

Viabilidade econômica e financeira do pastejo em alfafa em sistemas de produção de leite¹

Oscar Tupy²
Reinaldo de Paula Ferreira³
Duarte Vilela⁴
Sérgio Novita Esteves⁵
Frank Akiyoshi Kuwahara⁶
Eliseu Alves⁷

Resumo – O objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade econômica e financeira do pastejo em alfafa em sistemas de produção de leite. A análise empregou um modelo desenvolvido pela Embrapa que simula um sistema de produção de leite e avalia os impactos. Os sistemas de produção que utilizam alfafa para pastejo se mostraram superiores economicamente aos que não a utilizam. A alfafa foi utilizada para vacas com produção de 20 kg leite/dia, 25 kg leite/dia e 30 kg leite/dia, e, em todos os casos, os resultados econômicos e financeiros foram superiores aos do sistema tradicional – de 8,91% até 43,39%, dependendo do nível de produção de leite e do tempo de pastejo em alfafa.

Palavras-chave: análise de custo, análise de investimento, nutrição de vacas leiteiras.

Economic and financial feasibility grazing in alfalfa in different production systems milk

Abstract – The study aimed to evaluate the economic and financial viability of grazing on alfalfa in dairy production systems. To perform the analyzes was used a model developed by Southeast Livestock Embrapa - Brazil, that simulates a milk production system and allows to evaluate the economic impact of different technologies. Production systems using alfalfa as grazing were superior cost than systems that do not employ alfalfa. Alfalfa was used to cows milk production of 20, 25 and 30 kg. Systems utilizing alfalfa had higher economic and financial results to the traditional system, ranging from 8.91 % to 43.39 % by function of the cow milk yield and grazing time in alfalfa.

Keywords: cost analysis, investment analysis, nutrition of dairy cows.

¹ Original recebido em 19/1/2015 e aprovado em 2/2/2015.

² Veterinário, doutor em Economia Aplicada, pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste. E-mail: oscar.tupy@embrapa.br

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste. E-mail: reinaldo.ferreira@embrapa.br

⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor em Nutrição Animal, pesquisador da Embrapa Gado de Leite. E-mail: duarte.vilela@embrapa.br

⁵ Engenheiro-agrônomo, doutor em Nutrição Animal, pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste. E-mail: sergio.esteves@embrapa.br

⁶ Zootecnista, doutorando em Nutrição e Produção Animal. E-mail: frankkuwahara@hotmail.com

⁷ Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Economia Rural, assessor do presidente da Embrapa. E-mail: eliseu.alves@embrapa.br

Introdução

A intensificação da produção de leite a pasto é fundamental para tornar o setor leiteiro competitivo e economicamente rentável. Contudo, o uso de forrageiras de má qualidade e o elevado custo de alimentos concentrados são considerados os principais fatores responsáveis pela baixa produtividade leiteira. Uma ótima alternativa para melhorar a nutrição do rebanho leiteiro é a utilização da alfafa, que possui elevada produtividade, excelente qualidade nutricional, baixa estacionalidade da produção e boa aceitabilidade pelo animal. Esses fatores fazem da alfafa a forragem indicada para a dieta de vacas de alto potencial de produção de leite e para a produção de leite a pasto (VILELA, 1998).

Nos sistemas intensivos de produção leiteira, os gastos com concentrados e fertilizantes nitrogenados são altos e, juntamente com os custos agregados – transporte e armazenamento, por exemplo –, afetam a sustentabilidade econômica da atividade. As vacas de maior produção requerem quantidade elevada de concentrado, que depende da qualidade da forragem, ou seja, quanto melhor a qualidade da forragem, menor será a quantidade de concentrado. A alfafa é de digestibilidade elevada e possui alto teor de proteína e, por isso, ela substitui parte do concentrado, o que gera redução do custo de produção de leite e manutenção da qualidade da dieta (RODRIGUES et al., 2008).

Além dos concentrados, os fertilizantes nitrogenados, utilizados em doses elevadas para a obtenção de pastagens com elevada produção de matéria seca (MS), também oneram o custo de produção. A alfafa, pelo fato de realizar a fixação biológica do nitrogênio atmosférico no sistema solo-planta, comporta-se como uma biofábrica de nitrogênio, eliminando, assim, a necessidade de fertilizantes nitrogenados e reduzindo o custo de adubação (MOREIRA et al., 2008).

As características forrageiras da alfafa, como elevadas produção de matéria seca, qualidade e digestibilidade, fazem com que ela tenha papel estratégico para a melhoria da qualidade

das dietas normalmente utilizadas nas regiões tropicais, que, associadas, permitirão incremento da produção e da produtividade da pecuária leiteira (RODRIGUES et al., 2008).

Os custos dos alimentos e dos fertilizantes, em especial dos concentrados proteicos e dos fertilizantes nitrogenados, certamente aumentarão com a demanda crescente de alimentos no mundo, limitando, em parte, o uso crescente desses insumos nos sistemas intensivos de pecuária de leite, e a alfafa, com seus benefícios, poderá contribuir para minimizar os reflexos diretos e indiretos desse cenário na cadeia produtiva do leite (VINHOLIS et al., 2008). A alfafa poderá contribuir também para a redução do uso de defensivos agrícolas nas cadeias de milho e de soja, ao reduzir a utilização desses ingredientes na dieta de vacas leiteiras no Brasil nos sistemas intensivos de produção.

Além desses benefícios, espera-se que a inserção da alfafa em um sistema sustentável e competitivo de produção de leite a pasto promova redução da sazonalidade da produção de leite, diminuição da estacionalidade da produção de forragens e aumento da produtividade do rebanho. Outro aspecto é que a alfafa, como parte da dieta, pode reduzir os riscos de contaminação do lençol freático por nitrato, perigo comum quando se utilizam níveis muito elevados de adubos nitrogenados. Além disso, a poluição ambiental causada pela produção de metano é menos intensa quando os animais são alimentados com forragem de melhor qualidade, como a alfafa (VILELA et al., 2008).

Apesar de todas as vantagens apresentadas pela alfafa, sua utilização sob pastejo do ponto de vista econômico e financeiro tem sido questionada, em parte pela falta de estudos sistemáticos que comprovem sua viabilidade. Assim, este trabalho procura subsidiar empresários rurais com informações econômicas e financeiras sobre a utilização da alfafa para a produção de leite.

Análise da viabilidade econômica e financeira do pastejo em alfafa

A análise foi feita com um modelo desenvolvido pela Embrapa Pecuária Sudeste, que permite estudar o impacto econômico de diversas tecnologias. A propriedade rural usada possui, para a produção de forragem, área de 35 hectares. A pressuposição foi a de que não havia nenhum sistema de produção de leite nessa área, apenas pastagem degradada. A taxa de lotação animal foi determinada pelo potencial das tecnologias empregadas na recuperação e produção de forragem, pelo consumo de alimentos fornecidos por categoria animal a ser explorada no sistema e pelas taxas de natalidade e mortalidade. O consumo de alimentos das vacas leiteiras foi determinado pela produção esperada de leite e pelo peso vivo. O número de dias de pastejo considerado no verão (151) e o de suplementação no inverno (214) multiplicados pela quantidade de alimento a ser consumido por vaca em lactação/dia (quantidade de matéria seca diária) gerou a demanda por forragem, que foi atendida, para cada sistema de produção, pela oferta de forragens de inverno e verão. O balanço entre oferta e demanda determinou, assim, para a área disponível, a lotação animal. O modelo determina uma estrutura para o re-

banho, composta por categorias de animais e número de animais por categoria, projetando-a para um determinado horizonte de análise do investimento, conforme a tecnologia adotada.

A partir da estrutura projetada, o modelo determina todos os investimentos em ativos fixos necessários ao emprego de determinada tecnologia, custos de produção e despesas operacionais, permitindo, a partir de então, a projeção de um fluxo de caixa para o sistema constituído, a partir do qual pode-se analisar a viabilidade econômica e financeira das tecnologias utilizadas em sua composição. Neste estudo, foram empregadas cinco tecnologias que caracterizam cinco sistemas de produção com 35 hectares disponíveis para produção de forragens (Tabela 1), com três níveis de produção de leite/vaca/dia, produção de matéria seca das forragens, em kg/ha/ano, taxa de reposição de vacas, taxa de natalidade e mortalidade até a desmama (Tabela 2).

Nesta análise a alfafa é irrigada e, juntamente com a silagem de milho, é utilizada no inverno (214 dias). O capim tobiatã e a alfafa não irrigada são utilizados no verão (151 dias) – a alfafa no verão pode ser irrigada durante veranicos. A silagem de milho foi escolhida como forragem de inverno, além da alfafa, por duas

Tabela 1. Tecnologias ou sistemas de produção analisados.

Tecnologia	Sistema
Tecnologia I (TI)	Silagem de milho no inverno + pastagem de tobiatã no verão + concentrados (inverno e verão)
Tecnologia II (TII)	Silagem de milho e alfafa no inverno + pastagem de tobiatã e alfafa no verão + concentrados (1 hora de pastejo em alfafa por dia) no inverno e verão. Consumo de 3 kg alfafa/dia (MS)
Tecnologia III (TIII)	Silagem de milho e alfafa no inverno + pastagem de tobiatã e alfafa no verão + concentrados (2 horas de pastejo em alfafa/dia) no inverno e verão. Consumo de 5 kg alfafa/dia (MS)
Tecnologia IV (TIV)	Silagem de milho e alfafa no inverno + pastagem de tobiatã e alfafa no verão + concentrados (4 horas de pastejo em alfafa/dia) no inverno e verão. Consumo de 7 kg alfafa/dia (MS)
Tecnologia V (TV)	Silagem de milho e alfafa no inverno + pastagem de tobiatã e alfafa no verão + concentrados (6 horas de pastejo em alfafa/dia) no inverno e verão. Consumo de 10 kg alfafa/dia (MS)

Nota: os tempos de consumo foram obtidos experimentalmente, com exceção para TV, que foi estimado.

Tabela 2. Área para produção de forragem e potencial de produção conforme especificações para sua formação e manutenção e indicadores reprodutivos e de sanidade para os animais.

Item	Valor
Área disponível para produção de forragem (ha)	35
Produção de leite (kg/vaca/dia) ¹	20, 25 e 30
Produção de MS de alfafa (kg/ha/ano)	20.000
Produção de MS de tobiatã (kg/ha/ano)	18.000
Produção de MS de milho para silagem (kg/ha/ano)	13.400
Taxa de reposição de vacas (%)	20
Taxa de natalidade (%)	85
Taxa de mortalidade até a desmama – 60 dias (%)	10

¹ Ao adicionar alfafa na alimentação de vacas leiteiras, mantém-se a produção de leite individual das vacas em relação ao tratamento controle, conforme demonstram trabalhos desenvolvidos na Embrapa (KUWAHARA et al., 2014a, 2014b).

razões: ela permite elevada produção de leite, mais do que a cana-de-açúcar, por exemplo; também permite a rotação com o milho safrinha, feijão ou outras culturas, otimizando, assim, o uso da terra e reduzindo o custo de produção da silagem com a renda líquida gerada em outras culturas. Forragens de inverno alternativas, como a cana, que podem ser competitivas com a silagem de milho, são perenes e, portanto, ocupam área sem possibilidade de gerar renda líquida adicional com outras culturas, além de difícil manejo. O milho para silagem também pode ser rotacionado com a alfafa a cada três anos – sua produtividade é maior nesse caso, já que a alfafa melhora as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

O modelo dá a opção de trabalhar em um sistema de produção de leite sem criação de fêmeas de reposição, sendo elas adquiridas quando necessário. Essa estratégia permite utilizar toda a área disponível para vacas em lactação, vacas secas e rufiões, se o sistema emprega inseminação artificial, sendo esse o pressuposto para as análises deste estudo. As bezerras serão vendidas com 60 dias de idade, quando desmamadas.

O consumo de alimentos (kg MS/vaca/dia) depende da tecnologia e da produção de leite (Tabelas 3, 4 e 5). O critério adotado na formulação das dietas foi manter a oferta teórica de fibra detergente neutro da forragem (FDN), teores semelhantes de proteína e energia e total de MS calculado como 4% de FDN sobre o peso vivo do animal.

Tabela 3. Consumo de MS por vaca em lactação/dia com produção média de 20 kg leite/dia.

Dieta	Consumo de MS (kg/vaca/dia)				
	TI	TII	TIII	TIV	TV
Tobiatã	10,4	8,37	7,01	5,65	3,62
Alfafa	0,00	3,00	5,00	7,00	10,00
Silagem de milho	15,00	12,01	10,02	8,03	5,04
Concentrado verão	6,62	6,19	5,89	5,49	4,59
Concentrado inverno	3,19	2,99	2,99	3,09	3,09
Total MS no verão	17,02	17,56	17,9	18,14	18,21
Total MS no inverno	18,19	18,00	18,01	18,12	18,13

Tabela 4. Consumo de MS por vaca em lactação/dia com produção média de 25 kg leite/dia.

Dieta	Consumo de MS (kg/vaca/dia)				
	TI	TII	TIII	TIV	TV
Tobiatã	10,4	8,37	7,01	5,65	3,62
Alfafa	0,00	3,00	5,00	7,00	10,00
Silagem de milho	12,6	9,61	7,62	5,63	2,64
Concentrado verão	8,14	7,36	6,89	6,59	5,99
Concentrado inverno	5,45	6,16	5,67	6,13	6,09
Total MS no verão	18,54	18,73	18,9	19,24	19,61
Total MS no inverno	18,05	18,77	18,29	18,76	18,73

Tabela 5. Consumo de MS por vaca em lactação/dia com produção média de 30 kg leite/dia.

Dieta	Consumo de MS (kg/vaca/dia)				
	TI	TII	TIII	TIV	TV
Tobiatã	10,4	8,37	7,01	5,65	3,62
Alfafa	0,00	3,00	5,00	7,00	10,00
Silagem de milho	11,2	8,21	6,22	4,23	1,24
Concentrado verão	9,94	9,33	9,15	8,89	7,89
Concentrado inverno	8,82	8,85	8,84	8,83	8,89
Total MS no verão	20,34	20,7	21,16	21,54	20,13
Total MS no inverno	20,02	20,06	20,06	20,06	21,51

As Tabelas 6 e 7 mostram a quantidade e o tipo dos ingredientes utilizados nos concentrados, no verão e no inverno. O custo do concentrado no inverno cai para vacas de 25 kg leite/dia e 30 kg leite/dia, conforme o tipo, a quantidade e o preço dos ingredientes. No verão, os custos variam, para cima ou para baixo, de acordo com a tecnologia e o nível de produção de leite. Os custos de produção por quilograma de matéria seca foram de R\$ 0,26, R\$ 0,25, e R\$ 0,09, para alfafa, silagem de milho e tobiatã, respectivamente. Considerou-se para alfafa e silagem de milho a mesma mão de obra, já que a introdução da alfafa reduz a mão de obra empregada na distribuição diária de silagem de milho no sistema. No pastejo rotacionado de alfafa, com cerca móvel e sistema de irrigação automático, o funcionário

Tabela 6. Quantidade dos ingredientes dos concentrados empregados no inverno conforme a tecnologia.

Ingrediente	TI	TII	TIII	TIV	TV
	(kg MS)				
Produção de 20 kg leite/vaca/dia					
Farelo de milho	0,10	0,50	2,00	2,50	2,5
Farelo de soja	2,50	1,90	0,40	0,00	0,00
Núcleo mineral	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Bicarbonato de sódio	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Monesina sódica	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Custo do concentrado (R\$/kg)	1,11	1,02	0,68	0,58	0,58
Produção de 25 kg leite/vaca/dia					
Farelo de milho	1,30	3,20	3,75	5,00	5,5
Farelo de soja	3,56	2,37	1,33	0,54	0,00
Núcleo mineral	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Bicarbonato de sódio	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Monesina sódica	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Custo do concentrado (R\$/kg)	0,94	0,74	0,65	0,55	0,49
Produção de 30 kg leite/vaca/dia					
Farelo de milho	4,00	5,40	6,30	7,20	7,3
Farelo de soja	4,23	2,86	1,95	1,04	0,00
Núcleo mineral	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Bicarbonato de sódio	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Monesina sódica	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Custo do concentrado (R\$/kg)	0,78	0,67	0,60	0,53	0,45

Tabela 7. Quantidade dos ingredientes dos concentrados empregados no verão conforme a tecnologia.

Ingrediente (kg MS)	T I	T II	T III	T IV	TV
	(kg MS)				
Produção de 20 kg leite/vaca/dia					
Farelo de milho	5,20	5,60	5,30	4,90	4,00
Farelo de soja	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00
Núcleo mineral	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Bicarbonato de sódio	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Monesina sódica	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Custo do concentrado (R\$/kg)	0,56	0,48	0,49	0,50	0,52
Produção de 25 kg leite/vaca/dia					
Farelo de milho	6,25	6,40	6,30	6,00	5,5
Farelo de soja	1,30	0,37	0,00	0,00	0,00
Núcleo mineral	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Bicarbonato de sódio	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Monesina sódica	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Custo do concentrado (R\$/kg)	0,57	0,50	0,47	0,48	0,49
Produção de 30 kg leite/vaca/dia					
Farelo de milho	7,50	7,76	8,10	8,20	8,3
Farelo de soja	1,85	0,98	0,46	0,10	0,00
Núcleo mineral	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Bicarbonato de sódio	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Monesina sódica	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Custo do concentrado (R\$/kg)	0,57	0,52	0,49	0,46	0,46

só despenderá tempo para levar os animais aos piquetes e controlar a cerca. O combate à erva daninha é realizado esporadicamente.

Resultados

Com base nos pressupostos adotados e especificações acima, o modelo (TUPY et al.; 2010) gerou uma combinação ótima (mix) de forragens para os sistemas de produção conforme a tecnologia (Tabelas 8, 9 e 10).

O mix de área de forragens leva em consideração o período de utilização de cada forragem no inverno e no verão, a produção de matéria seca e o consumo diário para cada categoria animal. Observa-se, por exemplo, que

a área de alfafa aumenta à medida que o seu consumo também aumenta.

A área de pastagem cede espaço para alfafa no verão, dada a maior produção de matéria seca por hectare dessa leguminosa no verão – no inverno, a silagem de milho também cede área para a alfafa.

Os investimentos em ativos fixos necessários à implantação dos sistemas de produção foram benfeitorias, máquinas e equipamentos, incluindo irrigação, formação de pastagens e aquisição de novilhas ou vacas prenhes para início de produção no ano 1, destacando-se que o horizonte de planejamento do sistema de produção é de oito anos. Todos os ativos fixos, incluindo vacas em lactação, foram depreciados em função da vida útil (vacas com vida útil de

Tabela 8. Mix de forragens otimizado conforme aporte de matéria seca, para vacas de 20 kg leite/dia.

Tecnologia	Área (ha)		
	Gramínea	Milho para silagem	Alfafa
TI	9,67	25,33	
TII	8,16	21,12	5,72
TIII	7,10	18,19	9,71
TIV	6,00	15,15	13,85
TV	4,28	10,34	20,38

Tabela 9. Mix de forragens otimizado conforme aporte de matéria seca, para vacas de 25 kg leite/dia.

Tecnologia	Área (ha)		
	Gramínea	Milho para silagem	Alfafa
TI	10,86	24,14	
TII	9,20	19,36	6,44
TIII	8,02	16,01	10,97
TIV	6,80	12,51	15,69
TV	4,87	6,97	23,17

Tabela 10. Mix de forragens otimizado conforme aporte de matéria seca, para vacas de 30 kg leite/dia.

Tecnologia	Área (ha)		
	Gramínea	Milho para silagem	Alfafa
TI	11,70	23,30	
TII	9,93	18,11	6,96
TIII	8,68	14,46	11,86
TIV	7,37	10,63	17,00
TV	5,29	4,53	25,18

seis lactações), considerando valor residual de 10%. O critério de depreciação foi linear. Os investimentos em ativos fixos foram determinados endogenamente pelo modelo conforme o tamanho do rebanho gerado pelo balanço da oferta e da demanda de forragens e alimentos

dos sistemas estruturados e do mix de áreas de forragens (Tabela 11).

Os preços de aquisição de fêmeas de reposição para vacas de 20 kg leite/dia, 25 kg leite/dia e 30 kg leite/dia, foram, respectivamente, de R\$ 3.500,00, R\$ 5.500,00 e R\$ 7.500,00. O capital de giro ficou em torno de 40% do custo de produção + despesas operacionais.

O número de vacas em lactação gerado pelo modelo para o período de oito anos pode ser analisado na Tabela 12, para vacas com médias de 20 kg leite/dia, 25 kg leite/dia e 30 kg leite/dia. No caso de 20 kg/vaca/dia, por exemplo, o aumento do número de vacas em lactação de TI para TII, de TII para TIII e de TIII para TIV foi de duas vacas; de TIV para TV, de quatro vacas. Essas variações são decorrentes das relações em cada nível de produção e das interações entre áreas e produção de matéria seca das forragens envolvidas nas tecnologias.

Fica evidente que à medida que cresce a participação de alfafa no mix de forragem, maior se torna a taxa de lotação animal, o que se explica pela maior produção de matéria seca de alfafa em relação às demais forragens. Aumenta-se, inclusive, a taxa de lotação com a mudança do nível de produção de leite, pois a área de alfafa é maior em relação às demais forrageiras. Toda essa variação cria um diferencial significativo na receita que afeta os custos de reposição de vacas e de produção de leite e, conseqüentemente, os resultados líquidos das tecnologias.

Vários preços e custos unitários de produtos e insumos, além do custo das dietas, são importantes para as análises de viabilidade econômica e financeira (Tabela 13). Esses custos e preços são comuns a todas as tecnologias e níveis de produção. A Tabela 14 mostra alguns coeficientes técnicos comuns a todas as tecnologias avaliadas.

A viabilidade econômica e financeira das tecnologias foi analisada pelo Método do Fluxo de Caixa Livre Descontado. Por ele, os fluxos são projetados para as tecnologias, dado um horizonte de planejamento, e descontados

Tabela 11. Investimentos em benfeitorias, máquinas, equipamentos, formação e irrigação de alfafa, capital de giro e aquisição de novilhas e vacas prenhes (R\$ mil).

Investimentos	TI	TII	TIII	TIV	TV
Vacas 20 kg leite/dia	1.151,18	1.198,98	1.234,51	1.272,98	1.334,89
Vacas 25 kg leite/dia	1.463,53	1.534,85	1.585,93	1.639,82	1.722,49
Vacas 30 kg leite/dia	1.815,88	1.904,28	1.968,69	2.033,93	2.140,42

Tabela 12. Número de vacas em lactação conforme a produção de leite/vaca/dia e da tecnologia.

Número de animais no rebanho	TI	TII	TIII	TIV	TV
Vacas em lactação 20 kg leite/dia	102	104	106	108	112
Vacas em lactação 25 kg leite/dia	114	118	120	123	127
Vacas em lactação 30 kg leite/dia	123	127	130	133	138

Tabela 13. Preços de produtos e insumos utilizados pelo modelo.

Insumo	Preço (R\$)
Leite (kg)	1,09
Vacinas e medicamentos (cabeça)	90,00
Sêmen p/ vacas de 20 kg leite/dia (dose)	20,00
Sêmen p/ vacas de 25 kg leite/dia (dose)	30,00
Sêmen p/ vacas de 30 kg leite/dia (dose)	40,00
Sal mineral (kg)	1,84
Nitrogênio (kg)	5,00
Ração inicial bezerras (kg)	1,60
Pipeta para inseminação (unid.)	0,20
Luvas para inseminação (par)	0,1
Salário ordenhador ¹	86,13
Despesas com manutenção de benfeitorias, máquinas e equipamentos	29,57

¹ Calculado com todos os encargos e sobre 395 dias/ano – as férias são cobertas com mão de obra adicional.

por determinado custo do capital investido. Os fluxos estão livres de juros e amortizações dos financiamentos (equação 1). O resultado líquido é o valor presente líquido (*VPL*), que pode ser anualizado (*VPLA*) e padronizado pelo total de hectares da propriedade considerada para análise

Tabela 14. Coeficientes técnicos gerais empregados pelo modelo.

Coeficiente	Unidade	Quantidade
Produtividade da mão de obra na ordenha	Kg leite/dia	600
Sêmen	Dose/vaca/ano	2,5
Nitrogênio	Kg/vaca/ano	0,45
Pipetas	unid.	3
Luvas	unid.	3

se (equação 2). O custo de oportunidade do capital próprio foi considerado como 9% a.a. em valores reais, ou seja, livre da inflação. O custo do capital de terceiros (empréstimo BNDES⁸) foi de 4,5% a.a. em valores reais. Para todas as tecnologias avaliadas, considerou-se que 80% dos investimentos foram financiados pelo BNDES, incluindo parte do investimento em capital de giro. Os fluxos de caixa livres do produtor são mostrados na Tabela 15.

Fluxo de caixa livre projetado para o empresário = lucro líquido + depreciação - amortização +/- variação dos investimentos em ativos fixos +/- variação do investimento em capital de giro.

⁸ Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social.

Tabela 15. Fluxos de caixa livre projetado para as tecnologias.

Fluxo de caixa livre projetado (R\$ mil)									
Horizonte de planejamento									
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Vacas de 20 kg leite/dia									
TI	-270,24	66,60	72,68	78,76	84,84	90,92	97,00	103,08	149,16
TII	-279,79	77,59	83,88	74,75	96,47	102,77	93,64	115,36	161,65
TIII	-286,90	92,28	98,74	79,00	111,65	118,10	98,37	131,01	177,47
TIV	-294,59	90,34	96,97	66,23	110,23	116,86	86,12	130,12	176,74
TV	-306,98	87,87	94,78	46,71	108,59	115,50	67,43	129,32	176,22
Vacas de 25 kg leite/dia									
TI	-352,71	123,61	131,54	139,48	147,41	155,35	163,29	171,22	239,16
TII	-366,97	134,95	143,21	134,08	159,72	167,98	158,85	184,49	252,75
TIII	-377,19	156,08	164,56	143,56	181,54	190,02	168,92	206,99	275,48
TIV	-387,96	157,99	166,72	133,12	184,18	192,91	159,31	210,37	279,09
TV	-404,49	154,61	163,71	110,30	181,91	191,01	137,61	209,21	278,32
Vacas de 30 kg leite/dia									
TI	-443,18	173,04	183,01	192,98	202,96	212,93	222,89	232,87	322,84
TII	-460,86	197,84	208,21	199,81	228,95	239,32	230,92	260,06	350,43
TIII	-473,74	211,85	221,84	200,49	243,16	253,82	232,47	275,14	365,79
TIV	-486,79	222,13	233,08	198,16	254,98	265,94	231,02	287,84	378,79
TV	-508,08	236,74	248,17	191,67	271,04	282,47	225,97	305,33	396,77

Nota: as projeções de fluxo de caixa foram realizadas em moeda constante; portanto, ele é crescente em valor apenas pela redução dos juros. No último ano do horizonte de planejamento, o capital de giro é reincorporado ao fluxo de caixa projetado apenas como regra para avaliação do VPL do projeto.

Lucro líquido = receita bruta - impostos [ITR (1%) + alíquota de 3% (simples nacional)] = receita líquida - custo do produto vendido - despesas operacionais - depreciação - juros.

A receita bruta foi gerada deste modo: produção anual de leite x preço do leite + nº de animais vendidos como descarte x preço de venda - nº de animais adquiridos x preço de aquisição + lucro líquido de uma cultura plantada depois do plantio e colheita do milho para silagem, com o objetivo de maximizar os benefícios da área empregada para silagem de milho no sistema de produção.

Os juros e amortizações foram obtidos pelo sistema SAC, mas podem também ser ob-

tidos pelo sistema Price – nesse caso, os fluxos de caixa livre do empresário (*FCLE*) mudam conforme os juros e as amortizações anuais do principal. Na realidade, a planilha de amortização é gerada pelo agente credor.

Os *FCLE* das tecnologias são mostrados na Tabela 15.

Os valores no ano zero correspondem à parcela de 20% do investimento total (Tabela 15) financiada pelo empresário com capital próprio.

O investimento com formação de alfafa repete-se nos anos 3 e 6, dada sua vida útil de três anos, mas os investimentos são amortizados do *FCLE* para os três níveis de produção de lei-

te. Observa-se também fluxos de caixa menores nos anos 3 e 6 para todas as tecnologias.

O *VPL* e o *VPLA* foram obtidos por

$$VPL = FCLE_1 / (1 + CCP)^1 + \dots + FCLE_8 / (1 + CCP)^8 - FCLE_0 \quad (1)$$

e

$$VPLA_{35} = VPL \times [(1 + CCP)^8 \times CCP] / [(1 + CCP)^8 - 1] \quad (2)$$

em que:

VPL é valor presente líquido, ou seja, o valor agregado ao empreendimento, acima da rentabilidade alternativa ao capital investido pelo proprietário, ao final do horizonte de planejamento. Se o *VPL* > 0, o empreendimento é considerado viável.

*FCLE*₁ é o fluxo de caixa livre do empresário ou entrada de caixa projetada para o ano 1 do horizonte de planejamento do investimento.

*FCLE*₈ é o fluxo de caixa livre do empresário ou entrada de caixa projetada para o ano 8 do horizonte de planejamento do investimento.

*FCLE*₀ é o valor investido pelo empresário na tecnologia.

CCP é o custo do capital próprio do empresário ao custo de oportunidade da melhor alternativa que ele possuía para o seu capital no mercado – no caso, foi considerada a remuneração real 9% a.a., taxa muito elevada, pois provavelmente apenas algumas ações remunerem assim o investidor. Fundos de renda fixa dificilmente remuneram acima de uma taxa real (livre da inflação) de 6,50 a.a.

*VPLA*₃₅ é o valor presente líquido anualizado do investimento, normalizado pelo número de hectares da propriedade (no caso, 35 hectares) ou o resultado líquido anual projetado pelo investimento. Representa o valor agregado anualmente ao sistema de produção acima da remuneração do capital investido (9% a.a.) na tecnologia.

A Tabela 16 mostra os resultados líquidos obtidos nos sistemas de produção de leite submetidos ao pastejo de alfafa para vacas de diferentes níveis de produção.

A *TIR* é obtida quando na equação

$$VPL = FCLE_1 / (1 + CCP)^1 + \dots + FCLE_n / (1 + CCP)^n - FCLE_0 \quad (3)$$

fazemos *VPL* = 0 e o *CCP* = *TIR*:

$$0 = FCLE_1 / (1 + TIR)^1 + \dots + FCLE_n / (1 + TIR)^n - FCLE_0 \quad (4)$$

Tabela 16. *VPLAs* ou resultado líquido por hectare para cada tecnologia conforme o nível de produção de leite.

Tecnologia	VPLA/ha/ano		
	Vacas 20 kg leite/dia	Vacas 25 kg leite/dia	Vacas 30 kg leite/dia
TI	1.141,63 (25,78%)	2.672,22 (38,02%)	3.794,30 (41,50%)
TII	1.315,87 (27,71%)	2.831,49 (38,73%)	4.315,79 (44,58%)
TIII	1.636,97 (31,58%)	3.318,70 (42,79%)	4.563,75 (45,69%)
TIV	1.478,03 (29,09%)	3.251,55 (41,42%)	4.738,17 (46,20%)
TV	1.243,40 (25,50%)	3.017,84 (38,24%)	4.852,68 (45,76%)

Nota: os números entre parênteses são as taxas internas de retorno (*TIR*) de cada tecnologia. Quanto maior a distância entre a *TIR* e o custo de oportunidade do capital do produtor, no caso 9% a.a., menor o risco no emprego da tecnologia, ou seja, o produtor só deixará de remunerar o seu capital se este for acima da *TIR*. A *TIR* é a taxa que iguala o *VPL* a zero.

Na Tabela 16, observa-se que a melhor tecnologia em termos de resultado líquido ($VPLA_{35}$), para vacas de 20 kg leite/dia e 25 kg leite/dia, foi a TIII, com $VPLA_{35}$ de R\$ 1.636,97 e R\$ 3.318,70 e TIR de 31,58% e 42,79%, respectivamente. Para vacas de 30 kg leite/dia, a tecnologia que gerou o maior resultado líquido foi a TV, com $VPLA_{35}$ igual a R\$ 4.852,68 e TIR de 45,76%. Tal fato pode ser explicado pela receita bruta maior, decorrente do maior número de vacas em lactação. A alfafa reduz o custo do concentrado, já que o custo dela é menor que o do farelo de soja. Quanto mais alfafa na alimentação menor o uso de farelo de soja (Tabelas 6 e 7). Para vacas de 25 kg leite/dia, TIII foi também a tecnologia que produziu o maior resultado líquido, apresentando custo variável de produção menor do que TIV.

Para a produção de 30 kg leite vaca/dia, a TV permitiu aumentar cinco vacas no rebanho em relação à TIV (Tabela 12). A superioridade da TIR de TIV (46,20%) em relação à TIR de TV (45,76%) deve-se ao menor fluxo de caixa apresentado por TV nos anos 3 e 6, quando foram deduzidos os valores de reforma da alfafa. Todas as tecnologias que utilizam alfafa apresentaram resultados líquidos superiores aos do tratamento controle (TI).

Os aumentos incrementais do $VPLA_{35}$ das tecnologias TII, TIII, TIV e TV em relação à TI para todos os níveis de produção constam da Tabela 17. Os aumentos líquidos por hectare foram bastante expressivos, principalmente para vacas de 30 kg leite/dia, o que mostra que a alfafa se

ajusta melhor no caso de vacas de elevada produção, principalmente pelo impacto na redução dos custos com concentrados.

Embora o $VPLA$ das tecnologias TIV e TV seja maior para vacas de 30 kg leite/dia, tais tecnologias não são factíveis pelo fato de a área de alfafa ser superior à de milho para silagem, não permitindo o rodízio de áreas entre alfafa e milho na época da reforma da alfafa.

O custo do produto vendido é o custo variável composto por consumo de sal mineral, concentrados, silagem, vacinas e medicamentos, material de inseminação, sêmen, mão de obra, gastos com manutenção de benfeitorias, máquinas e equipamentos e gastos com manutenção de pastagens de tobiatã e alfafa. As despesas operacionais incluem pró-labore do empresário e despesas administrativas e representam 30% do lucro bruto (Tabela 18)

Um ponto importante, e que deve ser elucidado, é que, ao projetar despesas operacionais como 30% do lucro bruto, permite-se que o empresário obtenha boa remuneração na forma de pró-labore, dado que as demais despesas operacionais são mínimas, incluídos os serviços de assistência técnica e auxiliar administrativo. Por exemplo, despesas operacionais de R\$ 123.160,68 por ano para a TIII, 20 kg/vaca/dia, pagam o pró-labore de R\$ 10.263,43 por mês. Descontando R\$ 3.263,43 para remunerar um auxiliar administrativo e serviços de assistência técnica, sobram livres para o produtor (empresário) R\$ 7.000,00 por mês – além do que o projeto agregará de valor ao final de oito anos, ou seja, a

Tabela 17. Aumentos incrementais dos VPLAs ou resultado líquido/ha/ano para cada tecnologia conforme o nível de produção de leite.

Tecnologia	VPLA incremental/ha/ano		
	Vacas 20 kg leite/dia	Vacas 25 kg leite/dia	Vacas 30 kg leite/dia
TII - TI	173,94 (15,26%)	159,27 (5,96%)	521,49 (13,74%)
TIII - TI	495,34 (43,39%)	646,48 (24,19%)	769,45 (20,28%)
TIV - TI	336,40 (29,47%)	579,33 (21,68%)	943,87 (24,86%)
TV - TI	101,77 (8,91%)	345,62 (12,93%)	1.058,38 (27,89%)

Nota: os números entre parênteses são os percentuais de incremento.

Tabela 18. Custo variável projetado para o leite vendido ou custo variável de produção de leite (apropriado pelo custo de produção de vacas em lactação, vacas secas, rufiões e bezerras até a desmama) conforme o nível de produção e da tecnologia.

Tecnologia	CVP (R\$)		
	Vacas 20 kg leite/dia	Vacas 25 kg leite/dia	Vacas 30 kg leite/dia
TI	404.305,40	523.036,08	654.469,84
TII	395.455,54	520.143,86	648.711,39
TIII	381.175,27	502.844,13	642.994,97
TIV	387.250,98	508.161,06	642.115,96
TV	401.001,06	521.167,38	652.497,16

Nota: o CVP dividido pela produção de leite/ano dá o custo variável do quilograma de leite conforme a tecnologia.

soma de todos os fluxos de caixa livres menos o investimento inicial feito pelo produtor.

Recomendações de política agrícola

Para efeito de política agrícola, entende-se que os preços de equilíbrio para produtos, insumos e custo do dinheiro a ser investido sejam fundamentais. Portanto, foram selecionados aqui os preços de equilíbrio que implicam risco para os investimentos em alfafa. A Tabela 19 mostra os preços de equilíbrio do leite pagos ao produtor, ou seja, o preço do quilograma de leite recebido pelo produtor que iguala o CPT à receita bruta. Nesse ponto não há lucro nem prejuízo. A receita bruta cobre somente os custos e despesas totais do empreendimento. Por exemplo, para a TV com 20 kg/vaca/dia o preço mínimo que o produtor deve receber pelo leite será de R\$ 1,02/kg – abaixo desse preço, terá prejuízo;

acima, terá lucro. Para TIII com 25 kg/vaca/dia, o produtor deve receber no mínimo R\$ 0,94/kg e, para TV com 30 kg/vaca/dia, deverá receber no mínimo R\$ 0,93/kg. Essa análise evidencia a maior tolerância das tecnologias com vacas de alto nível de produção de leite ao preço pago ao produtor.

Com relação às taxas de juros reais de equilíbrio (descontada a inflação) para o capital financiado pelo BNDES, elas representam risco baixíssimo para o investidor (produtor ou empresário), já que a pior alternativa seria investir na TI. Para vacas de 20 kg leite/dia, a taxa de equilíbrio seria de 10,50%, muito elevada e longe de ser praticada pelo BNDES, mesmo com repasse ao Banco do Brasil (Tabela 20).

Com relação ao preço de equilíbrio do cloreto de potássio (Tabela 21), apenas a TV para vacas de 20 kg leite/dia pode apresentar algum

Tabela 19. Preço de equilíbrio do leite pago ao produtor conforme a tecnologia.

Tecnologia	(R\$/kg)		
	Vacas 20 kg leite/dia	Vacas 25 kg leite/dia	Vacas 30 kg leite/dia
TI	1,02	0,97	0,95
TII	1,01	0,96	0,94
TIII	0,99	0,94	0,93
TIV	1,00	0,95	0,93
TV	1,02	0,96	0,93

Tabela 20. Taxa de juros de equilíbrio do BNDES conforme a tecnologia.

Tecnologia	Taxa de juros (%)		
	Vacas 20 kg leite/dia	Vacas 25 kg leite/dia	Vacas 30 kg leite/dia
TI	10,50	15,22	16,61
TII	11,15	15,41	17,74
TIII	12,57	16,94	18,12
TIV	11,59	16,35	18,26
TV	10,23	16,35	18,00

Tabela 21. Preço de equilíbrio do cloreto de potássio conforme a tecnologia.

Tecnologia	(R\$/t)		
	Vacas 20 kg leite/dia	Vacas 25 kg leite/dia	Vacas 30 kg leite/dia
TI	-	-	-
TII	11.311,87	20.035,21	27.569,53
TIII	8.746,45	14.330,48	17.750,12
TIV	6.165,73	10.356,52	13.332,83
TV	4.262,12	7.147,23	9.749,99

risco, mesmo assim em condições extremas, já que o preço da tonelada hoje está em torno de R\$ 1.720,00. Seria necessário que o cloreto de potássio custasse R\$ 4.262,12 para que o produtor não obtivesse lucro nem prejuízo.

Quanto ao preço de equilíbrio da ureia (Tabela 22), apenas a TI para vacas de 20 kg leite/dia pode apresentar algum risco, em condições extremas, pois o preço da tonelada é de aproximadamente R\$1.800,00.

Quanto ao preço de equilíbrio da mão de obra (Tabela 23), todas as tecnologias são muito estimulantes, já que os preços de equilíbrio garantem remuneração de até R\$ 127,00 por dia-homem antes que o produtor possa ter prejuízo (caso de TI para vacas de 20 kg leite/dia). Neste trabalho, o dia-homem foi remunerado em R\$ 86,13 mais encargos, o que dá remuneração mensal de R\$ 2.583,90 para um ordenhador. Portanto, essas tecnologias podem ser competi-

Tabela 22. Preço de equilíbrio da ureia (fonte de nitrogênio) conforme a tecnologia.

Tecnologia	(R\$/t)		
	Vacas 20 kg leite/dia	Vacas 25 kg leite/dia	Vacas 30 kg leite/dia
TI	8.506,61	15.777,90	20.222,35
TII	10.959,05	19.288,52	26.482,35
TIII	14.893,05	25.297,73	31.669,23
TIV	15.788,02	28.972,65	38.336,09
TV	18.302,83	37.028,86	53.922,00

Tabela 23. Preço de equilíbrio da mão de obra empregada no sistema de produção de leite conforme a tecnologia.

Tecnologia	(R\$/dia/homem)		
	Vacas 20 kg leite/dia	Vacas 25 kg leite/dia	Vacas 30 kg leite/dia
TI	127,42	156,60	164,87
TII	133,72	157,81	171,49
TIII	145,33	170,15	175,00
TIV	138,10	166,83	175,65
TV	128,67	158,20	173,88

vas em termos de remuneração da mão de obra diante de outros segmentos do agronegócio, até mesmo da indústria e setor de serviços. Contribuem, portanto, para aumentar a mão de obra do setor leiteiro, cuja situação atualmente é de escassez, principalmente por causa dos baixos salários pagos.

Conclusão

A viabilidade econômica e financeira da alfafa nesta análise é decorrente de sua maior produção de matéria seca por hectare em relação à do milho para silagem e à do capim tobiateira. O uso da alfafa como parte da dieta permite também reduzir o consumo de farelo de soja.

Os preços de equilíbrio para o leite e para os fatores de produção de maior risco para viabilizar as tecnologias foram calculados e são extremamente estimulantes para que o produtor de leite no Brasil invista nessa tecnologia. Recomenda-se que bancos brasileiros, como o BNDES e o Banco do Brasil, financiem projetos dessa natureza. Projetos para vacas com produção de 20 kg leite/dia poderão ser viabilizados pelos resultados aqui apresentados, pois agregam valor aos negócios dos pequenos e médios produtores (os sistemas aqui analisados possuem 35 ha). Projetos de áreas maiores podem ser muito lucrativos, mas devem ser bem elaborados e os produtores, acompanhados pela assistência técnica, com rigor. Políticas de treinamento de corpo técnico capacitado e bem remunerado para esse propósito devem ser financiadas pelos

ministérios da Agricultura e do Desenvolvimento Agrário, pois projetos dessa natureza podem mudar o cenário do leite no Brasil, tornando a atividade leiteira sustentável e competitiva internacionalmente.

Ressalta-se que a tecnologia que emprega alfafa como única forrageira não foi considerada, já que só estavam disponíveis 35 ha para formação do sistema de produção de leite. A produção escalonada não resolve o problema, uma vez que restringe o fluxo de caixa do projeto. A alfafa exige reforma a cada três ou quatro anos, ou seja, não é uma forrageira perene.

O modelo utilizado para as análises poderá auxiliar os órgãos de extensão e assistência técnica na elaboração e análise econômica e financeira de investimentos em produção de leite, avaliando os impactos de várias tecnologias.

A alfafa para pastejo pode ser recomendada para regiões do Cerrado, pois seu clima frio e seco no inverno favorece o emprego dela para produção de leite.

O modelo aqui empregado foi desenvolvido em Excel e permite análises mais refinadas, ou seja, permite análises de risco ou da incerteza inerentes às tecnologias, pois podem ser utilizados com ele vários softwares empregados para análise de risco. Essas análises serão exploradas numa próxima versão deste trabalho, dada sua maior complexidade de interpretação, já que a análise probabilística é considerada e, com ela, são introduzidas várias funções de densidade de

probabilidade para muitas variáveis do modelo, como a produção de matéria seca das forragens.

Referências

- KUWAHARA, F. A.; FERREIRA, R. P.; TUPY, O.; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. L.; MOREIRA, A. L.; AMBIEL, A. C. Performance of dairy cows under grazing alfalfa: nutritional management for the summer season. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 51., 2014, Aracajú. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2014.
- KUWAHARA, F. A.; FERREIRA, R. P.; TUPY, O.; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. L.; MOREIRA, A. L.; AMBIEL, A. C. Performance of dairy cows under grazing alfalfa: nutritional management for the winter season. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 51., 2014, Aracajú. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2014.
- MOREIRA, A.; BERNARDI, A. C. de C.; RASSINI, J. B. Correção do solo, estado nutricional e adubação da alfafa. In: FERREIRA, R. de P.; RASSINI, J. B.; RODRIGUES, A. de A.; FREITAS, A. R. de; CAMARGO, A. C. de; MENDONÇA, F. C. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p. 97-137.
- RODRIGUES, A. de A.; COMERÓN, E. A.; VILELA, D. Utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras. In: FERREIRA, R. de P.; RASSINI, J. B.; RODRIGUES, A. de A.; FREITAS, A. R. de; CAMARGO, A. C. de; MENDONÇA, F. C. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p. 345-378.
- VILELA, D.; FERREIRA, R. de P.; RODRIGUES, A. de A.; RASSINI, J. B.; TUPY, O. Prioridades de pesquisa e futuro da alfafa no Brasil. In: FERREIRA, R. de P.; RASSINI, J. B.; RODRIGUES, A. de A.; FREITAS, A. R. de; CAMARGO, A. C. de; MENDONÇA, F. C. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p. 441-455.
- VILELA, D. **Intensificação da produção de leite: 2.** Estabelecimento e utilização da alfafa. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1998. 28 p. (Embrapa Gado de Leite. Documentos, 69).
- VINHOLIS, M. de M. B.; DE ZEN, S.; BEDUSCHI, G.; SARMENTO, P. H. L. Análise econômica da utilização de alfafa em sistemas de produção de leite. In: FERREIRA, R. de P.; RASSINI, J. B.; RODRIGUES, A. de A.; FREITAS, A. R. de; CAMARGO, A. C. de; MENDONÇA, F. C. (Ed.). **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p. 395-420.
- TUPY, O.; MENDONÇA, C. F.; ANCHÃO, P. P.; MACHADO, R. Modit-LAC: um aplicativo para simulação do impacto econômico e financeiro da decisão de investimento em tecnologias para pecuária leiteira. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010.