

CIRCULAR TÉCNICA

266

Sete Lagoas, MG
Outubro, 2020

Intensificação agropecuária no Cerrado: crescimento do eucalipto em ILPF sob diferentes níveis de investimento tecnológico

Mônica Matoso Campanha
Thomaz Correa e Castro da Costa
Miguel Marques Gontijo Neto
Álvaro Vilela de Resende
Eduardo de Paula Simão
Emerson Borghi
Antônio Carlos de Oliveira
Larissa Kálita

**OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL**



Intensificação agropecuária no Cerrado: crescimento do eucalipto em ILPF sob diferentes níveis de investimento tecnológico¹

Apresentação

Minas Gerais apresenta tradição agropecuária, principalmente na atividade pecuária, de leite e de corte. Mas como outras regiões do País, a maioria das pastagens do estado apresenta algum grau de degradação agrônômica (Carvalho et al., 2017). A região do Cerrado centro-norte mineiro ainda convive com problemas de deficiência hídrica acentuados nos últimos anos pela insuficiência de chuva e veranicos prolongados.

Os ganhos ambientais e econômicos com investimento em tecnologias nos sistemas produtivos são uma realidade no Brasil. A estratégia de integração das atividades agrícolas, pecuárias e florestais, com os diferentes arranjos e manejos, pode configurar vantagem competitiva, econômica, social e ambiental, frente às outras modalidades de produção.

Os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) podem contribuir para recuperação de áreas degradadas, viabilizando a produção de grãos e forragens, além do crescimento de árvores, que representa uma alternativa de renda para as propriedades pela venda da madeira e produtos não madeireiros.

¹ Monica Matoso Campanha, Eng.Agrôn., DSc. em Fitotecnia, Embrapa Milho e Sorgo; Thomaz Correia e Castro da Costa, Eng.Florestal, DSc. em Ciência Florestal, Embrapa Milho e Sorgo; Miguel Marques Gontijo Neto, Eng.Agrôn., DSc em Zootecnia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Álvaro Vilela de Resende, Eng.Agrôn., DSc em Ciência do Solo, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Eduardo de Paula Simão, Eng. Agrôn., MSc, Doutorando em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa; Emerson Borghi, Eng.Agrôn., DSc em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Antônio Carlos de Oliveira, Eng.Agrôn., DSc em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Larissa Kálita, estudante do curso de Agronomia, UFSJ, bolsista do Projeto Sisgerais, Embrapa Milho e Sorgo.

Neste sentido, uma pesquisa foi realizada visando estudar um modelo para recuperação de pastagens degradadas no Cerrado de Minas Gerais, estabelecendo tecnologias de manejo da fertilidade do solo utilizando um sistema ILPF. Os resultados deste estudo estão apresentados em uma série composta de quatro publicações: 1) Manejo da fertilidade e seus reflexos em atributos do solo e vigor da pastagem; 2) Desempenho dos componentes forrageiro e animal; 3) Crescimento do componente florestal; e 4) Custos de produção e retorno econômico.

Apresentamos o crescimento inicial do componente florestal e a estimativa de produção futura, constituindo a terceira parte desta série de publicações. O trabalho vem sendo conduzido no formato de Unidade de Referência Tecnológica (URT), na Fazenda Lagoa dos Currais (Curvelo-MG), em condição típica de aptidão limitada por períodos de déficit hídrico no solo. Procurou-se validar uma abordagem de manejo racional dos recursos naturais e do uso de insumos externos, conciliando aspectos técnicos e econômicos.

Aliada ao compromisso de alcance das metas da Agenda 2030, esta pesquisa agropecuária também atende aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), contribuindo para o cumprimento da meta 2.4 do ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável) e da meta 15.3 do ODS 15 (Vida Terrestre), na medida que o trabalho contempla um modelo para recuperação de pastagens estabelecendo tecnologias de manejo da fertilidade do solo utilizando o sistema ILPF, no Cerrado da região Central de Minas Gerais. O sistema ILPF é utilizado na intensificação do uso da terra como importante estratégia de aumento da produção agropecuária de forma sustentável, com benefícios econômicos, sociais e ambientais.

1. Introdução

A adoção de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) vem sendo utilizada para intensificação do uso da terra como estratégia de aumento da produção agropecuária de forma sustentável. A associação de atividades agrícolas, pecuárias e florestais, em uma mesma área, com cultivos em consórcio, em sucessão ou rotação, busca os efeitos sinérgicos entre os componentes do sistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica” (Barcellos et al., 2011).

A ILPF pode contribuir para recuperação de áreas degradadas, reduzindo a pressão por desmatamento e recuperando áreas improdutivas (Brasil, 2018a). Além destes benefícios, a utilização da ILPF também promove a diversificação da produção, o uso mais eficiente dos recursos disponíveis, tanto os naturais quanto os insumos agrícolas (Barcellos et al., 2011), e ajuda a manter importantes serviços ambientais (Nicodemo; Primavesi, 2019), como a conservação do solo (Salton et al., 2014; Lana et al., 2018), a fixação de carbono nos solos e nas árvores, reduzindo a emissão de gases de efeito estufa (Kichel et al., 2014; Figueiredo et al., 2017; Gontijo Neto et al., 2018), e a ciclagem de nutrientes (Freitas et al., 2013).

Na região do Cerrado, a ILPF tem se apresentado viável, adaptando-se às diferentes condições ambientais, sociais e econômicas (Pacheco et al., 2013; Alvarenga et al., 2019). E o estado de Minas Gerais possui grande potencial para exploração florestal, com condições de solo e clima propícias ao cultivo de espécies florestais, grãos, pecuária de leite e de corte (Gontijo Neto et al., 2014).

Incentivos do governo federal para a utilização de sistemas ILPF na agropecuária, contemplado no Plano Nacional para uma Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC) (Brasil, 2018b), aliados à necessidade de produção de madeira para atendimento a diferentes mercados, têm aumentado o interesse pela utilização das árvores em sistemas ILPF no Brasil.

1.1. Eucalipto em sistemas ILPF

Para compor o componente arbóreo em sistemas ILPF, o eucalipto tem se destacado como uma das principais espécies utilizadas, em função de suas características de crescimento rápido (Oliveira Neto et al., 2013), de adaptação a diferentes ambientes e condições climáticas (Macedo et al., 2006; Franchini et al., 2015; Silva et al., 2017), por apresentar práticas silviculturais validadas e pela disponibilidade de cultivares oriundas de programas de melhoria florestal (Macedo et al., 2019). A espécie apresenta ainda a versatilidade de uso de sua madeira, podendo ser aproveitada para construção de cercas, galpões, entre outros, na propriedade, ou utilizada no mercado para produção de papel, celulose, carvão (Soares et al., 2003; Albuquerque et al., 2017) e mais recentemente no mercado de madeira serrada.

No Brasil, a maioria da venda da madeira de eucalipto produzida é destinada ao setor de carvão vegetal e celulose. E a região Central de Minas Gerais é um polo siderúrgico de grande expressão, com demanda crescente por madeira reflorestada (Gontijo Neto et al., 2014). Entretanto vem crescendo a demanda por produtos estruturais de eucalipto, como mourões tratados, esticadores, postes, madeira para escoramento na construção civil, e pelos produtos da madeira serrada, representados pela marcenaria ou carpintaria para a construção e mobiliário de madeira, além dos produtos da indústria de compensado (Silva; Dias, 2016).

De acordo com Macedo et al. (2019) e Daniel et al. (2019), o agricultor deve priorizar, sempre que possível, a produção de madeira sólida, como postes, madeira serrada e laminados para a produção de móveis, pois o mercado de madeira serrada propicia maior valor agregado e maiores taxas de retorno aos produtores (Paixão et al., 2006; Tonini et al., 2019). Barbosa et al. (2019) encontraram valores 132% maiores para o preço do metro cúbico na venda da madeira em pé para serraria em comparação à venda para produção de carvão vegetal. Costa et al. (2016) verificaram que o retorno financeiro com a venda de madeira roliça pode alcançar um valor de 2 a 3 vezes maior que o retorno de venda para lenha.

Entretanto, convém ressaltar que a escolha por produtos mais nobres do emprego da madeira implica um período mais longo para o corte e de tempo de imobilização de capital. Poderá ser considerada também a possibilidade de venda intermediária de parte da madeira produzida, ao longo do horizonte de planejamento. Neste trabalho, foi avaliada a produção atual de madeira (ano 2019) e estimada a produção para um horizonte de 12 anos, considerando o tempo máximo para o produtor utilizar a linha de crédito para a implantação de sistema ILPF no âmbito do Programa ABC/BNDES. Uma análise econômica foi feita no quarto documento que compõem esta série (Gontijo Neto et al., 2020).

2. Intensificação agropecuária na Fazenda Lagoa dos Currais

2.1. Ambiente Produtivo

A partir de uma parceria firmada entre a Embrapa Milho e Sorgo e a Lagoa dos Currais Agropecuária, com apoio da Associação Rede ILPF, em 2017 teve início a implantação de uma Unidade de Referência Tecnológica (URT) para a conversão de área de pastagem degradada em sistema ILPF, comparando quatro níveis de intensificação, isto é, de investimento tecnológico.

A área experimental está situada nas coordenadas 19°00'29,31" S; 44°17'18,89" O; 775 m de altitude, no município de Curvelo, região Central de Minas Gerais, onde predominam a pecuária de corte e a produção de eucalipto, e a convivência com a restrição hídrica é um grande desafio enfrentado pelos produtores. A vegetação natural é típica do Cerrado, mas, diferentemente de outras partes desse bioma, as condições climáticas nessa região impõem sérias dificuldades para a exploração de cultivos anuais (Resende et al., 2020; Instituto Nacional de Meteorologia, 2020b).

Diferentes localidades no Cerrado mineiro apresentam variações edafoclimáticas, mas o déficit hídrico pela escassez de chuvas durante boa parte do ano nas regiões Central, Noroeste e Norte tem sido, recorrentemente, um fator limitante até mesmo para as forrageiras perenes, prejudicando o desempenho da atividade pecuária que depende das pastagens. São apresentadas, na Figura 1, as características climáticas e o balanço hídrico para o município de Curvelo-MG. Os volumes e a distribuição das chuvas ao longo do ano são desfavoráveis, com maior frequência de meses com déficit hídrico no solo. A série histórica foi obtida da estação experimental de Curvelo (Instituto Nacional de Meteorologia, 2020b).

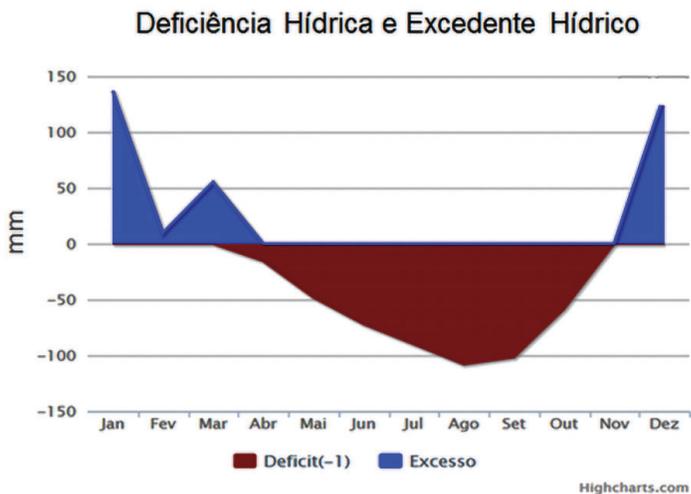


Figura 1. Balanço hídrico mensal do município de Curvelo-MG. Fonte: adaptado de Instituto Nacional de Meteorologia (2020b).

2.2. Tecnologias de manejo da fertilidade do solo

Uma área total de 44 hectares da fazenda foi dividida em quatro piquetes de aproximadamente 11 hectares para renovação da pastagem utilizando o capim braquiarião (*Urochloa brizantha* cv Marandu) e plantio de eucalipto (*Eucalyptus urophylla* cv AEC 1144), com manejo variando de baixo a alto uso de adubação, buscando correspondente melhoria do potencial de produção. O nível de investimento (NI) mínimo equivaliu ao padrão regional, no qual se aplicam somente calcário, gesso, fosfato e nitrogênio em doses moderadas na renovação de pastagens. Os demais níveis seguiram uma utilização crescente de doses desses insumos, além de potássio e micronutrientes, até alcançar condições que viabilizassem maior intensificação do sistema, com a introdução de sorgo forrageiro (cultivar BRS 658) como componente agrícola no primeiro ano (safra 2017/2018). O eucalipto recebeu adubação adicional específica, uniforme nos quatro piquetes, conforme apresentado no próximo item sobre plantio e adubação do eucalipto. A partir do segundo ano, estes permaneceram com braquiária e eucalipto, introduzindo-se o componente animal nos sistemas. Foram utilizadas novilhas Guzerá com 8 a 9 meses de

idade e peso médio em torno de 250 kg, com taxa de lotação nos piquetes variando em função da disponibilidade de forragem no decorrer do ano.

O histórico da área e da composição dos níveis de intensificação podem ser acessados no primeiro documento desta série, em Resende et al. (2020), assim como as adubações de manutenção da pastagem. Os quatro níveis crescentes de intensificação na melhoria do solo e estabelecimento de sistemas mais intensivos estão apresentados nos Quadros 1 e 2.

Quadro 1. Quantidades de corretivos e fertilizantes aplicadas ao longo das etapas de estabelecimento e manutenção de sistema ILPF com diferentes níveis de investimento tecnológico (NI), até os 30 meses, na URT Lagoa dos Currais.

Etapas	Corretivos, Fertilizantes e Operações	Níveis de Investimento				Data
		NI 1	NI 2	NI 3	NI 4	
		Marandu/Eucalipto Padrão Regional	Marandu/Eucalipto Sistema Melhorado	Sorgo/Mar./Euc. Sistema Intensificado	Sorgo/Mar./Euc. Produção Potencial	
Construção da fertilidade	Calcário dolomítico PRNT 95% (t/ha)	1,1 (V=52%)	1,9 (V=43%)	2,6 (V=53%)	3,8 (V=70%)	Set/2017
	Gesso agrícola (t/ha)	1,1	1,1	1,1	2,0	Set/2017
	P a lanço (kg/ha de NPK 10-50-00 / P ₂ O ₅)	81/40	170/85	170/85	170/85	Out/2017
	K a lanço (kg/ha de cloreto de potássio / K ₂ O)	-	-	80/48	131/79	Out/2017
	Micronutrientes a lanço (kg/ha de FTE BR12)	-	-	-	51	Out/2017
Cultivo de sorgo	P sulco sorgo (kg/ha de NPK 10-50-00 / P ₂ O ₅)	-	-	112/56	138/69	Nov/2017
	N junto ao P lanço ± sulco (kg/ha de N)	8+0	17+0	17+11	17+14	Nov/2017
	N em cobertura (kg/ha de ureia / N)	-	87/40	140/64	140/64	Dez/2017
	P após silagem (kg/ha NPK 09-50-00 / P ₂ O ₅)	-	-	-	96/48	Abr/2018
Após corte silagem	N junto ao P após silagem (kg/ha de N)	-	-	-	9	Abr/2018
	N após silagem (kg/ha de ureia / N)	-	-	-	50/30	Abr/2018
	K após silagem (kg/ha cloreto de potássio / K ₂ O)	-	-	98/45	98/45	Abr/2018
	N em cobertura (kg/ha de ureia / N)	95/43	95/43	-	-	Dez/2018
Adubações de manutenção da pastagem	N em cobertura (kg/ha de ureia / N)	-	-	113/51	113/51	Fev/2019
	N em cobertura (kg/ha de ureia / N)	-	-	-	113/51	Fev/2019
	N em cobertura (kg/ha de ureia / N)	-	100/45	100/45	100/45	Dez/2019
	NPK em cobertura (kg/ha de NPK 10-10-10)	-	-	95	164	Jan/2020
	N em cobertura (kg/ha de ureia / N)	-	-	-	100/45	Fev/2020
	N em cobertura (kg/ha de ureia / N)	-	-	-	-	-

Quadro 2. Quantidades totais de corretivos e nutrientes aplicadas conforme o nível de investimento tecnológico (NI) em sistema ILPF, no período de 09/2017 a 03/2020 (30 meses), Curvelo-MG.

Corretivos e Nutrientes	Níveis de Investimento			
	NI 1	NI 2	NI 3	NI 4
	Marandu/Eucalipto Padrão Regional	Marandu/Eucalipto Sistema Melhorado	Sorgo/Mar./Euc. Sistema Intensificado	Sorgo/Mar./Euc. Produção Potencial
Calcário dolomítico (t/ha)	1,1	1,9	2,6	3,8
Gesso agrícola (t/ha)	1,1	1,1	1,1	2,0
Nitrogênio (kg/ha de N)	51	145	242	357
Fósforo (kg/ha de P ₂ O ₅)	40	85	150	218
Potássio (kg/ha de K ₂ O)	-	-	57	125
Micronutrientes (kg/ha de FTE BR12)	-	-	-	51

2.3. Plantio e adubação do eucalipto

As etapas para implantação dos renques de eucalipto se iniciaram em setembro de 2017 com as atividades de correção do solo da área e posterior realização dos sulcos correspondentes às linhas de plantio (Quadro 3). O espaçamento adotado foi de 20 m x 4 m entre as linhas e plantas, respectivamente, formando uma população inicial de plantas de 125 árvores ha⁻¹.

Operações para fornecimento de nutrientes foram realizadas especificamente nas linhas de eucalipto, envolvendo distribuição de fertilizante na abertura dos sulcos e em covetas próximas às mudas, além de aplicações em cobertura e em pulverizações foliares. O manejo nutricional específico do eucalipto, apresentadas no Quadro 3, foi padronizado na URT Lagoa dos Currais, sendo o mesmo nos quatro níveis de investimento tecnológico em ILPF, seguindo procedimentos e dosagens estabelecidos para a implantação de florestas na região.

A época de execução e as atividades de plantio, adubação, tratos culturais realizados nas áreas durante a implantação e condução das árvores de eucalipto nos dois anos subsequentes à implantação encontram-se dispostas no

Quadro 3. A Figura 2 mostra imagens da URT com o eucalipto em diferentes idades.

Quadro 3. Cronograma de execução das atividades, quantidade e insumos utilizados para a implantação de linhas de eucalipto em sistema ILPF, na URT Lagoa dos Currais.

Ano 0 - (set/2017 a out/2018)		
Data	Correção do solo em área total nos piquetes	Dose / Insumo
set/17	Distribuição do calcário	Dose conforme o Nível de Intensificação (Quadro 1)
set/17	Distribuição do gesso	Dose conforme o Nível de Intensificação (Quadro 1)
out/17	Distribuição do cloreto de potássio e FTE	Dose conforme o Nível de Intensificação (Quadro 1)
out/17	Gradagem aradora	
out/17	Distribuição do MAP	Dose conforme o Nível de Intensificação (Quadro 1)
out/17	Gradagem intermediária	
Data	Tratos Culturais – Eucalipto	Dose / Insumo
out/17	1ª subsolagem e marcação das linhas	
jan/18	2ª subsolagem com adubação de base	34 kg ha ⁻¹ de NPK 10-28-10 + micros (0,3% de B, 0,6% de Cu, 0,8% de Zn)
jan/18	Aplicação herbicida na linha do sulco (~ 2,0 m de largura)	100,8 g ha ⁻¹ de MSMA
jan/18	Tratamento das mudas para plantio	Imersão em solução: Inseticidas Fipronil (400g) e Tiametoxam (375g) + MAP (fosfato monoamônico) (1.500g) em 100 L de água
jan/18	Coveamento e plantio das mudas	125 plantas ha ⁻¹
jan/18	Adubação de plantio em covetas laterais	23 kg ha ⁻¹ de NPK 10-28-10 + micros (0,3% de B, 0,6% de Cu, 0,8% de Zn)
fev/18	Irrigações pós-plantio	5 vezes
fev/18	Aplicação herbicida pré-emergente + inseticida na linha de plantio	15 g ha ⁻¹ de Isoxaflutol + 5,75 g ha ⁻¹ de Tiametoxam
mar/18	Capina para catação de mato com enxada na linha de plantio	
jul/18	Pulverização foliar de Boro + MAP + KCl+ Inseticidas	1,0 kg ha ⁻¹ de ácido bórico; 200g ha ⁻¹ de MAP; 200 g ha ⁻¹ de KCl; 3,0 g ha ⁻¹ de Bifentrina; 5,75 g ha ⁻¹ de Tiametoxam
Ano 1 - (Set/2018 a Ago/2019)		
DATA	Tratos Culturais – Eucalipto	Dose / Insumo
out/18	1ª Adubação de Cobertura na projeção da copa	45 kg ha ⁻¹ de NPK 20-05-15
set/19	Pulverização foliar de Boro + MAP + KCl+ Inseticidas	1,0 kg ha ⁻¹ de Ácido bórico; 200g ha ⁻¹ de MAP; 200 g ha ⁻¹ de KCl; 3,0 g ha ⁻¹ de Bifentrina; 5,75 g ha ⁻¹ de Tiametoxam
Ano 2 – (Set/2019 a Ago/2020)		
DATA	Tratos Culturais – Eucalipto	Dose / Insumo
nov/19	2ª Adubação de Cobertura na projeção da copa	100 kg ha ⁻¹ da mistura: 46 kg de NPK 09-36-09 + 29 kg de ureia + 25 kg de KCl

* O manejo nutricional específico do eucalipto foi padronizado na URT Lagoa dos Currais, sendo o mesmo nos quatro níveis de investimento tecnológico em ILPF.



Fotos: Álvaro Vilela de Resende.

Figura 2. Árvores de eucalipto aos 3 meses de idade (março de 2018) em consórcio com sorgo no NI 3 (A); aos 4 meses (abril de 2018) em consórcio com capim no NI 1 (B); aos 11 meses, no NI 3 (dezembro de 2018) (C), aos 16 meses, no NI 3 (maio de 2019) (D), aos 23 meses, no NI 4 (dezembro de 2019) (E) e aos 28 meses, no NI 4 (maio de 2020) (F), na URT Lagoa dos Currais.

2.4. Avaliação do crescimento das árvores e coleta de dados

O crescimento do eucalipto foi avaliado aos 11, 18 e 23 meses após o plantio, em 48 árvores de cada tratamento. Foram medidos o diâmetro à altura do peito (DAP), com utilização de suta, e a altura das árvores (H), aos 11 e 18 meses com vara graduada e aos 23 meses com hipsômetro eletrônico. O volume ($m^3 \text{ árvore}^{-1}$) foi estimado pela equação ajustada do modelo de Schumacher e Hall (1933) (Eq. 1), usando dados de clones de eucalipto de regiões de Minas Gerais disponíveis em Oliveira et al. (2009b), com a seguinte estatística apresentada no Quadro 4.

$$V \text{ (m}^3 \text{ árvore}^{-1}\text{)} = \text{EXP} (-10,1891 + 1,9424 * \text{LN}(\text{DAP}) + 1,0299 * \text{LN}(\text{Ht}))$$

(Eq. 1)

Quadro 4. Coeficientes da Equação 1 e estatísticas de erro

	Coeficientes (B)	Erro Padrão	t(21)	p-level
Intercept	-10.1891	0.133864	-76.1148	0.000000
LN(DAP)	1.9424	0.096595	20.1087	0.000000
LN(H)	1.0299	0.123474	8.3411	0.000000

Em cada área, correspondente aos quatro níveis de investimento, os dados de altura, DAP e estimativa de volume foram obtidos em quatro amostras aleatórias constituídas de 12 árvores aos 23 meses após o plantio. A análise de variância, utilizada para testar a hipótese de igualdade de médias entre os quatro tratamentos, teve como base o seguinte modelo estatístico:

$y_{ijk} = \mu + t_i + a_{j(i)} + e_{k(i,j)}$, em que μ é a média geral; t_i é o efeito do i -ésimo nível de investimento ($i= 1,2,3,4$); $a_{j(i)}$ é o efeito da j -ésima amostra ($j=1,2,3$) dentro de nível de investimento; e $e_{k(i,j)}$ é o efeito da k -ésima árvore ($k=1,2,\dots,12$) dentro de amostra dentro de nível de investimento, considerado como erro experimental. As médias foram comparadas pelo teste LSD, a 5% de probabilidade.

2.5. Projeção da produção de madeira

Com os dados de DAP e altura, foram projetadas as distribuições de diâmetro para a idade de 12 anos (2030), como data prevista para o corte da madeira, de acordo com o planejamento do produtor. Essa data focal marca o período final em que o empréstimo financeiro para estabelecimento do sistema ILPF deverá ser quitado. Foi feita a projeção da estimativa de volume produzido e rendimento de madeira deste sistema, considerando o diâmetro mínimo de 18 cm para obtenção das peças. A implementação da projeção foi realizada por meio do software CalcMadeira (Costa et al., 2020).

3. Aferição dos resultados

3.1. Impacto do manejo da fertilidade no crescimento do eucalipto

O crescimento do eucalipto no diâmetro à altura do peito (DAP) e altura das árvores em ILPF seguiu tendências semelhantes nos quatro níveis de investimento, isto é, intensificação (NI), estabelecidos (Figura 3). Após 11 meses do plantio, os DAPs variaram entre 3,9 cm (NI 1) e 4,3 cm (NI 4) e a altura ficou entre 3,8 m (NI 2) e 4,1 m (NI 4). Aos 23 meses, a altura média das árvores alcançou entre 7,3 m (NI 1) e 8,0 m (NI 4), e o DAP entre 9,0 cm (NI 1) e 10,1 cm (NI 4).

Maiores volumes de madeira, tanto por planta quanto por hectare, foram encontrados quando se utilizou o maior nível de investimento tecnológico (NI 4), embora o crescimento em volume tenha apresentado comportamento semelhante sob os diferentes níveis. Aos 23 meses, o volume médio por árvore foi de 0,021 e 0,029 ($\text{m}^3 \text{árvore}^{-1}$), para NI 1 e NI 4, respectivamente, com consequente representatividade na quantificação do volume por hectare (Figura 3).

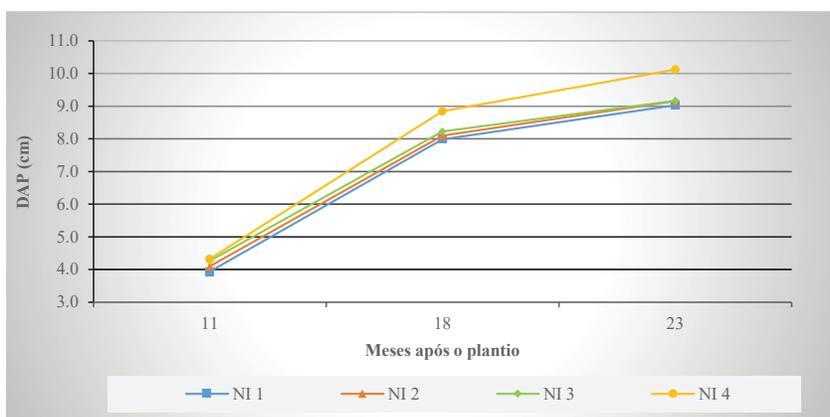


Figura 3a.

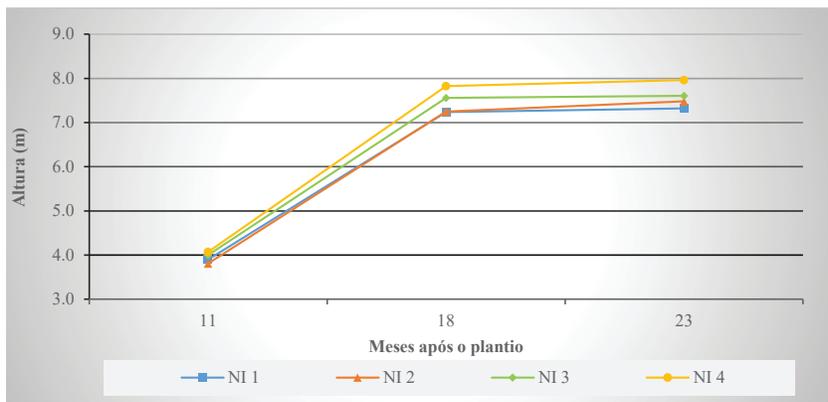


Figura 3b.

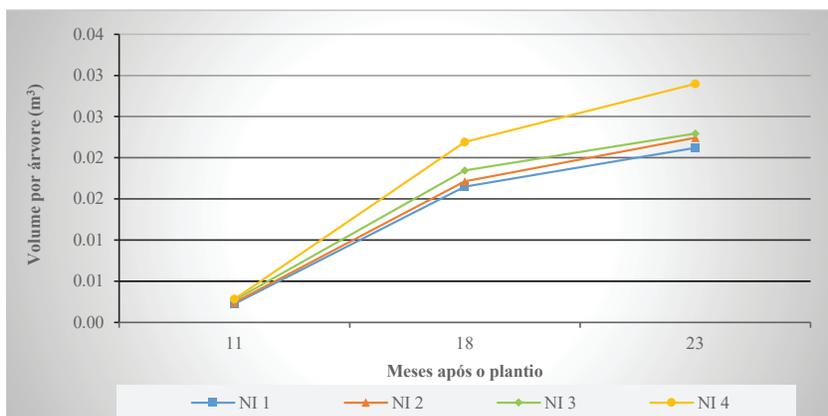


Figura 3c.

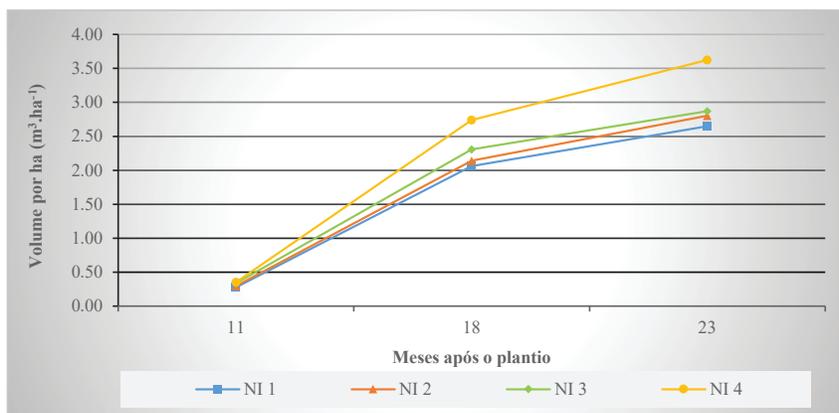


Figura 3d.

Figuras 3a, b, c e d. Evolução do DAP (cm) (A), altura de plantas (m) (B), volume de madeira por árvore ($m^3 \text{ árvore}^{-1}$) (C) e volume de madeira por hectare ($m^3 \text{ ha}^{-1}$) (D) conforme a idade do eucalipto, sob níveis crescentes de investimento tecnológico em sistema ILPF na URT Lagoas dos Currais.

Estudos com eucalipto em ILPF em áreas de Cerrado mostram que a produtividade do componente florestal é bastante variável, encontrando-se valores de volume tanto maiores (Oliveira et al., 2015; Campanha et al., 2017) quanto menores (Oliveira et al., 2009a) que aqueles obtidos na área avaliada. Além de fatores nutricionais, as características climáticas, como a quantidade de chuvas, afetam o crescimento das árvores. E a região de Curvelo-MG vem experimentando nos últimos anos um histórico de agravamento do déficit hídrico (Instituto Nacional de Meteorologia, 2020a). No caso desta URT, as árvores de eucalipto ainda sofreram ataque de psilídeos (insetos da família Psyllidae), aos 18 meses (julho de 2019), causando significativa redução da área foliar das árvores, o que provavelmente influenciou o crescimento delas. Nas avaliações aos 23 meses (dezembro de 2019), já se observou algum crescimento de folhas novas no ápice, embora ainda fosse visível o dano causado pela praga (Figura 4).



Fotos: Mônica Matoso Campanha (A, B) e Álvaro Vilela de Resende (C).

Figura 4. Árvores de eucalipto aos 18 meses (julho de 2019) (A, B), evidenciando danos de desfolha provocados por psilídeo no topo das árvores, e aos 24 meses de idade (janeiro de 2020) (C), mostrando a recuperação das plantas, na URT Lagoa dos Currais.

A evolução do crescimento das árvores mostra que, embora as adubações de plantio, cobertura e foliares tenham sido as mesmas para todas as plantas de eucalipto nos quatro piquetes que compõem a URT Lagoa dos Currais (Quadro 3), houve diferença entre as variáveis das árvores nos diferentes níveis de intensificação do sistema ILPF. Aos 23 meses, as plantas do tratamento com investimento tecnológico mais elevado (NI 4) apresentaram crescimento mais vigoroso, com DAP, altura e volume por árvore maiores (Figura 5). O NI 1 foi o tratamento em que houve menor crescimento do eucalipto comparado com NI 3 e NI 4, mas não diferiu do NI 2. Informações sobre produção do componente forrageiro estão relatadas na segunda publicação da série referente à URT Lagoa dos Currais (Borghi et al., 2020).

Observa-se que, neste sentido, as árvores provavelmente se aproveitaram da correção do solo e de parte dos fertilizantes aplicados conforme cada nível de investimento tecnológico no sistema (Quadros 1 e 2). No NI 4, com aportes mais elevados de N, P, K além de maior quantidade de calcário, gesso e aplicação de micronutrientes, houve maior crescimento do eucalipto, comparado com o NI 1, NI 2 e NI 3. Entre os níveis NI 2 e NI 3, não se verificaram diferenças significativas entre as variáveis estudadas (Figura 5). A adequação química de solos inicialmente ácidos e pobres em nutrientes, por meio de operações de calagem, gessagem e adubações corretivas, busca promover ambientes propícios ao adequado desenvolvimento das plantas (Resende et al., 2016). Além disso, de acordo com os autores, aplicações sucessivas de corretivos e fertilizantes podem propiciar efeitos residuais cumulativos que elevam outros atributos químicos da fertilidade, como P e bases trocáveis.

Estudos sobre crescimento inicial do eucalipto mostram que o aporte de nutrientes é essencial para o desenvolvimento das plantas. Dentre os benefícios, são reportados: favorecimento do crescimento (Teixeira et al., 2019), maior produção de massa seca da parte aérea e de raízes com aumento de doses de P (Stahl et al., 2013); melhor estado nutricional, com aumento da taxa fotossintética, do crescimento e da produção de matéria seca em resposta ao N (Ferreira et al., 2015; Jesus et al., 2012); aumento do crescimento e produtividade (Sampaio et al., 2016) e aumento da capacidade de suportar os efeitos negativos da deficiência hídrica pela adubação potássica (Mendes et al., 2013). Lima et al. (2017), modelando a influência dos atributos físico-químicos do solo no desenvolvimento do *Eucalyptus urograndis*, verificaram

que pH, acidez potencial (H+Al) e alumínio (Al³⁺) também são atributos determinantes para previsão do crescimento destas plantas.

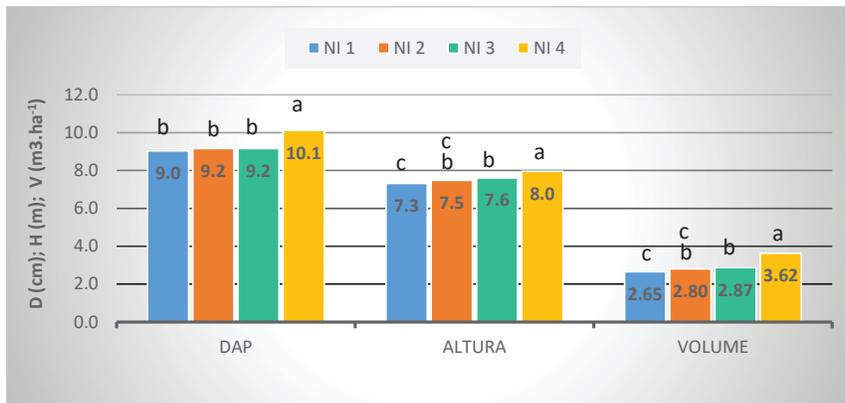


Figura 5. Médias de DAP (D, cm), altura (H, m) e volume das (V, m³ ha⁻¹) das árvores de eucalipto aos 23 meses de idade, em sistema ILPF sob níveis crescentes de investimento tecnológico (NI 1 a NI 4) na URT Lagoa dos Currais. Para cada variável, os valores seguidos de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste LSD.

O proveito que o eucalipto tirou do condicionamento inicial do solo e potencialmente das adubações de manutenção realizadas na área, no NI 4, promoveu uma produção de 0,97; 0,82; e 0,75 m³ a mais de madeira por hectare, em relação ao NI 1, NI 2 e NI 3, respectivamente, aos 23 meses de idade. Esta diferença no crescimento inicial das árvores possivelmente refletirá em um maior potencial de produção naquele sítio, com possível incremento no retorno financeiro ao produtor, como será visto no próximo tópico. A expectativa é que as diferenças na produção de madeira entre os níveis de intensificação se ampliem no decorrer do tempo, com o crescimento das árvores acompanhando os níveis de corretivos e fertilizantes aportados em cada um dos piquetes.

Considerando que o objetivo principal dos inputs diferenciados de corretivos e fertilizantes tenha sido proporcionar condições que viabilizassem a intensificação do sistema com a introdução de lavoura anual na fase de formação e posterior manutenção de uma pastagem mais vigorosa, a produção de euca-

lipo parece também ter sido beneficiada nos maiores níveis de investimento tecnológico. Isto sugere que o aporte de nutrientes juntamente com melhor correção do solo, para as plantas no começo de seu crescimento, promove um arranque inicial que espera se refletir em maior produção de madeira por hectare no corte das árvores no futuro. Essa perspectiva é apresentada no tópico seguinte, com a produtividade projetada do eucalipto quando atingir 144 meses de idade.

3.2. Projeção da produtividade de madeira aos 144 meses

Pelas estimativas elaboradas com métodos computacionais, as árvores presentes no NI 4 são as que renderão maior volume por hectare (Figura 6). Provavelmente o bom desempenho nos anos iniciais das árvores implantadas no piquete de maior nível de investimento/intensificação se refletirá na colheita de madeira no futuro. Entretanto, para validar as projeções e confirmar diferenças reais de produção, são importantes novas avaliações em idades futuras e, se possível, aos 144 meses, pois dados na fase juvenil não são os mais indicados para a metodologia utilizada. Interferem ainda nas taxas de crescimento os fatores ambientais, como a variação interanual da disponibilidade de água, presença de doenças e fertilização que irão afetar o desenvolvimento das árvores ao longo de todo o ciclo até o corte.

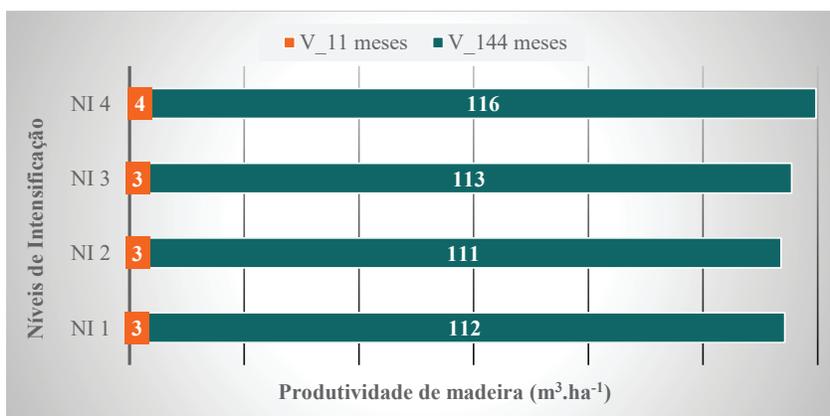


Figura 6. Produtividade estimada de madeira de eucalipto ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) aos 11 meses (medida) e aos 144 meses (projetada), em sistema ILPF sob níveis crescentes (NI 1 a NI 4) de investimento tecnológico na URT Lagoa dos Currais.

Apesar de ser pequena a diferença nas estimativas de produtividade de madeira entre os quatro níveis de intensificação, qualquer ganho em volume contribui na amortização de custos do sistema ILPF e pode propiciar maior lucratividade ao produtor. Uma análise econômica foi feita considerando os incrementos de produção de madeira e, conseqüentemente, o potencial de geração de receita pelo componente florestal, frente aos custos com o crescente aporte de tecnologia. A análise econômica das opções de investimento em ILPF na URT Lagoa dos Currais pode ser consultada no quarto documento da série, em Gontijo Neto et al. (2020).

4. Considerações finais

O presente trabalho trata de resultados preliminares, com plantas de eucalipto ainda em início de crescimento. É importante o acompanhamento e novas avaliações futuras para confirmar as projeções de produção em cada área.

Neste estudo, a diferença de aplicação de corretivos e fertilizantes no solo, representada pelos níveis de intensificação utilizados em cada área, refletiu na diferença do crescimento inicial das árvores (dois anos). Maior produtividade de madeira foi encontrada quando se utilizou maior nível de intensificação, provavelmente em razão dos benefícios da melhoria nos parâmetros de fertilidade de solo em função do maior investimento tecnológico aplicado na correção do solo e nas adubações.

A previsão de produtividade do componente florestal, para 12 anos, mostra que há possibilidade para produção de madeira com maior valor agregado, caso o produtor possa dispor da permanência de suas árvores por períodos mais longos.

Neste sentido, mesmo podendo apresentar viabilidade técnica, comprovada no futuro, níveis mais altos de investimento tecnológico para intensificação agropecuária devem ser avaliados com relação aos aspectos econômicos. Por ser um sistema complexo, a ILPF necessita ser avaliada frente às fontes de receita, a fim de se contabilizar adequadamente a rentabilidade do sistema.

Para acessar as informações completas relativas ao estabelecimento dos diferentes níveis de investimento tecnológico, desempenho forrageiro, animal e florestal, com as análises econômicas, sugere-se consultar também as outras três publicações (Borghi et al., 2020; Gontijo Neto et al., 2020; Resende et al., 2020), que relatam as experiências vivenciadas na URT Lagoa dos Currais nesses dois anos e meio de condução do sistema ILPF.

5. Agradecimentos

Aos sócios proprietários da Fazenda Lagoa dos Currais, Gustavo Pitangui de Salvo, Antonio Pitangui de Salvo, Joaquim Martino Ferreira, e Alberto Francisco Gonçalves de Freitas, pela cessão de área, disponibilização dos animais para compor o sistema ILPF e implantação da URT, com apoio irrestrito aos trabalhos lá realizados. Aos funcionários da Fazenda Lagoa dos Currais pelo auxílio na condução da URT. À Associação Rede ILPF e à Embrapa, pelo suporte financeiro e operacional.

6. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; SILVA, S. M.; LUZ, J. M. Q.; ZANDONADI, C. H. Consortium of eucalyptus with forage sorghum in semiarid of Minas Gerais State. **Ciência Rural**, v. 47, n. 11, e20160939, 2017.

ALVARENGA, R. C.; VIANA, M. C. M.; CARVALHO, E. R. de O.; ALBERNAZ, W. M.; VENTURIN, R. P.; OLIVEIRA, I. R. de; GONTIJO NETO, M. M.; BORGHI, E.; RESENDE, A. V. de; CAMPANHA, M. M.; COSTA, T. C. e C. da. Integração lavoura-pecuária-floresta na região Central de Minas Gerais, Brasil. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. de; LAURA, V. A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. (Ed.). **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. cap. 41, p. 669-686.

BARBOSA, R. A.; REIS, G. G. D.; REIS, M. D. G. F.; OLIVEIRA, C. H. R. D.; SILVA, M. L. D.; CACAU, F. V.; CALIMAN, J. P. Growth, yield and economic analysis of an eucalypt-soybean consortium: effect of the distance between trees within the row. **Revista Árvore**, v. 43, n. 2, e430202, 2019.

BARCELLOS, A. O.; MEDRADO, M. J. S.; GRISE, M. M.; SKORUPA, L. A.; ROCHA, W. S. Base conceitual, sistemas e benefícios da ILPF. In: BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011. p. 23-40.

BORGHI, E.; GONTIJO NETO, M. M.; RESENDE, A. V. de; SIMÃO, E. de P.; ABREU, S. C.; GIEHL, J.; SANTANA, D. P.; ALVARENGA, R. C.; CAMPANHA, M. M.; COSTA, T. C. e C. da; RESENDE, R. M. S. **Intensificação agropecuária no Cerrado**: implantação de sistema ILPF com as culturas do sorgo forrageiro, capim Marandu e Eucalipto na região Central de Minas Gerais. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento). No prelo.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Integração Lavoura Pecuária e Floresta - ILPF**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/integracao-lavoura-pecuaria-e-floresta-ilpf>> Acesso em: 22 maio 2018a.

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>. Acesso em: 22 maio 2018b.

CAMPANHA, M. M.; COSTA, T. C. C.; GONTIJO NETO, M. M. **Crescimento, estoque de carbono e agregação de valor em árvores de eucalipto em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) no cerrado de Minas Gerais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2017. 24 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 157).

CARVALHO, W. T. V.; MINIGHIN, D. C.; GONÇALVES, L. C.; VILLANOVA, D. F. Q.; MAURICIO, R. M.; PEREIRA, R. V. G. Pastagens degradadas e técnicas de recuperação: Revisão. **Pubvet**, v. 11, n. 10, p. 1036-1045, 2017.

COSTA, T. C. e C.; CAMPANHA, M. M.; FRANÇA, L. F. M. CalcMadeira: sistema para estimativa de peças de madeira roliça e serrada. In: OLIVEIRA, E. B.; PINTO JÚNIOR, J. E. (Ed.). **O eucalipto e a Embrapa: 40 anos de pesquisa e desenvolvimento**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. cap. 24. No prelo.

COSTA, T. C. e C. da; CAMPANHA, M. M.; GONTIJO NETO, M. M. **Quantificação de madeira roliça de eucalipto comparada a valoração em metro cúbico e lenha: opções de renda em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 224).

DANIEL, O.; CARVALHO, R. P.; HEID, D. M.; MATOS, F. A. Sustentabilidade econômica de sistemas silvipastoris com eucalipto focados na produção de madeira sólida. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. de; LAURA, V. A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. (Ed.). **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. cap. 31. p. 503-523.

FERREIRA, E. V. D. O.; NOVAIS, R. F.; PEREIRA, G. L.; BARROS, N. F. D.; SILVA, I. R. D. Differential behavior of young Eucalyptus clones in response to nitrogen supply. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 3, p. 809-820, 2015.

FIGUEIREDO, E. B. de; JAYASUNDARA, S.; BORDONAL, R. de O.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A.; RIDDLE, C. W.; LASCALA JR., N. Greenhouse gas balance and carbon footprint of beef cattle in three contrasting pasture

management systems in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 12, n. 1, p. 420-431, 2017.

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.

FREITAS, E. C. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; FONSECA, D. M.; SANTOS, M. V.; LEITE, H. G.; MACHADO, V. D. Deposição de serapilheira e de nutrientes no solo em sistema agrossilvipastoril com eucalipto e acácia. **Revista Árvore**, v. 37, n. 3, p. 409-417, 2013.

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. (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. de; ALVARENGA, R. C. **Intensificação agropecuária no Cerrado: coeficientes técnicos e análise financeira de sistema ILPF com diferentes níveis de investimento tecnológico**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 268).

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.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados históricos anuais**. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>>. Acesso em: 6 jun. 2020a.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Sisdagro - Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária**: balanço hídrico climatológico mensal. Disponível em: <<http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/climatologia/bhclimatologicomensal/index>>. Acesso em: 22 abr. 2020b.

JESUS, G. L. D.; BARROS, N. F. D.; SILVA, I. R. D.; NEVES, J. C. L.; HENRIQUE, E. P.; LIMA, V. C.; FERNANDES, L. V.; SOARES, E. M. B. Doses e fontes de nitrogênio na produtividade do eucalipto e nas frações da matéria orgânica em solo da região do cerrado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 1, p. 201-214, 2012.

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.

LANA, A. M. Q.; LANA, R. M. Q.; LEMES, E. M.; REIS, G. L.; MOREIRA, G. H. F. A. Influence of native or exotic trees on soil fertility in decades of silvo-pastoral system at the Brazilian savannah biome. **Agroforestry Systems**, v. 92, n. 2, p. 415-424, 2018.

LIMA, E. D. S.; SOUZA, Z. M. D.; MONTANARI, R.; OLIVEIRA, S. R. D. M.; LOVERA, L. H.; FARHATE, C. V. V. Classification of the initial development of eucalyptus using data mining techniques. **Cerne**, v. 23, n. 2, p. 201-208, 2017.

MACEDO, R. L. G.; BEZERRA, R. G.; VENTURIN, N.; VALE, R. S.; OLIVEIRA, T. K. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agrônômicas de milho cultivados em sistema silviagrícola. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p. 701-709, 2006.

MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, R. P.; VIANA, M. C. M.; VENTURIN, N.; CARVALHO, F. de; NIERI, E. M. O componente arbóreo e suas interações no sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. de; LAURA, V. A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. (Ed.). ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 473-491.

MENDES, H. S. J.; PAULA, N. F. D.; SCARPINATTI, E. A.; PAULA, R. C. D. Respostas fisiológicas de genótipos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* à

disponibilidade hídrica e adubação potássica. **Cerne**, v. 19, n. 4, p. 603-611, 2013.

NICODEMO, M. L. F.; PRIMAVESI, O. M. A. S. P. R. Serviços ambientais em sistemas silvipastoris. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. de; LAURA, V. A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. (Ed.). **ILPF**: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 141-153.

OLIVEIRA, F. L. R.; CABACINHA, C. D.; SANTOS, L. D. T.; BARROSO, D. G.; SANTOS JÚNIOR, A.; BRANT, M. C.; SAMPAIO, R. A. Crescimento inicial de eucalipto e acácia, em diferentes arranjos de integração lavoura-pecuária-floresta. **Cerne**, v. 21, n. 2, p. 227-233, 2015.

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, 2009a.

OLIVEIRA, T. K.; 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. 1-9, 2009b.

OLIVEIRA NETO, S. N.; SALLES, T. T.; LEITE, H. G.; FERREIRA, G. B.; MELIDO, R. C. N. Tree modeling and economic evaluation of agroforestry systems. **Silva Lusitana**, v. 21, n. 1, p. 43-60, 2013.

PACHECO, A. R.; CHAVES, R. de Q.; NICOLI, C. M. L. Integration of crops, livestock, and forestry: a system of production for the Brazilian Cerrados. In: HERSHEY, C. H.; NEATE, P. (Ed.). **Eco-efficiency**: from vision to reality. Cali: CIAT, 2013. p. 51-61. (Issues on Tropical Agriculture).

PAIXÃO, F. A.; SOARES, C. P. B.; JACOVINE, L. A. G.; SILVA, M. L. D.; LEITE, H. G.; SILVA, G. F. D. Quantificação do estoque de carbono e avaliação econômica de diferentes alternativas de manejo em um plantio de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 411-420, 2006.

RESENDE, A. V. de; GONTIJO NETO, M. M.; BORGHI, E.; SIMÃO, E. P.; GIEHL, J.; ABREU, S. C.; HURTADO, S. M. C.; CAMPANHA, M. M.; COSTA, T. C. C.; MARRIEL, I. E.; SANTANA, D. P.; ALVARENGA, R. C.; VIANA, J. H.

M. Intensificação agropecuária no Cerrado: construção da fertilidade do solo como base para aumento do potencial produtivo e convivência com a seca. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica). No prelo.

RESENDE, A. V. de; FONTOURA, S. M. V.; BORGHI, E.; SANTOS, F. C. dos; KAPPES, C.; MOREIRA, S. G.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. de; BORIN, A. L. D. C. Solos de fertilidade construída: características, funcionamento e manejo. **Informações Agronômicas**, n. 156, p. 1-19, 2016.

SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J. A.; CONCENCO, G.; SILVA, W. M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 70-79, 2014.

SAMPAIO, T. F.; DALCIN, T. E.; BOGIANI, J. C.; MORI, E. S.; GUERRINI, I. A. Selection of eucalyptus clones and adjustment of potassium doses for extended drought in bahia savana. **Revista Árvore**, v. 40, n. 6, p. 1031-1039, 2016.

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.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M. Desenvolvimento inicial do eucalipto em monocultivo e sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: ALFARO, A. T. S.; TROJAN, D. G. (Org.). **Ciências ambientais e o desenvolvimento sustentável na Amazônia**. Curitiba: Atena, 2017. p. 138-146.

SILVA, O. M.; DIAS, J. M. N. Evaluation of technological intensity of exports in the forestry sector. **Revista Árvore**, v. 40, n. 2, p. 297-305, 2016.

SOARES, T. S.; VALE, A. B. D.; LEITE, H. G.; MACHADO, C. C. Otimização de multiprodutos em povoamentos florestais. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 811-820, 2003.

STAHL, J.; ERNANI, P. R.; GATIBONI, L. C.; CHAVES, D. M.; NEVES, C. U. Produção de massa seca e eficiência nutricional de clones de *Eucalyptus dunnii* e *Eucalyptus benthamii* em função da adição de doses de fósforo ao solo. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 2, p. 287-295, 2013.

TEIXEIRA, C. E. S.; TORRES, A. Q. A.; NIERI, E. M.; MELO, L. A. D.; SANTOS, L. V. D.; BOTELHO, S. A. Polímero hidrorretentor e fertilização mineral na implantação de híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1060-1071, 2019.

TONINI, H.; MORALES, M. M.; PORFIRIO-DA-SILVA, V. Biomassa e qualidade da madeira do eucalipto em monocultivo e sistema silvipastoril. In: FARIAS NETO, A. L. de; NASCIMENTO, A. F. do; ROSSONI, A. L.; MAGALHÃES, C. A. de S.; ITUASSU, D. R.; HOOGERHEIDE, E. S. S.; IKEDA, F. S.; FERNANDES JÚNIOR, F.; FARIA, G. R.; ISERNHAGEN, I.; VENDRUSCULO, L. G.; MORALES, M. M.; CARNEVALLI, R. A. (Ed.). **Embrapa Agrossilvipastoril: primeiras contribuições para o desenvolvimento de uma agropecuária sustentável**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 226-230. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/200351/1/2019-cpamt-agrossilvipastoril-part-4-cap-9-biomassa-qualidade-madeira-eucalipto-monocultivo-silvipastoril-p-226-230.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2020.

Literatura Recomendada

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório anual 2019**. São Paulo, 2019. 79 p. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorioiba2019-final.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2020.

WENDLING, W. T.; EMERENCIANO, D. B.; HOSOKAWA, R. T. Ajuste da função de distribuição diamétrica Weibull por planilha eletrônica. **Floresta**, v. 41, n. 2, p. 205-220, 2011.

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 (2020)

Embrapa

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

**PÁTRIA AMADA
BRASIL**
GOVERNO FEDERAL

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
Álvaro Vilela de Resende.

Apoio:



Parceria:

