso e condição corporal, em vacas Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.3, p.930-934, 2000.
- RUTTER, L.M.; RANDEL, R.D. Post-partum nutrient intake and body condition effect on pituitary function and onset of estros in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.58, n.2, p.265-273, 1984.
- SELK, G.E.; WETTEMANN, R.P.; LUSBY, K.S. et al. Relationships among weight change, body condition and reproductive performance of range beef cows. *Journal of Animal Science*, v.66, p.3153-3159, 1988.
- SHAFER, W.R.; BOURDON, R.M.; ENNS, R.M. Simulation of cow-calf production with and without realistic levels of variability. *Journal of Animal Science*, v.85, p.332-340, 2007.
- SHORT, R.E.; BELLOWS, R.A.; STAIGMILLER, R.B. et al. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in post partum beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.68, p.799-816, 1990.
- SIGTECH TECNOLOGIA EM GESTÃO E UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS - UFPel. [2005]. *Rural Fazpec - software de gestão em pecuária*. Disponível em: <<http://www.aphnet.com.br>> <<http://www.ufpel.edu.br/nupeec>>. Acesso em: 15/10/2007.
- SPITZER, J.C.; MORRISON, D.G.; WETTEMANN, R.P. et al. Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous cows. *Journal of Animal Science*, v.73, p.1251-1257, 1995.
- TESS, M.W.; KOLSTAD, B.W. Simulation of cow-calf production system in a range environment: II. Model development. *Journal of Animal Science*, v.78, p.1159-1169, 2000.
- VIZCARRA, J.A.; WETTEMANN, R.P.; SPITZER, J.C. et al. Body condition at parturition and postpartum weight gain influence luteal activity and concentrations of glucose, insulin, and nonesterified fatty acids in plasma of primiparous beef cows. *Journal of Animal Science*, v.76, p.927-936, 1998.
- WERTH, L.A.; AZZAM, S.M.; NIELSEN, M.K. et al. Use of a simulation model to evaluate the influence of reproductive performance and management decisions on net income in beef production. *Journal of Animal Science*, v.69, p.4710-4721, 1991.
- WETTEMANN, R.P.; BOSSIS, I. Energy intake regulates ovarian function in beef cattle. Indianapolis: American Society of Animal Science, 1999. 10p.
- WILTBANK, J.N. Research needs in beef cattle reproduction. *Journal of Animal Science*, v.31, p.755-762, 1970.
- WILTBANK, J.N.; ROWDEN, W.W.; INGALLS, J.E. et al. Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. *Journal of Animal Science*, v.21, p.219-225, 1962.