

CIRCULAR TÉCNICA

278

Sete Lagoas, MG
Novembro, 2021

Introdução de renques de eucalipto em pastagem: aspectos operacionais e financeiros

Miguel Marques Gontijo Neto
Thomaz Correa e Castro da Costa
Álvaro Vilela de Resende
Monica Matoso Campanha
Márcia Cristina Teixeira da Silveira
Emerson Borghi



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



Introdução de renques de eucalipto em pastagem: aspectos operacionais e financeiros¹

Introdução

As pastagens ainda constituem o alimento mais importante nas propriedades para a manutenção do rebanho e a produção de leite e carne, no entanto, a degradação delas no Brasil e em Minas Gerais é uma realidade que predomina na maior parte das áreas destinadas à pecuária e influencia negativamente na sustentabilidade da atividade. As causas dessa degradação do ambiente produtivo pastoril são diversas e complexas, passando pela baixa disponibilidade de recursos financeiros para investimentos, aspectos culturais e desconhecimento de alternativas técnicas e dificuldades na gestão da atividade.

Como exemplo, segundo dados de levantamento do INAES (Estado..., 2015), no estado de Minas Gerais, apenas 4% das áreas se enquadrariam como pastagens não degradadas, 20,4% como levemente degradadas, 30,3% como moderadamente degradadas e 45,3% como fortemente degradadas. Outro aspecto relevante dessa região diz respeito à estrutura fundiária, marcada por grande variação no perfil socioeconômico dos proprietários rurais. Em 2016, as mesorregiões do estado de Minas Gerais contavam com 360.254 propriedades, dentre as quais 255.697 desenvolviam atividades com pecuária bovina (Diagnóstico..., 2016).

¹ Miguel Marques Gontijo Neto, Engenheiro-Agrônomo, Doutor em Zootecnia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Thomaz Correa e Castro da Costa, Engenheiro-Florestal, Doutor em Sensoriamento Remoto ligado a Ciência Florestal, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Álvaro Vilela de Resende, Engenheiro-Agrônomo, Doutor em em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Mônica Matoso Campanha, Engenheira-Agrônoma, Doutora em Fitotecnia, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo; Márcia Cristina Teixeira da Silveira, Zootecnista, Doutora em Manejo e Avaliação de Plantas Forrageiras e Pastagens, Pesquisadora da Embrapa Pecuária Sul; Emerson Borghi, Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

Entende-se que os sistemas de produção atuais devem se embasar na utilização dos recursos disponíveis, compreendendo o uso de ativos naturais, sociais e capital humano combinados com o uso das melhores tecnologias e insumos disponíveis, associados à prestação de serviços ecossistêmicos. Manzatto et al. (2019) destacam que para o fortalecimento da sustentabilidade da agropecuária brasileira é muito importante que a atividade apresente um bom desempenho ambiental, além da busca pela rentabilidade econômica e da adoção de tecnologias que garantam o melhor desempenho produtivo e adequabilidade técnica.

A exploração do ambiente produtivo por maior período de tempo e com diversidade de espécies pode maximizar a produtividade, otimizando o uso dos recursos naturais com vários benefícios, como a melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo, a estabilidade econômica, o aumento de renda e a menor dependência do clima para sucesso da atividade agrícola (Cordeiro et al., 2015).

Neste sentido, a estratégia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) se apresenta como alternativa interessante para a intensificação do uso da terra e aumento da produção agropecuária de forma sustentável. Diferentes regiões do País têm adotado os sistemas ILPF (Gontijo Neto et al., 2014; Franchini et al., 2015; Silva et al., 2021) e desfrutado de diversos benefícios, dentre eles incremento na produtividade e na renda, redução de riscos climáticos, melhoria na qualidade do solo e benefícios ambientais, como aumento na biodiversidade, sequestro de carbono e conforto térmico aos animais em decorrência da presença do componente florestal (Kichel et al., 2014; Franchini et al., 2015; Torres et al., 2017; Gontijo Neto et al., 2018; Manzatto et al., 2020).

Um dos principais fatores para o sucesso de um cultivo consorciado, como ocorre na Integração Pecuária-Floresta (IPF), se baseia na complementação entre as espécies envolvidas, uma vez que durante seu ciclo existe uma competição/interação pelos fatores de produção (luz, água e nutrientes), o que vai interferir no resultado obtido ao final do ciclo da cultura anual. Dessa maneira é importante caracterizar as espécies que irão compor o sistema.

O eucalipto (*Eucalyptus* sp.) vem sendo difundido para utilização neste sistema por apresentar rápido crescimento, característica importante quando se

considera a liberação da área para o pastejo e por possuir uma arquitetura de copa compatível com a consorciação com outras culturas. Além do mais, o cultivo desta espécie se caracteriza por dispor de práticas silviculturais validadas, disponibilidade de cultivares oriundas de programas de melhoramento florestal adaptados regionalmente, possibilidade de produção de madeira para usos múltiplos, boa rentabilidade e, principalmente, por sua capacidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, podendo ser plantado em todos os biomas brasileiros.

O componente forrageiro deve ser constituído por espécies que apresentem bom crescimento, boa capacidade de perfilhamento, elevado valor nutricional e sobretudo que sejam adaptadas às condições de sombreamento. Nesse sentido, as forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*, muito difundidas para plantio na região de Cerrado do Brasil, apresentam boa tolerância ao sombreamento moderado (Paciullo et al., 2007; Varella et al., 2009). Aspectos como o arranjo espacial e a densidade populacional das árvores nas áreas de pastagem, associados a práticas de manejo florestal, como a desrama, podem ser ajustados visando a obtenção de um ambiente no sub-bosque que não afete a produtividade da pastagem. Assim, a utilização de um reduzido número de árvores, dispostas em fileira simples espaçadas a 20 ou mais metros entre os renques, pode não afetar a produtividade pecuária baseada na pastagem, principalmente em pastagens manejadas de forma menos intensificadas, como é o caso daquelas com níveis de degradação mais acentuados.

Os sistemas ILPF foram também reconhecidos como tecnologia de baixa emissão de carbono, estabelecida pelo Plano ABC - o Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura. Este Plano foi criado pelo governo brasileiro para o setor agropecuário, visando cumprir os compromissos assumidos em conferências internacionais de redução da emissão de GEE (Brasil, 2021). Da mesma forma, a implementação de sistemas ILPF, como o proposto neste trabalho, encontra-se alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU), mais especificamente em relação à sustentabilidade e resiliência dos sistemas produtivos (ODS 2) e ao ODS 13: tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos (Indicadores..., 2021).

Nesse trabalho, são apresentados e discutidos aspectos técnicos, operacionais e financeiros da introdução de renques de eucalipto em pastagens degradadas como alternativa viável para diversificação, aumento de renda e adequação ambiental, com benefícios diretos ao produtor rural e à sociedade.

Caracterização da Fazenda Lagoa dos Currais e da área de introdução dos renques

A Fazenda Lagoa dos Currais fica situada na zona de influência de Curvelo-MG, região representativa das atividades de pecuária de corte e de produção de eucalipto, com significativa restrição hídrica durante o ano.

Em 2013, a fazenda foi adquirida por um grupo empresarial e vem passando por um processo de intensificação agropecuária por meio da implantação de sistemas silvipastoris com renques de eucalipto nas pastagens. Atualmente a propriedade é focada na produção e venda de genética animal (Guzerá e cruzamentos Guzolando e Guzojersey) e silvicultura de eucalipto, já possuindo mais de 1.600 ha implantados com sistema de Integração Pecuária-Floresta, sendo que, nas safras 2018/2019 e 2019/2020, foram implantados renques de eucalipto em 555,8 ha.

Foto: acervo Fazenda Lagoa dos Currais



Figura 1. Imagem aérea de área da Fazenda Lagoa dos Currais implantada em 2013 no sistema IPF, composto por renques (12 m x 3 m) de eucalipto em pastagem de braquiária.

Em 2017/2018 foi firmada uma parceria entre a Embrapa e a Lagoa dos Currais Agropecuária Ltda., para o acompanhamento das ações conduzidas na propriedade e para a implantação de uma Unidade de Referência Tecnológica (URT) em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária- Floresta (ILPF).

Para a coleta de dados de rendimentos operacionais, insumos e serviços, bem como do inventário florestal utilizado nesta publicação, foram acompanhadas as atividades em uma área de pastagem com 230 ha, onde foram implantados renques de eucalipto no ano agrícola 2019/2020, em aproximadamente 200 ha (Figura 2). Os renques de eucalipto foram implantados no espaçamento entrelinhas de 20 m e de 4 m entre plantas na linha, resultando em uma população de 125 árvores por hectare. As coordenadas geográficas do ponto central desta área são 19°00'16" S, 44°16'37" W e 771 m de altitude. A média histórica da precipitação anual do município é de 1.042 mm e a temperatura média anual é de 22,6 °C (Instituto Nacional de Meteorologia, 2018). A sazonalidade pluvial da região é caracterizada por apresentar três meses do ano secos (junho, julho e agosto). Os meses de maior precipitação pluvial são de outubro a março, quando ocorre por volta de 88% da precipitação pluvial anual (Instituto Nacional de Meteorologia, 2018).

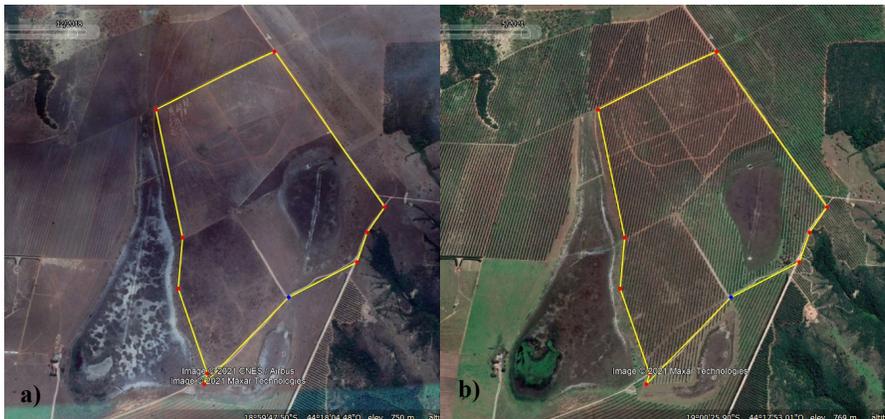


Figura 2. Imagens da área de pastagem, com aproximadamente 230 ha, onde foram implantados renques de eucalipto no espaçamento 20 m x 4 m em 200 ha. a) imagem da pastagem em setembro/2019; b) imagem da pastagem com os renques de eucalipto implantados em abril/2021. Fonte: Google Earth Pro acessado em setembro/2021.

A análise de fertilidade química dos solos das pastagens indicou níveis muito baixo ou baixo para a maioria dos parâmetros, configurando o baixo potencial produtivo das pastagens (Tabela 1) e indicando a necessidade de alto investimento financeiro para a aquisição de corretivos e fertilizantes caso o produtor optasse por corrigir toda a área.

Tabela 1. Resultados da análise do solo, nas camadas de 0-25 cm e 25-40 cm, nas áreas de pastagens onde foram implantados os renques de eucalipto na Fazenda Lagoa dos Currais. Curvelo-MG, 2017.

Amostra	Prof.	pH	MOS	P_Res	K	Ca	Mg	H+Al	CTC	SB	V
		(CaCl ₂)	%	mg dm ⁻³	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
05/ Área 6	0-25	4,7	2,9	4	0,19	1,5	0,8	4,2	6,7	2,49	37
10/ Área 6	0-25	5,2	2,8	3	0,11	2,0	1,2	2,8	6,1	3,31	54
15/ Área 6	0-25	4,6	2,7	3	0,13	1,2	0,6	3,8	5,7	1,93	34
10/ Área 7	0-25	4,0	2,1	2	0,25	0,5	0,3	7,2	8,3	1,05	13
05/ Área 6	25-40	5,1	2,2	2	0,13	1,2	0,6	3,3	5,2	1,93	37
10/ Área 6	25-40	5,1	2,4	2	0,09	1,2	0,6	3,3	5,2	1,89	36
15/ Área 6	25-40	4,4	2,2	2	0,08	0,7	0,2	3,4	4,4	0,98	22
10/ Área 7	25-40	4,0	1,1	2	0,14	0,4	0,2	5,5	6,2	0,74	12

Atividades e informações complementares pra introdução de renques de eucalipto em pastagens

A sequência das atividades necessárias para a implantação dos renques de eucalipto nas áreas com pastagens, passando pelo controle prévio de formigas, locação dos renques até o efetivo plantio e práticas de manejo silviculturais realizadas até o terceiro ano pós-implantação dos renques, encontra-se disposta no Quadro 1.

Quadro 1. Sequência de atividades e informações complementares visando a introdução de renques de eucalipto em áreas de pastagens.

Atividade	Informações complementares
Controle de formigas	Iniciar o controle uns seis meses antes do início das operações na área. Uma boa época na região do Cerrado para o controle com isca formicida são os meses entre abril e junho.
Definição do arranjo espacial dos renques	Definir o número de árvores por hectare e o espaçamento entre linhas e entre as plantas na linha. Em sistemas silvipastoris com eucalipto, preservando a produtividade da pastagem, têm sido utilizadas densidades de plantas variando entre 100 e 250 árv. ha ⁻¹ , fileiras simples e espaçamento mínimo entre os renques de 20 m de largura.
Locação dos renques	Em áreas planas, alinhar os renques no sentido leste-oeste. Em áreas declivosas, local uma "linha mestre", em nível, no meio da encosta e, posteriormente, marcar as linhas acima e abaixo da linha mestre respeitando a distância entre os renques pré-estabelecida.
Distribuição do calcário	Realizar a distribuição do calcário na faixa de implantação dos renques (~2 m de largura), em uma dosagem mínima de 200 g m ² .
Gradagem aradora profunda na linha dos renques	Dependendo da condição da pastagem pode ser necessário realizar uma roçada inicial. A largura da faixa gradeada corresponderá a uma passada do implemento (≥ 2 m de largura).
Sulcação profunda das linhas de plantio	Utilizar equipamento específico com a maior profundidade possível (mínima de 50 cm), preferencialmente no período seco do ano para uma boa desestruturação subsuperficial do solo.
Sulcação-adubação das linhas de plantio	Realizada o mais próximo ao plantio (após início das chuvas), visando reduzir perdas com lixiviação do adubo. Utilizando o mesmo equipamento, porém com um trator de menor potência, passar novamente o sulcador colocando o adubo de base no sulco. Observações: 1- A sulcação-adubação pode ser realizada em uma única etapa no momento da sulcação profunda. 2- Em áreas declivosas que não permitem a mecanização, pode-se abrir as covas com, no mínimo, 30 cm de profundidade, realizar a mistura do adubo e retornar a terra para a cova.
Plantio das mudas	Realizar a marcação das covas na linha de plantio na distância pré-estabelecida. Realizar o tratamento das mudas no momento do plantio, mergulhando as raízes em uma solução com inseticida e MAP. Observação: utilizar cultivares adaptadas regionalmente e indicadas para o uso a que será direcionada a madeira produzida (serraria, tratamento, carvão etc.), adquiridas de viveiro idôneo e com as mudas, no momento do plantio, apresentando boa sanidade e boa atividade radicular (presença de radículas brancas).
Irrigações	Preferencialmente, realizar o plantio com boa umidade no solo. Após a regularização das chuvas na região, entretanto, é interessante programar uma a três irrigações das mudas, caso ocorram períodos sem chuvas logo após o plantio.
Adubação de plantio	Por volta de uma semana após o plantio das mudas, realizar a distribuição do adubo NPK em duas covetas laterais, a 15 cm das mudas.
Controle químico de plantas daninhas	Realizar a aplicação de herbicida graminicida pré-emergente, seletivo ao eucalipto, na faixa de plantio (~2 m de largura).

Continua...

Quadro 1. Continuação.

Atividade	Informações complementares
1ª Adubação de cobertura	Realizar a distribuição do adubo NPK + micronutrientes por volta de 60 dias após o plantio (ainda no período de chuvas), na projeção da copa das árvores. Para evitar-se a "seca de ponteira", atenção especial à aplicação de micronutrientes nesta etapa, especialmente boro e zinco, podendo ser aplicados 30 g por planta de FTE ("fritas") BR 8 ou BR 12. Pode-se utilizar também, no terço final das chuvas, 15 g por planta de fertilizante à base de boro (Nutribor, Ácido Bórico, Borax, etc.).
Controle de plantas daninhas	Após 60 a 90 dias da aplicação do graminicida pode ser necessária uma segunda aplicação de um herbicida pré-emergente para controlar o segundo fluxo de germinação de sementes de capim. Também pode ser necessária a realização de uma capina mecânica (catação com enxada) de rebrotas de arbustos/árvores da vegetação nativa do Cerrado.
2ª Adubação de cobertura	Realizada com NPK, distribuído na projeção da copa, no início do período de chuvas subsequente (árvores em torno de um ano).
Entrada dos animais na área	O retorno dos animais (bovinos) à área poderá ser feito quando as árvores apresentarem um diâmetro do tronco em torno de 6 cm a 8 cm a uma altura de 1,30 m do solo. Utilizar preferencialmente animais jovens em recria nos primeiros pastejos. Normalmente, quando utilizados níveis adequados de fertilizantes e boa precipitação, o retorno dos animais poderá ser realizado na estação chuvosa seguinte (12 a 15 meses após o plantio das árvores).
Desrramas	Realizadas nos primeiros anos (2º e 4º ano) com o objetivo de permitir a entrada de luz no dossel da pastagem e garantir a qualidade da madeira do fuste visando a agregação de valor nas peças de maiores diâmetros. Realizadas geralmente ao final do período seco, até a 1/3 da altura da copa (exemplo: se a árvore está com 6 m de altura, realizar a desrama a até 2 m de altura do solo) ou utilizando o diâmetro do tronco entre 6 cm e 8 cm como limite para a desrama. Normalmente realizada com equipamentos manuais até a uma altura máxima em torno de 6 m.
Controle de formigas	Realizar o controle anual de formigas na área.

Durante o primeiro ano, para se evitar danos às árvores, não é recomendável a entrada os animais na área, assim, uma alternativa é a colheita mecanizada da forragem produzida pelo capim nas faixas entre os renques, seja para a ensilagem de pré-secado ou para fenação (Figura 3). Uma alternativa para uso da pastagem neste período é a construção de cerca elétrica, dos dois lados dos renques de eucalipto, impedindo o acesso dos animais na linha de plantio.

Fotos: Miguel Gontijo.



Figura 3. Vista geral dos renques de eucalipto implantados em pastagem degradada e da produção de feno nas faixas entre os renques na URT Lagoa dos Currais em 20/08/2019. Curvelo-MG.

Insumos, serviços, coeficientes técnicos e custos de implantação e manutenção

Os renques de eucalipto foram implantados nos piquetes com pastagens apresentando significativos níveis de degradação. Foi definida uma densidade populacional de 125 árvores ha⁻¹, em um arranjo espacial com fileiras simples, 20 m entre as linhas dos renques e 4 m entre as árvores na linha de plantio. Todas as etapas de preparo e correção do solo para introdução dos renques foram realizadas em uma faixa de 2 m de largura, assim, a área efetivamente trabalhada correspondeu a 10% da área do hectare.

Os custos correspondentes aos dois anos iniciais da implantação e condução dos sistemas de renques de eucalipto na URT Lagoa dos Currais foram consolidados e estratificados considerando o procedimento agrícola e o ano safra. Assim, nas tabelas a seguir encontram-se sistematizadas as informações referentes a insumos, serviços, datas de realização, quantidade e valores investidos por atividade, total das atividades de implantação (Tabela 2) e condução durante o segundo ano (Tabela 3) do sistema silvipastoril.

Para realização do balanço financeiro do período avaliado (maio/2018 a agosto/2021) referente ao componente florestal dos sistemas IPF, todos os preços de serviços, insumos e produtos comercializados foram corrigidos pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC/IBGE) para o mês de agosto de 2021. Assim, nas tabelas de custos e receitas, encontram-se os va-

lores efetivos no momento da despesa/receita e os correspondentes valores atualizados para agosto de 2021.

Tabela 2. Insumos, serviços, data de realização, unidade (UD), valor unitário (V.UNIT), valor unitário atualizado pelo INPC para agosto/2021, quantidade (QTD) e investimento (CUSTO), por hectare, necessários para a implantação e tratamentos culturais no primeiro ano dos renques de eucalipto na URT Lagoa dos Currais.

ITEM / ATIVIDADE	DATA	UD*	V.UNIT. (R\$)	V.UNIT (ago/21) (R\$)	QTD	CUSTO (R\$/ha)
Isca formicida (0,2% sulfluramida) - área total da pastagem	mai/18	Kg	10,00	11,99	3,0	35,97
Distribuição da isca formicida	mai/18	Dh	60,00	71,93	0,25	17,98
Calciário	out/18	T	94,00	110,03	0,2	22,01
Distribuição do calciário na faixa de plantio	out/18	Htr	70,00	81,94	0,18	14,75
Grade aradora pesada na faixa de plantio	out/18	Htr	220,00	257,51	0,3	77,25
1a subsolagem e marcação das linhas (trator 150 CV)	out/18	Htr	250,00	292,63	0,14	40,97
2a subsolagem com adubação de base (Trator 105 CV)	nov/18	Htr	70,00	81,61	0,25	20,40
Adubo de base fórmula NPK 09-36-07 + micronutrientes**	nov/18	T	1.732,00	2.019,24	0,054	109,04
Mão de obra p/ coveamento	nov/18	Dh	80,00	93,27	0,08	7,46
Muda de eucalipto Clone I 144	nov/18	Ud	0,38	0,44	125,00	55,38
Inseticida Tuit® (Fipronil) - Solução p/ imersão de mudas	nov/18	G	0,51	0,59	5,70	3,39
Inseticida Actara®(Tiametoxam) – Sol. p/ imersão de mudas	nov/18	G	0,25	0,29	2,30	0,67
Fertilizante MAP - Solução p/ imersão de mudas no plantio	nov/18	Kg	1,91	2,23	0,02	0,04
Mão de obra p/ plantio eucalipto	nov/18	Dh	80,00	93,27	0,08	7,46
Herbicida MSMA® (Methylarsenato de Sódio)	nov/18	G	52,00	60,62	100,8	6,67
Aplicação herbicida na linha de plantio (trator pequeno)	nov/18	Htr	60,00	69,95	0,14	9,79
Adubo coveta NPK 09-36-07+ micronutriente** (120 g/muda)	nov/18	T	1.732,00	2.019,24	0,02	40,38
Mão de obra p/ distribuição de adubo arranque coveta	nov/18	Dh	80,00	93,27	0,07	6,53
Distribuição do adubo de arranque na coveta (trator 65CV)	nov/18	htr	60,00	69,95	0,18	12,59
Irrigações pós-plantio três vezes (trator + pipa)	dez/18	htr	60,00	70,13	0,76	53,30
Mão de obra auxiliar p/ irrigações	dez/18	dh	80,00	93,50	0,11	10,29
Adubo 1º Cobertura - formulado NPK 10-28-28 (180 g/muda)	jan/19	t	1840,00	2.147,52	0,023	49,39
Adubo 1º Cobertura - formulado NPK 22-00-22 (140 g/muda)	jan/19	t	1720,00	2.007,46	0,018	36,13
Mão de obra p/ distribuição de adubação 1ª Cobertura	jan/19	dh	80,00	93,37	0,04	3,73
Distribuição de adubo 1ª Cobertura (trator + carreta)	jan/19	htr	60,00	70,03	0,13	9,10
Herbicida Fordo® (Isoxaflutol) - na linha de plantio	fev/19	kg	830,00	965,24	0,02	19,30
Inseticida Actara® (Tiametoxam) - na linha de plantio	fev/19	g	0,25	0,29	22,73	6,61
Aplicação herbicida pré-emergente+inseticida	fev/19	htr	60,00	69,78	0,14	9,77
Mão de obra p/ catação de mato com enxada	mar/19	dh	80,00	92,54	0,05	4,63
Fertilizante ácido bórico AB - Pulverização foliar	jul/19	kg	5,20	5,92	1,00	5,92

Continua...

Tabela 2. Continuação

ITEM / ATIVIDADE	DATA	UD*	V.UNIT. (R\$)	V.UNIT (ago/21) (R\$)	QTD	CUSTO (R\$/ha)
Fertilizante MAP purificado - Pulverização foliar	jul/19	kg	4,10	4,67	0,20	0,93
Fertilizante KCl purificado KCL - Pulverização foliar	jul/19	kg	3,90	4,44	0,20	0,89
Inseticida Talstar® (Bifentrina) - Pulverização foliar	jul/19	L	126,00	143,54	0,03	4,31
Inseticida Actara® (Tiametoxam) - Pulverização foliar	jul/19	g	0,25	0,28	22,73	6,47
Aplicação AB+MAP+KCl+Inseticidas (trator+atomizador)	jul/19	htr	70,00	79,74	0,13	10,37
TOTAL						719,89

* htr=Hora Trator; t = Tonelada; L = Litro; d/h = Dia Homem; kg = Kilograma; ud = unidades. ** Micronutrientes na concentração de 0,3% de B; 0,6% de Cu; e 0,8% de Zn.

Tabela 3. Insumos, serviços, data de realização, unidade (UD), valor unitário (V.UNIT), valor unitário atualizado pelo INPC para agosto de 2021, quantidade (QTD) e investimento (CUSTO), por hectare, referentes aos tratos culturais no segundo e no terceiro anos após a implantação dos renques de eucalipto na URT Lagoa dos Currais.

ITEM / ATIVIDADE	DATA	UD*	V.UNIT. (R\$)	V.UNIT (ago/21) (R\$)	QTD	CUSTO (R\$/ha)
Adubo 2º Cobertura - formulado NPK 10-28-28 (180 g/muda)	nov/19	t	1840,00	2.091,71	0,023	48,11
Adubo 2º Cobertura - formulado NPK 22-00-22 (140 g/muda)	nov/19	t	1720,00	1.955,30	0,018	35,20
Mão de obra p/ distribuição de adubação 2ª Cobertura	nov/19	dh	80,00	90,94	0,04	3,64
Distribuição de adubo 2ª Cobertura (trator + carreta)	nov/19	htr	60,00	68,21	0,13	8,87
Isca formicida (0,2% sulfuramida) – área total da pastagem	mai/20	kg	12,00	13,36	3,0	40,09
Distribuição da isca formicida	mai/20	dh	80,00	89,09	0,25	22,27
Fertilizante ácido bórico AB - Pulverização foliar	jul/20	kg	5,20	5,79	1,00	5,79
Fertilizante MAP purificado - Pulverização foliar	jul/20	kg	4,10	4,56	0,20	0,91
Fertilizante KCl purificado KCL - Pulverização foliar	jul/20	kg	3,90	4,34	0,20	0,87
Inseticida Talstar® (Bifentrina) - Pulverização foliar	jul/20	L	126,00	140,25	0,03	4,21
Inseticida Actara® (Tiametoxam) - Pulverização foliar	jul/20	g	0,25	0,28	22,73	6,33
Aplicação AB+MAP+KCl+Inseticidas (trator+atomizador)	jul/20	htr	70,00	77,91	0,13	10,13
Adubo 3º Cobertura - formulado NPK 10-28-28 (180 g/muda)	nov/20	t	1987,00	2.155,97	0,023	49,59
Adubo 3º Cobertura - formulado NPK 22-00-22 (140 g/muda)	nov/20	t	1874,00	2.033,36	0,018	36,60
Mão de obra p/ distribuição de adubação 2ª Cobertura	nov/20	dh	80,00	86,80	0,04	3,47
Distribuição de adubo 2ª Cobertura (trator + carreta)	nov/20	htr	80,00	86,80	0,13	11,28
Desrama até 1/3 da altura da árvore	Jul/21	dh	80,00	80,31	0,55	44,17
TOTAL						331,52

Os custos de implantação e condução até os 34 meses somaram R\$ 1.051,41 por hectare e foram bastante inferiores aos relatados por Gontijo Neto et al. (2020), que registraram um custo de R\$ 2.761,44 por hectare para a introdução de renques de eucalipto no mesmo espaçamento (20 m x 4 m), porém realizando a renovação da pastagem em área total, com baixo nível de investimento tecnológico, por 36 meses.

Avaliação do crescimento das árvores e projeção para a colheita aos 12 anos.

O crescimento das árvores foi avaliado aos 34 meses após o plantio, em 120 árvores (20 árvores por linha, em duas linhas paralelas em três locais). Foram medidos o diâmetro na altura do peito (DAP), com utilização de suta, e a altura das árvores (H) com hipsômetro eletrônico. Para o cálculo do volume por planta (m^3 árvore⁻¹) e por hectare (m^3 ha⁻¹), foi ajustada a equação do modelo de Schumacher e Hall (1933), usando dados de clones de eucalipto de regiões de Minas Gerais disponíveis em Oliveira et al. (2009).

Com os dados de DAP e altura, foram projetados os volumes de madeira (Tabela 4) e as distribuições de diâmetro (Tabela 5) para a idade de 12 anos (2030). Para tanto, foi utilizado o aplicativo SisLPPF (Oliveira et al., 2018). A data prevista para o corte da madeira (12 anos) foi definida em acordo com o planejamento do produtor e a adequação à linha de crédito do Programa ABC, disponibilizada por instituições financeiras para implantação de sistemas ILPF com presença do componente florestal.

Em um segundo momento, estimou-se o potencial de neutralização do metano entérico, emitido no processo digestório de bovinos, pelo carbono fixado, via fotossíntese, no fuste das árvores de eucalipto.

Fotos: Miguel Gontijo.



Figura 4. Vista geral da área com o sistema silvipastoril no momento da realização do inventário florestal realizado em 05/08/2021. Curvelo-MG.

Tabela 4. Altura e diâmetro médio das árvores, volume total de madeira, incremento anual, quantidade de CO₂ fixado anualmente no fuste das árvores e potencial de neutralização das emissões de metano entérico de bovinos em pastejo, estimados com base no inventário florestal realizado em agosto de 2021 e projetados pelo software SisILPF, com base nos renques de eucalipto implantados em 2018 na URT Lagoa dos Currais, Curvelo-MG.

Ano	Idade (meses)	Altura média (m)	Diâmetro médio (cm)	Volume total (m ³ ha ⁻¹)	Incremento anual ^a (m ³ ano ⁻¹)	CO ₂ fixado no fuste ^b (Mg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Potencial de neutralização ^c (UA ha ⁻¹ ano ⁻¹)
3 (2021) ^d	34	9,4	10,7	5,8	1,9	1,19	0,64
4 (2022) ^e	48	17,5	11,0	9,0	3,2	2,01	1,09
5 (2023)	60	20,2	15,6	21,0	12,0	7,53	4,07
6 (2024)	72	22,4	18,5	32,8	11,8	7,41	4,00
7 (2025)	84	24,4	20,6	44,1	11,3	7,09	3,83
8 (2026)	96	26,0	22,2	54,6	10,5	6,59	3,56
9 (2027)	108	27,5	23,5	64,4	9,8	6,15	3,33
10 (2028)	120	28,8	24,5	73,4	9,0	5,65	3,05
11 (2029)	132	29,9	25,4	81,6	8,2	5,15	2,78
12 (2030)	144	31,0	26,1	89,2	7,6	4,77	2,58
Média aos 12 anos					7,4^f	4,64	2,51

^a Volume de madeira estimado para o ano subtraído do volume de madeira do ano anterior; ^b estimado considerando $tCO_2 = \text{Volume} \times (\text{Dens. Básica: } 0,35) \times (C: 0,49) \times (CO_2: 3,66)$; ^c Considerando a emissão de 1,85 t de CO₂ eq por unidade animal (UA = 450 kg de peso vivo) por ano (365 dias); ^d Volume estimado com base no inventário florestal realizado em agosto/2021; ^e Volumes projetados pelo software SisILPF; ^f Incremento Médio Anual = Volume total de madeira aos 12 anos dividido por 12 anos.

No momento planejado para a comercialização da floresta (12 anos), o incremento médio anual (IMA) de madeira foi estimado em 7,4 m³ ha⁻¹ano⁻¹. Este IMA indica uma fixação média de 4,64 Mg ha⁻¹ de CO₂ eq por ano, repercutindo em um potencial de neutralização de 2,51 UA ha⁻¹ ano⁻¹, que corresponde a uma taxa de lotação animal significativamente superior à capacidade de suporte de pastagens degradadas ou em degradação no Brasil.

Assim, além de uma estratégia interessante para a diversificação da produção na propriedade rural, a introdução de renques de eucalipto em pastagens acrescenta outros serviços ecossistêmicos ao sistema de produção agropecuário, contribuindo para o um balanço de GEEs mais positivo, além dos aspectos de melhoria do conforto animal, do aumento da biodiversidade e da paisagem rural.

Com as informações do inventário florestal realizado, o aplicativo SisILPF é capaz de projetar o sortimento de uso para a madeira produzida em função da estratificação do desenvolvimento das árvores no momento do corte aos 12 anos (Tabela 5). Esta estratificação de uso da madeira, com a agregação de valor para uso em serraria, pode auxiliar o empreendedor rural na tomada de decisão para a viabilidade de investimento nesta atividade.

Tabela 5. Projeção das características dendrométricas das árvores e sortimento de uso da madeira dos eucaliptos aos 12 anos após a implantação dos renques nas pastagens estimadas pelo aplicativo SisILPF.

Classes DAP (cm)	Árv. ha ⁻¹	Altura Média (m)	Volume Total (m ³ ha ⁻¹)	Serraria ^a (m ³ ha ⁻¹)	Celulose/Energia (m ³ ha ⁻¹)
18,0-20,0	1	27,5	0,4	0,0	0,4
20,0-22,0	22	29,3	11,6	4,3	7,3
22,0-24,0	68	30,6	42,4	21,2	21,2
24,0-26,0	41	31,6	30,0	21,5	8,5
26,0-28,0	5	32,3	4,7	3,7	1,0
Total		31,0	89,2	50,8	38,4

^a Segmentos do fuste com diâmetro acima de 18 cm.

Balanco financeiro da introdução de eucalipto em pastagens

Com base nos custos de implantação e manutenção dos renques de eucalipto nas pastagens e nas projeções de produção de madeira, foi realizada uma análise financeira da atividade florestal na propriedade. Para tanto, como se trata de atividade de longo prazo, foram considerados três cenários onde foram assumidas diferentes premissas quanto à correção dos valores de custos de implantação e de venda da madeira.

Em todos os cenários, assumiu-se a taxa de correção anual de 7% a.a., pois esta é a taxa atual da linha de crédito disponibilizada pelo Programa ABC/BNDES no Plano Safra 2021/2022 para implantação de sistemas de ILPF. Esta linha de financiamento tem prazo de carência de até oito anos e de quitação de 12 anos para sistemas integrados com presença do componente florestal.

Para esta análise, o preço de venda da madeira produzida corresponde ao preço médio atual (agosto de 2021) de madeira em pé comercializada na região para energia (lenha ou carvão). Para a colheita realizada aos 12 anos também será apresentado o balanço financeiro considerando que parte do volume de madeira produzido, com diâmetro superior a 18 cm (Tabela 5), será destinada para serraria, sendo considerado um valor superior à madeira destinada para energia/celulose. Abaixo seguem as análises para os três cenários considerados:

Cenário “Pessimista”: Apenas os custos de implantação são corrigidos pela taxa de 7% a.a., e o preço futuro da madeira não sofre alteração.

Na Tabela 6 e na Figura 5 são apresentados os valores de custos de implantação atual e corrigidos a 7% a.a., a produção e o valor da madeira comercializada, a receita e o balanço financeiro anual da atividade florestal. Neste cenário, no sexto ano, o balanço financeiro já se torna positivo, com a venda da madeira pagando os custos de implantação e manutenção e ainda gerando um saldo de R\$ 393,52 por hectare. As receitas, bem como o saldo, aumentam quase de forma linear no decorrer dos anos pós-implantação, indicando que nestes sistemas silvipastoris, com baixa densidade arbórea, as árvores encontram um ambiente bastante favorável para seu desenvolvimento no decorrer dos anos, sendo interessante ao produtor aguardar o maior tempo possível para a colheita.

Outro aspecto relevante diz respeito à agregação de valor da produção por meio do direcionamento de parte da madeira para uso mais nobre (serraria), com um aumento na rentabilidade de R\$ 1.524,00 ha⁻¹ (54,6%) em relação ao lucro obtido com a venda de toda a madeira para energia.

Tabela 6. Custos de implantação, receitas e saldo financeiro referentes ao componente florestal até os 12 anos pós-implantação dos renques de eucalipto nas pastagens na URT Lagoa dos Currais, Curvelo-MG. Agosto de 2021

Idade (anos)	Custo Implantação (R\$ ha ⁻¹)	Volume (m ³ ha ⁻¹)	Valor Unitário (R\$ m ⁻³)	Receita (R\$ ha ⁻¹)	Saldo R – C (R\$ ha ⁻¹)
3	1.151,41 ^a	5,8	55,00	319,00	-832,41
4	1.232,01 ^b	9,0	55,00	495,00	-737,01
5	1.318,25	21,0	55,00	1.155,00	-163,25
6	1.410,48	32,8	55,00	1.804,00	393,52
7	1.509,27	44,1	55,00	2.425,50	916,23
8	1.614,97	54,6	55,00	3.003,00	1.388,03
9	1.727,92	64,4	55,00	3.542,00	1.814,08
10	1.848,93	73,4	55,00	4.037,00	2.188,07
11	1.978,35	81,6	55,00	4.488,00	2.509,65
12	2.116,87	89,2	55,00	4.906,00	2.789,13
12 Serraria ^c		50,8	85,00	2.278,00	
		38,4	55,00	3.432,00	
	2.116,87			6.430,00	4.313,13

^a Custo real em agosto/2021; ^b Valores corrigidos anualmente a uma taxa de 7% a.a.; ^c Considerando os volumes de madeira estimados pelo SisILPF (Tabela 5).

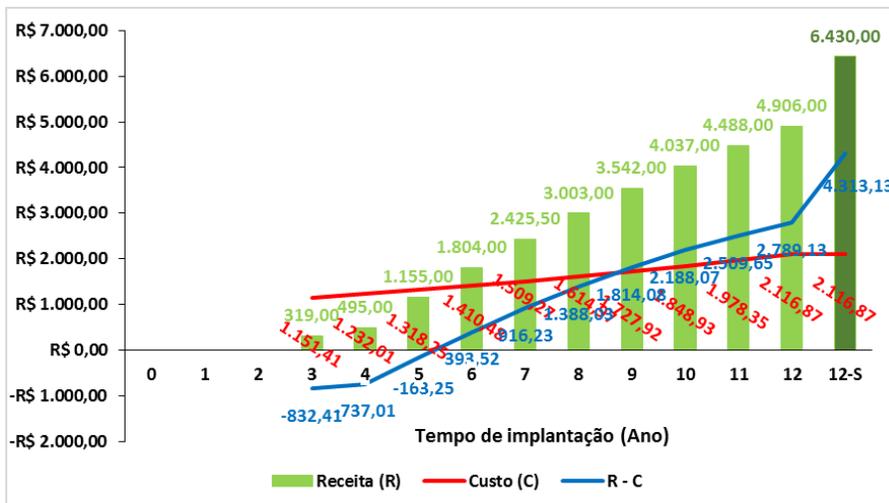


Figura 5. Custos de implantação (C), receitas (R) e saldo financeiro (R-C) referentes ao componente florestal até os 12 anos pós-implantação dos renques de eucalipto nas pastagens na URT Lagoa dos Currais, Curvelo-MG. Agosto de 2021.

Cenário “Perfeito”: Os custos de implantação e o preço de venda da madeira são corrigidos pela taxa de 7% a.a.

Neste cenário, será considerado que tanto os custos de implantação quanto o preço da madeira no mercado serão corrigidos anualmente a uma taxa de 7% a.a. Assim, já a partir do quinto ano após a implantação dos renques o saldo da atividade já se torna positivo (Tabela 7 e Figura 6). As receitas e a renda (R-C) auferida se apresentam significativamente superiores em relação ao cenário anterior, enquanto a destinação de parte da madeira aos 12 anos para serraria gera um acréscimo de renda de R\$ 2.801,88 ha⁻¹ (40,6%) em relação ao uso total para energia.

Tabela 7. Custos de implantação, receitas e saldo financeiro referentes ao componente florestal até os 12 anos pós-implantação dos renques de eucalipto nas pastagens na URT Lagoa dos Currais, Curvelo-MG. Agosto de 2021.

Idade (anos)	Custo Implantação (R\$ ha ⁻¹)	Volume (m ³ ha ⁻¹)	Valor Unitário (R\$ m ⁻³)	Receita (R\$ ha ⁻¹)	Saldo R - C (R\$ ha ⁻¹)
3	1.151,41 ^a	5,8	55,00 ^a	319,00	-832,41
4	1.232,01 ^b	9,0	58,85 ^b	529,65	-702,36
5	1.318,25	21,0	62,97	1.322,36	4,11
6	1.410,48	32,8	67,38	2.209,90	799,42
7	1.509,27	44,1	72,09	3.179,35	1.670,08
8	1.614,97	54,6	77,14	4.212,01	2.597,04
9	1.727,92	64,4	82,54	5.315,48	3.587,56
10	1.848,93	73,4	88,32	6.482,61	4.633,68
11	1.978,35	81,6	94,50	7.711,28	5.732,93
12	2.116,87	89,2	101,12	9.019,68	6.902,81
12 Serraria ^c		50,8	156,27	7.938,64	3.882,91
	2.116,87	38,4	101,12	3.882,91	11.821,56
				11.821,56	9.704,69

^a Custo real em agosto/2021; ^b Valores corrigidos anualmente a uma taxa de 7% a.a.; ^c Considerando os volumes de madeira estimados pelo SisiLPF (Tabela 5).

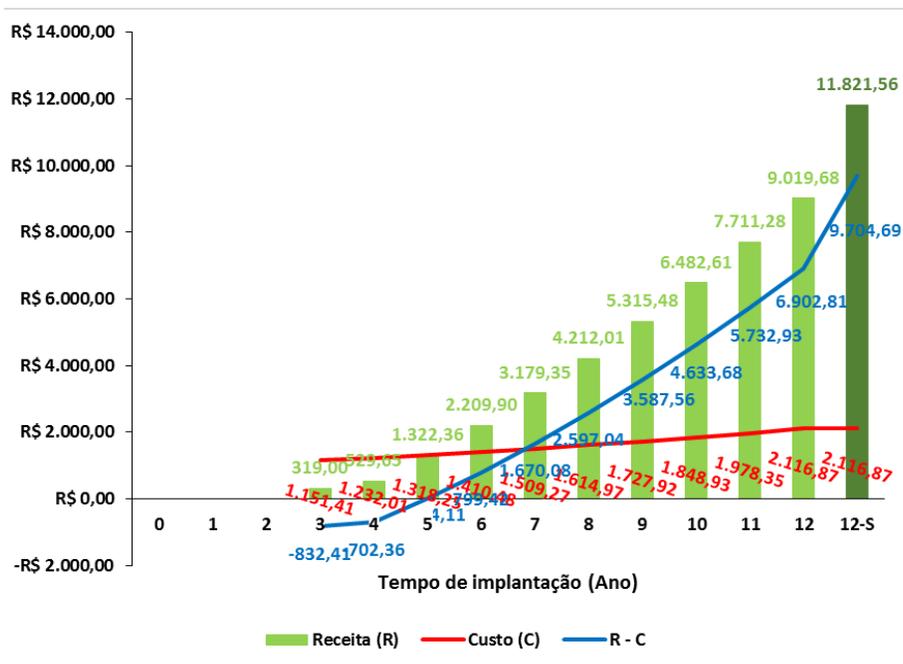


Figura 6. Custos de implantação (C), receitas (R) e saldo financeiro (R-C) referentes ao componente florestal até os 12 anos pós-implantação dos renques de eucalipto nas pastagens na URT Lagoa dos Currais, Curvelo-MG. Agosto de 2021.

Cenário “Realista”: A correção dos custos de implantação no tempo é compensada pela variação no preço de venda da madeira.

Neste cenário, foi considerado que o preço de venda da madeira, com reflexo direto nas receitas anuais, variou com o decorrer do tempo, alcançando valores que compensassem os acréscimos anuais (7% a.a.) do custo de implantação dos renques. Neste cenário, o saldo auferido anualmente corresponde exatamente aos valores obtidos caso não fossem considerados a correção dos custos e o valor da madeira, no decorrer dos anos.

Nesta condição, as receitas e os saldos financeiros anual apresentam valores intermediários aos valores observados nos dois cenários anteriores (Tabela 8 e Figura 7). Já a partir do quinto ano o saldo da atividade se torna positivo, enquanto a utilização da parte da madeira produzida para serraria acarreta um acréscimo de R\$ 1.524,00 ha⁻¹ (40,6%) na rentabilidade em relação ao uso para energia.

Tabela 8. Custos de implantação, receitas e saldo financeiro referentes ao componente florestal até os 12 anos pós-implantação dos renques de eucalipto nas pastagens na URT Lagoa dos Currais, Curvelo-MG. Agosto de 2021.

Idade (anos)	Custo Implantação (R\$ ha ⁻¹)	Volume (m ³ ha ⁻¹)	Valor Unitário (R\$ m ⁻³)	Receita (R\$ ha ⁻¹)	Saldo R – C (R\$ ha ⁻¹)
3	1.151,41 ^a	5,8	55,00 ^a	319,00	-832,41
4	1.232,01 ^b	9,0	63,96 ^c	575,60	-656,41
5	1.318,25	21,0	62,94	1.321,84	3,59
6	1.410,48	32,8	62,90	2.063,07	652,59
7	1.509,27	44,1	63,11	2.783,36	1.274,09
8	1.614,97	54,6	63,49	3.466,56	1.851,59
9	1.727,92	64,4	63,95	4.118,51	2.390,59
10	1.848,93	73,4	64,50	4.734,52	2.885,59
11	1.978,35	81,6	65,13	5.314,94	3.336,59
12	2.116,87	89,2	65,82	5.871,46	3.754,59
12 Serraria ^d		50,8	95,83	4.867,97	
		38,4	65,82	2.527,49	
	2.116,87			7.395,46	5.278,59

^a Custo real em agosto/2021; ^b Valores corrigidos anualmente a uma taxa de 7% a.a.; ^c Valores corrigidos anualmente de forma a compensar os valores da correção dos custos; ^d Considerando os volumes de madeira estimados pelo SisLPPF (Tabela 5).

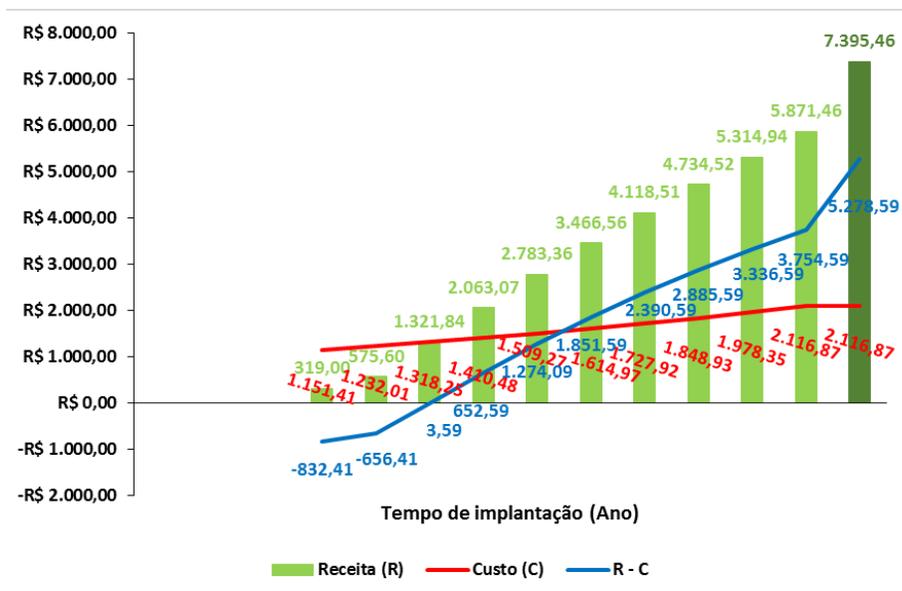


Figura 7. Custos de implantação (C), receitas (R) e saldo financeiro (R-C) referentes ao componente florestal até os 12 anos pós-implantação dos renques de eucalipto nas pastagens na URT Lagoa dos Currais, Curvelo-MG. Agosto de 2021.

Independentemente do cenário considerado, a introdução de renques de eucalipto em pastagens, em uma densidade populacional que não impõe perda de produtividade a essa pastagem, se apresenta como uma alternativa viável economicamente. Apesar de ser uma atividade de longo tempo de maturação, já a partir do oitavo ano de implantação é possível auferir receitas capazes de cobrir os custos de recondução das árvores e gerar recursos para a aquisição de insumos e serviços necessários para a realização da recuperação direta das faixas de pastagens entre os renques. Assim, essa atividade florestal integrada à atividade pecuária mostra-se interessante até mesmo como estratégia para a recuperação das pastagens e intensificação agropecuária sustentável.

Considerações Finais

Sistemas de produção mais eficientes na utilização dos recursos naturais, financeiros, insumos e mão de obra, além de ambientalmente mais adequados, serão fundamentais para o atendimento, atual e futuro, das demandas mundiais. Neste sentido, a demanda por informações e tecnologias que reduzam os riscos da atividade agropecuária, que agregam valor aos produtos, provêm serviços ambientais na propriedade tem crescido muito ultimamente.

A introdução de reduzido número de árvores de eucalipto, dispostas em renques, em áreas de pastagens apresentou viabilidades técnica e econômica, além da prestação de serviços ecossistêmicos, ocasionando benefícios ambientais. Assim, esta prática pode ser recomendada como alternativa de produção agropecuária sustentável, inclusive como estratégia de médio e longo prazo para a recuperação/renovação de pastagens degradadas.

Por se tratar de um investimento de longo tempo de maturação, atenção especial deve ser dispensada à escolha e ao arranjo espacial do componente florestal, bem como aos aspectos relacionados à comercialização da madeira na região.

Agradecimentos

Aos sócios proprietários da Fazenda Lagoa dos Currais, Gustavo Pitangui de Salvo, Antônio Pitangui de Salvo, Joaquim Martino Ferreira e Alberto Francisco Gonçalves de Freitas, pela implantação do sistema silvipastoril na URT, com apoio irrestrito aos trabalhos lá realizados. Aos funcionários da Fazenda Lagoa dos Currais, em especial ao Sr. Lúcio Mauro Pinheiro da Costa, pelo registro e cuidados na execução de cada etapa do trabalho. À Associação Rede ILPF, pelo fomento ao projeto “Conversão de pastagem degradada em ambientes de produção intensiva (ILPF) na região Central de Minas Gerais - Fase 2”, e à Embrapa, pelo suporte financeiro e operacional vinculados ao projeto SEG 20.18.03.015.00 - “Estratégia ILPF para inovação agropecuária na região do Cerrado Mineiro e áreas limítrofes”.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Plano ABC - Agricultura de Baixa Emissão de Carbono**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/plano-abc-agricultura-de-baixa-emissao-de-carbono>. Acesso em: 10 ago. 2021.

CORDEIRO, L. A. M.; ROBÉLIO, L. V.; MARCHÃO, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 32, n. 1/2, p. 15-53, jan./ago. 2015.

DIAGNÓSTICO da pecuária bovina de corte em Minas Gerais. Belo Horizonte: FAEMG, 2016.

ESTADO da arte das pastagens em Minas Gerais. Belo Horizonte: Instituto Antônio Ernesto de Salvo, 2015.

GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, M. C. M.; ALVARENGA, R. C.; SANTOS, E. A. dos; SIMÃO, E. de P.; CAMPANHA, M. M. Sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta em Minas Gerais. **Boletim de Indústria Animal**, v. 71, n. 2, p. 183-191, 2014.

GONTIJO NETO, M. M.; BORGHI, E.; RESENDE, A. V. de; CAMPANHA, M. M.; COSTA, T. C. e C. da; SIMÃO, E. de P.; ALMEIDA, R. G. de; ALVES, F. V.; PORFIRIO-DA-SILVA, V. **Mitigação de gases de efeito estufa em sistema de Integração Pecuária-Floresta e potencial de produção de Carne Carbono Neutro**: Fazenda Lagoa dos Currais, Curvelo-MG. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018. 17 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 230).

GONTIJO NETO, M. M.; RESENDE, A. V. de; BORGHI, E.; CAMPANHA, M. M.; COSTA, T. C. e C. da; SIMÃO, E. de P.; GIEHL, J.; ABREU, S. C.; ALVARENGA, R. C. **Intensificação agropecuária no Cerrado**: coeficientes técnicos e análise financeira de Sistemas ILPF com diferentes níveis de investimento tecnológico. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 36 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 268).

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JÚNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; SICHIERI, F. Integração lavoura-pecuária-floresta como estratégia para aumentar a produtividade e prover serviços ambientais no noroeste do Paraná. In: PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B. de; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (ed.). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma Mata Atlântica**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 266-270.

INDICADORES brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/home/agenda>. Acesso em: 16 ago. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Gráficos climatológicos (1931-1960 e 1961-1990)**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos>. Acesso em: 9 set. 2018.

KICHEL, A. N.; COSTA, J. A. A.; ALMEIDA, R. G.; PAULINO, V. T. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF): experiências no Brasil. **Boletim de Indústria Animal**, v. 71, n. 1, p. 94-105, 2014.

MANZATTO, C. V.; SKORUPA, L. A.; ARAÚJO, L. S. de; VICENTE, L. E.; ASSAD, E. D. Estimativas de redução de emissões de gases de efeito estufa pela adoção de sistemas ILPF no Brasil. In: SKORUPA, L. A.; MANZATTO, C. V. (ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil: estratégias regionais de transferência de tecnologia, avaliação da adoção e de impactos**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 400-424.

MANZATTO, C. V.; ARAÚJO, L. S. de; ASSAD, E. D.; SAMPAIO, F. G.; SOTTA, E. D.; VICENTE, L. E.; PEREIRA, S. E. M.; LOEBMANN, D. G. dos S. W.; VICENTE, A. K. **Mitigação das emissões de gases de efeitos estufa pela adoção das tecnologias do Plano ABC**: estimativas parciais. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2020. 35 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 122).

OLIVEIRA, M. L. R.; LEITE, H. G.; GARCIA, S. L. R.; CAMPOS, J. C. C.; SOARES, C. P. B.; SANTANA, R. C. Estimação do volume de árvores de clones de eucalipto pelo Método da similaridade de perfis. **Revista Árvore**, v. 33, n. 1, p. 133-141, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622009000100014>.

OLIVEIRA, E. B. de; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; RIBASKI, J. SisILPF: software para simulação do crescimento, produção, metano e manejo do componente florestal em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 4., 2018, Ribeirão Preto. **Anais**. Brasília, DF: Embrapa; Colombo: Embrapa Florestas, 2018. p. 127-133.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 573-579, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000400016>.

SCHUMACHER, F. X.; HALL, F. S. Logarithmic expression of timber-tree volume. **Journal of Agricultural Research**, v. 47, n. 9, p. 719-734, 1933.

SILVA, A. R.; RODRIGUES FILHO, J. A.; CARVALHO, E. J. M.; SANTIAGO, A. V.; VELOSO, C. A. C.; MARTINEZ, G. B. Estoque de carbono e mitigação de metano produzido por bovinos em sistema integração pecuária-floresta (IPF) com eucalipto no Sudeste Paraense. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 39997-40016, Apr. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n4-457>.

TORRES, C. M. M. E.; JACOVINE, L. A. G.; OLIVEIRANETO, S. N.; FRAISSE, C. W.; SOARES, C. P. B.; CASTRO NETO, F.; FERREIRA, L. R.; ZANUNCIO, J. C.; LEMES, P. G. Greenhouse gas emissions and carbon sequestration by agroforestry systems in southeastern Brazil. **Scientific Reports**, v. 7, n. 16738, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16821-4>.

VARELLA, A. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; RIBASKI, J.; SOARES, A. B.; MORAES, A.; SAIBRO, J. C.; BARRO, R. S. Estabelecimento de plantas forrageiras em sistemas de integração floresta-pecuária no Sul do Brasil. In: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S. (ed.). **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. p. 283-301.



Esta publicação está disponível no endereço:
<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>

Embrapa Milho e Sorgo
Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
Fax: (31) 3027-1188
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição
Publicação digital (2021)

Embrapa

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Maria Marta Pastina

Secretário-Executivo
Elena Charlotte Landau

Membros
Cláudia Teixeira Guimarães, Mônica Matoso
Campanha, Roberto dos Santos Trindade e
Maria Cristina Dias Paes

Revisão de texto
Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica
Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

Tratamento das ilustrações
Mônica Aparecida de Castro

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Mônica Aparecida de Castro

Foto da capa
Miguel Marques Gontijo Neto

Apoio:



Parceria:



CGPE 017100