

MODELO FUZZY DE IDENTIFICAÇÃO DE CIO EM REBANHOS LEITEIROS

Leandro A. Brunassi, Dra. Irenilza A. Nääs, Dra. Daniella J. Moura

FEAGRI-UNICAMP/Construções Rurais e Ambiente, Campinas –SP
ledosanjos@yahoo.com.br, daniella.moura@agr.unicamp.br, irenilza@agr.unicamp.br

Resumo- A detecção de estro em rebanhos leiteiros tem sido uma penosa tarefa de observação visual, método considerado de baixa eficiência, o que prejudica a fertilidade do rebanho e produção de leite. Com o avanço da tecnologia da informação no monitoramento de vacas leiteiras, hoje é possível detectar automaticamente o cio. O objetivo deste trabalho foi o de desenvolver um sistema fuzzy, que a partir da leitura de dados da atividade (passos/hora) e dados do calendário cíclico da vaca, identifique eficientemente o estado de cio em vacas leiteiras. Para teste da metodologia, foram coletados dados de 12 vacas na fazenda Campestre situada na cidade de São Pedro/SP produtora de leite da região. Os resultados dos testes mostraram que a incorporação dos dados sobre o período desde o último cio melhora significativamente a taxa de erro na detecção do estro. Com a metodologia criada encontrou-se uma eficiência de 100% (todos casos de cios foram identificados) e uma taxa de erro de 0% na detecção de estro para as 12 vacas analisadas.

Palavras-chave: Cio, Lógica Fuzzy, Bovinocultura Leiteira

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias

Introdução

Com a produção de 1.154 litros de leite por vaca/ano, o Brasil encontra-se mundialmente classificado como 16º colocado em índice de produtividade (litros por vaca/ano). Como o Brasil é o 7º maior produtor mundial de leite, nota-se claramente a necessidade de melhorias nos índices de produção leiteira brasileira (EMBRAPA, 2006). Na maioria dos rebanhos nos EUA, a taxa de detecção de cio esperada para grandes propriedades produtoras de leite é de menos de 50%, e é realizada geralmente por simples observação visual. No Brasil, as unidades produtoras de leite também executa a detecção visual do cio, método considerado de baixa eficiência. (FRENCH e NEBEL 2003; RORIE, 2002)

A fim de auxiliar o produtor de leite no manejo do rebanho e na detecção de cios, novas tecnologias têm surgido de sensores eletrônicos - que medem a atividade em passos por hora (pedômetros), a produção, a temperatura e a condutividade elétrica do leite apresentada por cada vaca. Todavia, estas tecnologias não estão bem difundidas no mercado, devido ao seu alto custo e principalmente devido à dificuldade dos modelos computacionais em interpretar o grande número de dados gerado pelos sensores. Com o intuito de solucionar este problema, novos modelos de detecção de estro que utilizam o filtro Kalman ou a lógica difusa têm surgido, apresentando uma alta taxa de detecção (cios corretamente identificados) de 80 a 90% (FIRK et al., 2002). A lógica difusa é tida atualmente como

uma ferramenta valiosa no desenvolvimento de modelos de detecção, pois é uma formalização do raciocínio dos especialistas ao julgarem um alerta de cio.

O objetivo geral desta pesquisa foi o de desenvolver um sistema baseado em lógica fuzzy, tecnicamente válido, para a detecção automatizada de cios em rebanhos leiteiros da raça Holandesa, buscando melhorar a taxa de detecção dos sistemas automáticos para mais de 80% (cios corretamente identificados), sendo que a eficiência atual é de 50%.

Materiais e Métodos

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do sistema fuzzy está baseada nas pesquisas sobre a detecção automatizada de estro desenvolvidas por Firk (2003) e De Mol e Woldt (2001). Utilizou-se ferramentas computacionais tais como o Microsoft EXCEL, para confecção das tabelas de dados coletados das vacas e o recurso “fuzzy” contido no software MATLAB® para modelamento e simulação do sistema de detecção de cio criado. O modelo de inferência do sistema fuzzy utilizado foi o Mamdani, já que este é baseado em uma base de regras e permite a transformação das variáveis tanto de entrada como de saída em conjuntos fuzzy equivalentes. A aquisição do conhecimento necessário para a classificação nebulosa das variáveis e para a criação da base de regras foi feita de acordo com Firk (2003), De Mol e Woldt (2001) e consulta aos e especialistas no reconhecimento de cio realizado na fazenda.

A propriedade utilizada para coleta e análise dos dados foi a Fazenda Campestre, localizada no município de São Pedro - Estado de São Paulo. A fazenda está equipada com uma ordenha mecânica WESTFALIA®. Todas as vacas em lactação carregam um equipamento denominado pedômetro que identifica as vacas e marca o número de passos por hora apresentado pelas mesmas. Assim que as vacas entram no carrossel de ordenha, uma antena lê cada um dos pedômetros e transfere os dados para um computador. Os dados são armazenados por 2 meses no computador e servem para o controle da reprodução, saúde e produtividade das vacas.

Esta metodologia utiliza os dados de atividade das vacas combinado com dados sobre o calendário cíclico das vacas.

Para teste da metodologia foram coletados até o momento dados de 12 vacas do rebanho leiteiro de uma fazenda localizada no município de São Pedro/SP.

Na fuzzificação as variáveis de entrada 'movimentação' e 'dias desde o último cio' foram transformadas em conjuntos fuzzy equivalentes. A variável 'movimentação' foi classificada no intervalo definido 'baixa' para desvios (relativos a movimentação média de cada vaca quando não

estão no estro) menores que 40 %; 'média' para desvios entre 80% e 'alta' para desvios maiores que 130%. A variável 'dias desde o último cio' foi classificada nos intervalos 'curto' para períodos menores que 15 dias; 'normal' para períodos próximos a 20 dias; 'longo' para o intervalo de 25 a 35 dias e 'muito longo' para períodos maiores que 40 dias. Os resultados da defuzzificação foram calculados com a aplicação do método do centro de gravidade. Valores iguais ou maiores que 0,5 foram considerados como alertas de cio, conforme proposto por De Mol and Woldt (2001).

Resultados

Foram coletados os dados de movimentação e de dias desde o último cio para as doze vacas conforme descrito na metodologia. Os dados são referentes ao dia em que elas foram identificadas no cio, inseminadas e posteriormente confirmadas prenhes pelo veterinário da fazenda. A Tabela 1 mostra o sistema de regras utilizado para a confecção da lógica fuzzy. As Tabelas 2 e 3 mostram os dados coletados e os respectivos alertas de cio encontrados.

Tabela 1 - Regras definidas para a interferência fuzzy para a atividade e o período desde o último cio. (Firk, 2003)

Atividade		Período desde último cio		Resposta	
SE	baixa	E	curto	ENTÃO	não está no cio
SE	baixa	E	normal	ENTÃO	não está no cio
SE	baixa	E	longo	ENTÃO	não está no cio
SE	baixa	E	muito longo	ENTÃO	não está no cio
SE	média	E	curto	ENTÃO	não está no cio
SE	média	E	normal	ENTÃO	*está no cio*
SE	média	E	longo	ENTÃO	não está no cio
SE	média	E	muito longo	ENTÃO	*está no cio*
SE	alta	E	curto	ENTÃO	não está no cio
SE	alta	E	normal	ENTÃO	*está no cio*
SE	alta	E	longo	ENTÃO	*está no cio*
SE	alta	E	muito longo	ENTÃO	*está no cio*

Tabela 2. Respostas fuzzy para os dados das vacas 1 a 6 prenhas analisadas.

Nº VACA	Vaca 1	Vaca 2	Vaca 3	Vaca 4	Vaca 5	Vaca 6
Dias desde último cio identificado ou inseminação	22	55	120	24	21	24
Atividade [passos/h] 8 dias antes da inseminação	4,52	2,17	3,19	5,65	3,34	2,64
Atividade [passos/h] no dia da inseminação	19,60	25,10	4,60	12,10	7,10	12,50
Aumento[%] ou desvio	126,14	1158,46	144,16	214,26	212,44	151,71
Resposta fuzzy	NO CIO!					

Tabela 3. Respostas fuzzy para os dados das vacas 7 a 12 prenhas analisadas. Atividade[passos/hora]

Nº VACA	Vaca 7	Vaca 8	Vaca 9	Vaca 10	Vaca 11	Vaca 12
Dias desde último cio identificado ou inseminação	56	20	53	38	24	22
Atividade [passos/h] 8 dias antes da inseminação	2,37	6,19	6,99	0,67	3,78	3,36
Atividade [passos/h] no dia da inseminação	8,80	15,10	12,00	1,00	8,20	8,70
Aumento[%] ou desvio	371,18	243,82	171,71	148,81	216,74	134,07
Resposta fuzzy	NO CIO!					

Discussão

Observa-se nas TABELAS 2 e 3 que os resultados fuzzy encontrados foram todos satisfatórios. O sistema deu alerta de cio para todas as 12 vacas que estavam realmente no cio. A taxa de vacas detectadas no cio, que realmente estavam no cio foi de 100%. A taxa de erro é portanto 0%.

Outros autores que trabalharam no melhoramento na detecção automatizada de cio encontraram valores semelhantes. Maatje et al. (1997) encontrou uma taxa de detecção de 87%, Eradus et al. (1998) de 79% e taxa de erro de 6%. Firk (2003) utilizou 373 vacas em seu modelo de detecção automatizada e encontrou uma sensibilidade de 87,9%. O autor concluiu que ao se introduzir os dados referentes ao último cio melhora-se a taxa de erro de 34,6% para 12,5%.

Conclusão

O teste apresentou uma taxa de detecção (cios corretamente identificados) de 100%, superando os 80% desejados inicialmente. Apesar de terem sido analisados apenas 12 casos de cios, a metodologia criada mostrou-se eficiente ao informar para o produtor que as 12 vacas analisadas tinham uma alta probabilidade de estarem no cio, comprovando sua utilidade.

Novos dados estão sendo coletados na fazenda para refinamento e validação desta metodologia. Espera-se que com a validação deste sistema fuzzy aqui proposto, seja possível a execução da detecção automatizada de estro em rebanhos leiteiros no Brasil, incrementando a taxa reprodutiva dos rebanhos e por consequência aumentando a produtividade de leite nacional.

Referências

- DE MOL, R.M. ;WOLDT, W.E. Application of fuzzy logic in automated cow status monitoring. *Journal of Dairy Science, The Netherlands*, v. 84, pp. 400-410, 2001.

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, Juiz de Fora, 2006. Disponível em:

<<http://www.cnppl.embrapa.br/producao/02producao/tabela02.18.html>>. Acesso em: mar. 2006.

- ERADUS, W.J.; SCHILTEN, H.; UDINK TEN CATE, A.J. Oestrus detection in dairy cattle using a fuzzy inference system. **IFAC Application and Ergonomics in Agriculture**, Athens - Greece, 14-17, p. 185-188, jun. 1998.

- FIRK, R. et al. Automation of oestrus detection in dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, Germany, v. 75, p. 219-232, 2002.

- FRENCH, P.D.; NEBEL R.L. The simulated cost of extended calving intervals in dairy herds and comparison of reproductive management programs. Oregon State University, Virginia, 2003. Disponível em: <www.oregonstate.edu/dept/animal-sciences/dairy>. Acesso em: jan 2006.

- MAATJE, K.; LOEFFLER, S.H.; ENGEL, B. Predicting optimal time of insemination in cows that show visual signs of estrus by estimating onset of estrus with pedometers. **Journal of Dairy Science**, The Netherlands, v. 80, n. 6, p. 1098-1105, 1997.

- RORIE, R.W. Application of electronic estrus detection technologies to reproductive management of cattle. **Theriogenology**, 57, p. 137-148, 2002.