

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Ciro Neto de Pádua Furtado

**AVALIAÇÃO DA INTERAÇÃO DO EUCALIPTO E
PASTAGEM EM SISTEMA SILVIPASTORIL EM TUPI
PAULISTA-SP DE 15 ANOS DE IDADE**

Dracena
2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

Ciro Neto de Pádua Furtado

AVALIAÇÃO DA INTERAÇÃO DO EUCALIPTO E
PASTAGEM EM SISTEMA SILVIPASTORIL EM TUPI
PAULISTA-SP DE 15 ANOS DE IDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas
– Unesp, Câmpus de Dracena como parte das
exigências para conclusão do curso.

Orientador: Prof. Dr. Vitor Corrêa de Mattos Barretto

Dracena

2024

Certificado de aprovação



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Dracena



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Avaliação da interação do eucalipto e pastagem em sistema silvipastoril em tupi paulista-sp de 15 anos de idade.

Modalidade: **Atividades de extensão.**

Autor: **Ciro Neto de Pádua Furtado**

Orientador: **Vitor Correa de Mattos Barretto**

Co-orientador(es):

Número de Créditos: 15

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 22/11/24

Nome membro da Banca

Nome membro da Banca

Nome membro da Banca

Dados Curriculares Do autor

Ciro Neto de Pádua Furtado, nascido em 11 de junho de 1995, na cidade de Passos, Minas Gerais, ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Campus Dracena, no início de 2017. Realizou atividades durante a graduação com o “Núcleo de Estudo e Extensão em Bovinocultura de Corte e Leite” e com a “Equipe de Extensão e Pesquisa em Parasitologia Animal”, nos anos de 2017 e 2018. Concretizou o estágio em bovinocultura de leite, na Fazenda Ipê, situada em São João Batista do Glória, Minas Gerais, no ano de 2018. Atualmente desempenha atividades relacionadas aos Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA), com ênfase no sistema silvipastoril, desde o 1º semestre de 2024.

DEDICATÓRIA

A Deus por ter me sustentado e concedido forças para chegar até aqui, aos meus pais, Nilton José Furtado e Cinthya Alves de Pádua, que me educaram e me possibilitaram estar aqui hoje, e à minha namorada Ana Carolina Avelar Oliveira, que me acompanhou e me incentivou do início ao fim , um exemplo pra mim de força e garra.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me guiado, sustentado e por ter me dado forças e sabedoria para enfrentar os obstáculos e desafios durante a minha caminhada acadêmica.

À minha família, que me apoiou e me incentivou a seguir meus sonhos.

Aos meus amigos, cuja presença foi fundamental para o meu desenvolvimento pessoal, serei sempre grato pelos momentos de descontração e alegria que vivemos juntos.

À República Viola em K.CO, que foi minha casa e minha segunda família, levarei eternamente comigo todos os momentos que vivenciamos juntos.

À minha companheira, Ana Carolina, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos e que me auxiliou em todas as fases para chegar até aqui.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Vitor C. de M. Barretto, pela oportunidade de trabalharmos juntos, pela disponibilidade e por ter me auxiliado em todo o processo.

“Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e os seus planos serão bem-sucedidos.”
(Provérbios 16:3).

RESUMO

Sistemas Integrados de Produção Agropecuária, conhecidos como SIPA no Brasil, são práticas agrícolas sustentáveis que combinam diferentes componentes de produção. O sistema agrossilvipastoril é um dos modelos mais eficazes e que integra árvores, pastagens e pecuária, sendo o eucalipto a espécie arbórea mais utilizada nesses sistemas no Brasil. O estudo teve como objetivo avaliar a interação entre componentes do sistema silvipastoril (SSP) com 15 anos, localizado no Sítio Santo Antônio em Tupi Paulista-SP. As avaliações foram realizadas no período de junho a agosto de 2024, antecedendo a colheita das árvores de eucalipto. Para isso, realizou-se coletas de amostras do solo para caracterização química nas profundidades de 0-0,20 m e 0,20-0,40 m, medições de altura total e diâmetro à altura do peito (DAP) dos eucaliptos, bem como, observou-se entre os renques de eucalipto, se havia formigueiros, porcentagem de plantas daninhas e altura da forrageira no pasto. Os atributos químicos do solo estavam adequados havendo a necessidade de pequenas complementações dos nutrientes como P e B, demonstrando que o SSP contribui para a disponibilização de nutrientes ao longo do tempo, uma vez que a maioria dos teores dos nutrientes encontra-se na faixa de médio a alto. O eucalipto apresentou valores de altura e diâmetro à altura do peito adequados para a idade do mesmo. A falta de outro desbaste na área, tendo em vista que o produtor realizou apenas um, fez com que os eucaliptos sombreassem bastante a forrageira, dificultando o crescimento e manutenção da mesma no local, uma vez que o produtor realiza pastejo rotacionado e não deixa muitos animais por piquete. Também há muitos formigueiros grandes e alta infestação de capim-amargoso (*Digitaria insularis*). Dessa forma, o sistema silvipastoril (SSP) se mostra uma alternativa eficaz e sustentável, proporcionando benefícios tanto para a produção agropecuária quanto para a conservação ambiental, desde que seja adequadamente manejado.

Palavras-chave: Competição. Estudo de caso. Sistemas integrados de produção agropecuária.

ABSTRACT

Integrated Crop-Livestock Systems, known as SIPA in Brazil, are sustainable agricultural practices that combine different production components. The agro-silvopastoral system is one of the most effective models, integrating trees, pastures, and livestock, with eucalyptus being the most commonly used tree species in these systems in Brazil. This study aimed to evaluate the interaction between components of the 15-year-old silvopastoral system (SSP), located at Sítio Santo Antônio in Tupi Paulista-SP. Evaluations were conducted from June to August 2024, preceding the eucalyptus tree harvest. Soil samples were collected to determine chemical properties at depths of 0-0.20 m and 0.20-0.40 m. Additionally, total height and diameter at breast height (DBH) of the eucalyptus trees were measured. Observations were made between the eucalyptus rows to identify the presence of anthills, weed percentages, and forage height in the pasture. The soil's chemical attributes were suitable, with minor nutrient supplementation needed for P and B. This demonstrated that the SSP contributes to nutrient availability over time, as most nutrient levels ranged from medium to high. Eucalyptus trees showed appropriate height and DBH values for their age. However, the absence of a second thinning, as only one was conducted by the producer, resulted in significant shading of the forage, hampering its growth and maintenance. This was despite the producer employing rotational grazing and limiting the number of animals per paddock. Furthermore, there were many large anthills and a high infestation of sourgrass (*Digitaria insularis*). As a result, the silvopastoral system (SSP) proves to be an effective and sustainable alternative, providing benefits for both agricultural production and environmental conservation, as long as it is properly managed.

Keywords: Competition. Case study. Integrated crop-livestock systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação diagramática de associações de componentes do Sistema Agroflorestal	18
Figura 2 – Sítio Santo Antônio	24
Figura 3 – Cultura de uva (A), eucalipto (B) e <i>Brachiaria (Urochloa) brizantha</i> cv. BRS Paiaguás (C)	25
Figura 4 – Amostra 0 – 0,20 m (A) e 0,20 – 0,40 m (B)	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área de uso e cobertura do solo no território brasileiro.....	20
Tabela 2 – ILPF em números no Brasil.....	21
Tabela 3 – Resultado dos atributos químicos das amostras de solo coletadas nas profundidades 0 – 0,20 m e 0,2 – 0,40 m antes da colheita do eucalipto.....	28

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SIPA	Sistemas integrados de produção agropecuária
ILP	Integração Lavoura-Pecuária
ILPF	Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
IPF	Integração Pecuária-Floresta
ha	Hectares
SSP	Sistemas silvipastoris
DAP	Diâmetro a altura do peito
SAFs	Sistemas agroflorestais
GEE	Gases de efeito estufa

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1 Sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA): definição e classificação.....	17
3.1.1 Vantagem e desvantagem do SIPA.....	19
3.1.2 Área com SIPA no Brasil e no estado de São Paulo	19
3.1.3 Eucalipto no SIPA	21
3.1.4 Pastagem em SIPA	22
4 MATERIAL E MÉTODOS	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1 Atributos químicos do solo.....	27
5.2 Altura e diâmetro a altura do peito (DAP) das árvores de eucalipto com 15 anos	28
5.3 Altura da pastagem no SSP.....	29
5.4 Plantas daninhas e formigueiros no SSP.....	29
6 CONCLUSÃO	31
7 REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

Sistemas integrados de produção agropecuária (SIPAs) são abordagens que promovem a sustentabilidade na produção ao combinar atividades agrícolas, pecuárias e/ou florestais em uma mesma área, sendo que essas práticas podem ocorrer de forma consorciada, em sucessão ou rotacionalmente, permitindo uma adaptação ambiental das atividades e da propriedade (SENE; BACHA, 2024).

No Brasil os SIPAs, apresentam diferentes modalidades como: Integração Lavoura-Pecuária (ILP), Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e Integração Pecuária-Floresta (IPF), sendo que a área total de ILPF corresponde a 851.577.000 hectares (ha), com as maiores extensões localizada no estado do Mato Grosso do Sul, com 3.169.987 ha (POLIDORO *et al.*, 2020).

Os sistemas silvipastoris (SSP), modalidade do sistema integrado de produção agropecuária (SIPA), referem-se às técnicas de produção nas quais se integram animais, plantas forrageiras e árvores, na mesma área (BERNARDINO e GARCIA, 2010). No entanto, conforme Lopes *et al.* (2017), em SSP, a sombra gerada pelas árvores altera de forma significativa o microclima do sub-bosque, impactando tanto a quantidade quanto a qualidade da forragem produzida. Além disso, em áreas de cultivo forrageiro com manejo inadequado, caracterizado pela ausência de rotação e superlotação de animais, é frequente a formação de camadas compactadas, resultantes do pisoteio dos animais, o que leva à compactação e à perda de solo (MONTANARI *et al.*, 2013).

Árvores e forragens competem por luz, nutrientes, água, e o nível dessa competição varia conforme a espécie arbórea e forrageira, a arquitetura da planta e espaçamento. Árvores com copas ralas e troncos altos favorecem a pastagem, enquanto copas densas reduzem a luz no sub-bosque (WENDLING *et al.*, 2021).

As pastagens, quando bem manejadas, reduzem os custos de produção, aumentam a renda das propriedades e contribuem para o sequestro de carbono, beneficiando o meio ambiente (GALZERANO e MORGADO, 2008). Entretanto, há necessidade de se conhecer os componentes do SSP, uma vez que a interação entre eles deva ser de forma sinérgica, resultando em um ambiente com equilíbrio (BALBINO *et al.*, 2012).

As árvores proporcionam inúmeros benefícios para a pecuária e o meio ambiente, como a conservação do solo e da água, recarga do lençol freático, quebra

vento, cerca viva, conforto térmico e bem-estar animal, e melhoria da qualidade da forragem, principalmente quando são utilizadas espécies leguminosas (WENDLING *et al.*, 2021). O eucalipto é a espécie arbórea mais utilizada em SSP no Brasil, destacando-se pelos aspectos agronômicos (crescimento rápido, grande número de espécies e clones e elevada adaptação a solo e clima) e mercadológico, explicado pela diversidade de produtos gerados e facilidade de comercialização dos mesmos (WENDLING *et al.*, 2021).

Por fim, os SSPs são alternativas viáveis para os agropecuaristas continuarem a garantir a produção animal em situações atuais de elevadas temperaturas, estiagens intensas, além de permitir a recuperação de pastagens degradadas, alcançando a sustentabilidade na pecuária (DIAS *et al.*, 2014). Dessa forma, é essencial avaliar a interação entre os componentes arbóreos e forrageiros em sistemas já consolidados, como o sistema silvipastoril de 15 anos estudado neste trabalho, para compreender seus impactos sobre a produtividade, o uso eficiente dos recursos e o equilíbrio ambiental.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a interação entre o *Eucalyptus urograndis* e a *Brachiaria (Urochloa) brizantha* cv. BRS Paiaguás em sistema silvipastoril com 15 anos, em Tupi Paulista-SP, no Oeste Paulista.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar a altura e diâmetro à altura do peito (DAP) das árvores de eucalipto no sistema silvipastoril (SSP).
- Determinar a altura da pastagem entre os renques de eucalipto.
- Verificar os teores de nutrientes do solo.
- Verificar a presença de plantas daninhas e formigueiros.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Sistemas integrados de produção agropecuária (SIPAs): definição e classificação

Segundo Gasparini *et al.* (2017), sistema integrado de produção agrícola pode ser definido como a integração de estruturas de cultivo ou de criação de diferentes finalidades em uma mesma área, interligados por um processo de gestão, visando maximizar o uso da terra e dos meios de produção, bem como diversificar a renda.

Macedo (2009 *apud* CARVALHO *et al.*, 2014) apresenta uma definição consensual de integração lavoura-pecuária proposta por pesquisadores de várias unidades da Embrapa:

[...] sistemas produtivos de grãos, fibras, carne, leite, lã, e outros, realizados na mesma área, em plantio simultâneo, sequencial ou rotacionado [sic], onde se objetiva maximizar a utilização dos ciclos biológicos das plantas, animais, e seus respectivos resíduos, aproveitar efeitos residuais de corretivos e fertilizantes, minimizar e otimizar a utilização de agroquímicos, aumentar a eficiência no uso de máquinas, equipamentos e mão-de-obra, gerar emprego e renda, melhorar as condições sociais no meio rural, diminuir impactos ao meio ambiente, visando à sustentabilidade.

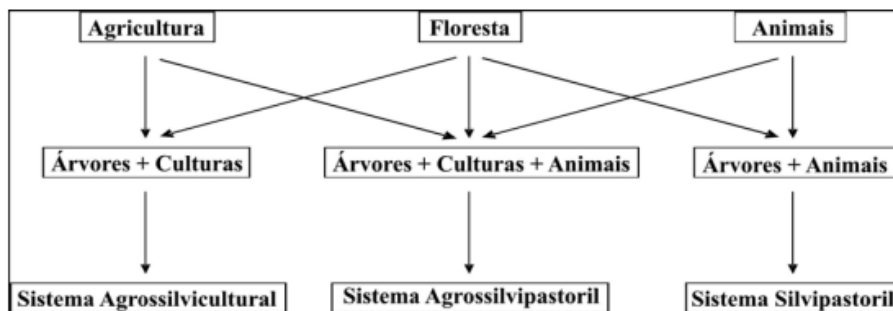
Por outro lado, Balbino *et al.* (2011 *apud* CARVALHO *et al.*, 2014) apresentam a integração lavoura-pecuária-floresta sob o acrônimo iLPF (CLF em sua tradução para o inglês, referindo-se a Crop-Livestock-Forestry Integration), como sendo:

[...] uma estratégia que visa à produção sustentável, que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado [sic], e busca efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica.

Além disso, Balbino *et al.* (2011 *apud* CARVALHO *et al.*, 2014) reportam que a iLPF contemplaria quatro modalidades de sistemas: i) integração lavoura-pecuária; ii) integração lavoura-pecuária-floresta; iii) integração pecuária-floresta; iv) integração lavoura-floresta.

De acordo com Nair (1990 *apud* MACEDO *et al.*, 2018), a classificação dos Sistemas Agroflorestais consiste nos aspectos funcionais e estruturais como base para agrupar tais sistemas em categorias: i) sistemas silviagrícolas, ii) sistemas silvipastoris, iii) sistemas agrossilvipastoris.

Figura 1 – Representação diagramática de associações de componentes do Sistema Agroflorestal.



Fonte: GARCIA & COUTO (1997 *apud* GALZERANO e MORGADO, 2008).

Conforme a definição de Balbino *et al.* (2011 *apud* CARVALHO *et al.*, 2014), os sistemas de integração guardam semelhanças com as classificações dos sistemas silviagrícola, silvipastoril e agrossilvipastoril. No entanto, os autores ressaltam que a iLPF constitui uma estratégia que contém uma classificação mais abrangente, ao incluir também a integração entre lavoura e pecuária.

Os sistemas silvipastoris (SSP) podem ser classificados em eventuais ou verdadeiros. Os eventuais possuem associação árvore, pasto e animal, se estabelecendo em determinado momento de uma exploração arbórea ou pecuária convencional, sendo que os subprodutos da exploração são manejados de modo mais brando, para não prejudicar o produto principal (BERNARDINO e GARCIA, 2010).

Já os verdadeiros, ainda conforme Bernardino e Garcia (2010), o componente arbóreo, o pasto e os animais são considerados integrantes do sistema desde o planejamento do empreendimento, coexistindo na associação dentro de determinado nível de participação. São plantios regulares, feitos em espaçamentos ou densidades em que a possibilidade de supressão de um componente por outro é deliberadamente reduzida.

Anghinoni *et al.* (2013 *apud* CARVALHO *et al.*, 2014) descrevem os sistemas integrados de produção agropecuária como modelos projetados para aproveitar as sinergias e as propriedades emergentes resultantes das interações entre solo, plantas, animais e atmosfera. Esses sistemas buscam integrar as atividades agrícolas e pecuárias, promovendo benefícios mútuos entre os diferentes componentes da produção.

Por fim, conforme Tanaka *et al.* (2008 *apud* CARVALHO *et al.*, 2014), não há como fazer pesquisa relevante em SIPA sem o claro entendimento dos termos, conceitos e objetivos filosóficos que norteiam o sistema. Ademais, Carvalho *et al.*, (2014) apontam que, embora existam vários acrônimos utilizados para descrever

esses sistemas, as definições podem variar e, à primeira vista, parecerem se referir a conceitos diferentes. No entanto, os autores esclarecem que, apesar dessas variações terminológicas, todos os acrônimos fazem referência ao mesmo tipo de sistema integrado de produção, evidenciando uma convergência nas suas características fundamentais.

3.1.1 Vantagem e desvantagem do SIPA

Os potenciais benefícios econômicos podem se manifestar nas economias de escopo, resultando na diminuição dos custos devido à produção de múltiplos produtos, ou nos efeitos de mitigação de risco por meio da diversificação (GASPARINI *et al.*, 2017). Por outro lado, segundo Gasparini *et al.*, (2017), os produtores indicam dificuldades na implementação dos sistemas integrados, principalmente, a falta de mão de obra qualificada e o conhecimento complexo para a gestão desses sistemas. Além disso, a implantação do sistema de integração agrossilvipastoril, por ser pouco difundido, remete a dois grupos de dificuldades: uma de recursos financeiros e outra gerencial e operacional (planejamento e manejo).

Conforme mencionado por Gasparini *et al.* (2017) são apontados como benefícios da ILPF os seguintes tópicos: i) aumento da qualidade ou melhoria dos atributos do solo, o que proporciona a recuperação de áreas degradadas e, conseqüentemente, crescimento da produção de grãos; ii) diminuição da ociosidade do uso das áreas agrícolas, diversificação da produção (grãos, carne, leite e produtos madeireiros) e estabilização da renda na propriedade rural; iii) quebra do ciclo de doenças, redução de pragas e insetos, bem como de plantas daninhas, o que reduz o risco econômico da atividade; iv) melhora do ambiente, influenciando positivamente o desempenho animal, decorrentes das árvores dispostas de maneira adequada nas áreas de pastagens e agregando renda com a arborização das pastagens; v) e aumento da matéria orgânica do solo, determinando maior taxa de infiltração e armazenamento de água na terra, com menor perda por escoamento superficial, maior sequestro de carbono e mitigação das emissões de gases do efeito estufa.

3.1.2 Área com SIPAs no Brasil e no estado de São Paulo

Segundo Polidoro *et al.* (2020), há no Brasil, aproximadamente, 17.430.000 hectares de ILPF, sendo que em relação a avaliação do uso e cobertura do solo há:

- 80,8 milhões de hectares são cobertos com culturas anuais e perenes, incluindo florestas plantadas (principalmente *Eucalyptus* e *Pinus*), produzindo alimentos, fibras, biocombustíveis e matéria-prima para agroindústria e outros usos.
- 55,6 milhões de hectares são áreas dedicadas às culturas anuais – soja, milho, algodão, feijão etc.
- 178,7 hectares são pastagens naturais e cultivadas, em diferentes estágios de degradação, sendo que aproximadamente 38% dessa área é representada por pastagens cultivadas, principalmente com espécies de *Brachiaria* (*Urochloa spp.*), *Panicum* e *Andropogon* (MACEDO, 2009), possuindo alta capacidade de pastejo. Entretanto, 36% da área de pastagem é considerada degradada e a erosão hídrica é um dos principais fatores, juntamente com a compactação e as perdas de nutrientes do solo.

Tabela 1 – Área de uso e cobertura do solo no território brasileiro.

Land use and coverage	Area %	Area million ha
Annual crops ^{a,b}	6.5	55.6
Sugarcane ^b	1.1	9.2
Perennial and semi perennial crops and planted forests ^a	1.9	15.9
Total Crops and Planted Forests	9.5	80.8
Natural pasture ^a	5.6	47.3
Degraded pasture ^c	7.5	63.7
Cultivated pasture ^{a, b}	7.9	67.7
Total Pasture	21.0	178.7
Natural vegetation areas (Conservation Units, Indigenous Land and Public Forests) ^{d +}	21.5	183.1
Protected Areas (Settlements, environmental protection areas and <i>quilombolas</i>) ^d	15.6	132.9
Natural vegetation areas in rural properties ^e	25.6	218.2
Natural Forests (Conservation Units, Indigenous Land and others)	62.7	534.2
Unvegetated natural landscapes ^f	6.1	52.3
Cities, mining etc. ^f	0.6	5.5
TOTAL	100.0	851.49

Fonte: POLIDORO *et al.*, 2020.

No estado de São Paulo, segundo estudo de Polidoro *et al.* (2020), há uma área sob uso agropecuário de 14.916.482 hectares, sendo que a área de integração corresponde a 1.308.933 hectares.

Tabela 2 – ILPF em número no Brasil

Região	Estado	Áreas sob uso agropecuário (ha)	Área com integração 2020/2021* (ha)	(%)
Norte	Acre	155.0224	473	0,03
	Amazonas	2.221.744	14.299	0,64
	Amapá	242.498	0	0
	Pará	13.493.870	649.615	4,81
	Rondônia	6.700.660	118.952	1,78
	Roraima	710.225	28.001	3,94
	Tocantins	8.065.233	760.459	9,43
Nordeste	Alagoas	1.555.272	7.021	0,45
	Bahia	21.996.268	829.583	3,77
	Ceará	5.142.852	62.898	1,22
	Maranhão	4.797.636	105.012	2,19
	Paraíba	2.152.310	207.050	9,62
	Pernambuco	4.273.523	330.863	7,74
	Piauí	5.599.900	112.661	2,01
	Rio Grande do Norte	2.298.618	336.666	14,65
Centro-Oeste	Sergipe	1.282.116	2.696	0,21
	Goiás e DF	19.745.814	1.434.780	7,27
	Mato Grosso	30.957.213	2.281.544	7,37
Sudeste	Mato do Grosso do Sul	19.504.048	3.169.987	16,25
	Espírito Santo	1.186.482	179.544	15,13
	Minas Gerais	19.217.726	1.591.255	8,28
	Rio de Janeiro	1.016.170	18.211	1,79
	São Paulo	14.916.482	1.308.933	8,78
Sul	Paraná	9.387.407	633.106	6,74
	Rio Grande do Sul	7.108.887	2.216.008	31,17
	Santa Catarina	3.573.999	1.031.917	28,87
Total		208.697.177	17.431.533	8,35

*Valores extrapolados a partir dos dados da pesquisa com base nas áreas sob uso agropecuário.

Fonte: Rede ILPF¹

¹Disponível em: <<https://redeilpf.org.br/ilpf-em-numeros/>>. Acesso em: 14 out. 2024.

Segundo Polidoro *et al.* (2020), o Brasil possui uma área de 851.577.000 hectares, sendo que as maiores áreas de ILPF se concentram nos estados: i) Mato Grosso do Sul, 3.169.987 ha; ii) Mato Grosso, 2.281.544 ha; iii) Rio Grande do Sul, 2.216.008 ha; iv) Minas Gerais, 1.591.255 ha; v) Goiás e Distrito Federal, 1.434.780 ha.

3.1.3 Eucalipto no SIPA

Conforme Laura *et al.* (2021), os SAFs (sistemas agroflorestais) ou ILPF's despontam como alternativa para o oligopsônio e as oscilações na economia mundial, por serem mais diversificados e potencialmente mais produtivos e estáveis do que as monoculturas e/ou os sistemas de produção tradicionais, com diversos benefícios e vantagens. Dessa forma, praticamente todos os sistemas de ILPF, empregam como

componente arbóreo o eucalipto.

Segundo Galzerano e Morgado (2008), o eucalipto está presente no cotidiano dos indivíduos das seguintes formas: (i) absorvendo grande quantidade de CO₂ da atmosfera, diminuindo a poluição e o calor e combatendo o efeito estufa; (ii) recuperando solos exauridos pelo cultivo e queimadas e controla a erosão; (iii) mantendo a cobertura do solo pela deposição dos resíduos florestais; (iv) contribuindo para regular o fluxo e a qualidade dos recursos hídricos, fornecendo matéria-prima para produtos indispensáveis em nossas vidas, sendo uma fonte de riquezas econômicas e sociais e gerando empregos e mantendo o homem no campo.

Ademais, pode-se incluir também outras contribuições do uso do eucalipto em sistemas silvipastoris como: (i) aumento na taxa de lotação das pastagens; (ii) maior permanência da umidade nos solos devido ao sombreamento; (iii) melhoria na saúde dos animais; (iv) conforto térmico aos animais; (v) proteção das pastagens contra geadas (GALZERANO e MORGADO, 2008).

3.1.4 Pastagem em SIPAs

A presença de árvores em pastagens aumenta a biodiversidade da área, acima e abaixo do solo, podendo aumentar o equilíbrio ecológico e promover maior sustentabilidade aos sistemas de produção animal (WENDLING *et al.*, 2021).

Garcia e Couto (1997 *apud* GALZERANO e MORGADO, 2008) afirmam que, em comparação com as forrageiras, o eucalipto contribui de forma mais significativa para a matéria orgânica no solo, especialmente por meio da maior quantidade de folhas e galhos depositados. Essa característica favorece a ciclagem de nutrientes, tornando o uso do eucalipto em sistemas de pastejo com gramíneas uma estratégia vantajosa.

Campos *et al.* (2006 *apud* GALZERANO e MORGADO, 2008) observaram que o eucalipto em pastagens deixa seus nutrientes por um período relativamente curto nas plantas e a quantidade de folheto acumulado no solo é mínima, não existindo o horizonte orgânico como nos ecossistemas florestais.

Contudo, em idade adulta as árvores podem sombrear excessivamente as áreas de pasto e prejudicar a produção da forragem, devido à menor transmissão da radiação solar que chega ao sub-bosque. Entretanto, apesar de algumas plantas forrageiras serem mais tolerantes à sombra do que outras, de modo geral, a diminuição da intensidade luminosa provoca redução na produtividade das plantas (WENDLING *et al.*, 2021).

Por fim, conforme Kruschewsky *et al.* (2006 *apud* GALZERANO e MORGADO, 2008), para evitar sombreamento excessivo nas pastagens em sistemas agrossilvipastoris, é crucial manejar adequadamente o espaçamento das árvores e planejar a colheita antes que o crescimento excessivo afete negativamente a produtividade das gramíneas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento deste estudo foi realizado no período de junho a agosto de 2024. A área de estudo situa-se no Sítio Santo Antônio, localizado no município de Tupi Paulista, no estado de São Paulo. O clima é tropical de savana (AW), com solo predominantemente do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa. A propriedade possui uma área total de 31,2 hectares, com 28,8 hectares destinados ao SSP, que foi implantado em 2009. Em virtude da colheita antecipada do eucalipto, a área de estudo ficou restrita a 1 hectare.

Figura 2 – Sítio Santo Antônio, Tupi Paulista-SP



Fonte: Google earth.

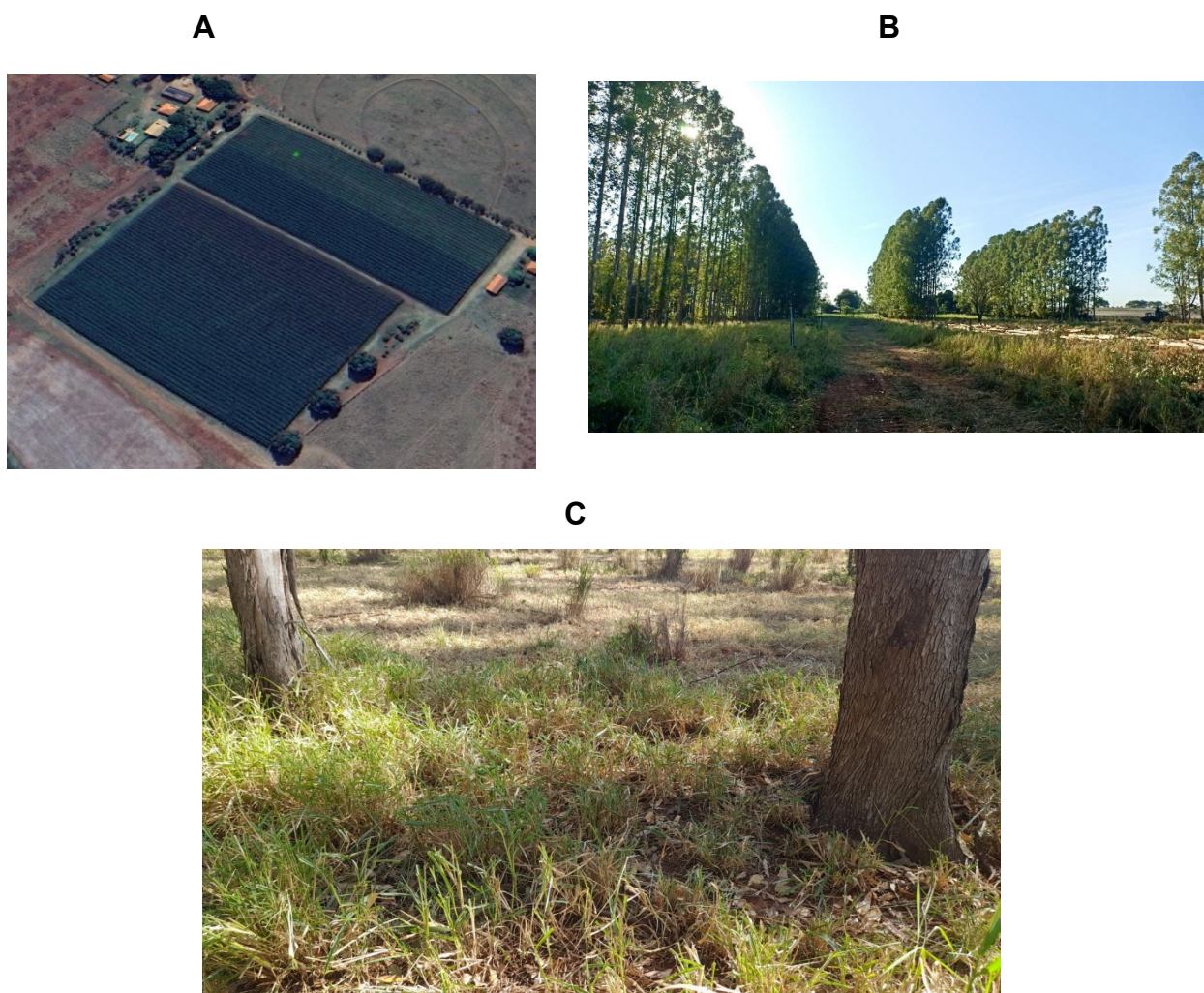
As principais atividades econômicas da propriedade incluem a cultura da uva e pastagem e eucalipto no sistema silvipastoril, que contribui para a diversificação dos usos da terra.

Os clones de eucalipto utilizados foram i144, i224 e GG100, que são uma espécie de eucalipto híbrido entre *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis*, conhecido comercialmente como *Eucalyptus urograndis*, enquanto a espécie de forrageira utilizada no SSP foi a *Brachiaria (Urochloa) brizantha* cv. BRS Paiaguás. Os eucaliptos foram plantados com espaçamento de 1,5 m por planta e 12 m entre renques.

No local de estudo havia 10 novilhos Nelore, manejados em sistema de pastejo rotacionado. Esse sistema consistiu na divisão da área em piquetes, permitindo o

manejo adequado das pastagens e garantindo o descanso necessário para a recuperação do capim. Os novilhos foram distribuídos de forma homogênea, visando minimizar variações no consumo e no impacto sobre a pastagem, além de possibilitar a integração sustentável entre os componentes arbóreo e forrageiro do sistema silvipastoril avaliado.

Figura 3 – Cultura da uva (A), SSP com eucalipto recém colhido e *Brachiaria (Urochloa) brizantha* cv. BRS Paiaguás (B) e detalhe da *Brachiaria (Urochloa) brizantha* cv. BRS Paiaguás (C).



Fonte: Elaborado pelo autor.

As amostras de solo foram coletadas na área de estudo para análise química, utilizando um trado do tipo sonda. As amostragens foram realizadas em duas profundidades: de 0 a 0,20 m e de 0,20 a 0,40 m, permitindo uma avaliação detalhada dos nutrientes e da condição química do solo em diferentes camadas.

A análise química do solo foi realizada no Laboratório de Fertilidade do Solo da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS), pertencente à Universidade Estadual Paulista (UNESP). As amostras foram analisadas quanto aos seguintes atributos

químicos: fósforo (P), potássio (K), matéria orgânica (MO), pH, cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (H+Al), saturação por bases (V%), capacidade de troca catiônica (CTC) e os micronutrientes cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn) e ferro (Fe). Os resultados foram interpretados conforme os níveis de fertilidade do solo, sendo classificados como alto, médio, baixo ou muito baixo.

Figura 4 – Amostras de solo nas diferentes profundidades 0 – 0,20 m (A) e 0,20 – 0,40 m (B).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o monitoramento das árvores de eucalipto, foram registrados dados de altura e de diâmetro à altura do peito (DAP), padronizado a 1,3 m de altura, utilizando-se clinômetro e um paquímetro, respectivamente, sendo essenciais para avaliar o desenvolvimento e a produtividade da espécie arbórea na área em estudo.

Além disso, foram realizadas medições da altura da pastagem, por meio de uma régua escolar de madeira, visando compreender a produtividade da forrageira *Brachiaria (Urochloa) brizantha* cv. BRS Paiaguás, o que contribui para determinar a viabilidade e o rendimento do SSP implantado na propriedade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Atributos químicos do solo

Conforme BIELUCZYK *et al.* (2022), para se obter sucesso em SIPAs, com foco no manejo, deve-se avaliar a qualidade química, física e biológica do solo para o melhor cultivo das plantas. Dessa forma, é necessário o conhecimento sobre alguns parâmetros como, acidez ativa (pH), acidez potencial (H+Al), acidez trocável (Al⁺³) e a disponibilidade de nutrientes, para que haja o conhecimento dos fatores limitantes para o desenvolvimento das culturas.

Nesse sentido, ao analisar os atributos químicos do solo (Tabela 3), nas camadas 0-0,20 e 0,2-0,40 m, da área de silvipastoril do Sítio Santo Antônio os resultados mostram que a área apresentou baixos teores de fósforo (P) e Boro (B) em ambas as profundidades e também baixos teores de matéria orgânica (MO) apenas na última camada. Já os teores de MO, pH, potássio (K) e V% na profundidade de 0-0,2 m estão na faixa média, enquanto que cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al), saturação de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), Cu, Fe, Mn, e Zn estão altos.

Na subsuperfície, observou-se que os teores médios foram de pH, potássio (K), saturação por bases (V%) e zinco (Zn), enquanto que os teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), cobre (Cu), ferro (Fe) e manganês (Mn) foram elevados.

Em relação aos atributos químicos do solo, observa-se que o sistema silvipastoril (SSP) contribui para a disponibilização de nutrientes ao longo do tempo, uma vez que a maioria dos teores dos atributos químicos encontra-se na faixa de médio a alto.

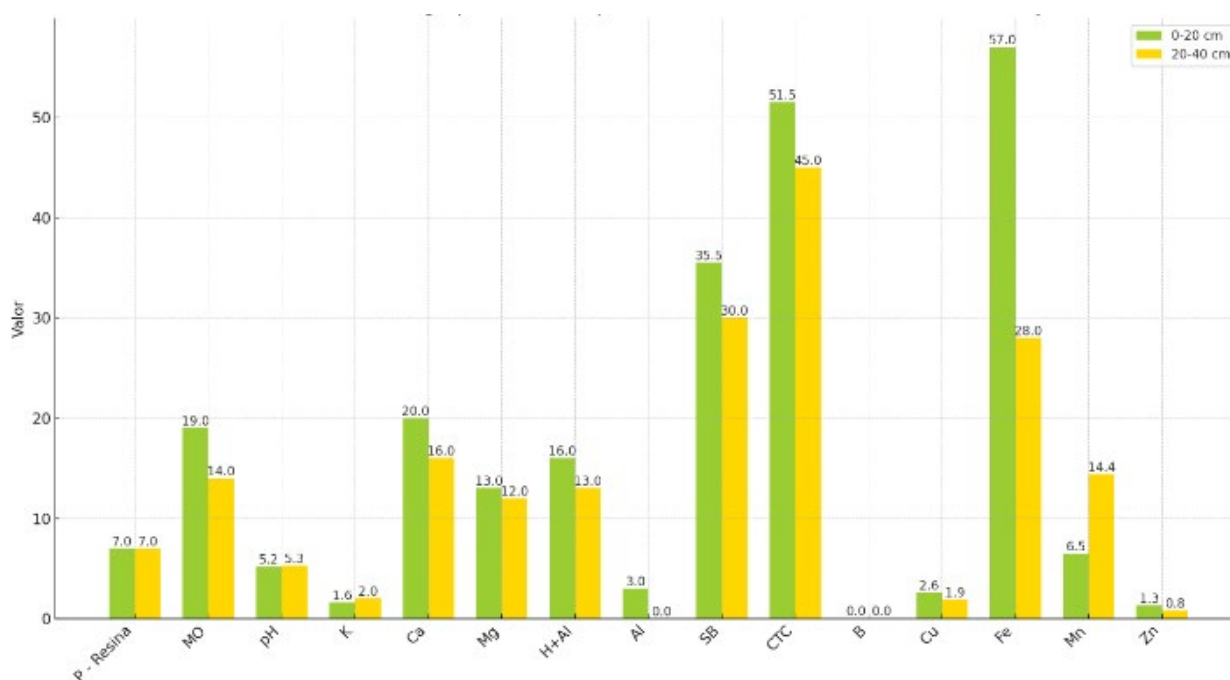
A demanda de nutrientes em um povoamento de eucalipto após 2 anos, ou seja, quando há o fechamento das copas das árvores, ocorre por ciclagem de nutrientes, visto que a partir dessa fase há uma menor dependência de fontes externas de nutrientes, devido ao aumento da ciclagem interna, principalmente via serapilheira. Essa ciclagem biogeoquímica contribui para suprir boa parte da demanda nutricional das árvores, reduzindo a necessidade de adubação adicional na floresta estabelecida (SCHUMACHER *et al.*, 2019).

Tabela 3 – Resultados dos atributos químicos das amostras de solo coletadas nas profundidades 0 - 0,20 m e 0,2 - 0,40 m antes da colheita do eucalipto.

Prof. (m)	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V	B
	CaCl ₂	g.dm ⁻³	mg.dm ⁻³							%	mg.dm ⁻³
0-0,2	5,2	19	7	2,5	20	13	16	35,5	51,5	69	0,04
0,2-0,4	5,3	14	7	2	16	12	15	30	45	67	0,03

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 1 – Resultado dos atributos químicos das amostras de solo coletadas nas profundidades 0 - 0,20 m e 0,2 - 0,40 m antes da colheita do eucalipto.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2 Altura e diâmetro a altura do peito (DAP) das árvores de eucalipto de 15 anos

O híbrido *Eucalyptus urograndis* apresenta um crescimento até 15% superior em comparação com outras espécies convencionais, sendo amplamente adaptável em quase todas as regiões do Brasil, exceto no extremo sul, devido à sensibilidade a geadas severas. Além disso, essa espécie é preferida para cultivo devido à versatilidade em diferentes climas e alta resistência a diversas doenças, o que contribui para a popularidade nos povoamentos florestais brasileiros (SOUSA *et al.*, 2022).

Nesse sentido, as árvores amostradas apresentavam altura média de 32,6 m e

um diâmetro a altura do peito (DAP) de 34,3 cm. Os valores médios de altura total e DAP observados nas árvores amostradas encontram-se dentro da faixa esperada para eucaliptos em sistemas silvipastoris aos 15 anos de idade. Ademais, em SSP a altura média pode variar entre 25 e 35 m, enquanto o DAP costuma estar entre 25 e 40 cm, dependendo do clone utilizado e das práticas de manejo adotadas.

As espécies do gênero *Eucalyptus* são capazes de fornecer serviços ecossistêmicos que vão desde o fornecimento de água até o sequestro e armazenamento de carbono e a mitigação de emissões de gases de efeito estufa (GEE), além de apresentar boa adaptabilidade a diferentes condições de solo e clima, rápido crescimento e copa compatível com sistemas de integração (GALZERANO e MORGADO, 2008).

5.3 Altura da pastagem no SSP

As gramíneas do gênero *Urochloa*, como *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás, têm se tornado cada vez mais importantes na pecuária brasileira como fonte de alimento para ruminantes, devido às suas baixas exigências nutricionais (CRUZ *et al.*, 2021). Nesse sentido, é uma boa espécie de forragem escolhida para a pastagem do presente estudo.

Em relação à altura da pastagem, o resultado apresentado foi uma altura média da pastagem de 32,6 cm, que está dentro da faixa ideal para o início do pastejo em um sistema rotacionado, considerando-se uma altura de saída de 15 cm. No entanto, observa-se que a área de estudo apresenta sinais de degradação, o que pode comprometer o desempenho da pastagem e afetar a produtividade a longo prazo.

Pode-se considerar o resultado da altura da pastagem como consequência dos níveis adequados de K, que foram quantificados dos atributos químicos do solo (tabela 3). De acordo com Cruz *et al.* (2021), quantidades e proporções adequadas de nutrientes são importantes para as gramíneas, particularmente K, um nutriente essencial para as plantas.

5.4 Plantas daninhas e formigueiros no SSP

Na área de coleta, observou-se uma elevada infestação de *Digitaria insularis* (capim-amargoso) e *Stylosanthes spp.* (amendoim-do-campo). Além disso, verificou-se muitos formigueiros e áreas com solo exposto, indicando condições que podem impactar o desenvolvimento dos componentes do SSP e erosão do solo da área.

O capim-amargoso (*Digitaria insularis*) é uma planta daninha de difícil manejo, pertencente à família Poaceae, originária das regiões tropicais e subtropicais das Américas, sendo amplamente distribuída nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste do Brasil. Trata-se de uma espécie perene e herbácea, com sementes pequenas que se dispersam facilmente pelo vento com alta capacidade de reprodução, com germinação contínua ao longo do ano. Conforme Danilussi *et al.* (2024), essas características permitem que o capim-amargoso se adapte a condições adversas, competindo com culturas de interesse econômico e limitando seu crescimento e desenvolvimento.

Segundo Correia *et al.* (2020), a presença dessa planta daninha pode elevar os custos de produção, devido à necessidade de estratégias adicionais de manejo, ou reduzir o rendimento das culturas agrícolas, em função da competição por recursos.

Em suma, a presença significativa de plantas daninhas, como *Digitaria insularis* e *Stylosanthes spp.*, bem como de formigueiros e áreas com solo exposto, evidencia desafios importantes para a sustentabilidade e produtividade do sistema silvipastoril estudado. Esses fatores, ao comprometerem o equilíbrio ecológico e aumentarem os riscos de degradação ambiental, reforçam a necessidade de práticas de manejo integradas e adequadas.

6 CONCLUSÃO

O sistema silvipastoril (SSP) estudado apresenta atributos químicos do solo em condições adequadas para o desenvolvimento das culturas, sendo necessárias apenas pequenas complementações de nutrientes, como fósforo (P) e boro (B). Esses dados demonstram que o SSP contribui para a disponibilização de nutrientes ao longo do tempo, visto que a maioria dos teores estavam nas faixas classificadas como médio a alto. Em relação ao componente arbóreo, os eucaliptos apresentaram altura e diâmetro à altura do peito compatíveis com a sua idade, evidenciando um bom desenvolvimento.

Entretanto, a ausência de um segundo desbaste na área resultou em um sombreamento excessivo sobre a forrageira, dificultando seu crescimento e manutenção, mesmo com a adoção do pastejo rotacionado e com a baixa carga animal por piquete. Além disso, a área apresentou desafios relacionados à alta infestação de *Digitaria insularis* (capim-amargoso) e à presença de grandes formigueiros, que podem impactar negativamente a produtividade e a sustentabilidade do sistema.

Esses resultados reforçam a importância do manejo adequado no SSP, tanto no componente arbóreo quanto no forrageiro, bem como o controle eficiente de plantas daninhas e pragas, a fim de maximizar a integração entre os componentes e garantir a sustentabilidade a longo prazo.

7 REFERÊNCIAS

BALBINO, L. C.; VILELA, L.; CORDEIRO, L. A. M.; OLIVEIRA, P. de; PULROLNIK, K.; KLUTHCOUSKI, J.; SILVA DA SILVA, J. L.. **Integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF): região Sul**. Curso de Capacitação do Programa ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2012.

BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R.. **Sistemas Silvopastoris**. Pesquisa Florestal Brasileira, n. 60, p. 77, 2010.

BIELUCZYK, W.; BONETTI, J. de A.; DENARDIN, L. G. de O.; PIRES, G. C.; BERNARDI, A. C. de C.; PEZZOPANE, J. R. M.; CARVALHO, P. C. de F.; SOUZA, E. D. de. Manejo integrado para a sustentabilidade de sistemas integrados de produção agropecuária. In: MARTINS, A. G.; BATISTA, A. H.; WENDING, B.; PEREIRA, G. P.; SANTOS, W. O. (ed.). **Manejo do solo em sistemas integrados de produção**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2022. Cap. 4, p. 80-128.

CARVALHO, P. C. DE F. *et al.* **Definições e terminologias para Sistema Integrado de Produção Agropecuária**. Revista Ciência Agronômica, v. 45, n. 5spe, p. 1040–1046, 2014.

CORREIA, N. M.; RAMPAZZO, P. E.; ARAÚJO, L. DA S.; ROSSI, C. V. S.. **Sensitivity of *Digitaria insularis* to herbicides in agricultural areas, in the Brazilian Cerrado biome**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 55, 2020.

CRUZ, C. A. C. da; JÚNIOR, V. O.; BERNARDES, J. V. S.; SARGENTIM, M. M.; SILVA, G. A.; KOCHENBORGER, A. C. D.. **Efficiency of phonolite as a potassium source for Paiaguás palisadegrass**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 51, 2021.

DANILUSSI, M. T. Y.; LORENZETTI, J. B.; ALBRECHT, A. J. P.; BARROSO, A. A. M.; ALBRECHT, L. P.; SANTOS, G. R.; SILVA, A. F. M.; CANEPPELE, G. A.

M.. **Alternatives for the chemical control of sourgrass at post-emergence.**

Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 59, 2024.

DIAS, C. T. S.; MACHADO, A. F. L.; REIS, J. C. L.; BARBOSA, C. E. A.

Sistemas silvipastoris e sua importância para a pecuária sustentável.

Revista Brasileira de Agroecologia, v. 9, n. 3, p. 20-31, 2014.

GASPARINI, L. V. L.; COSTA, T. S.; HUNGARO, O. A. de L.; SZNITOWSKI, A.

M.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Sistemas integrados de produção agropecuária e inovação em gestão: estudos de casos no Mato Grosso.** Rio de Janeiro: 2017.

GALZERANO, L.; MORGADO, E. **Eucalipto em Sistemas Agrossilvipastoris.**

REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, v. IX, n. 3, p. 1-6, mar. 2008.

LAURA, V. A. de; GONTIJO NETO, M. M.; ALMEIDA, R. G. de; ALVES, F. V. O

eucalipto em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) no

Cerrado. In: OLIVEIRA, E. de; PINTO JUNIOR, J. E. (Ed.). **O eucalipto e a**

Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento. Brasília, DF:

Embrapa, 2021. Cap. 31, p. 1065.

LOPES, C. M.; PACIULLO, D. S. C.; ARAÚJO, S. A. C.; GOMIDE, C. A. M.;

MORENZ, M. J. F.; VILLELA, S. D. J.. **Massa de forragem, composição**

morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de

sombreamento e fertilização. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e

Zootecnia, v. 69, n. 1, p. 225–233, jan. 2017.

MACEDO, R. L. G.; VALE, A. B. Do; CARVALHO, F. De; VENTURIN, N.; NIERI,

E. M. **Eucalipto em Sistemas Agroflorestais.** 2. ed. Lavras: UFLA, 2018.

MORAES, A. de; PELISSARI, A.; CARVALHO, P. C. de; ANGHINONI, I.;

LUSTOSA, S. B. C. L.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; LANG, C. R.; ASSMANN, T.

S.; ASSMANN, T. S.; ASSMANN, A.; PIVA, J. T.; SCHUSTER, M. Z.;

KUNRATH, T. R.; MARTINS, A. P. **Avanços técnico-científicos em SIPA no**

subtrópico brasileiro. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Integrados de

Produção Agropecuária, 1.; Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul Do Brasil, 4., 2017, Cascavel. Palestras: intensificação com sustentabilidade. Pato Branco: UTFPR, 2017. p. 102–124.

POLIDORO, J. C., DE FREITAS, P. L., HERNANI, L. C. *et al.* **The impact of plans, policies, practices and technologies based on the principles of conservation agriculture in the control of soil erosion in Brazil.** Authorea. April 21, 2020.

ROSA, A.; PEREIRA, N.; DAMACENO, F. M.; JÚNIOR, L. A. Z.. **Pig slurry improves the productive performance of eucalypt and exceeds the mineral fertilization.** Revista Árvore, v. 46, 2022.

SENE, S. M. DE.; BACHA, C. J. C.. **Adoção dos sistemas integrados na agropecuária do Brasil.** Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 62, n. 1, 2024.

SCHUMACHER, M. V., WITSCHORECK, R., CALIL, F. N., & LOPES, V. G.. **Manejo da biomassa e sustentabilidade nutricional em povoamentos de Eucalyptus spp. em pequenas propriedades rurais.** Ciência Florestal, v. 29, n. 1, p. 144–156, jan. 2019.

SOUSA, H. G. de A.; SOUZA, I. V.; AGUIAR, B. A. C.; OLIVEIRA, G. R. A. da S.; SOUZA, F. B.; EPIFÂNIO, M. L. F. G.; LOPES, V. C.; SOUZA, P. B.. **Morphophysiological Evaluation of *Schizolobium Parahyba* Var. *Amazonicum* and *Eucalyptus urograndis* Growing in Different Levels of Shading.** Floresta e Ambiente, v. 29, n. 1, 2022.

WENDLING, I. J.; OLIVEIRA, M. F. de; PEZZOPANE, J. E. M.; PACIULLO, D. S. C.; ALMEIDA JÚNIOR, G. A. de; COSTA, M. T. de A.; SALOMÃO, G. D.; ALVES, C. S.; DIAS, L. Z.; REIS, E. A. B. Sistemas silvipastoris – Uma alternativa viável para áreas montanhosas do Espírito Santo. In: GONÇALVES, F. G.; CALDEIRA, M. V. W.; SILVA, G. F. da; SOUZA, G. S. de (Org.). **Sistemas Integrados de Produção: pesquisa e desenvolvimento de tecnologias.** 1. ed. Guarujá, SP: Editora Científica Digital, 2021. Cap. 11, p. 184.