

Análise econômica de sistemas de recuperação e manutenção de pastagens com gado de leite¹

Cláudio Miguel Alves de Faria²

Márcio Lopes da Silva³

Lino Roberto Ferreira⁴

Sílvio Nolasco de Oliveira Neto⁵

Thiago Taglialegna Salles⁶

Resumo: Objetivou-se investigar a viabilidade econômica de três sistemas de recuperação e manutenção de pastagens degradadas, na situação de pecuária de leite: Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Pastagem em Monocultivo. Para as análises econômicas dos sistemas utilizaram-se dados de uma unidade demonstrativa com o sistema de ILPF no município de Bambuí e de outras unidades demonstrativas no Estado de Minas Gerais. Os seguintes indicadores econômicos foram calculados: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE) e Taxa Interna de Retorno (TIR), em um horizonte de planejamento de 12 anos. A taxa anual de juros foi de 7% ao ano e o custo anual da terra R\$ 600,00 ha⁻¹. Concluiu-se que o sistema de ILPF é viável economicamente, mesmo com a diminuição de 11% nos preços de venda dos produtos, ou com a elevação da taxa de juros até 14,03%. O sistema de ILP é inviável economicamente com os preços atuais de comercialização do milho e leite, mesmo com elevação de 11% no preço dos produtos. O sistema de Pastagem em Monocultivo é inviável economicamente, com o custo da terra representando 24% do custo total, sendo fator de grande importância nas análises de viabilidade.

Palavras-chave: Sistemas Agroflorestais. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Eucalipto.

Classificação J.E.L.: Q12

1 Aos autores agradecemos ao CNPq, à Capes e à Fapemig pelo apoio financeiro, e à UFV pela infraestrutura.

2 Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, *Campus* Bambuí, Doutor em Fitotecnia pela UFV. *E-mail:* <claudio.faria@ifmg.edu.br>.

3 Professor da Universidade Federal de Viçosa, Doutor e Mestre em Ciência Florestal pela UFV. *E-mail:* <marlosil@ufv.br>.

4 Professor da Universidade Federal de Viçosa, Doutor em Agronomia pela UNESP e Mestre em Fitotecnia pela UFV, CEP 36570-900 Viçosa, Minas Gerais. *E-mail:* <lroberto@ufv.br>.

5 Professor da Universidade Federal de Viçosa, Doutor e mestre em ciência florestal pela UFV. *E-mail:* <snolasco@ufv.br>.

6 Doutorando em ciência florestal pela Universidade Federal de Viçosa, Mestre em Ciência florestal pela UFV. *E-mail:* <thiagosalles@gmail.com>.

Economic analysis of systems for recovery and maintenance of pastures with dairy cattle

Abstract: This study aimed to investigate the economic feasibility of three recovery and maintenance systems for degraded pastures in the situation of milk production: Crop, Livestock and Forestry Integration (ICLF), Crop and Livestock Integration (ICL) and monocropping Pasture. Data from a demonstration unit using the ICLF system in the municipality of Bambuí and other demonstration units in the State of Minas Gerais were used for the economic analysis. The following economic indicators were calculated: Net Present Value (NPV), Equivalent Annual Value (EAV) and Internal Rate of Return (IRR), in planning horizon of 12 years. The annual interest rate was 7% per year and the annual land cost R\$ 600.00ha⁻¹. It was concluded that the system of ICLF is economically viable, even with the 11% decrease in the selling prices of products, or the raise in the interest rate to 14.03%. The ICL system is economically unfeasible with the current trading prices of corn and milk; even with the rise of 11% on the sale price of the products. The system of monocropping Pasture is uneconomical, with the land cost representing 24% of total cost, being of great importance in the feasibility analysis.

Key-words: Agroforestry Systems, Crop-Livestock-Forest Integration, Eucalypt

J.E.L. Code: Q12

1 Introdução

No Município de Bambuí, MG, a exploração agropecuária acontece sob o predomínio de propriedades rurais com área entre 20 e 100 ha, estando os processos produtivos baseados no uso da terra e da mão de obra familiar, ou assalariada (BARBOSA et al., 2011).

Quando se discute a sustentabilidade da produção agrícola, dois grandes aspectos chamam a atenção: o uso do solo com a agricultura tradicional, com preparo contínuo do solo, e a degradação das pastagens. Uma vez que o município está localizado na região de Cerrado, onde há baixa fertilidade dos solos, esta situação tende a se intensificar. Adicionalmente, o município passa por reestruturação agrícola com a implantação de uma usina canavieira, influenciando a rentabilidade das atividades de produção até então praticadas (HARIDASAN, 2000; MACEDO, 2009; BARBOSA et al., 2011).

Notadamente, os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) são reconhecidos por seus benefícios

como ferramenta para recuperar os pastos, ainda que a lavoura e as árvores estejam concorrendo por área com a pastagem em algum momento (VILELA, et al., 2001; ALVARENGA et al., 2010; VILELA et al., 2011).

Entre os sistemas de Integração-Lavoura-Pecuária (ILP), os Sistemas Barreirão e Santa Fé tornaram-se popularmente difundidos no Brasil. O Sistema Barreirão utiliza o plantio simultâneo de culturas anuais com forrageiras e tem como objetivo principal a recuperação/renovação de pastagens degradadas. A principal característica deste sistema é a aração profunda para que haja o condicionamento físico e químico do solo, levando a uma incorporação profunda de corretivos, entre outros benefícios. O Sistema Santa Fé fundamenta-se na produção consorciada de culturas de grãos, especialmente o milho, sorgo e milheto com forrageiras tropicais, principalmente as dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*, no sistema de plantio direto, em áreas de lavoura com solo parcial ou devidamente corrigido (KLUTHCOUSKI et al., 2000; ALVARENGA et al., 2006).

Diferentemente dos sistemas de ILP, os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) agregam o componente arbóreo. São formas de uso e manejo do solo nas quais espécies arbóreas são cultivadas em associação deliberada com cultivos agrícolas e animais na mesma área, de maneira simultânea ou em sequência temporal (VILELA et al., 2012), caracterizando-se como um modelo de sistema agroflorestal.

Embora já existam informações práticas em fazendas de referência e provenientes de instituições de pesquisa, especificamente sobre os sistemas de ILP (COBUCCI et al., 2007; SANTOS et al., 2009; SILVA et al., 2011; MARTHA JÚNIOR et al., 2011; GARCIA et al., 2012; SÁ et al., 2013), ainda são poucas as informações a respeito do desempenho econômico de sistemas agroflorestais, comparativamente aos sistemas produtivos com pastagem em monocultivo, principalmente nas propriedades rurais consideradas de baixa renda.

O objetivo deste trabalho foi avaliar economicamente três sistemas de recuperação e manutenção de pastagens, na situação de pecuária de leite: o sistema de ILPF (eucalipto + milho + pecuária); o sistema de ILP (milho + pecuária); e o sistema de Pastagem em Monocultivo (pecuária de leite).

2 Material métodos

A partir da caracterização das condições de uso das áreas de pastagem no Município de Bambuí, Minas Gerais, foram avaliados três sistemas de recuperação de pastagens possíveis de utilização por produtores rurais da região: sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF); sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP); e sistema de Pastagem em Monocultivo (pecuária de leite). Os sistemas foram propostos com base em dados de uma Unidade Demonstrativa de sistema de ILPF, implantada em 2011, em Bambuí.

A região de estudo está localizada nas coordenadas 20° 0' S e 45° 58' W. A altitude do local é de 725,9 m e o solo da área é do tipo Latossolo Vermelho Distrófico. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima é definido como tropical úmido (Aw), com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média anual é de 21° C, com meses mais frios de abril a agosto, podendo alcançar 5° C em junho e julho, quando podem ocorrer geadas. A precipitação pluviométrica anual é de 1.500 mm, em média, conforme dados climáticos da Estação Climatológica de Bambuí.

As características químicas do solo da área de estudo, obtidas de amostras coletadas de 0 a 20 cm, estão dispostas na TABELA 1.

TABELA 1 - Análise de solo para a Unidade Demonstrativa Fazenda Mamonas, no Município de Bambuí, MG

Prof. (cm)	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC (t)	CTC (T)	V	m
	H ₂ O	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³							%	
0-20	5,8	1,0	72	2,84	1,42	0,5	5,96	4,4	4,95	10,4	42,69	10,3

Fonte: Adaptado de FARIA, 2013.

Os sistemas são detalhados a seguir:

2.1 Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)

O sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) baseado na Unidade Demonstrativa foi composto por plantios de eucalipto (*Eucalyptus* spp. – clones I 224, I 144, Superclone e GG 100), milho

(*Zeamays*-híbridos AG 7098, VT PRO, RB 9005 PRO, RB 9006 e P 4285H) e capim-braquiária (*Brachiariabrizantha*– cultivarMG 5).

O estabelecimento da Unidade Demonstrativa iniciou-se com o plantio do milho na primeira quinzena de novembro, adotando-se o espaçamento nas entrelinhas de 0,6 m (58.000 plantas ha⁻¹). Aos 40 dias após, realizou-se o plantio das mudas de eucalipto no espaçamento 12 x 3 m (278 árvores ha⁻¹), mantendo-se 1 m de distância entre as linhas de plantio e o cultivo do milho. O capim-braquiária foi semeado a lanço, 40 dias após a emergência do milho, na densidade de 6,0 kg ha⁻¹ de sementes, com valor cultural de 50%.

Além do plantio, as atividades de implantação e manutenção do sistema foram: amostragem de solo para análise (TABELA 1); controle de formigas e cupins; correção do solo com calagem; dessecação da área com herbicida; sulcamento e coveamento nas linhas do eucalipto; tratamentos culturais (aplicação de herbicidas, coroamento do eucalipto, conservação de aceiros, controle de formigas e cupins, adubações de cobertura); construção e manutenção de cercas; roçada manual e adubações de manutenção nas pastagens; aquisição e manejo de bovinos de leite; e desrama do eucalipto.

A colheita dos grãos ocorreu 150 dias após a semeadura. Para avaliação da produtividade foram coletadas 30 amostras de milho grão em diferentes pontos da lavoura. Em seguida, determinou-se o peso inicial e a umidade de cada amostra, e aplicou-se o fator de correção para 13% de umidade. Assim, obteve-se a produtividade média de 6.059 kg de milho por hectare, já se considerando a área destinada às linhas de eucalipto.

A divisão da pastagem foi realizada com cercas elétricas, sendo os animais introduzidos na área 18 meses após o plantio do eucalipto.

Como à época do presente estudo a Unidade Demonstrativa tinha 24 meses de idade, as observações se encerraram neste ponto no tempo. A partir daí, as características do sistema foram projetadas de acordo com o planejamento estabelecido para a Unidade Demonstrativa e com estimativas presentes na literatura.

Considerou-se que as vacas seriam substituídas a cada quatro anos, ou seja, nos anos 5 e 9, e que os animais com frações entre ½ e ¾ de sangue da raça holandesa produziram, em média, 10 litros de leite dia

por dia, durante 300 dias por ano. Considerou-se, também, o sistema de lotação intermitente, cujas metas de manejo correspondem à altura pré-pastejo de 25 cm e altura pós-pastejo de 15 cm. Durante o período de inverno (150 dias), os animais receberiam cana-de-açúcar com 1% de ureia, fornecida no cocho. A ração concentrada seria fornecida durante o ano todo.

As adubações de manutenção das pastagens foram consideradas com base em 1.000 kg ha^{-1} de calcário dolomítico, 100 kg ha^{-1} de superfosfato simples, 80 kg ha^{-1} de cloreto de potássio e 150 kg ha^{-1} de nitrato de amônio, que seriam realizadas de três em três anos. A mesma estimativa vale para os sistemas de ILP e de Pastagem em Monocultivo a serem descritos.

No ano 5 foi previsto um desbaste alternado das árvores nas linhas de plantio, considerando-se o volume de $0,35 \text{ m}^3$ por árvore. A madeira seria vendida para produção de energia. Aos 12 anos, estimou-se que a produção de madeira seria igual a $166 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, considerando o volume de $1,20 \text{ m}^3$ por árvore. Neste ano, a madeira seria colhida destinando-se $66 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ para serraria e $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ para energia.

2.2 Sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP)

O sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) consistiu no cultivo consorciado de milho e braquiária. Foi um sistema teórico cujos coeficientes técnicos e econômicos inerentes à produção de milho grão, pastagem, e bovinos para produção de leite foram estimados a partir do que foi definido no sistema de ILPF. A densidade populacional do milho foi ajustada para 66.000 plantas por hectare, pois não se encontravam presentes as linhas de eucalipto.

As atividades de implantação e manutenção consideradas foram: amostragem de solo para análise; correção do solo com calagem; dessecação da área com herbicida; plantio de milho (*Zeamays*) com distância de 0,6 m nas entrelinhas e capim-braquiária (*Brachiariabrizantha*); tratos culturais para a cultura do milho (aplicação de herbicida, adubação de cobertura); construção e manutenção de cercas; roçada manual e adubações de manutenção nas pastagens; controle de formigas e cupins; e aquisição e manejo de bovinos de leite.

A produtividade do milho grão foi estimada em 6.900 kg ha⁻¹, colhidos aos 150 dias. Foi prevista para dois meses após a colheita a introdução de animais com o mesmo padrão racial daqueles do sistema de ILPF. Asvacas seriam substituídas a cada quatro anos, ou seja, nos anos 4 e 8, e receberiam o tratamento preconizado no sistema de ILPF.

2.3 Sistema de pastagem em monocultivo

Este sistema também foi teórico e os coeficientes técnicos e econômicos inerentes à pastagem e aos bovinos para produção de leite também foram estimados a partir do sistema de ILPF. No entanto, foi considerado o método de preparo de solo tradicionalmente empregado pelos produtores rurais na região do presente estudo, com gradagensaradora e niveladora.

Considerou-se que as operações de plantio das sementes de capim-braquiária e adubação seriam feitas com uso da semeadora Terence, permitindo o plantio das sementes misturadas aos adubos.

As atividades de implantação e manutenção consideradas foram: amostragem de solo para análise; controle de formigas e cupins; emprego de grade aradora; correção do solo com calagem; emprego de grade niveladora; plantio de capim-braquiária (*Brachiariabrizantha*); construção e manutenção de cercas; roçada manual e adubações de manutenção nas pastagens; controle de formigas e cupins; e aquisição e manejo de bovinos de leite.

A introdução de animais com o mesmo padrão racial daqueles no sistema de ILPF foi prevista para três meses depois do plantio do capim. Os animais seriam comprados, manejados e vendidos conforme descrito no sistema de ILP.

3 Análise econômica

Os rendimentos e custos das operações de implantação e manutenção até o segundo ano dos sistemas (TABELA 2) foram obtidos a partir

das planilhas da Unidade Demonstrativa em Bambuí e dos mercados de insumos e serviços agrícolas da região. A partir do terceiro ano, a manutenção dos sistemas foi estimada até o horizonte de planejamento de 12 anos (TABELA 2). As estimativas foram feitas a partir de preços atuais do mercado de insumos agrícolas, coeficientes técnicos da própria unidade demonstrativa e utilizando-se simulação conforme outros estudos realizados em Minas Gerais (VALE et al., 2004; MACEDO et al., 2010; CORDEIRO; SILVA, 2010).

A taxa de juros utilizada foi de 7% ao ano. O custo da terra foi R\$600,00ha⁻¹ano⁻¹, correspondente ao valor médio de arrendamento de terras pago em 2012 por usina canavieira instalada no município (EMATER – MG, 2012).

TABELA 2 - Custo das operações e dos insumos nos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), Integração Lavoura-Pecuária, e Pastagem em Monocultivo (Pecuária)

OPERAÇÕES	ANO DE OCORRÊNCIA			CUSTO TOTAL (R\$.HA ⁻¹)		
	ILPF	ILP	PECUÁRIA	ILPF	ILP	PECUÁRIA
Cultura do eucalipto						
Implantação	1	-	-	990,86	-	-
Manutenção anual 1	2	-	-	411,89	-	-
Manutenção anual 2	3	-	-	461,89	-	-
Manutenção anual 3	4 a 12	-	-	1.494,00	-	-
Cultura do milho						
Cultivo e colheita do milho	1	1	-	2.380,55	2.380,55	-
Pecuária de leite			-			-
Recuperação da pastagem	1	1	1	134,00	134,00	1.092,00
Construção de cercas elétricas ⁽¹⁾	2	1	1	191,00	191,00	191,00
Aquisição de vaca recém-parida ⁽²⁾	2, 5 e 9	1, 4 e 8	1, 4 e 8	4.500,00	4.500,00	4.500,00
Mão de obra (um homem/20 vacas em lactação) ⁽³⁾	2 3 a 12	1 2 a 12	1 a 12	262,22 5.244,30	218,51 5.768,73	6.293,16
Inseminação artificial, vacinas, antiparasitários e sal mineral	2 3 a 12	1 2 a 12	1 a 12	397,00 7.940,00	397,00 8.734,00	9.528,00
Roçada das pastagens e reparo de cercas	3 a 12	3 a 12	3 a 12	500,00	500,00	500,00

OPERAÇÕES	ANO DE OCORRÊNCIA			CUSTO TOTAL (R\$.HA ⁻¹)		
	ILPF	ILP	PECUÁRIA	ILPF	ILP	PECUÁRIA
Aplicação de corretivos para o solo	4, 7 e 10	4, 7 e 10	4, 7 e 10	1.050,00	1.050,00	1.050,00
Aplicação de cupinicida	4, 7 e 10	4, 7 e 10	4, 7 e 10	240,00	240,00	240,00
Custo com a terra	1 a 12	1 a 12	1 a 12	7.200,00	7.200,00	7.200,00
Total				33.397,71	31.313,79	30.594,16

Fonte: Adaptado de FARIA, 2013.

Notas: (1)Piquetes com 4,0 ha e cercas construídas com um fio de arame (800 m);

(2)Considerando a taxa de lotação de um animal por hectare;

(3)Salário mínimo (sm) = R\$ 678,00 • 10,5% de encargos trabalhistas = R\$ 749,19 x 14 sm.ano⁻¹ /20 vacas; Considerando apenas seis meses de mão de obra no ano 2 para o sistema de ILPF, e cinco meses de mão de obra no ano 1 para o sistema de ILP.

A composição das receitas (TABELA 3) foi estimada a partir da produtividade de milho obtida na Unidade Demonstrativa com o sistema de ILPF e de coeficientes técnicos (OLIVEIRA et al., 2009; MACEDO et al., 2010), além dos preços médios de comercialização apontados pelas Centrais de Abastecimento de Minas Gerais S/A (Ceasa Minas), Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), Centro de Inteligência em Florestas (Ciflorestas) e Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea).

No sistema de ILPF, consideraram-se as receitas obtidas pela venda dos seguintes produtos: milho grão; leite *in natura* e vacas para descarte; e madeira para energia e serraria. O sistema de ILP incluiu a venda de milho grão; leite *in natura* e vacas para descarte. O sistema de Pastagem em Monocultivo incluiu apenas a venda de leite *in natura* e vacas para descarte.

TABELA 3 – Receitas obtidas nos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), Integração Lavoura-Pecuária, e Pastagem em Monocultivo (Pecuária), considerando a pecuária de leite como atividade nos três sistemas

ANO	PRODUTO E PRODUTIVIDADE			RECEITA (R\$.HA ⁻¹)		
	ILPF	ILP	PECUÁRIA	ILPF	ILP	PECUÁRIA
1	Milho grão (101 sc ha ⁻¹)	Milho grão (115 sc .ha ⁻¹)	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹) ⁽²⁾	2.727,00	3.105,00	2.100,00
		Leite <i>in natura</i> (1.500 l ha ⁻¹) ⁽¹⁾			1.050,00	
2	Leite <i>in natura</i> (1.800 l ha ⁻¹) ⁽³⁾	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹) ⁽²⁾	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	1.260,00	2.100,00	2.100,00
3	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹) ⁽²⁾	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	2.100,00	2.100,00	2.100,00
4	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	2.100,00	2.100,00	2.100,00
		Vaca p/ descarte (1 um ha ⁻¹)	Vaca p/ descarte (1 um ha ⁻¹)		750,00	750,00
5	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)			2.100,00		
	Vaca p/ descarte (1 um ha ⁻¹)	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	750,00	2.100,00	2.100,00
	Madeira p/ lenha (72 st ha ⁻¹) ⁽⁴⁾			1.800,00		
6	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	2.100,00	2.100,00	2.100,00
7	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	2.100,00	2.100,00	2.100,00
8	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	2.100,00	2.100,00	2.100,00
		Vaca p/ descarte (1 um ha ⁻¹)	Vaca p/ descarte (1 um ha ⁻¹)		750,00	750,00
9	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)			2.100,00		
		Vaca p/ descarte (1 um ha ⁻¹)	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	750,00	2.100,00

ANO	PRODUTO E PRODUTIVIDADE			RECEITA (R\$.HA ⁻¹)		
	ILPF	ILP	PECUÁRIA	ILPF	ILP	PECUÁRIA
10	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	2.100,00	2.100,00	2.100,00
11	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	2.100,00	2.100,00	2.100,00
	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)			2.100,00		
	Vaca p/ descarte (1 um ha ⁻¹)	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	Leite <i>in natura</i> (3.000 l ha ⁻¹)	750,00	2.100,00	2.100,00
12	Madeira p/ lenha (150 st ha ⁻¹) ⁽⁵⁾	Vaca p/ descarte (1un ha ⁻¹)	Vaca p/ descarte (1un ha ⁻¹)	3.750,00	750,00	750,00
	Madeira p/ serraria (66 m ³ ha ⁻¹) ⁽⁵⁾			11.880,00		
	Total			44.667,00	29.505,00	27.450,00

Fonte: Adaptado de FARIA, 2013.

Notas: (1) Considerando cinco meses de produção leiteira, uma vez que os animais foram introduzidos sete meses após o plantio do milho. Produtividade média de leite igual a 10,0 l dia⁻¹ por vaca;

(2) Considerando a produtividade média de leite igual a 10,0 l dia⁻¹ por vaca, durante 300 dias no ano;

(3) Considerando seis meses de produção leiteira, uma vez que os animais foram introduzidos 18 meses após o plantio do eucalipto. Produtividade média de leite igual a 10,0 l dia⁻¹ por vaca;

(4) Metro estéreo (st) é o valor de um metro cúbico (m³) de madeira empilhada somado aos espaços vazios entre as peças. Fator de conversão volumétrico: 1,0 m³ = 1,5 st. Considerando o volume aos cinco anos igual a 0,35 m³ por árvore. Custos de colheita e transporte por conta do comprador;

(5) Considerando o volume aos 12 anos igual a 1,20 m³ por árvore. Aos 12 anos de idade obtém-se produção igual a 166,0 m³ ha⁻¹, sendo 66,0 m³ para serraria e 100,0 m³ para energia (correspondendo a 150 st).

Para comparar os sistemas e situações investigados, após o levantamento de custos e receitas, fez-se a elaboração dos fluxos de caixa que permitiram a estimativa dos indicadores econômicos: Valor Presente Líquido (VPL); Valor Anual Equivalente (VAE) e Taxa Interna de Retorno (TIR). O VPL representa o lucro atualizado do projeto. Para que um projeto seja considerado viável, o VPL deve ser maior que zero. O VPL é calculado pela expressão:

$$VPL = \sum_{j=1}^n R_j(1+i)^{-j} - \sum_{j=1}^n C_j(1+i)^{-j} \quad (1)$$

em que R_j = receitas no período j ; C_j = custos no período j ; i = taxa de desconto; j = período de ocorrência de R_j e C_j ; e n = duração do projeto, em anos, ou em número de períodos de tempo.

O VAE transforma o VPL, em um fluxo de receitas ou custos periódicos, contínuos e equivalente ao valor atual do lucro, durante a vida útil dos projetos. Este indicador foi utilizado, pois permite comparar alternativas de diferentes durações. VAE positivo indica que o projeto é viável. Seu cálculo é feito conforme a equação:

$$\text{VAE} = \text{VPL}(i)[1 - (1+i)^{-n}]^{-1} \quad (2)$$

em que VPL = valor presente líquido; e n = duração do ciclo ou rotação, em anos.

A TIR é a taxa de desconto que iguala o valor atual das receitas futuras ao valor atual dos custos futuros do projeto (REZENDE et al., 2006). A TIR deve ser maior que a taxa mínima de atratividade, ou seja, à remuneração média que está sendo paga no mercado financeiro, aqui considerada igual a 7% a.a. Ainda pode ser considerada como a taxa de juros que anula o VPL de um fluxo de caixa, sendo dada por:

$$\sum_{j=1}^n R_j(1+\text{TIR})^{-j} - \sum_{j=1}^n C_j(1+\text{TIR})^{-j} = 0 \quad (3)$$

em que TIR = taxa interna de retorno; e demais variáveis já foram definidas.

Por fim, foi realizada uma análise de sensibilidade, considerando a flutuação média anual de $\pm 11\%$ verificada nos preços dos produtos milho, leite e animais (CONAB, 2012), foram também simuladas variações na taxa de juros e nos preços de venda inicialmente apontados, estendendo-se ao preço da madeira para serraria, com o objetivo de verificar a sensibilidade do VPL, tendo em mente que os indicadores dos métodos VPL, VAE, TIR são interpretações diferentes de uma mesma situação (CORDEIRO; SILVA, 2010).

4 Resultados e discussão

Os fluxos de caixa estabelecidos por período de ocorrência dos custos e receitas, para os três sistemas de manejo e recuperação de pastagem estudados revelaram o sistema de ILPF como sendo a única alternativa de saldo acumulado positivo, enquanto os demais sistemas tiveram saldo negativo (TABELA 4).

TABELA 4 – Fluxos de caixa dos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Pastagem em Monocultivo (Pecuária), considerando a pecuária de leite como atividade nos três sistemas

ANO	----- ILPF -----			----- ILP -----			----- PECUÁRIA -----		
	CUSTO	RECEITA	SALDO	CUSTO	RECEITA	SALDO	CUSTO	RECEITA	SALDO
1	4.105,4	2.727,0	-1.378,4	6.379,1	4.155,0	-2.224,1	4.701,4	2.100,0	-2.601,4
2	3.362,1	1.260,0	-2.102,1	1.918,4	2.100,0	181,6	1.918,4	2.100,0	181,6
3	2.430,3	2.100,0	-330,3	1.968,4	2.100,0	131,6	1.968,4	2.100,0	131,6
4	2.564,4	2.100,0	-464,4	3.898,4	2.850,0	-1.048,4	3.898,4	2.850,0	-1.048,4
5	3.634,4	4.650,0	1.015,6	1.968,4	2.100,0	131,6	1.968,4	2.100,0	131,6
6	2.134,4	2.100,0	-34,4	1.968,4	2.100,0	131,6	1.968,4	2.100,0	131,6
7	2.564,4	2.100,0	-464,4	2.398,4	2.100,0	-298,4	2.398,4	2.100,0	-298,4
8	2.134,4	2.100,0	-34,4	3.468,4	2.850,0	-618,4	3.468,4	2.850,0	-618,4
9	3.634,0	2.850,0	-784,0	1.968,4	2.100,0	131,6	1.968,4	2.100,0	131,6
10	2.564,4	2.100,0	-464,4	2.398,4	2.100,0	-298,4	2.398,4	2.100,0	-298,4
11	2.134,4	2.100,0	-34,4	1.968,0	2.100,0	132,0	1.968,0	2.100,0	132,0
12	2.134,4	18.480,0	16.345,6	1.968,4	2.850,0	881,6	1.968,4	2.850,0	881,6
Total			11.269,7			-2.766,4			-3.143,8

Fonte: Adaptado de FARIA, 2013.

A superioridade do sistema de ILPF perante os demais foi confirmada pelos valores dos indicadores econômicos calculados para os três sistemas (TABELA 5). A ordenação dos sistemas pelo critério VAE coincidiu com a ordenação pelo VPL, uma vez que os projetos tiveram a mesma duração. Ainda segundo a TIR, apenas o sistema de ILPF foi considerado viável economicamente. O valor da TIR para o sistema ILPF foi o único superior ao valor da taxa mínima de atratividade, considerada 7% a.a.

TABELA 5 -Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente(VAE), Taxa Interna de Retorno (TIR) dos sistemas de recuperação e manutenção de pastagens em BambuÍ, MG

INDICADOR	SISTEMA		
	ILPF	ILP	PECUÁRIA
VPL (R\$.ha ⁻¹)	3.222,35	-2.602,73	-2.955,41
VAE (R\$.ha ⁻¹)	429,72	-347,09	-394,12
TIR (% ao ano)	14,03	-16,00*	-17,00*

Fonte: Adaptado de FARIA, 2013.

Nota: *taxas que anulam o VPL.

Em relação à participação dos elementos e atividades no custo total dos sistemas de recuperação e manutenção de pastagens, os custos com a pecuária de leite se mostraram o fator de maior impacto, sendo iguais a 61% no sistema de ILPF, 69% no sistema de ILP e 76% no sistema de Pastagem em Monocultivo. O custo da terra foi igual a 22% no sistema de ILPF, 23% no sistema de ILP e 24% no sistema de Pastagem em Monocultivo. Os custos com a lavoura de milho representaram 7% no sistema de ILPF e 8 % no sistema de ILP. Os gastos com implantação e manutenção do eucalipto foram iguais a 3% e 7% respectivamente.

O custo total do sistema de ILPF, comparativamente aos custos dos sistemas de ILP e Pastagem em Monocultivo, exige maior volume de capital. Todavia, nos sistemas de ILPF e ILP a receita financeira proveniente das culturas anuais contribui para amortizar o capital investido, estando na dependência da produtividade e preço do produto. Segundo Dubéet *et al.* (2002), os sistemas agroflorestais apresentam maiores ganhos econômicos em relação aos monocultivos, pois são menos sensíveis às variações nos custos de produção em virtude da diversificação da produção. Tal afirmação pode ser confirmada pelo menor impacto do custo da terra no sistema ILPF (22%) em relação às demais alternativas.

Na análise de sensibilidade foi observado que o indicador VPL mostrou-se mais sensível à variação de preço do leite (TABELA 6). A maior sensibilidade em relação ao preço do leite é justificada em função da renda anual constante proporcionada pela venda do produto ao longo do horizonte de planejamento.

TABELA 6 – Análise de sensibilidade dos sistemas de ILPF, ILP e Monocultivo de Pastagem na situação de pecuária de leite

PRODUTO	PREÇO DE VENDA (R\$)	VPL (R\$.HA ⁻¹)		
		ILPF	ILP	PASTAGEM
Milho (saca 60 kg)	30,00	3.505,53	-2.280,30	
	27,00	3.222,35	-2.602,73	
	24,00	2.939,17	-2.925,16	
Leite (litro)	0,78	4.820,45	-808,63	-1.049,17
	0,70	3.222,35	-2.602,73	-2.955,41
	0,62	1.540,41	-4.397,01	-4.861,85
Madeira p/ serraria (m ³)	200,00	3.808,45		
	180,00	3.222,35		
	160,00	2.636,26		

Fonte: Adaptado de FARIA, 2013.

O VPL do sistema de ILPF foi positivo até a taxa de 14,03% a.a., quando analisado em relação a variações na taxa de juros. No sistema de ILP, o VPL manteve-se negativo mesmo à taxa de 0% (R\$-2.766,39), ocorrendo o mesmo no sistema de Pastagem em Monocultivo (R\$-3.143,76). A possibilidade do VPL ser positivo até a taxa de 14,03% a.a., contribui para a decisão de investimento de pecuaristas que buscam linhas de crédito, se considerada a taxa mínima de atratividade de 7% a.a.

Diferentemente do presente estudo, a pecuária leiteira convencional foi viável em outras situações, considerando-se inclusive o custo da terra. Vale *et al.* (2004) estudaram um modelo de sistema agroflorestal com eucalipto (pecuária leiteira em sistema silvipastoril) e seus componentes em sistema de monocultivo, nas condições da Zona da Mata de Minas Gerais. O maior VPL foi obtido com o sistema silvipastoril (R\$16.302,54), seguido do sistema de reflorestamento com eucalipto (R\$7.223,94) e do sistema de pecuária leiteira convencional (R\$6.015,27).

As diferenças entre os valores dos indicadores econômicos da TABELA 5e entre os valores encontrados em outros estudos justificam-se pelas diferenças da estruturação dos custos, receitas e produtividade dos sistemas. Os sistemas de produção agropecuária estão sujeitos às condições edafoclimáticas e biológicas, refletindo em diferentes produtividades. Da mesma

forma, as quantidades e custos dos insumos e serviços, preços dos produtos obtidos, taxa de juros e custo da terra são determinantes da viabilidade econômica dos sistemas, podendo sofrer variações ao longo do tempo. No trabalho de Vale *et al.* (2004) por exemplo, a taxa de juros utilizada foi de 8% a.a. e o custo anual da terra foi R\$120,00ha⁻¹, diferindo dos valores utilizados neste estudo.

Vê-se então que a viabilidade econômica de sistemas de produção é dependente de diversas variáveis locais e, como mencionam Cordeiro e Silva (2010), na disputa pelos recursos produtivos (terra, capital e mão de obra), o custo do capital investido na terra é imprescindível para a análise econômica dos projetos agrícolas. Nesse sentido, o montante anual (R\$600,00ha⁻¹) proveniente do arrendamento de terras vem competindo com as atividades desenvolvidas pelos produtores rurais em Bambuí. Seu valor foi bastante significativo, contribuindo para o saldo acumulado negativo no sistema de Pastagem em Monocultivo e na ILP. Isso demonstra que a exclusão do custo da terra pode levar à escolha de projetos antieconômicos.

O fator responsável pelo pagamento dos custos da terra e de produção e, conseqüentemente, pela viabilidade econômica do sistema de ILPF foi o corte final das árvores e a venda da madeira para serraria. Assim, a receita financeira dos produtos madeireiros correspondeu a 39,02% da receita total.

5 Conclusões

1. O sistema de ILPF é viável economicamente, mesmo com a diminuição de 11% nos preços de venda dos produtos, ou com a elevação da taxa de juros até 14,03%.
2. O sistema de ILP é inviável economicamente com os preços atuais de comercialização do milho e leite, mesmo com elevação de 11% no preço dos produtos.
3. O sistema de Pastagem em Monocultivo é inviável economicamente, com o custo da terra representando 24% do custo total, sendo fator de grande importância nas análises de viabilidade.

Referências

- ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F. J.; CRUZ, J. C.; GONTIJO NETO, M. M. Cultura do milho na integração lavoura-pecuária. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 233, p. 106-126, 2006.
- ALVARENGA, R. C.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, M. C. M.; VILELA, L. Sistema integração lavoura-pecuária-floresta: condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. **Informe Agropecuário**, v. 31, n. 257, p. 59-67, 2010.
- BARBOSA, R. R. dos; LUDWIG, M. P.; LORETO, M. das D. S. de; SOUSA, J. M. M. de. Agroindústria canavieira e desenvolvimento local na percepção de diferentes segmentos sociais, Bambuí, MG. **Oikos:Revista Brasileira de Economia Doméstica**, v. 22, n. 1, p. 230-256, 2011. (Semestral).
- COBUCCI, T.; WRUCK, F. J.; KLUTHCOUSKI, J.; MUNIZ, L. C.; MARTHA JUNIOR, G. B.; CARNEVALLI, R. A.; TEIXEIRA, S. R.; MACHADO, A. A.; TEIXEIRA NETO, M. L. Opções de Integração Lavoura-Pecuária e alguns de seus aspectos econômicos. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 240, p. 69-74, 2007.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Indicadores 2012**. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 2 fev. 2013.
- CORDEIRO, S. A.; SILVA, M. L. Análise técnica e econômica de Sistemas Agrossilvipastoris. In: OLIVEIRA NETO, S. N. et al. **Sistema agrossilvipastoril: integração lavoura, pecuária e floresta**. Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, 2010.
- DUBÈ, F.; COUTO, L.; SILVA, M. L. da; LEITE, H. G.; GARCIA, R.; ARAUJO, G. A. A. A simulation model for evaluating technical and economic aspects of an industrial eucalyptus-based agroforestry system in Minas Gerais, Brasil. **Agroforestry Systems**, v. 55, p. 73-80, 2002.
- EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DE MINAS GERAIS (EMATER/MG). **Dados estatísticos de Bambuí e região**. Belo Horizonte: Emater/MG, 2012.
- GARCIA, C. M. de P.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. A.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; LIMA, A. E da S.; BUZETTI, S. Análise econômica da produtividade de grãos de milho consorciado com forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* em sistema plantio direto. **Revista Ceres**, v. 59, n. 2, p. 157-163, 2012.

HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n. 1, p. 54-64, 2000. Quadrimestral.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P. de; COSTA, J. L. da S.; SILVA, J. G. da; VILELA, L.; ALEXANDRE de OLIVEIRA BARCELLOS, A. de O.; MAGNABOSCO, C. de U. **Sistema Santa Fé – Tecnologia Embrapa**: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. (Circular Técnica, 38).

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.133-146, 2009. Supl. especial.

MACEDO, R. L. G.; VALE, A. B.; VENTURIN, N. **Eucalipto em sistemas agro-florestais**. Lavras: Editora UFLA, 2010.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Dimensão econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1117-1126, 2011.

OLIVEIRA, T. K. de; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E. M. Desempenho silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em Sistema Agrossilvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, p. 1-09, 2009. (Edição especial).

REZENDE, J. L. P.; PADUA, C. T. J.; OLIVEIRA, A. D. de; SCOLFORO, J. R. S. Análise econômica do fomento florestal com o eucalipto no Estado de Minas Gerais. **Cerne**, v. 12, n. 3, p. 221-231, 2006.

SÁ, J. M. e; URQUIAGA, S.; JANTALIA, C. P.; SOARES, L. H. de B.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; MARCHÃO, R. L.; VILELA, L. Balanço energético da produção de grãos, carne e biocombustíveis em sistemas especializados e mistos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 10, p. 1323-1331, 2013.

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T.; TOMM, G. O. Efeito de sistemas de produção integração lavoura-pecuária (ILP) sobre a fertilidade do solo em plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 719-727, 2009. Trimestral.

SILVA, R. F. da; GUIMARÃES, M. de F.; AQUINO, A. M. de; MERCANTE, F. M. Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1277-1283, 2011.

VALE, R. S. do; COUTO, L.; SILVA, M. L. da; GARCIA, R.; ALMEIDA, J. C. de C. A.; LANI, J. L. Análise da viabilidade econômica de um sistema silvipastoril com eucalipto para a Zona da Mata de Minas Gerais. **Agrossilvicultura**, v. 1, n. 2, p. 107-120, 2004.

VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; SOUZA, D. M. G. de. **Benefícios da integração entre lavoura e pecuária**. Planaltina: Embrapa, 2001.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G.B.; MACEDO, M.C.M.; MARCHÃO, R.L.; GUIMARÃES JUNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G.A. Integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46,n. 10, p. 1127-1138,2011.

VILELA, L.; MARTHA-JÚNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L. Integração lavoura-pecuária-floresta: Alternativa para intensificação do uso da terra. **Revista UFG**, ano 14, n.13, p.92-99, 2012.