

Alfafa em pastejo como parte da dieta de vacas leiteiras



ISSN 1981-2078

Julho, 2009

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Pecuária Sudeste
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 20

Alfafa em pastejo como parte da dieta de vacas leiteiras

Armando de Andrade Rodrigues
Diego Peres Netto
Reinaldo de Paula Ferreira
André de Faria Pedroso
Sérgio Novita Esteves

Embrapa Pecuária Sudeste
São Carlos, SP
2009

Embrapa Pecuária Sudeste

Rod. Washington Luis, km 234

Caixa Postal 339

Fone: (16) 3411-5600

Fax: (16) 3361-5754

Home page: <http://www.cppse.embrapa.br>

Endereço eletrônico: sac@cppse.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Ana Rita de Araujo Nogueira

Secretário-Executivo: Edison Beno Pott

Membros: Maria Cristina Campanelli Brito,

Milena Ambrósio Telles, Sônia Borges de Alencar

Revisão de texto: Edison Beno Pott

Normalização bibliográfica: Sônia Borges de Alencar

Editoração eletrônica: Maria Cristina Campanelli Brito

Foto(s) da capa: Waldomiro Barioni Junior

1ª edição on line (2009)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**Embrapa Pecuária Sudeste**

Rodrigues, Armando de Andrade

Alfafa em pastejo como parte da dieta de vacas leiteiras [Recurso eletrônico] / Armando de Andrade Rodrigues et al. – Dados eletrônicos. – São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2009.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: <<http://www.cppse.embrapa.br/080servicos/070publicacaogratis/boletim-de-pesquisa-desenvolvimento/Boletim20.pdf/view.>>

24 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pecuária Sudeste, 20; ISSN: 1980-6841).

1. Alfafa 2. Pastejo. 3. Bovinos leiteiros. I. Rodrigues, Armando de Andrade. II. Netto, Diego Peres. III. Ferreira, Reinaldo de Paula. IV. Pedroso, André de Faria. V. Esteves, Sérgio Novita. VI. Título. VII. Série.

CDD: 633.31

© Embrapa 2009

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	16
Conclusões	22
Referências	22

Alfafa em pastejo como parte da dieta de vacas leiteiras

Armando de Andrade Rodrigues¹

Diego Peres Netto²

Reinaldo de Paula Ferreira¹

André de Faria Pedroso¹

Sérgio Novita Esteves¹

Resumo

O objetivo foi avaliar o efeito da alfafa sob pastejo restrito ou à vontade como parte da dieta, associada à silagem de milho e concentrado, sobre a produção de leite por animal e por hectare. Foram utilizadas 24 vacas da raça Holandesa, em estágio médio da lactação, distribuídas em delineamento em blocos ao acaso em três sistemas de alimentação (A, B e C). No tratamento testemunha (A) os animais foram alimentados com silagem de milho e concentrado. Nos outros dois tratamentos, a silagem de milho foi substituída parcialmente pelo pastejo em alfafa durante 4 horas/dia (tratamento B) ou 24 horas/dia (tratamento C). O pastejo foi rotacionado e a quantidade de concentrado igual (5,0 kg/vaca/dia) em todos os tratamentos. A disponibilidade de forragem foi de 2.338,0 e 1878,0 kg de MS/ha e a oferta, de 10,8 e 25,2 kg MS/vaca/dia, nos tratamentos B e C, respectivamente. A alfafa tinha em média 25,0% de PB, 37,0% de FDN e 64,0% de DIVMS. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) na produção de leite/vaca/dia entre os tratamentos. As médias de produção (l/vaca por dia) foram de $25,9 \pm 0,50$; $25,8 \pm 0,49$ e $25,2 \pm 0,49$ nos tratamentos A, B e C, respectivamente. Os tratamentos com pastejo em alfafa mais silagem de milho apresentaram maior potencial de produção de leite por hectare e maior renda, quando comparado com o tratamento com silagem de milho como único volumoso.

¹ Pesquisadores da Embrapa Pecuária Sudeste, Rod. Washington Luiz, km 234, 13560-970, São Carlos, SP. <armando@cnpse.embrapa.br>; <reinaldo@cnpse.embrapa.br>; andref@cnpse.embrapa.br>; <sergio@cnpse.embrapa.br>

² Professor Substituto, Depto. de Zootecnia e Desenvolvimento Rural da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. <dperesnetto@gmail.com>

Alfalfa under grazing as part of the diet of dairy cows

Abstract

The objective was to evaluate the utilization of alfalfa under restricted or free grazing plus corn silage and concentrate, on milk production per animal and per hectare. Twenty four Holstein dairy cows, in medium lactation, were utilized in a randomized block design, with three feeding systems (A, B and C). In treatment A, animals were fed corn silage and concentrate. The other two treatments consisted of partial replacement of corn silage by alfalfa: grazing during 4h/day on treatment B and 24h/day on treatment C. A rotational grazing system was utilized and quantity of concentrate was the same (5.0 kg/cow /day) in all treatments. Available forage was 2338.0 and 1878.0 kg of DM/ha and forage on offer was 10.8 and 25.2 kg of DM/cow/day on treatments B and C, respectively. Alfalfa had on average 25.0% of CP, 37.0% of NDF and 64.0% of IVDMD. There was no difference ($P>0.05$) in milk production/cow/day among treatments. Mean production was 25.9 ± 0.50 ; 25.8 ± 0.49 e 25.2 ± 0.49 l/cow/day in treatments A, B and C. The treatments with alfalfa under grazing plus corn silage showed greater potential for milk production per hectare and greater income than treatment with corn silage as the only forage.

Index terms: forage, legume, milk production.

Introdução

A alfafa é uma das leguminosas forrageiras mais importantes para alimentação de bovinos leiteiros. Os Estados Unidos da América e a Argentina são os maiores produtores mundiais dessa forrageira. Na Argentina aproximadamente 90% da cultura é utilizada na forma de pastagens. Segundo Comerón e Romero (2007), é a forrageira de maior importância na maioria das fazendas de pecuária de leite naquele país. Nos Estados Unidos da América, 80% da alfafa é utilizada na forma de feno. Ela pode ser utilizada também como forragem verde, picada, na forma pré-secada e como silagem. No Brasil, a forma mais comum de utilização até o momento tem sido o feno, possivelmente pela facilidade de transporte e de comercialização, embora seu aproveitamento sob corte e fornecimento na forma verde picada ou em pastejo esteja adquirindo importância, em vista do elevado custo de produção do feno.

O destaque da alfafa se deve às suas características como forrageira, tais como, boa produtividade, alta qualidade bromatológica e boa palatabilidade, além de capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico no solo, o que contribui para a sustentabilidade dos sistemas de produção.

Alguns trabalhos realizados na Argentina relataram produtividade anual de alfafa sob pastejo de 18 a 23 t de matéria seca por hectare. Entretanto, produção anual de mais de 40 t de matéria seca por hectare, em condições irrigadas, foi obtida por Spada (2005), quando forneceu 1500 mm de água, durante o ciclo de crescimento (BASIGALUP et al., 2007). Isso indica que essa planta apresenta elevada produtividade quando adequadamente irrigada. Na Embrapa em São Carlos, SP, em clima tropical de altitude, Oliveira (2006) verificou, sob pastejo, média de produção anual de 21 t de matéria seca por hectare, com três cultivares crioulas. Sob regime de corte, produtividade anual superior a 30 t de matéria seca por hectare foi observada no Nordeste do Brasil por Araújo Filho et al. (1972). Com base em projeto realizado na Embrapa Pecuária Sudeste, utilizando-se a cultivar Crioula em pastejo

rotacionado como parte da dieta de vacas leiteiras, estimou-se que a produção anual, nas condições de adubação e de irrigação adotadas, tenha alcançado aproximadamente 30 t de matéria seca por hectare, o que confirma o grande potencial para utilização da alfafa no País (RODRIGUES et al., 2008).

Embora os valores de proteína bruta e de nutrientes digestíveis totais, tanto da alfafa como das gramíneas tropicais, apresentem ampla faixa de variação, dependendo de vários fatores, principalmente da maturidade da planta, uma indicação para efeito comparativo é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1. Teores de proteína bruta (PB) e de nutrientes digestíveis totais (NDT) da alfafa comparados com valores médios de gramíneas tropicais.

Estádio de maturidade	Alfafa		Gramíneas tropicais	
	PB (%)	NDT (%)	PB (%)	NDT (%)
Vegetativo	24	70	14	60
Início da fase reprodutiva	20	65	10	55
Florescimento completo	14	58	6	50

Adaptado de Johns (2007) e Rodrigues et al. (2008).

O pastejo contínuo em alfafa, muito utilizado no passado, foi substituído por sistemas de manejo rotacionado, com graus variáveis de intensificação e com maior ou menor número de subdivisões em piquetes. O hábito de crescimento da alfafa indica que essa forrageira é mais adequada para pastejo intenso, mas de curta duração. Sob pastejo contínuo, as plantas de alfafa se encontram submetidas a desfolha frequente, que conduz ao seu enfraquecimento, à diminuição da produção de forragem e à redução do sistema radicular. Isto acelera a morte da planta em situações adversas, como em períodos de estresse hídrico e de ataques de pragas ou de doenças.

O período de descanso é um aspecto-chave para obter boa produtividade e boa persistência da pastagem. A fim de preservar ao longo do tempo o rendimento e a persistência das pastagens de alfafa, aconselha-se a utilização da pastagem de alfafa no início da floração ou quando houver aparecimento de novas hastes a partir da

coroa, se por razões climáticas não houver indução da floração. Entretanto, para simplificar o manejo, tem sido utilizado com frequência o pastejo em intervalos fixos. Ambos os critérios – floração ou intervalos fixos – devem permitir que a planta, depois de cada pastejo, acumule quantidade suficiente de substâncias de reserva na raiz e na coroa para favorecer boa rebrota, elevada produção e alta persistência ao longo do tempo. Assim, considera-se que quando aproximadamente 10% da área total estiver florescida as plantas de alfafa restabeleceram seus níveis de reservas e apresentam equilíbrio entre produtividade de matéria seca e valor nutritivo. Porém, Guaita e Gallardo (1996) recomendaram que a utilização de alfafa em pastejo deve ocorrer um pouco antes, ou seja, entre os estádios fisiológicos de botão floral e 10% de florescimento.

Quando cortada em estádios imaturos, a alfafa produz forragem de melhor qualidade, mas isso reduz significativamente a produção e a persistência. Estádios muito maduros produzem maior quantidade de forragem, mas de menor qualidade, entretanto melhoram a persistência.

Sob pastejo, Jahn e Soto (2000) mostraram que no Chile muitas pastagens de alfafa tiveram persistência superior a cinco ou seis anos, quando deixaram, uma vez ao ano, as plantas atingirem estágio um pouco mais avançado de floração (50%), para permitir a recuperação de reservas de carboidratos na raiz e na coroa. Segundo Soto et al. (1993), uma pastagem de alfafa foi mantida durante oito anos, em condições experimentais, com produção anual superior a 19 t/ha de matéria seca. Porém, informação de instituto de pesquisa australiano (HUMPHRIES et al., 2004) mencionou persistência menor sob condição irrigada (quatro a seis anos) de pastagem de alfafa selecionada para pastejo (cultivar Sardi Ten), quando comparada com até dez anos de pastagem não irrigada, dessa cultivar.

Conforme mencionado, a alfafa é capaz de persistir em produção durante vários anos, desde que sob condições de clima, de solo e de manejo adequadas. Na Argentina é mais comum a sua renovação a cada quatro anos, dependendo do nível de produção no último ano de utilização. Entretanto, em solos arenosos e de menor

fertilidade, a duração das pastagens de alfafa pode ser menor, tendo sido relatada persistência de um a dois anos na Flórida (CHAMBLISS, 2003). Nessas condições, esse autor sugere que, embora exista grande demanda por alfafa para a pecuária leiteira na Flórida, seria necessário avaliar se não é mais vantajoso comprá-la na forma de feno em estados onde a longevidade e a produtividade sejam maiores. Assim, é importante lembrar que a produção e a longevidade da cultura são fatores que afetam a viabilidade econômica, relativa à sua utilização na dieta de vacas leiteiras.

Desse modo, além do período adequado de descanso entre um pastejo e outro, ressalta-se que o fato de deixar uma vez ao ano a alfafa atingir porcentagem maior de floração (50%), a fim de restaurar as reservas de carboidratos na raiz e na coroa, contribui para obter boa rebrota e mais tempo de vida útil da pastagem. Também, deve-se propiciar adubação e irrigação adequadas e, principalmente, realizar rigoroso controle de invasoras.

A produção de leite no Brasil tem evoluído significativamente durante os últimos anos, tanto em termos de produção por vaca como por hectare. Com o objetivo de intensificar e de aumentar a eficiência dos sistemas de produção, o procedimento de alguns produtores é a utilização de vacas especializadas para a produção de leite. Entretanto, esses animais requerem aporte maior de nutrientes para expressar seu potencial genético. Nesse sentido, a utilização da alfafa em pastejo, surge como alternativa interessante, pois apresenta características altamente desejadas para sistemas intensivos de produção de leite. Porém, a alfafa possui frações proteicas rapidamente degradáveis no rúmen, o que produz excesso de amônia, o qual as bactérias ruminais são incapazes de metabolizar. Como o alto nível de amônia no sangue é tóxico, o fígado transforma essa amônia novamente em uréia, que é eliminada na urina. Porém, esse processo requer energia, o que diminui, em consequência, a quantidade de energia disponível para a produção de leite. Assim, quando a alfafa é o único alimento de vacas leiteiras, ocorre desequilíbrio na relação entre energia e proteína da dieta.

Em vacas leiteiras alimentadas com alfafa, o fornecimento de alimento energético melhora a relação energia:proteína da dieta (RODRIGUES et al., 2008), o que proporciona melhoria no desempenho animal. Além disso, a utilização da alfafa como parte da dieta contribui para evitar o risco de timpanismo, que pode ser elevado quando essa forragem é utilizada como único alimento (RODRIGUES et al., 2008). Dentre os volumosos conservados, a silagem de milho, de boa qualidade, é o recurso mais adequado para suplementar a dieta de vacas de alta produção que se alimentam em pastagens de alfafa (CASTILLO e GALLARDO, 1995). A qualidade da silagem de milho é apropriada para fornecer a energia digestível ou a energia metabolizável, que está em déficit, e equilibrar a proteína, que está em excesso nas pastagens de alfafa.

Em face da carência de informações sobre a utilização da alfafa em pastejo nas condições brasileiras, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da utilização da alfafa em pastejo, como parte da dieta de vacas leiteiras, alimentadas com silagem de milho e concentrado, sobre a produção de leite por vaca e por hectare e sobre a composição do leite, além de verificar o resultado econômico dessa forma de utilização.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos, SP (22° 01' sul e 47° 53' oeste). O clima da região é tropical de altitude do tipo Cwa, segundo classificação de Koeppen, com duas estações bem definidas de verão quente e úmido (média de temperatura de 23°C em fevereiro) e inverno frio e seco (média de temperatura de 16,3°C em julho), com média anual de precipitação pluvial de 1502 mm. O solo da área experimental é do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, de textura média a argilosa. Em abril de 2007 foi feito o preparo do solo e o plantio da alfafa, com sementes da cultivar Crioula (20 kg/ha de sementes). Durante o período experimental, aplicaram-se em cobertura 100 kg/ha de K₂O a cada dois ciclos de pastejo (60 dias). A Tabela 2 apresenta as médias da análise química do solo, na profundidade de 0 cm a 20 cm, no início do experimento.

Tabela 2. Análise química do solo.

pH (H ₂ O)	pH (CaCl ₂)	MO (g/dm ³)	P resina (mg/dm ³)	K	Ca	Mg	Al	CTC	V (%)
6,7	5,7	35,0	56,6	3,4	31,5	16,8	0,0	81,8	69,3

MO = matéria orgânica.

CTC = capacidade de troca catiônica.

V = saturação por bases.

O período experimental foi de 84 dias (setembro a dezembro de 2007). Os tratamentos foram: A) testemunha: os animais permaneceram confinados em área de descanso, onde receberam dieta completa à base de silagem de milho e concentrado; B) pastejo restrito: o pastejo em alfafa foi limitado a 4h por dia (das 8h às 10h e das 17h às 19h) e os animais permaneceram em área de descanso durante 16h, recebendo silagem de milho e concentrado; C) pastejo sem restrição ou à vontade: os animais tinham livre acesso ao pasto de alfafa e à área de descanso, recebendo silagem de milho e concentrado.

Foi feito um corte de uniformização aproximadamente três meses após a sementeira. Um mês após esse corte foi iniciado o período de adaptação ao pastejo. Nos 15 dias que antecederam o período experimental, as vacas dos tratamentos B e C receberam a mesma dieta [pasto de alfafa + 10,5 kg de matéria seca (MS) de silagem de milho + 4,5 kg de MS de concentrado, por dia]. Nesse período pré-experimental foi medida a produção diária de leite e colheram-se amostras para análise química do leite. A produção e a composição iniciais do leite foram usadas como covariáveis para análise dos dados do período experimental.

Foi fornecida diariamente por animal a mesma quantidade em todos os tratamentos. Os concentrados foram formulados à base de milho em grão moído, farelo de soja, minerais e monensina sódica. O fornecimento da silagem foi, por vaca e por dia: à vontade com 10% de sobras, de 10,5 kg de MS e de 6,6 kg de MS, na testemunha, no pastejo restrito e no pastejo à vontade, respectivamente. Os concentrados foram formulados com diferente teor de proteína bruta

para que as dietas tivessem em média 16% de proteína bruta e 70% de nutrientes digestíveis totais. A silagem e o concentrado foram fornecidos duas vezes ao dia (às 10h e às 16h). No tratamento sem alfafa na dieta, as sobras de silagem eram pesadas uma vez por semana e a oferta desse volumoso era ajustada conforme o necessário. Também, semanalmente, colheram-se amostras de silagem e das sobras. Não se observaram sobras de concentrado em nenhum tratamento nem sobras de silagem nos tratamentos de pastejo restrito e de pastejo à vontade.

A alfafa foi manejada em sistema de pastejo rotacionado e irrigada por sistema de aspersão em malha. Os piquetes foram divididos com cerca elétrica fixa. O período de ocupação foi de um dia; o descanso, de 30 dias; e a taxa de lotação, fixa. Os tratamentos com pastejo restrito e pastejo à vontade tiveram duas repetições de área, com 31 piquetes cada. Cada piquete media aproximadamente 180 m² no tratamento com pastejo restrito e 525 m² no tratamento com pastejo à vontade. A Fig. 1 mostra uma visão geral da área experimental, antes da divisão dos piquetes, e a Fig. 2 mostra a utilização da alfafa, como parte da dieta, em pastejo rotacionado, pelas vacas em lactação. Quando necessário, foram utilizadas vacas secas e de menor produção para consumo da forragem residual e rebaixamento da alfafa entre 5 cm e 8 cm de altura. Nas áreas de descanso, os animais tiveram livre acesso a água e a sombra natural.

Foram utilizadas 24 vacas holandesas com média de peso vivo de 576 kg (variando de 558 kg a 594 kg) e média de 176 dias de lactação (variando de 158 a 194 dias), no início do experimento, sendo oito vacas por tratamento (quatro por repetição de área).

A quantidade de forragem disponível e de forragem residual da pastagem foi estimada semanalmente, considerando-se a quantidade de forragem cortada antes (forragem disponível) e após o pastejo (forragem residual), a 5 cm do nível do solo. A amostragem foi feita lançando-se um quadrado de 1 m de lado, aleatoriamente, quatro vezes nos piquetes de 180 m² e seis vezes nos de 525 m². Mediu-se também a altura da forragem disponível e da forragem residual, tomando-se vinte pontos por piquete. A oferta de forragem de alfafa

foi determinada dividindo-se a disponibilidade de matéria seca por piquete pelo número de vacas em cada piquete. O consumo diário de matéria seca da alfafa foi estimado a cada semana pela diferença entre a quantidade disponível e a quantidade residual de forragem. As perdas por pisoteio não foram mensuradas.



Fig. 1. Área de alfafa na Embrapa Pecuária Sudeste.



Fig. 2. Pastejo rotacionado em alfafa na Embrapa Pecuária Sudeste.

A eficiência de utilização da pastagem, por sua vez, foi obtida pela razão entre a massa de forragem consumida e a massa de forragem disponível.

Por meio da técnica de simulação de pastejo, amostras da pastagem foram coletadas quinzenalmente, em oito pontos por piquete, para determinar a qualidade da forragem consumida.

Para determinação da matéria seca, amostras dos alimentos e das sobras foram secadas em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72h. Após moagem, as amostras foram analisadas quanto ao teor de matéria seca, de proteína bruta, de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), de fibra insolúvel em detergente ácido e de lignina e quanto ao coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca, conforme Nogueira e Souza (2005).

As vacas foram ordenhadas mecanicamente duas vezes ao dia (às 6h e às 19h). A cada semana, foi registrada a produção individual e foram colhidas amostras de leite para análise dos teores de gordura,

de proteína, de sólidos totais e de nitrogênio uréico, realizada no Laboratório da Clínica do Leite do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) da Universidade de São Paulo. A produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura, conforme Sklan et al. (1992). A produção diária de leite por área foi obtida pela divisão da produção anual por 365 dias e pela soma das áreas de milho para silagem e de alfafa necessárias para cada tratamento, considerando que todos os ingredientes do concentrado foram comprados.

A taxa de lotação potencial foi calculada para 1 ha, considerando a média de produção de alfafa de 2100 kg/ha de MS a cada 30 dias – obtida nos tratamentos com pastejo restrito e com pastejo à vontade –, a eficiência de utilização de 70% e o consumo de alfafa (5,3 e 10,6 kg de MS por vaca por dia, respectivamente, nos tratamentos B e C). Para o tratamento em que os animais permaneceram confinados foi considerada a produtividade de silagem de milho de 12 t/ha de MS por ano e o consumo de 17,5 kg de MS de silagem por vaca por dia. No início e no final do experimento os animais foram pesados e estimou-se o índice de condição corporal, na escala de 1 a 5.

As mensurações semanais ou quinzenais foram consideradas medidas repetidas no tempo. Para a análise estatística, usou-se o programa MIXED (SAS, 2001). O modelo empregado incluiu os efeitos fixos do tratamento, da semana e da interação de tratamento e semana e os efeitos aleatórios de áreas dentro de tratamento e de resíduos. Presumiu-se a autocorrelação de primeira ordem entre medidas sucessivas. As médias ajustadas de tratamentos foram comparadas por meio do teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

A análise econômica foi realizada para o período de um ano, com base na média de produção de leite obtida por vaca e na taxa de lotação potencial de cada tratamento. Para o cálculo do custo de produção, foi considerada a estrutura do custo operacional efetivo, do custo operacional total e do custo total de produção. No custo de oportunidade da terra foi considerada a média do valor do

arrendamento para produção de cana-de-açúcar (120 t/ha) na região de São Carlos. Os preços foram colhidos em janeiro de 2008 e expressos em real (R\$). Para cálculo dos custos da pastagem de alfafa foram levadas em conta as despesas de formação e de manutenção.

Considerou-se a vida útil de quatro anos para a cultura da alfafa, embora a área de alfafa sob pastejo por vacas leiteiras na Embrapa Pecuária Sudeste esteja até o momento com somente dois anos de utilização. No cálculo da remuneração anual do capital investido usou-se a taxa de poupança (6% ao ano). Remunerou-se a média do capital investido em máquinas, em implementos e em benfeitorias de acordo com a fórmula: remuneração = (valor inicial + valor de sucata)/2 x taxa anual de juros. Para cercas, cochos, bebedouros e conjunto de irrigação, o valor de sucata atribuído foi de zero e para as demais benfeitorias e máquinas atribuiu-se 20% do valor inicial.

Os indicadores de rentabilidade usados na análise foram a margem bruta e a margem líquida. Os preços da mão-de-obra, da silagem de milho (incluindo o custo de retirada, de transporte e de distribuição), dos demais insumos e das benfeitorias foram obtidos no banco de dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da ESALQ, cotados em dezembro de 2007, no Estado de São Paulo. Para o leite, o farelo de soja e o milho em grão, utilizou-se a média do valor do ano, obtidos da mesma fonte.

Resultados e Discussão

As características da forragem de alfafa disponível são apresentadas na Tabela 3. A biomassa pré-pastejo foi em média de 2.338 kg/ha de matéria seca, no tratamento com pastejo restrito a 4h por dia, e de 1.878 kg/ha de matéria seca no tratamento com pastejo à vontade. Essas quantidades representaram 10,8 e 25,2 kg de MS de oferta de forragem por vaca por dia, nos respectivos tratamentos.

Tabela 3. Estimativa da quantidade de matéria seca (MS) inicial e da quantidade de matéria seca residual e respectiva altura, oferta de forragem e taxa de lotação potencial, em função do método de pastejo adotado.

Variável	Pastejo de alfafa	
	restrito ¹	à vontade ²
Matéria seca inicial (kg/ha)	2338,0 ± 70	1878,0 ± 70
Altura da forragem (cm)	54,5 ± 1	47,7 ± 1
Matéria seca residual (kg/ha)	1154,1 ± 95	1070,6 ± 95
Altura do resíduo (cm)	22,4 ± 2	26,9 ± 2
Oferta de forragem (kg de MS por vaca por dia)	10,8 ± 0,3	25,2 ± 0,3
Taxa de lotação instantânea (vacas por piquete)	4	4
Taxa de lotação potencial (vacas por hectare)	9	5

¹ Pastejo de até 4h por dia mais 10,5 kg de MS de silagem de milho por vaca por dia.

² Pastejo à vontade mais 6,6 kg de MS de silagem de milho por vaca por dia.

A existência de relação curvilínea entre oferta e consumo de forragem é bastante conhecida. Neste experimento a oferta de forragem (Tabela 2) não impôs qualquer limitação de ordem nutricional aos animais, o que foi confirmado pelos dados de consumo, de produção de leite e de variação de peso vivo observados (Tabelas 4, 5 e 6). A inexistência de restrição de ordem quantitativa pode ser comprovada, ainda, pela relação entre a altura residual e a altura inicial da forragem.

Tabela 4. Consumo voluntário de alimentos e consumo total diário por vacas da raça Holandesa, segundo os tratamentos.

Alimento	Tratamentos		
	Testemunha	Pastejo de alfafa restrito (4h)	Pastejo de alfafa à vontade
Alfafa	-	5,3	10,6
Silagem de milho	17,5	10,5	6,6
Concentrado	4,5	4,5	4,5
Consumo total de MS ¹	22,0	20,3	21,7
Consumo total de MS (% PV)	3,8	3,6	3,7

¹ Consumo total de MS (kg por vaca por dia): alfafa + silagem de milho + concentrado.

MS = matéria seca.

% PV = porcentagem do peso vivo.

Tabela 5. Médias e erros padrões da produção diária de leite (litros) nos três intervalos de avaliação e no período total, da composição química e da produção de leite por hectare por dia nos três tratamentos.

Variável	Tratamentos			CV ¹ (%)
	Testemunha	Pastejo de alfafa restrito	Pastejo de alfafa à vontade	
Produção de leite por vaca				
Semana 1 – 4	26,8 ± 0,95 ^a	25,7 ± 0,95 ^a	25,6 ± 0,95 ^a	
Semana 5 – 8	25,8 ± 0,74 ^a	26,2 ± 0,73 ^a	25,9 ± 0,73 ^a	
Semana 9 – 12	25,1 ± 0,88 ^a	25,4 ± 0,82 ^a	24,0 ± 0,82 ^a	
Total (1 – 12)	25,9 ± 0,50 ^a	25,8 ± 0,49 ^a	25,2 ± 0,49 ^a	18,22
PLC ²				
Semana 1 – 4	26,2 ± 0,86 ^a	24,8 ± 0,86 ^a	23,8 ± 0,86 ^a	
Semana 5 – 8	25,1 ± 0,67 ^a	25,4 ± 0,66 ^a	23,5 ± 0,66 ^a	
Semana 9 – 12	24,2 ± 0,79 ^a	25,1 ± 0,74 ^a	22,5 ± 0,74 ^a	
Total 1 – 12	25,2 ± 0,45 ^a	25,1 ± 0,44 ^a	23,2 ± 0,44 ^a	17,21
Gordura (%)	3,37 ± 0,04 ^a	3,35 ± 0,04 ^a	3,04 ± 0,04 ^b	14,07
Proteína bruta (%)	3,37 ± 0,03 ^a	3,36 ± 0,03 ^{ab}	3,27 ± 0,03 ^b	8,32
Lactose (%)	4,43 ± 0,02 ^a	4,52 ± 0,02 ^b	4,48 ± 0,02 ^{ab}	4,89
Sólidos totais (%)	12,15 ± 0,07 ^a	12,21 ± 0,07 ^a	11,74 ± 0,07 ^b	5,98
Nitrogênio uréico (%)	12,27 ± 0,50 ^a	16,19 ± 0,50 ^b	16,08 ± 0,50 ^b	13,02
Produção de leite por hectare	48,9	64,5	68,7	

^{a, b, c} Médias seguidas de letras distintas na linha diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

¹ CV = coeficiente de variação.

² PLC = produção de leite diária corrigida para 3,5% de gordura (litros por vaca).

Tabela 6. Médias e erros padrões da variação de peso vivo e da condição corporal, nos períodos de avaliação.

Variável	Tratamentos			CV ¹ (%)
	Testemunha	Pastejo de alfafa Restrito	Pastejo de alfafa à vontade	
Variação de peso vivo (kg por vaca por dia)				
Semana 1 – 7	0,28 ± 0,08 ^{aA}	0,21 ± 0,08 ^{aA}	0,30 ± 0,08 ^{aA}	
Semana 8 – 12	1,12 ± 0,13 ^{aB}	0,71 ± 0,12 ^{aB}	0,95 ± 0,12 ^{aB}	
Total (1 – 12)	0,61 ± 0,07 ^{aC}	0,40 ± 0,06 ^{aC}	0,55 ± 0,06 ^{aC}	91,8
Condição corporal				
Semana 1 – 7	2,5 ± 0,16 ^{aA}	2,6 ± 0,16 ^{aA}	2,7 ± 0,16 ^{aA}	
Semana 8 – 12	2,6 ± 0,16 ^{aA}	2,6 ± 0,16 ^{aA}	2,8 ± 0,16 ^{aA}	
Total (1 – 12)	3,1 ± 0,16 ^{aB}	2,9 ± 0,16 ^{aB}	3,2 ± 0,16 ^{aA}	16,9

^{a, A, B, C} Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

¹ CV = coeficiente de variação.

A planta inteira de alfafa apresentou em média 25,0% de proteína bruta, 37,0% de FDN e 64,0% de digestibilidade *in vitro*. A parte da planta aparentemente consumida, considerando o hábito de pastejo seletivo, apresentou 26,9% de proteína bruta, 35,1% de FDN e 70,0% de digestibilidade *in vitro*. A elevada qualidade da forragem observada neste trabalho, associada à suplementação utilizada, contribui para explicar os níveis de produção de leite obtidos e os ganhos de peso observados.

Não houve diferença ($P > 0,05$) na produção de leite entre os tratamentos (Tabela 5). Isto provavelmente ocorreu porque a energia digestível e a proteína bruta obtidas da pastagem de alfafa mais a suplementação foram suficientes para atender às exigências nutricionais dos animais, para o máximo potencial de produção da fase de lactação em que os animais se encontravam. Embora normalmente ocorra diminuição da produção com o avanço do estágio de lactação, no presente trabalho as vacas dos tratamentos B e C praticamente mantiveram a produção. Isso indica que houve manutenção da qualidade da pastagem de alfafa, utilizada em pastejo rotacionado, ao longo do período de avaliação.

Embora não tenha ocorrido diferença na produção individual, os tratamentos com pastejo em alfafa mostraram maior potencial de produção por hectare, em função da maior taxa de lotação potencial, quando comparada com a taxa de lotação (duas vacas por hectare) do tratamento com silagem de milho como único volumoso.

O leite dos animais do tratamento com pastejo à vontade apresentou teor de gordura um pouco menor ($P < 0,05$) do que aquele das vacas dos outros tratamentos, porém essa diferença não afetou ($P > 0,05$) a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (Tabela 5).

O teor de N uréico no leite foi maior nos tratamentos com pastejo em alfafa, comparado àquele dos animais que receberam silagem de milho como único volumoso, o que pode ser atribuído à alta degradação ruminal da proteína da alfafa. Segundo Castilho et al. (2007), a degradação ruminal da proteína de forragens frescas,

especialmente de leguminosas, como a alfafa, é alta e normalmente excede os requerimentos de amônia das bactérias do rúmen. Esse excesso de amônia ruminal acarreta altas concentrações de nitrogênio amoniacal no rúmen e de nitrogênio não protéico no plasma e no leite. Butler (2004) observou que a taxa de prenhez de vacas leiteiras reduziu aproximadamente 20% quando o teor de N uréico no leite ultrapassou 19 mg/dL. A concentração de N uréico encontrada no presente trabalho está abaixo desse limite crítico, o que sugere que em nenhum dos tratamentos a eficiência reprodutiva seria prejudicada por esse fator.

A Tabela 7 apresenta a estimativa dos custos de produção e dos indicadores de rentabilidade dos tratamentos avaliados. Para efeito ilustrativo, nessa tabela, além da alfafa, somente os dois fatores de maior participação no custo operacional efetivo, silagem e concentrado, foram destacados.

Tabela 7. Estimativa do custo de produção nos diferentes tratamentos.

Variável	Tratamentos		
	Testemunha	Pastejo de alfafa	
		restrito	à vontade
Receita total (R\$/L) ¹	0,650	0,650	0,650
Custo operacional efetivo (R\$/L) ²	0,413	0,316	0,292
- Silagem	0,186	0,110	0,070
- Concentrado	0,116	0,104	0,095
- Alfafa	0,000	0,041	0,084
Custo operacional total (R\$/L) ³	0,426	0,337	0,325
Custo total (R\$/L) ⁴	0,459	0,370	0,364
Lucro (R\$/L) ⁵	0,191	0,279	0,286
Margem bruta (R\$/L) ⁶	0,237	0,334	0,358
Margem líquida (R\$/L) ⁷	0,223	0,313	0,324

¹ RT = venda do leite.

² COE = mão-de-obra, manutenção das pastagens, silagem, concentrado, medicamentos, material de ordenha, transporte do leite, energia elétrica (irrigação), inseminação artificial, impostos e taxas, reparos de máquinas e benfeitorias.

³ COT = COE + depreciação de benfeitorias, de máquinas e da pastagem.

⁴ CT = COT + remuneração do capital investido e o custo de oportunidade da terra.

⁵ Lucro = RT - CT.

⁶ Margem bruta = RT - COE.

⁷ Margem líquida = RT - COT.

Os tratamentos com pastejo restrito e pastejo à vontade propiciaram redução de aproximadamente 23,5% e 29,3%, respectivamente, no custo operacional efetivo, em comparação ao tratamento em que os animais receberam somente silagem de milho e concentrado. Este resultado pode ser explicado pela redução da participação da silagem e também pela utilização de concentrados com menor teor proteico, componentes onerosos da dieta, à medida que aumentou a participação da alfafa na alimentação. A silagem e o concentrado foram os fatores mais representativos na composição do custo operacional, pois ambos representaram 73,0% do custo de alimentação no tratamento em que as vacas foram alimentadas somente com silagem de milho e concentrado, 67,7% no tratamento com pastejo restrito e 56,5% no tratamento com pastejo à vontade.

A diferença entre o custo operacional total dos tratamentos foi menor do que a observada no custo operacional efetivo. Isso se deve à maior participação da depreciação das benfeitorias, das máquinas e do pasto no custo operacional total. Não obstante, os tratamentos com alfafa na dieta apresentaram menor custo total e maior lucro por litro de leite em relação à testemunha, em que os animais foram alimentados somente com silagem de milho e concentrado (Tabela 7). A margem bruta foi positiva em todos os tratamentos, mas foi em média 45% maior nos sistemas baseados em pastagem, o que indica menor necessidade de desembolso para aquisição de insumos e maior probabilidade de sobrevivência da atividade leiteira no curto prazo.

Todos os tratamentos apresentaram resultado positivo na análise da margem líquida (Tabela 7). Isso indica que a atividade leiteira tem possibilidade de se manter no longo prazo. Os melhores resultados foram apresentados pelos tratamentos em que a alfafa em pastejo foi utilizada como parte da dieta. Esses tratamentos apresentaram margem líquida aproximadamente 42% maior do que a testemunha. Esses resultados estão de acordo com Vinholis et al. (2008), que, por meio de simulação, avaliaram a inserção de alfafa num sistema de produção de leite, no prazo de vários anos, e

verificaram que, mesmo no caso de cenários mais pessimistas para o preço do leite, ainda assim a utilização da alfafa, como parte da dieta de vacas leiteiras, seria economicamente vantajosa.

Conclusões

A utilização de alfafa em pastejo por vacas em lactação, em substituição parcial à silagem de milho, tanto na forma de pastejo restrito como à vontade, apresentou a mesma eficiência na produção de leite por vaca, porém maior produção por hectare, quando comparada com o fornecimento de silagem de milho como único volumoso.

Estes resultados mostraram a viabilidade econômica da utilização da alfafa sob pastejo como parte da dieta e o seu potencial de contribuir para a competitividade de sistemas de produção de leite.

Referências

ARAÚJO FILHO, J. A.; GADELHA, T. A.; PEREIRA, R. M. A.; HAINES, C. A. Competição entre onze variedades de alfafa (*Medicago sativa*, L.). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 1, p. 77-88, 1972.

BASIGALUP, D.; ROSSANIGO, R.; BALLARIO, M. V. Panorama actual de la alfalfa en la Argentina. In: BASIGALUP, D.H. (Ed.). **El cultivo de la alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2007. p. 15-25.

BUTLER, W. R. Relação entre a concentração de proteína da dieta, ambiente uterino e concepção em vacas leiteiras. In: NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS. **Anais...** Uberlândia: Conapec Jr.: FMVZ, Unesp – Botucatu, 2004. p.101-109.

CASTILLO, A. R.; GALLARDO, M. R. Suplementación de vacas lecheras en pastoreo de alfalfa, concentrados y forrajes conservados. In: HIJANO, E.; NAVARRO, A. (Ed.). **La alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: INTA, 1995. p. 195-204.

CASTILHO, A. R.; ONETTI, S. G.; GREGORET, F. R. Diagnóstico de dietas a partir de componentes de la leche: urea y corpos cetónicos. In: COMERON, E. A. **Artículos seleccionados sobre alfalfa en la alimentación de rumiantes**. Rafaela: INTA, 2007. p. 43-52.

CHAMBLISS, C. G. **Alfalfa production in Florida**. Agronomy Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 2003. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu>>. Acesso em: 2 maio 2009.

COMERON, E. A.; ROMERO, L. A. Utilización de la alfalfa por vacas lecheras em pastoreo. In: BASIGALUP, D. H. (Ed.). **El cultivo de la alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2007. p. 303-331.

GUAITA, M. S.; GALLARDO, M. **Utilización de la pastura de alfalfa en un sistema intensivo de producción de leche**. Rafaela: INTA, 1996. p. 93-100. (INTA. Publicación miscelánea, 81).

HUMPHRIES, A.; AURICHT, G.; KOBELT, E. **Lucerne variety – SARDI Ten**. South Australian Research and Development Institute, 2004. Disponível em: <www.sardi.as.gov.au>. Acesso em: 5 fev. 2007.

JAHN, E.; SOTO, P. Utilización de alfalfa en fresco. In: SOTO, P. **Alfalfa en la zona centro sur de Chile**. Chillán, Chile: INIA, 2000. p. 205-221. (INIA. Colección Libros, 4).

JOHNS, J. Alfalfa for summer grazing. In: LACEFIELD, G; FORSYTHE, C. **Kentucky alfalfa conference**, 27. 2007. Disponível em: <www.uky.edu/Ag/Forage>. Acesso em: 10 dez. 2007.

NOGUEIRA, A. R. A.; SOUZA, G. B. **Manual de laboratório: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 334 p.

OLIVEIRA, P. P. A. **Seleção preliminar de cultivares de alfafa sob pastejo em condições tropicais, no município de São Carlos, SP.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. 9 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Comunicado Técnico, 68).

RODRIGUES, A. de A.; COMERON, E. A.; VILELA, D. Utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras. In: FERREIRA, R. P.; RASSINI, J. B.; RODRIGUES, A. de A.; FREITAS, A. R.; CAMARGO, A. C.; MENDONÇA, F. C. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p. 345-378.

SAS. **Statistical Analysis Systems.** User's Guide. Version 2001. Cary, NC: SAS Institute.

SKLAN, D.; ASHKENNAZI, R.; BRAUN, A.; DEVORIN, A.; TABORI, K. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 9, p. 2463-2472, 1992.

SOTO, P.; JAHN, E.; ACUÑA, H.; OVALLE, C. Pasture productivity of different species evaluated under grazing in the Central Valley of Chile. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1993, New Zealand and Australia. **Proceedings...** Palmerston North: New Zealand Grassland Association, 1993. p. 868.

SPADA, M. C. Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Alfafa. **Avances en Alfalfa**, v. 15, n. 15, 2005. 50 p. (INTA, EEA Manfredi).

VINHOLIS, M. M. B.; DE ZEN, S.; BEDUSCHI, G.; SARMENTO, P. H. L. Análise econômica de utilização de alfafa em sistemas de produção de leite. In: FERREIRA, R.; RASSINI, J. B.; RODRIGUES, A. de A.; FREITAS, A. R.; CAMARGO, A. C.; MENDONÇA, F. C. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos.** Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p. 409-434.